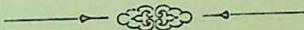


DIE
ERKRANKUNGEN
DES
RÜCKENMARKES
UND DER
MEDULLA OBLONGATA.

VON
GEH. MED.-R. PROF. D^{RA} E. V. LEYDEN
UND
PROF. DR. GOLDSCHIEDER

I. ALLGEMEINER THEIL.

ZWEITE UMGEARBEITETE AUFLAGE.



WIEN, 1903.
ALFRED HÖLDER
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER
I., ROTHENTHURMSTRASSE 13.

ALLE RECHTE, INSBESONDERE, AUCH DAS DER ÜBERSETZUNG, VORBEHALTEN.



Inhalts-Verzeichniss.

I. Allgemeiner Theil.

	Seite
Erstes Capitel. Anatomie des Rückenmarks	1
Zweites Capitel. Physiologie des Rückenmarks	49
A. Die Leitung der Motilität und Sensibilität	49
B. Die reflectorische Thätigkeit des Rückenmarks	57
C. Die trophischen Functionen des Rückenmarks	74
Zur Physiologie der Spinalganglien	78
Die Cerebrospinalflüssigkeit	78
Drittes Capitel. Allgemeine pathologische Anatomie des Rückenmarks	80
I. Pathologisch-anatomische Untersuchung des Rückenmarks	80
II. Makroskopische Veränderungen	85
III. Mikroskopische Veränderungen	87
IV. Die secundäre Degeneration	104
V. Veränderungen des Rückenmarks nach Amputationen	109
VI. Die Neurone als Grundlage der Rückenmarkspathologie	116
Combinirte Systemerkrankungen	118
VII. Vasculäre Erkrankungen des Rückenmarks	121
VIII. Senile Veränderungen	126
IX. Die Frage der Regenerationsfähigkeit des Rückenmarks	128
X. Veränderungen des Rückenmarks bei Gehirnerkrankungen	130
XI. Pathologische Anatomie der Spinalganglien	131
Viertes Capitel. Allgemeine Symptomatologie	133
I. Symptome von Seiten der Motilität	133
A. Lähmungen	133
B. Krampferscheinungen	143
C. Contractur	144
D. Veränderungen der elektrischen Reaction der Muskeln	151
II. Symptome von Seiten der Sensibilität	156
A. Subjective Sensibilitätsstörungen	156
B. Objective Sensibilitätsstörungen	159
Anhang. Symptome von Seiten des Muskelsinns	165
III. Symptome von Seiten der Reflexe	169
IV. Ataxie	174
V. Symptome von Seiten der vegetativen Sphäre	182
VI. Trophische Störungen	187
VII. Symptome von Seiten des Gehirns	198

	Seite
Anhang. Die Symptome in ihrer Abhängigkeit von der spinalen Localisation des Processes	201
I. Höhenlocalisation	201
Anhang.	
a) Differentialdiagnose zwischen der Läsion der Sacralmarks und der Cauda equina	216
b) Ueber die oculopupillären Phänomene	218
II. Localisation im Querschnitt	219
Fünftes Capitel. Aetiologie	222
Sechstes Capitel. Allgemeine Therapie der Rückenmarkskrankheiten	232

II. Specieller Theil.

Siebentes Capitel. Die Krankheiten der Wirbel mit Rücksicht auf die dadurch bedingten Affectionen des Rückenmarks	1
I. Fracturen und Luxationen der Wirbel	1
II. Wirbelcaries. Malum Pottii. Spondylarthroace	11
III. Wirbelcarcinom	34
IV. Wirbelsyphilis	38
V. Arthritis deformans der Wirbelgelenke, Spondylitis deformans, Wirbelgicht	39
Achtes Capitel. Die Erkrankungen der Rückenmarkshäute	44
Anatomische Veränderungen	45
Die einzelnen Krankheitsformen:	
I. Hyperämie	48
II. Blutungen	50
Neuntes Capitel. III. Die Rückenmarksgeschwülste	58
a) Tumoren der Häute	58
b) Tumoren der Rückenmarkssubstanz	70
Zehntes Capitel. IV. Die Entzündungen der Rückenmarkshäute	77
a) Pachymeningitis spinalis externa	77
b) Pachymeningitis spinalis interna	79
c) Die Entzündungen der Arachnoidea und der Pia mater spinalis	80
Die epidemische Cerebrospinalmeningitis (epidemische Genickstarre)	81
Tuberculöse Meningitis spinalis und cerebrospinalis	113
Chronische Leptomeningitis	115
Anhang. Pachymeningitis cerv. hypertrophica	117
Elfte Capitel. Syphilis der Rückenmarkshäute und des Rückenmarks	121

Die Erkrankungen des Rückenmarks selbst.

Zwölftes Capitel. Zustände von abnormer Blutfülle des Rückenmarks	140
Hyperämie, Anämie, Ischämie	140
Anhang. Die Rückenmarksläsionen durch plötzliche Verminderung des Luftdruckes (Caissonlähmung)	143
Die Blutungen in die Substanz des Rückenmarks. Hämatomyelie	147
Dreizehntes Capitel. Die traumatischen Affectionen des Rückenmarks	157
1. Compressionen und Quetschungen	157
2. Zerreißung des Rückenmarks	158
3. Die Verwundungen des Rückenmarks	159
4. Erschütterung des Rückenmarks	160

	Seite
Vierzehntes Capitel. Die acute Myelitis	164
Pathologische Anatomie	166
Ausgänge	175
Rückenmarksabscess	177
Eintheilung der Formen der acuten Myelitis	178
Fünfzehntes Capitel. Der myelitische Herd (Myelitis circumscripta s. transversa)	180
Symptomatologie	182
a) Myelitis dorsalis	182
b) Myelitis lumbalis	190
c) Myelitis cervicalis	191
Verlauf	193
Dauer und Prognose	194
Differentialdiagnose	195
Aetiologie	197
Therapie	203
Anhang. Die acute Myelomeningitis. Acute Perimyelitis	207
Sechzehntes Capitel. Multiple Myelitis, Myelitis disseminata	209
Pathologische Anatomie	210
Symptomatologie	211
Acute Ataxie	211
Paraplegische Form	213
Siebzehntes Capitel. Poliomyelitis	215
A. Poliomyelitis acuta der Kinder	215
Symptomatologie	217
Pathologische Anatomie	223
Diagnose	233
Prognose	235
Aetiologie	236
Therapie	237
B. Poliomyelitis acuta der Erwachsenen	240
C. Die subacute und chronische Poliomyelitis	244
Achtzehntes Capitel. Landry'sche Lähmung (Paralysie ascendante aigue)	248
Neunzehntes Capitel. Chronische Myelitis. Sklerose des Rückenmarks. Multiple	258
Sklerose	258
Geschichte	258
Pathologische Anatomie	261
I. Cerebrospinale Form	271
Symptomatologie	274
Verlauf	288
Differentialdiagnose	290
Aetiologie	203
Prognose	295
II. Spinale Form	295
III. Cerebrale Form	303
Zwanzigstes Capitel. Die secundären und primären Strangerkrankungen	304
I. Die secundäre Degeneration	304
II. Primäre strangförmige Sklerosen	305
a) Primäre Seitenstrangsklerose	305
b) Combinirte Systemerkrankung	311



	Seite
Einundzwanzigstes Capitel. Tabes dorsalis	318
Pathologische Anatomie	318
Natur der pathologisch-anatomischen Veränderungen	333
Symptomatologie	340
I. Symptome der motorischen Sphäre	340
II. Symptome von Seiten der Sensibilität	355
III. Symptome von Seiten der Reflexthätigkeit	375
IV. Symptome von Seiten des Urogenitalsystems und des Mastdarmes	378
V. Symptome von Seiten der Psyche	380
VI. Vasomotorische, secretorische und trophische Störungen	381
Besondere Complicationen	391
Cervicale und cerebrale Tabes	393
Entwicklung und Verlauf der Tabes	394
Diagnose	396
Prognose	400
Aetiologie	401
Therapie	410
Zweiundzwanzigstes Capitel. Friedreich'sche Krankheit. Hereditäre Ataxie	427
Dreiundzwanzigstes Capitel. Progressive spinale Muskelatrophie	438
Geschichte	438
Symptomatologie	441
Verlauf	446
Aetiologie	446
Diagnose	447
Pathologische Anatomie	448
Prognose und Therapie	452
Anhang. <i>A.</i> Infantile progressive spinale Muskelatrophie von familialem, beziehungs- weise hereditärem Charakter (J. Hoffmann)	453
<i>B.</i> Progressive neurotische (oder neurale) Muskelatrophie (J. Hoffmann), Charcot-Marie'sche Form der progressiven Muskelatrophie. Mus- cular atrophy of the peroneal type (Tooth)	456
Vierundzwanzigstes Capitel. Amyotrophische Lateralsklerose	460
Fünfundzwanzigstes Capitel. Syringomyelie, Morvan'sche Krankheit	473
I. Syringomyelie	473
Geschichte	473
Pathologische Anatomie	477
Wesen des Processes und Pathogenese	483
Symptomatologie	488
II. Morvan'sche Krankheit	509

Verzeichniss der Abbildungen.

Tafel I—V.

	Seite
Localisation der Funktionen in den verschiedenen Segmenten des Rückenmarks I.	206
Tafel I. Fiebereurven bei Cerebrospinalmeningitis	101
Tafel II—IV. Tabes dorsalis	332
Tafel V. Tabes cervicalis	332

Abbildungen im Texte.

I. Theil.

Fig. 1. Querschnitte des Rückenmarks in verschiedenen Höhen	9
Fig. 2. Schema der Rückenmarkssysteme nach Flechsig und Gowers	16
Fig. 3. Aufsteigende secundäre Degeneration in den Hintersträngen des Rückenmarks von Hunden nach Durchtrennung hinterer Nervenwurzeln	24
Fig. 4. Schema der bei den Reflexen beteiligten Elemente, Längsansicht	28
Fig. 5. Schema der kurzen Bahnen	28
Fig. 6. Querschnitt der Medulla oblongata	37
Fig. 7. Die Lage der Hirnnervenkern	39
Fig. 8. Spinales Sensibilitätsschema nach W. Seiffer I.	212
Fig. 9. Spinales Sensibilitätsschema nach W. Seiffer II.	213
Fig. 10. Vertheilung der Wurzelgebiete an der oberen Extremität	214
Fig. 11. Auswachsen der oberen Extremität und Uebergang der Segmentgebiete auf dieselbe	215

II. Theil.

Fig. 1. Bruch der Wirbelsäule	3
Fig. 2. Caries des siebenten Halswirbels	12
Fig. 3. Arthritis deformans der Wirbelgelenke	40
Fig. 4. Intraduraler Tumor am untersten Theile des Halsmarks	61
Fig. 5. »Syphilis des Rückenmarks.« Querschnitt der Vena spinalis anter. aus dem Dorsaltheile des Rückenmarks	123
Fig. 6. »Syphilis des Rückenmarks.« Querschnitt der Vena spinalis anter. aus der Halsanschwellung. Völlige Obliteration	123
Fig. 7. »Syphilis des Rückenmarks.« Schiefschnitt durch den Tractus opticus bei Arachnitis gummosa der Hirnbasis	124
Fig. 8. »Syphilis des Rückenmarks.« Dorsalmark. Infiltration und Verdickung der Pia mater	125
Fig. 9. »Syphilis des Rückenmarks.« Oberer Lendentheil. Umscheidung und Zerstörung der Wurzeln	126
Fig. 10. Alter hämorrhagischer Herd des Rückenmarks	150

	Seite
Fig. 11. Myelitis, I. Stadium	170
Fig. 12. Myelitis, I. Stadium (schwache Vergrösserung)	171
Fig. 13. Leyden'sche Zellen bei Poliomyelitis	223
Fig. 14 <i>a</i> und <i>b</i> . Poliomyelitis acuta	226, 227
Fig. 15. Poliomyelitis acuta (histologisch)	228
Fig. 16. Poliomyelitis (alter Herd)	232
Fig. 17. Herd im Halsmark	268
Fig. 18. Herd im Halsmark	269
Fig. 19. Disseminirte Sklerose des Rückenmarks und Mittelhirns	272
Fig. 20 <i>a—e</i> . Secundäre Degeneration	306, 307
Fig. 21 <i>a—c</i> . Combinirte Systemerkrankung	313
Fig. 22. Rückenmark bei pernicioser Anämie	315
Fig. 23 <i>a</i> und <i>b</i> . Tabes cervicalis (schematisch)	322
Fig. 24. Hautnerv bei Tabes dorsalis	328
Fig. 25. Intramusculäre Nerven bei Tabes dorsalis	330
Fig. 26. Kranker mit gastrischer Krise	358
Fig. 27. Arthropathie des Kniegelenks bei Tabes dorsalis	386
Fig. 28. Arthropathie (Seitenansicht)	387
Fig. 29. Rückenmark bei Friedreich'scher Krankheit	429
Fig. 30. Atrophisches Vorderhorn bei progressiver spinaler Muskelatrophie	451
Fig. 31 <i>a</i> und <i>b</i> . Rückenmark bei amyotrophischer Lateralsklerose	468
Fig. 32. Rückenmark bei Syringomyelie	478



Erstes Capitel.

Anatomie des Rückenmarks.

Das Rückenmark ist der im Wirbelcanal gelegene cylindrische Strang des Centralnervensystems, welcher in der Höhe des Hinterhauptloches in das Gehirn übergeht.

I. Die häutigen Hüllen des Rückenmarks.

Dura mater. Die mit der Dura mater cerebri ununterbrochen zusammenhängende Dura mater spinalis ist nicht wie jene mit der umgebenden Knochenwand eng verwachsen; vielmehr spaltet die harte Hirnhaut am grossen Hinterhauptloch, wo sie fest angeheftet ist, ein gesondertes Blatt ab, welches zum inneren Periost der Wirbel wird. Die eigentliche Dura mater des Rückenmarks dagegen ist von diesem Blatte durch lockeres fettreiches und mit Venengeflechten erfülltes Bindegewebe getrennt (epiduraler Raum). Dasselbe ist vorne am sparsamsten, an der Hinterseite am reichlichsten.

Die harte Rückenmarkshaut umhüllt das Rückenmark als ein locker anliegender cylindrischer Sack, welcher sich nach unten zu um das Filum terminale verjüngt, um schliesslich in das Periost des Steissbeins überzugehen. Die innere, dem Arachnoidalraume zugewandte Fläche der Dura ist glatt. — Die harte Haut entsendet sowohl nach aussen, wie nach innen Fortsätze. Sie gibt den austretenden Nervenwurzeln eine Scheide mit, und zwar für je eine zusammengehörige vordere und hintere Wurzel gemeinschaftlich, aber mit zwei inneren Oeffnungen. Nach innen steht die Dura theils durch einzelne bindegewebige Fäden, theils durch das Lig. denticulatum mit der weichen Haut in Verbindung. Die Dura mater enthält sowohl Gefäss- wie auch spärliche eigene Nerven.

Arachnoidea. Die nach innen von der Dura gelegene Arachnoidea (Spinnwebenhaut) besteht aus zahlreichen bindegewebigen Fäden und Häutchen, welche mit Endothel bekleidet sind, und ist nach der Dura hin glatt und mit einer Endothellage bedeckt. Zwischen dieser und

der glatten Innenfläche der Dura bleibt ein capillarer Raum: Subduralraum. Der von den Fäden der Spinnwebenhaut durchzogene Raum, welcher vielfach als Subarachnoidalraum bezeichnet wird, ist mit Liquor cerebrospinalis erfüllt. Diese Räume stehen einmal mit den Lymphbahnen der peripherischen Nerven, deren Wurzeln ebenso wie von der Dura so auch von der Arachnoidea eine Scheide erhalten, — andererseits mit den Hirnventrikeln durch das Foramen Magendii am hinteren Ende des Daches vom vierten Ventrikel und durch dessen Aperturæ laterales in Verbindung.

Pia mater. Die das Rückenmark innig umhüllende Pia mater (Meninx vasculosa, weiche oder Gefässhaut) ist von grösserer Derbheit als die Pia mater des Gehirns; sie besteht aus zwei Schichten, einer äusseren, die aus vorwiegend längsverlaufenden und einer inneren, die aus vorwiegend circular verlaufenden Fasern gebildet ist. In die Pia gehen die Fäden und Bälkchen der Arachnoidea über. Die Pia überzieht die Oberfläche des Rückenmarks gleichmässig und sendet neben kleineren Fortsätzen namentlich ein grosses, mit Arterien und Venen versehenes Blatt in die vordere Mittelspalte des Rückenmarks. Die weiche Haut enthält ein reichliches Gefässnetz und führt dem Rückenmark seine Gefässe zu. Auch an Nerven ist sie reich, und zwar enthält sie sowohl sympathische, den Gefässen folgende, als auch von den hinteren Wurzeln abzweigende eigene sensible Nerven. Auch die Pia trägt zu den Scheiden der Nervenwurzeln bei.

Zwischen der inneren und äusseren Lage der Pia befinden sich Lymphspalträume, welche mit dem sogenannten Subarachnoidalraum in Verbindung stehen und andererseits mit den adventitiellen Räumen der von der Pia senkrecht in das Rückenmark eindringenden Blutgefässe. Somit communiciren diese auch mit den Hirnventrikeln.

Gelegentlich findet sich in den Zellen der Pia Pigment, welchem jedoch keine besondere Bedeutung zukommt.

II. Das Rückenmark.

Das Rückenmark ist von cylindrischer Form, vorn abgeplattet. Es geht nach oben in das verlängerte Mark über, endigt nach unten mit dem kegelförmigen Conus medullaris, an welchen sich noch das Filum terminale setzt. Dem Ursprung der Extremitätennerven entsprechend, zeigt das Rückenmark zwei längliche spindelförmige Anschwellungen. Die obere (Hals-, Cervicalanschwellung) reicht vom dritten Halswirbel bis zum ersten Brustwirbel und besitzt den grössten Umfang in der Höhe des vierten und fünften Halswirbels. Die untere (Lenden-,

Lumbalanschwellung) beginnt in der Höhe des zehnten Brustwirbels und ist am zwölften Brustwirbel am umfangreichsten. Am meisten vergrößert ist in den Anschwellungen der quere Durchmesser; derselbe beträgt an der breitesten Stelle der Halsanschwellung 13—14 mm, der Lendenanschwellung 12 mm, während der dorsoventrale Durchmesser gegen 9 mm beträgt. Im dorsalen Theil, zwischen den beiden Anschwellungen, misst das Rückenmark quer 10, sagittal 8 mm. Beim Menschen ist die Halsanschwellung von grösserer Mächtigkeit als die Lendenanschwellung. Die Anschwellungen überhaupt stehen zur Entwicklung der Extremitäten in Beziehung.

Der Conus medullaris, das untere Ende der Lendenanschwellung, liegt in der Höhe des unteren Endes des ersten oder oberen Endes des zweiten Lendenwirbels. Bei stark nach vorn gekrümmter Haltung des Oberkörpers rückt das untere Ende des Rückenmarks bis zum zwölften Brustwirbel empor. Das obere Ende des Rückenmarks entspricht dem oberen Rande des Atlas.

Man unterscheidet am Rückenmark einen Halstheil (Pars cervicalis), einen Brust- oder Rückentheil (Pars dorsalis) und einen Lendentheil (Pars lumbalis mit Pars sacralis).

Die beiden symmetrischen Hälften des Rückenmarks werden ventralwärts durch die tief einschneidende, bis zur weissen Commissur sich erstreckende Fissura longitudinalis ant. (s. mediana ant. s. ventralis) von einander getrennt, in welche ein die sogenannten Centralgefässe enthaltendes Blatt der Pia mater eindringt.

Eine hintere Längsfissur, die vielfach angenommene Fissura longitudinalis post., existirt beim Menschen nicht, »mit Ausnahme der proximalen Cervicalgegend« (v. Kölliker), und dementsprechend ist auch hier kein in die Tiefe dringender Fortsatz der Pia mater vorhanden; wohl aber dringen zahlreiche Gefässe mit begleitender Stützsubstanz hier ein, so dass man von einem Septum dorsale sprechen kann.*)

Ferner zeigt jede Seitenhälfte je zwei seichte seitliche Furchen, den Sulcus lateralis anterior s. ventralis und den dem Austritt der hinteren Nervenwurzeln entsprechenden Sulcus lateralis posterior s. dorsalis. Endlich ist der äusserst flache Sulcus intermedius posticus zu erwähnen, welcher im Halstheil, einen Millimeter seitlich von der Fissura longitud. post. entfernt, den Goll'schen vom Burdach'schen Strange abgrenzt.

In Folge dieser Furchenbildung zerfällt die weisse Substanz des Rückenmarks in mehrere Stränge, und zwar jede symmetrische Seitenhälfte je in einen Vorder-, Seiten- und Hinterstrang. Letzterer liegt zwischen dem Septum dorsale und dem Sulcus lateralis post. und zerfällt durch den Sulcus intermedius post. in den Funiculus gracilis

*) Nach v. Lenhossék ist das Septum dorsale gliös, nicht bindegewebig.

(Goll'scher Strang) und den Funiculus cuneatus (Keilstrang, Burdach'scher Strang). Zwischen dem Sulcus lateralis ant. und post. liegt der Seitenstrang, zwischen Fissura longitudinal. anter. und Sulcus later. ant. der Vorderstrang, und zwar rechnet man den letzteren, da dieser Sulcus eine gewisse Breitenausdehnung hat, bis zur lateralen Begrenzung der motorischen Wurzelreife.

Diese übliche und namentlich in praktischer Hinsicht zweckmässige Eintheilung der weissen Substanz in Vorder-, Seiten- und Hinterstrang entspricht nicht ganz den Thatsachen der Entwicklungsgeschichte, insofern, als diese nur die Annahme eines ventralen und eines dorsalen Stranges jederseits gestattet, wobei der sogenannte Seitenstrang grösstentheils dem ventralen Strange zugehört.

Uebrigens fasst man auch in der pathologischen Terminologie vielfach Vorderstrang und Seitenstrang als »Vorderseitenstrang« zusammen; die Sonderung dieser beiden Stränge ganz aufzugeben, dürfte aber nicht angebracht sein, da zu descriptiven Zwecken ein Bedürfniss zu einer solchen Unterscheidung vorliegt, z. B. um die beiden Antheile der Pyramidenbahn zu bezeichnen. Die Abtrennung des Goll'schen vom Burdach'schen Strange wird erst vom oberen Dorsalmark an aufwärts deutlich.

Durch die von der inneren eiröhrenartigen Piaschicht entspringenden bindegewebigen Septa (s. S. 2), welche in ihrer Verzweigung Aehnlichkeit mit der Faserung eines Blattes haben, wird ein System von Fächern und Maschenräumen gebildet, welche mit den Nervenfasern der weissen Substanz ausgefüllt sind. Diese sind miteinander durch die Neuroglia (Nervenkittsubstanz [s. später]) verbunden.

Zwischen der inneren Piaschicht und der weissen Substanz ist noch die dünne sogenannte graue Rindenschicht (Henle und Merkel) gelegen. Dieselbe besteht aus einem äusserst feinen Netzwerk von Gliafasern, überzieht das Rückenmark und bekleidet die von der Pia abgehenden Septa eine Strecke weit.

Die vom Rückenmark austretenden Nerven (Spinalnerven) sondern sich in zwei Gruppen: vordere und hintere Wurzeln. Sie werden sowohl von der weichen wie harten Rückenmarkshaut eingescheldet. Die hintere Wurzel hängt mit dem Spinalganglion (Ganglion spinale oder intervertebrale) zusammen. Peripherisch von diesem vereinigt sich die vordere und hintere Wurzel mit einander zum Truncus.

Die Nervenwurzeln verlassen das Rückenmark in gewissen, je einer Wirbelhöhle entsprechenden Abständen; je ein Truncus geht durch ein Intervertebralloch.

Das Rückenmark zerfällt somit nach den Nervenursprüngen in eine Anzahl von Segmenten: nämlich 8 Cervical-, 12 Dorsal- (Thoracal-), 5 Lumbal-, 5 Sacralsegmente und 1 Steissbeinsegment.

In den oberen Abschnitten des Rückenmarks liegt der Ursprung der Wurzeln ziemlich genau in der Höhe der Intervertebrallöcher, so dass der Verlauf der Nerven ein nahezu horizontaler ist. Mehr nach unten zu aber bleiben die Ursprungsstellen der Nerven mehr und mehr über den Intervertebrallöchern zurück, so dass die ersteren immer schräger nach unten verlaufen. Die vom Lendentheil zu ihren Austrittsstellen absteigenden Wurzeln bilden den sogenannten Pferdeschweif, *Cauda equina*. Die Ursache dieser Configuration ist darin gelegen, dass das beim Embryo zunächst den Wirbelcanal ausfüllende Rückenmark weiterhin im Wachsthum gegenüber den Wirbeln zurückbleibt.

Im menschlichen Rückenmark macht sich die Segmentirung der Stränge äusserlich nicht mehr geltend; nur der Eintritt der Wurzelfaare verräth dieselbe. Die Länge der hienach zu construierenden Rückenmarks-segmente nimmt vom unteren Ende des Organes her im Bereiche des Lendentheiles langsam zu, wächst dann im unteren Brustmarke rasch und erreicht in der Höhe des siebenten bis fünften Brustnerven ihr Maximum. Von hier an nach oben sinkt die Höhe der Segmente wieder rasch, um oberhalb des fünften Halsnerven abermals etwas zu wachsen. Im Bereiche der Anschwellungen finden sich also die kürzesten Segmente; ihre Länge verhält sich überhaupt umgekehrt wie der Querschnitt. (Nach Toldt.)

Die vorderen Wurzeln treten in mehreren (zwei bis sieben) Bündeln aus dem vorderen Umfange des Vorderhorns hervor, und zwar so, dass die mediale und laterale Ecke desselben frei bleibt. Am meisten Bündel finden sich an den Anschwellungen. Die Fasern je eines Bündels stammen aus ganz verschiedenen Gruppen von Vorderhornzellen (Krause und Aguerre).

Die hinteren Wurzeln treten sämmtlich in den Hinterstrang, und zwar den Burdach'schen Keilstrang ein, um dann zunächst in eine mehr oder weniger ausgesprochene longitudinale Richtung umzubiegen. Ein directer Eintritt in den Apex des Hinterhorns, wie er von vielen Autoren für die sogenannte laterale Partie der Wurzelfasern beschrieben, beziehungsweise abgebildet worden ist, findet nach Waldeyer nicht statt. Eine strenge Scheidung zwischen lateraler und medialer Gruppe der hinteren Wurzelfasern ist überhaupt nicht durchzuführen.*) An der Eintrittsstelle, speciell dort, wo sie die Pia mater durchsetzt, erfährt die hintere Wurzel eine Einschnürung (Obersteiner und Redlich).

*) v. Lenhossék unterscheidet an den hinteren Wurzelfasern eine mittlere und mediale aus gröberen Fasern gebildete Gruppe und eine aus feinen Fasern zusammengesetzte laterale Gruppe. Die mittlere ist beim Menschen wenig ausgebildet und schwer von der medialen zu sondern. Die mediale Gruppe bildet im Burdach'schen Strange die geschwungenen Einstrahlungen in die graue Substanz (v. Kölliker's innere Wurzelfasern).

Nach L. R. Müller entspringen im untersten Theile des Conus medullaris keine vorderen Wurzeln mehr, während hintere noch zu finden sind.

Auf dem Querschnitt zeigt das Rückenmark die central gelegene graue Substanz und mantelartig sie umgebend die weisse Substanz.

Die graue Substanz besteht grösstentheils aus der sogenannten »spongiösen« Substanz, zum geringeren Theil aus der »gelatinösen«, welche dem Hinterhorn aufsitzt und sich ausserdem um den Centralcanal herum findet (s. unten). Die spongiöse Substanz enthält in der gliösen Grundmasse ein feines Netz zahlreicher markhaltiger Nervenfasern. Ueber die Natur der gelatinösen Substanz vergleiche unten.

Die graue Substanz bildet eine charakteristische schmetterlingsflügelartige oder H-Form und besteht, wie das Rückenmark selbst, aus zwei symmetrischen Hälften, welche durch die sogenannte graue Commissur mit einander verbunden sind. In ihr ist der Centralcanal enthalten (siehe unten). An jeder Hälfte unterscheidet man das Vorderhorn (Cornu anterius): den Querschnitt der grauen Vordersäule (Columna anterior), und das Hinterhorn (Cornu posterius): den Querschnitt der grauen Hintersäule (Columna posterior). Die Vorderhörner sind breiter und kürzer als die Hinterhörner, welche im Gegensatz zu jenen meist bis dicht an die Peripherie des Rückenmarks reichen. Nach Krause und Aguerre sind die Vorderhörner beider Seiten vielfach unsymmetrisch, nur in den Anschwellungen völlig symmetrisch. Der Uebergang des Vorderhorns in das Hinterhorn wird als Basis des Hinterhorns bezeichnet; nach dieser folgt eine in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks verschieden ausgeprägte Einschnürung (Hals des Hinterhorns, Cervix cornu posterioris), hinter welcher sich das Hinterhorn verbreitert (Caput cornu posterioris). Der Kopf des Hinterhorns enthält den von Waldeyer so bezeichneten Hinterhornkern, welcher ein dichteres Gefüge von Neuroglia und zahlreiche markhaltige, meist longitudinal gerichtete Nervenfasern in sich fasst. Der Kern ist von der Substantia Rolandi s. gelatinosa umgeben, um welche sich nach hinten zu wieder die Zonalschicht (Waldeyer) herumlegt. »Dieselbe trägt den Charakter der Subst. spongiosa und geht, zum Apex cornu posterioris sich verschmälernd, bis zur Sub-Pialschicht des Markes, deren Structurähnlichkeit mit der Zonalschicht evident ist, indem sie sich in die letztere verliert.« Sie wird durch die Markbrücke unterbrochen, welche den Hinter- und den Seitenstrang mit einander verbindet. Dort wo die Markbrücke bis an die Peripherie des Rückenmarks reicht (Lendenmark), ist kein Apex cornu post. vorhanden. Die gelatinöse Substanz des Hinterhorns scheint nach den neueren Untersuchungen nicht von gliöser Natur zu sein. Marinesco fand sie nach

Amputation atrophisch, was für eine Verwandtschaft derselben mit der Nervensubstanz spricht. Auch histologisch ist es gelungen, zahlreiche äusserst feine Nervenfasern und Nervenzellen in derselben nachzuweisen. Die letzteren sollen nach v. Lenhossék im späteren Leben einer regressiven Metamorphose anheimfallen und sich in eine mehr homogene Masse umwandeln.

An der Basis des Hinterhorns, dicht vor der Cervix, befindet sich, lateralwärts in die Markmasse hineinragend, das sogenannte Seitenhorn (Tractus intermedio-lateralis), welches im oberen Abschnitt des Dorsaltheiles am meisten ausgebildet ist, distal abnimmt, um schliesslich ganz zu verschwinden. Im Halsmark geht das Seitenhorn mit in die ausge dehnte Bildung des Vorderhorns auf.

In dem Winkel zwischen Seitenhorn und äusserem Rande des Hinterhornhalses liegt der Processus reticularis. Derselbe besteht aus einem Netzwerk von grauer Substanz, welches vom Hinterhorn in den Seitenstrang vorspringt und von Bündeln weisser Substanz durchsetzt ist. Der Processus reticularis ist am meisten in der proximalen Hälfte des Rückenmarks, ganz besonders im oberen Halsmark, entwickelt, aber auch im Lendenmark vorhanden.

Am untersten Ende des Conus medullaris verliert sich die Abgrenzung des Vorderhorns und Hinterhorns von einander.

Die Clarke'schen Säulen, Stilling'schen Kerne (Dorsalkerne), Columnae vesiculares, *) stellen einen besonderen Abschnitt der grauen Substanz dar. Symmetrisch angeordnet, erscheinen sie auf dem Querschnitt als je ein rundliches Gebilde, welches an der medialen Seite der Basis des Hinterhorns gelegen ist. Die Clarke'schen Säulen sind im unteren Theile des Dorsalmarks am breitesten, verjüngen sich nach oben und unten und verlieren sich als solche im Bereiche der Hals- und Lendenanschwellung. Aber hier finden sich isolirte graue Massen an entsprechenden Stellen, welche den Clarke'schen Säulen homolog sind (s. S. 12). Nach Krause und Aguerre reichen die Clarke'schen Säulen vom VI. Cervical- bis zum IV. Lumbal-Segment.

Die graue Substanz zeigt sich in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks von verschiedener Entwicklung ihrer Masse.

Am schmalsten ist sie im Dorsalmark; sie wächst nach der Hals- und Lendenanschwellung zu, um im oberen Theile des Halsmarks, beziehungsweise im Conus medullaris wieder abzunehmen. Ihre Entwicklung, namentlich die der Vorderhörner, steht also offenbar zum Ursprung der Extremitätennerven in Beziehungen.

Einen bemerkenswerthen Gegenstand hiezu bildet die weisse Substanz. Dieselbe zeigt vom untersten Ende des Rückenmarks bis zum obersten

*) Zuerst von Stilling gesehen und beschrieben.

eine stetige Zunahme. Nur zwischen drittem Lendennerven und zwölftem Brustnerven erfolgt eine unbedeutende Abnahme. Je am unteren Ende der Hals- und Lendenanschwellung erfolgt die Zunahme rascher als an anderen Stellen. In der Nähe des Ursprungs des vierten Lendennerven nehmen graue und weisse Substanz ungefähr gleich viel Raum ein. Weiter proximalwärts hat die letztere überall eine grössere Ausdehnung als die graue (Hoffmann-Rauber).

Der mittlere Theil der grauen Substanz, welcher die beiden symmetrischen Hälften verbindet, enthält die vordere weisse und hintere graue Commissur, in welcher letzteren der Centralcanal eingeschlossen liegt.

Der Centralcanal durchzieht vom unteren Ende des vierten Ventrikels ab das Rückenmark; im Conus medullaris nähert er sich der hinteren Peripherie, bildet eine kleine Erweiterung (Ventriculus terminalis) und setzt sich als feiner Canal durch die obere Hälfte des Filum terminale fort, um blind zu endigen. Der Centralcanal ist von einer gelatinösen Substanz (Neuroglia) umgeben, Stilling's Subst. gelatinosa centralis, centraler Ependymfaden (v. Kölliker), und mit Flimmerepithel ausgekleidet.*) Im postfötalen Leben fehlt der Flimmerbesatz häufig und sehr gewöhnlich ist der Centralcanal obliterirt, mit epithelialen Massen erfüllt.

Nicht blos die Masse der grauen Substanz wechselt in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks, sondern auch die Form derselben. Besser als aus Beschreibungen gehen diese Verschiedenheiten aus den Abbildungen hervor (s. Fig. 1).

Die graue Substanz ist durchweg von weisser umgeben. Es ist Waldeyer's Verdienst, nachgewiesen zu haben, dass die früher vielfach vertretene Auffassung, dass das Hinterhorn mit seiner Spitze bis an die Peripherie des Rückenmarks reiche und die Hinterstränge vollkommen von den Seitensträngen trenne, unrichtig ist; vielmehr findet sich Hinterstrang und Seitenstrang stets durch weisse Substanz verbunden, welche zwischen Hinterhorn und Peripherie gelegen ist, beziehungsweise die Spitze des Hinterhorns durchsetzt. Dieser von Waldeyer als Markbrücke (s. oben) bezeichnete Theil der weissen Substanz fällt zusammen mit der von Lissauer beschriebenen sogenannten Randzone.

Der principielle Unterschied zwischen grauer und weisser Substanz ist dadurch gegeben, dass erstere reiche Mengen von Ganglienzellen enthält. Dieselben sind im Vorderhorn meist grösser als im Hinterhorn und weniger rundlich als in diesem. Sie bilden ausserdem im Vorderhorn gewisse Gruppen (s. unten).

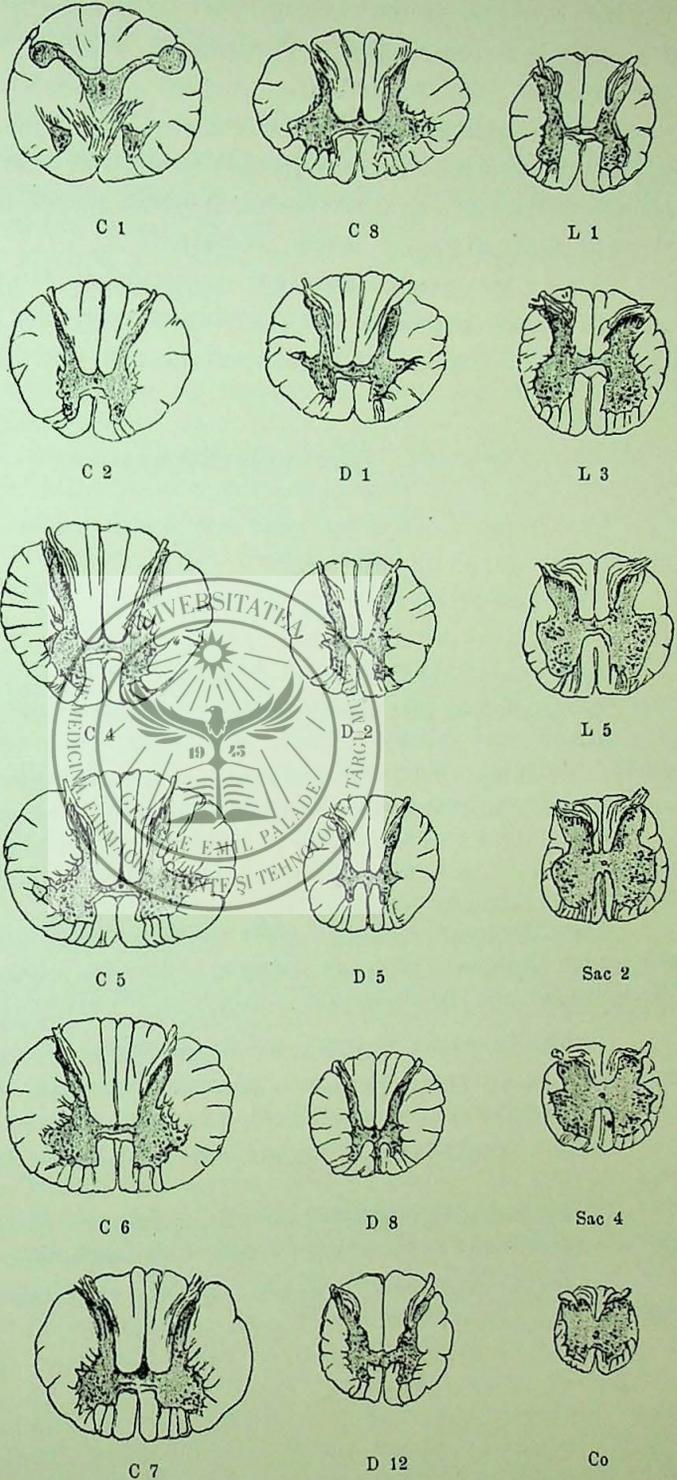
*) Von v. Lenhossék ist das Vorkommen des Flimmerepithels, jedoch wie es scheint zu Unrecht, angezweifelt worden.

Die grossen Ganglienzellen der Vorderhörner zeigen bezüglich Zahl, Lagerung und Grösse segmentale Unterschiede, so dass sie immer der Stelle des Eintrittes der vorderen Wurzeln entsprechend angehäuft sind, dazwischen aber in geringerer Zahl auftreten. Ihre Zahl und die

Dichtigkeit ihrer Lagerung wächst ferner mit der Abnahme der Segmentlänge, also in den Anschwellungen; ebenso ihre Grösse. Ausserdem steht die letztere nach einem von Pierret aufgefundenen Gesetze in geradem Verhältnisse zu der Länge der in dem betreffenden

Rückenmarks-segmente auf dem Wege der vorderen Wurzeln einmündenden peripherischen Nerven. Im Lendenmark finden sich die

Fig. 1.



Querschnitte des Rückenmarks in verschiedenen Höhen. Die Buchstaben (C = Cervical u. s. w.) und Zahlen bedeuten die Spinalnerven, deren Austritt die betreffenden Schnitte entsprechen. (Nach Quain.)

grössten Zellen. Im Brustmark sind sie bedeutend kleiner. In der Halsanschwellung sind sie wieder grösser, aber kleiner als im Lendenmark. Im Conus medullaris fehlen sie nahezu ganz im Vorderhorn, es finden sich aber solche in der intermediären Substanz zwischen Vorder- und Hinterhorn (L. R. Müller).

Die Ganglienzellen der Hinterhörner zeigen in den Anschwellungen eine Zunahme ihrer Zahl; ob die Zellen des Hinterhorns und des mittleren Gebiets gleichfalls den eintretenden Wurzeln entsprechend angehäuft sind, ist noch nicht genügend sicher ermittelt.

Die in der grauen Substanz vorhandenen Ganglienzellen lassen sich am besten in solche der Vorderhörner, der Hinterhörner und eines zwischen beiden gelegenen mittleren Gebiets trennen.

A. Vorderhornzellen.

Die Gruppen derselben sind am besten in den Anschwellungen ausgebildet. Man kann unterscheiden:

1. Die mediale Gruppe, welche weiter in eine

- a) mediale ventrale oder vordere und
- b) mediale dorsale oder hintere zerfällt.

Erstere nimmt die innere vordere Ecke des Vorderhorns ein und besteht aus grossen und kleinen Zellen, welche fast alle mit ihrer Längsachse sagittal orientirt sind (Waldeyer). Von denselben entspringen nach v. Monakow grösstentheils Commissurenfasern.

Die medialen hinteren Zellen sind gewöhnlich kleiner und meist von geringerer Zahl als die vorderen. Die beiden Gruppen sind nicht immer deutlich von einander gesondert.

Beide Gruppen enthalten stets weniger Zellen als die gleich zu erwähnenden lateralen Gruppen, welche »die am ausgiebigsten entwickelten Zellengruppen des Rückenmarks darstellen« (Waldeyer).

2. Die laterale Gruppe, welche gleichfalls in

- a) eine laterale ventrale oder vordere und in
- b) eine laterale dorsale oder hintere Gruppe zerfällt.

Erstere geht durch die gesammte Länge des Rückenmarks hindurch (Waldeyer).

Wegen der Wichtigkeit dieser Zellengruppen für die Pathologie mögen hier die Sätze Waldeyer's, *) mit denen er sie beschreibt, wörtlich Platz finden.

Laterale vordere Gruppe: »Im oberen Halsmark ist sie stark ausgebildet und erstreckt sich weit nach medianwärts und hinten. Sehr stark ist sie auch im mittleren Halsmarke, rückt aber hier hart an den lateralen Umfang des grauen Horns und behält diese Lage bis zum Lendenmarke, in dessen mittlerem Gebiet sie sich wieder weit nach medianwärts erstreckt. Im unteren Halsmarke nimmt sie genau die laterale vordere Ecke des Vorderhorns ein und bleibt hier auch im oberen Dorsalmarke. Im mittleren Dorsal-

*) Das Gorilla-Rückenmark. Berlin 1889.

marke sind die beiden lateralen Gruppen nicht zu trennen, wohl aber wieder im unteren.

Das obere Lendenmark lässt häufig zwei Unterabtheilungen dieser Gruppe sehen; die eine nimmt wieder die vordere laterale Ecke ein. Im mittleren Lendenmarke wird sie, ähnlich ihrem Verhalten im mittleren Halsmarke, wieder sehr stark, so dass sie sich, wie schon bemerkt, weit medianwärts vorschiebt. Eine mächtige Gruppe bildet sie im Gebiete des zweiten und dritten Sacralnerven und ist hier an manchen Querschnitten wieder in mehrere Unterabtheilungen zerlegt. Weiter abwärts sind die beiden lateralen Gruppen nicht mehr getrennt und überhaupt nur schwach entwickelt.«

»Die laterale hintere Gruppe ist wohl die stärkste, die wir im Rückenmarke haben, besonders wieder im Hals- und Lendentheile. Im oberen Halsmarke zeigen sich zuweilen zwei bis drei kleinere Unterabtheilungen dieses Herdes; eine von diesen liegt in der hinteren seitlichen Ecke des Vorderhorns, die andere mehr medianwärts.«

»Am stärksten wird die Gruppe im mittleren Halsmarke; im unteren Halsmarke ist sie gleichfalls recht ansehnlich und häufig zerlegt. Im Dorsalmark tritt sie nur schwach auf und liegt in den proximalen Gebieten dicht vor der Basis des Seitenhorns. Wie schon bemerkt, ist sie im mittleren Dorsalmark nicht von der vorigen getrennt, während die Trennung weiter unten wieder eintritt. Im oberen und mittleren Lendenmarke verhält sie sich wie im Halsmarke.«

»Die Ganglienzellen der beiden lateralen Gruppen gehören zu den grössten, welche wir im Rückenmark antreffen, und zeigen die charakteristische polyklone Form.«

Aus diesen lateralen Gruppen strahlen die vorderen Wurzelfasern aus, während die medialen Gruppen grösstentheils keine Beziehungen zu denselben zu haben scheinen.

B. Zellen der Hinterhörner und des mittleren Gebietes.

3. Mittelzellen (Waldeyer). Dieselben stellen eine durch die ganze Länge des Rückenmarks hindurch aufzufindende, besondere, wohlcharakterisirte Gruppe von kleinen und mittelgrossen polyklonen Ganglienzellen dar, welche »mitunter ein dichtes Gefüge aufweist, mitunter über ein weiteres Gebiet in mehr lockerem Verbande zerstreut ist.« »Am deutlichsten als Gruppe ausgebildet sind die Mittelzellen im Halsmarke«, wo sie dicht gedrängt an dem lateralen Theil der Basis des Hinterhorns liegen. Auch im oberen Dorsalmark sind sie noch ziemlich reichlich anzutreffen. Weiter nach unten, wo die Clarke'schen Säulen stark entwickelt sind, erscheinen die Mittelzellen schwächer und liegen lateralwärts von denselben. »Weiter abwärts, im Bezirke der letzten Dorsalnerven, rücken sie wieder mehr nach vorn und medianwärts, so dass sie fast wieder an ihrem früheren Platze erscheinen, und so bleiben sie, wenn auch spärlicher entwickelt, im Grossen und Ganzen im Lendenmarke.« Ein Zusammenhang der Mittelzellen mit Wurzelfasern ist bis jetzt nicht nachgewiesen worden. Nach L. R. Müller (vgl. S. 10) erscheinen grosse multipolare Mittelzellen anstatt der verschwindenden Vorderhornzellen vom dritten Sacralsegment abwärts (Gebiet des Conus); dieser Zellengruppe wendet sich ein Bündel von längs verlaufenden Fasern zu, welche aus dem Hinterstrang austreten.

4. Stilling'sche Zellen (Clarke'sche Säulen). Dieselben bilden am medialen Theile der Hinterhornbasis je eine longitudinale Säule von rundlichem Querschnitt, welche im Dorsalmarke und im oberen Theile des Lendenmarks deutlich ausgebildet ist (s. S. 7). Die Zellen sind, mehr vereinzelt angeordnet, auch in den übrigen Theilen der Längsausdehnung des Rückenmarks anzutreffen; im mittleren und unteren Sacralmark bilden sie einen grösseren, gut abgegrenzten Kern, Stilling's Sacralnervenzellen.

Die Stilling'schen Zellen sind gleichfalls meist multipolar und mehr rundlich als die Vorderhornzellen.

5. Seitenhornzellen. Hiemit werden zunächst diejenigen Ganglienzellen bezeichnet, welche im sogenannten Seitenhorn gelegen sind. Nach Waldeyer ist nun diese Gruppe, wenn sie auch im Brustmark am stärksten ausgebildet ist, in der ganzen Länge des Rückenmarks, auch dort, wo kein Seitenhorn vorhanden ist, anzutreffen. Dieser Forscher sagt über dieselben: »Das Eigenthümliche dieser Zellen liegt sowohl in ihrer Gestalt, wie auch in ihrer Anordnung. Dieselben erscheinen nämlich vielfach nicht so körperlich wie die übrigen Ganglienzellen, sondern fast wie bandartig abgeplattet und nach zwei entgegengesetzten Richtungen vorzugsweise entwickelt, welches ihnen eine annähernd spindelförmige Gestalt verleiht.« Jedoch sind sie multipolar. Sie liegen gewöhnlich dicht zusammengedrängt und sind meist von mittlerer Grösse. Im Halsmark und Lendenmark finden sie sich im Processus reticularis und in dem ihm anliegenden Theile der grauen Substanz; auch im Sacralmark sind sie noch zu sehen. Die Seitenhornzellen färben sich weniger intensiv mit Carmin als die multipolaren Ganglienzellen des Vorderhorns. Die Ansicht einiger Autoren, dass den Zellen des Seitenhorns homolog die Zellen der hinteren lateralen Gruppe des Vorderhorns seien, erscheint nach Waldeyer nicht zutreffend.

6. Hinterhornzellen. Die zahlreichen Zellen des eigentlichen Hinterhorns bilden keine deutlich abgegrenzten Gruppen, scheinen vielmehr auf den ersten Blick vereinzelt und unregelmässig zu liegen. Dennoch hat Waldeyer bei der Untersuchung auf Schnittreihen gefunden, dass auch hier gewisse Abtheilungen bestehen. Er unterscheidet:

- a) Basale Hinterhornzellen, welche unmittelbar hinter den Stilling'schen Zellen, den Mittel- und Seitenhornzellen liegen.
- b) Centrale Hinterhornzellen, im sogenannten Hinterhornkern.
- c) Marginale Hinterhornzellen, welche wieder in mediale und laterale zerfallen und dicht am medialen, beziehungsweise lateralen Rande des Hinterhorns liegen.

Die Hinterhornzellen zeigen sehr verschiedene Grössenverhältnisse; die grössten finden sich vorwiegend unter den medialen Marginalzellen. Sie sind gewöhnlich langgestreckt, spindelig und wohl meist multipolar.

7. Die Zellen der Substantia gelatinosa (s. Rolando), Rolando'sche Zellen. Dieselben erscheinen als rundliche, schwach gefärbte Gebilde mit rundem Kern und sehr zarten Fortsätzen, welche erst bei starken Vergrösserungen deutlich sichtbar werden. Sie sind ausser von anderen Autoren speciell von Gierke und H. Virchow und neuerdings genauer von Ramón y Cajal und v. Lenhossék beschrieben worden. Es ist noch zweifelhaft, ob sie glösen oder nervösen Charakters sind (siehe bei Neuroglia), wahrscheinlich aber nervösen (s. oben).

8. Zerstreute Zellen, d. h. solche, welche keine bestimmte Gruppenbildung zeigen. Sie finden sich:

a) In den Vorderhörnern.

b) In der Nachbarschaft des Centralcanals. Nach Krause und Aguerre kommen auch in der weissen Commissur Zellen vor.

An beiden Orten sind sie von geringer oder mittlerer Grösse, multipolar.

c) In der weissen Substanz. Zumeist in der Umgebung der Hinterhörner gelegen, im Seiten- und Vorderstrang. Dieselben sind meist von ansehnlicher Grösse. Sie liegen nicht etwa in Fortsätzen grauer Substanz, sondern allseitig von weisser Substanz umgeben. Hierher sind auch die Zellen, welche in der »Markbrücke« liegen, zu rechnen.

Waldeyer zählt zu den zerstreuten Zellen auch die unter Nr. 7 erwähnten Rolando'schen Zellen.

Die Nervenfasern der weissen Substanz sind von sehr ungleichem Caliber; feinere und gröbere Fasern sind oft auf engem Raume durcheinander gemischt; an manchen Stellen aber prävalirt die eine oder andere Faserart.

Die feinsten Fasern sind diejenigen, aus welchen die Lissauer'sche Randzone besteht; sehr fein sind auch die im Gebiete des Processus reticularis verlaufenden. Die breitesten Fasern finden sich an der Peripherie des hinteren Theiles der Seitenstränge und nach innen davon, sowie in den Vordersträngen. Der Goll'sche Strang enthält durchwegs ziemlich feine Fasern, während sich im Burdach'schen viele dicke Fasern finden; besonders scharf tritt dieser Gegensatz im Halstheil des Rückenmarks hervor. Die dickeren Fasern haben meist auch dickere Achsencylinder, wenn auch ein regelmässiges Verhältniss zwischen der Breite des Achsencylinders und der Markscheide nicht besteht.

Die Wurzeln der Rückenmarksnerven sind gleichfalls aus Nervenfasern des verschiedensten Calibers zusammengesetzt. Nach Siemerling lassen sich in allen vorderen und hinteren Wurzeln Nervenfasern der kleinsten ($1.3\ \mu$) und des grössten ($23.9\ \mu$) Calibers nachweisen. Die vorderen Wurzeln des Hals- und Lendentheils zeichnen sich durch einen Reichthum an breiten Nervenfasern aus. In den hinteren Wurzeln des Halsmarks ist das Verhältniss ein wenig zu Gunsten der feinen Fasern, welche meist in kleinen Gruppen zusammengelagert sind. Die hinteren Wurzeln der Lendennerven dagegen zeigen ein Ueberwiegen der breiten Fasern.

In den vorderen Wurzeln der Dorsal- und Steissbeinnerven überwiegen die feinen Fasern; ebenso in den entsprechenden hinteren Wurzeln. In allen hinteren und in allen vorderen Wurzeln zusammengenommen, ist das Verhältniss zwischen breiten und feinen Fasern fast ein gleiches; in den hinteren Wurzeln wie 1:1.2, in den vorderen wie 1:1.

Durch die gruppenweise Anordnung der feinen Nervenfasern erscheinen die hinteren Hals- und Lendenwurzeln bei schwacher Vergrösserung als gefleckt, während die entsprechenden vorderen Wurzeln

ziemlich gleichmässig aussehen. Nähere Angaben über die Caliber-Verhältnisse und die Vertheilung der Fasern in den Nervenwurzeln verschiedener Höhen siehe bei E. Siemerling (Anatomische Untersuchungen über die menschlichen Rückenmarkswurzeln. Berlin 1887).

Die Spinalganglien.

Die Spinalganglien stehen mit den hinteren Wurzeln in Verbindung und sind zwischen Duralsack und dem Periost der Wirbel, in das lockere Fettgewebe eingebettet, vor den Intervertebrallöchern gelegen. Die von der Dura stammende Umhüllung der hinteren Wurzeln überzieht das Ganglion. Dasselbe wird von den Nervenfasern in Bündeln durchzogen und enthält zahlreiche grosse runde Ganglienzellen, welche mit den Nervenfasern in T-förmiger Verbindung stehen. Die Grösse der Spinalganglien entspricht meist der Stärke der betreffenden Wurzeln. Das Ganglion des Steissbeinnerven, zuweilen auch das des letzten, beziehungsweise der drei letzten Sacralnerven, liegt innerhalb des Duralsacks. Die Ganglienzellen enthalten einen hellen, scharf abgegrenzten Kern mit Kernkörperchen und ein Häufchen von Pigmentkörnchen, welche gelegentlich auch diffus angeordnet sind. Die Zellsubstanz ist gröber oder feiner granulirt und zeigt bei den einzelnen Fällen ein verschieden starkes Färbungsvermögen. Jede Zelle ist von einer Kapsel umgeben, welche an ihrer Innenseite mit Zellen bekleidet ist. Das die Ganglienzellen umgebende Bindegewebe enthält auffallend zahlreiche Kerne.

Gewisse Beobachtungen, auf deren Einzelheiten wir hier nicht eingehen können, sprechen dafür, dass einige Fasern das Spinalganglion durchsetzen, ohne mit den Zellen desselben in Verbindung zu treten, und zwar Fasern, welche von spinalen Nervenzellen entspringen sollen, also den centrifugal gerichteten zugehören. Jedoch sind die Angaben hierüber (Joseph, Homén, v. Lenhossék, Pregaldino u. A.) widersprechend und es ist für den Menschen jedenfalls nicht sehr wahrscheinlich, dass solche Fasern existiren.

Verlauf der Fasern und Bahnen im Rückenmark.

Grundsätzlich sind zu unterscheiden die langen Bahnen, welche, vom Gehirn oder der Peripherie kommend, das Rückenmark durchlaufen, um in irgend einer Höhe desselben zu endigen (exogene Fasern), und die kurzen Bahnen, welche die verschiedenen Querebenen des Rückenmarks mit einander verbinden (endogene Fasern, Schaltstücke, Conjunctions-, Verbindungsfasern, Anastomosenfasern).

Ueber den Zusammenhang und Verlauf der langen Bahnen hat die erste Aufklärung das Phänomen der »secundären Degeneration« verschafft,

auf welches 1847 Rokitansky hingewiesen hatte und welches zuerst näher von Türk studirt wurde. Türk fand, dass wenn gewisse Theile des Gehirns (Capsula interna u. s. w.) zerstört sind, in der Folge bestimmte Theile des Querschnitts des Pedunculus cerebri, der Brücke, der Oblongata und des Rückenmarks unter Bildung von Körnchenzellen erkranken und degeneriren: ebenso, wenn an den betreffenden Stellen des Querschnitts zwischen Gehirn und Rückenmark, beziehungsweise im Rückenmark selbst eine Continuitätsunterbrechung stattgefunden hat. Türk zeigte, dass diese miteinander zusammenhängenden Längsfasern vom Grosshirnschenkel durch die Brückenhälfte derselben Seite in die gleichliegende Pyramide verlaufen, in der Decussatio auf die andere Seite treten und nun im Rückenmark in dem hinteren Abschnitte des Seitenstranges, seitlich vom Hinterhorn, bis nahe zum unteren Ende des Rückenmarks sich fortsetzen (Pyramiden-Seitenstrangbahn). Ausserdem steigt ein Strang von Fasern in ähnlicher Weise herab, nur dass er sich nicht kreuzt, sondern im Vorderstrang an der inneren Seite verbleibt (Hülsen-Vorderstrangbahn, Pyramiden-Vorderstrangbahn).

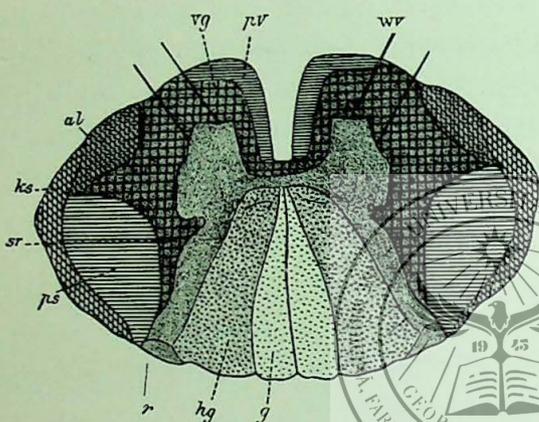
Es gibt ferner andere Theile des Querschnitts, welche bei Zerstörung des Rückenmarks aufsteigend degeneriren und daher gleichfalls als zusammengehörige Strangtheile aufzufassen sind. Dies sind der innere, der hinteren Längsfissur anliegende Abschnitt der Hinterstränge und gewisse Theile der Vordersseitenstränge (s. unten).

Türk's Befunde wurden in der Folge sowohl durch pathologische wie experimentelle Beobachtungen im Wesentlichen bestätigt (Bouchard, Barth, Schiefferdecker u. A.).

Nähere Aufklärungen über die Bedeutung dieser vermuthlichen Markstränge erwachsen aus den bedeutsamen Untersuchungen Flechsig's, welcher die entwicklungsgeschichtlich zu verschiedenen Zeiten erfolgende Markscheidenumhüllung der Nervenfasern für das Studium der zusammengehörigen Fasersysteme benutzte. Es ergab sich zunächst das bemerkenswerthe Resultat, dass die entwicklungsgeschichtliche Gliederung auf Grund der successiven Markscheidenbildung mit derjenigen übereinstimmte, welche durch die secundäre Degeneration herbeigeführt wird. Auch geht die Umkleidung mit Mark in derselben Richtung vor sich wie die secundäre Degeneration, nämlich bei den motorischen Bahnen centrifugal, bei den sensiblen centripetal. Hiedurch erfuhr die Annahme, dass die degenerirenden Fasern je eine Einheit, ein Leitungssystem bilden, eine werthvolle Stütze und man gelangte nothwendig dazu, die Ursache der Degeneration in einer Abhängigkeit der langen Bahnen von gewissen Punkten zu suchen, sei es, dass die Thätigkeit der Nervenbahnen dieselben intact erhält oder ein noch besonderer trophischer Einfluss vorhanden ist.

Pyramiden-Seitenstrangbahn (Fig. 2, *ps*). Die Lage derselben ist in den verschiedenen Höhen des Rückenmarks etwas verschieden. In der Gegend des zweiten bis dritten Cervicalnerven reicht die Pyramiden-Seitenstrangbahn bis an die Peripherie des hinteren Seitenstrangabschnittes heran. Im Bereich der Halsanschwellung liegen zwischen Pyramiden-Seitenstrangbahn und Peripherie die Kleinhirn-Seitenstrangbahnen. Von der Mitte des Dorsalmarks an nach unten reichen die Pyramidenbahnen wieder bis an die Peripherie. Sie endigen unten in der Höhe des dritten Sacralsegments (L. Müller).

Fig. 2.



Schema der Rückenmarkssysteme nach Flechsig und Gowers.

pv Pyramiden-Vorderstrangbahn. *vg* Vorderstrang-Grundbündel. *al* Anterolateraler Strang (Gowers). *ks* Kleinhirn-Seitenstrangbahn. *ps* Pyramiden-Seitenstrangbahn. *sr* Seitenstrangrest (seitliche Grenzschicht der grauen Substanz). *hg* Hinterstrang-Grundbündel. *g* Goll'scher Strang. *vv* Vordere Wurzeln. *r* Randzone.

Die Fasern der Pyramiden-Seitenstrangbahn strahlen in der ganzen Länge des Rückenmarks nach unten, in dem Verbindungsstück zwischen Vorder- und Hinterhorn, in die graue Substanz ein. Es ist anzunehmen, dass sie an die grossen Ganglienzellen des Vorderhorns, beziehungsweise zunächst an Schaltzellen herantreten. Ein mikroskopischer Nachweis fehlt noch. Uebrigens sind, wie es scheint, im Pyramiden-Seitenstrang auch einzelne aufsteigende Fasern enthalten (Obersteiner, Petrény).

Pyramiden - Vorderstrangbahn (Fig. 2, *pv*).

An der inneren Seite der Vorderstränge gelegen, von verschieden grosser Ausdehnung im Querschnitt. Auch die Ausdehnung in der Längsrichtung wechselt bei den einzelnen Individuen; es kommt vor, dass sie nur bis zur Mitte der Halsanschwellung reicht, aber auch, dass sie sich bis zum Lendenmark erstreckt. Wo und wie die Pyramiden-Vorderstrangbahn endigt, ist noch nicht sicher ermittelt; wahrscheinlich treten die Fasern sämtlich oder wenigstens grösstentheils allmählich durch die vordere Commissur auf die andere Seite hinüber, um im Vorderhorn zu endigen; zum Theil endigen sie im Vorderhorn derselben Seite. Dieselbe geht nach oben nicht in die Pyramidenkreuzung ein, sondern setzt sich direct in die gleichseitige Pyramide fort, deren äussere Bündel sie bildet.

Das Verhältniss der Vorderstrang-zur Seitenstrangbahn ist ein wechselndes. Ist die erstere stark entwickelt, so erscheint die Decussatio geringfügig.

Einige den Verlauf der Pyramidenfasern betreffende Punkte befinden sich noch in Discussion. So namentlich das Vorhandensein einer eventuellen zweiten Kreuzung im ganzen Verlaufe des Rückenmarks (Charcot, Unverricht, Homén, Sherrington, Vierhuff u. A.), gegen welche sehr entschieden die Untersuchungen von Rothmann, Wertheimer und Lepage u. A. sprechen. Ungekreuzte Pyramiden-Seitenstrangfasern sind als sicher anzunehmen (Rothmann, L. Probst).

Auch in dem als Vorderseitenstrangrest bezeichneten Theil des Querschnitts, zwischen Pyramiden-Vorderstrangbahn einerseits und Kleinhirn-Seitenstrang andererseits, verlaufen centrifugale Fasern, da Schiefferdecker bei absteigender Degeneration hier einzelne solche degenerirt fand (s. unten).

Hoche beschreibt einen Fall von secundärer Degeneration der Pyramidenbahn nach Tumor der Centralwindungen, wobei ausser der üblichen Degeneration im gleichliegenden Vorder- und contralateralen Seitenstrang, auch im contralateralen Vorderstrang und gleichliegenden Seitenstrang einzelne degenerirte Fasern sich fanden; es muss also die eine Hirnhemisphäre mit beiden Seitensträngen und beiden Vordersträngen in Verbindung gestanden haben. Es kommen ferner abirrende Bündel vor (so vor Allem das sogenannte Picketsche Bündel) in der Art, dass ein Theil der Pyramidenbahn schon oberhalb der Decussatio auf die andere Seite kreuzt, um weiterhin im Halsmark wieder sich der Pyramidenbahn anzuschliessen.

Charcot und Pitres beschrieben einen Fall von völligem Mangel der Pyramidenkreuzung.

Kleinhirn-Seitenstrangbahn (Fig. 2, *ls*). Im hinteren Abschnitt des Seitenstrangs nach aussen, beziehungsweise nach vorn von der Pyramiden-Seitenstrangbahn gelegen, unmittelbar an der Peripherie. Die Ausdehnung der Bahn im Querschnitt nimmt vom unteren Dorsaltheil bis in den unteren Halstheil continuirlich zu, was auf ein allmähiges Einströmen von Fasern schliessen lässt. Nach M. Rothmann beginnt beim Hunde die Kleinhirn-Seitenstrangbahn bereits im Sacrolumbalmark.

Edinger nennt die Kleinhirn-Seitenstrangbahn: Tractus cerebello-spinalis dorsalis (Gowers'sches Bündel = Tractus cerebellospinalis ventralis).

Nach Flechsig gehört zur Kleinhirn-Seitenstrangbahn noch »eine beträchtliche Zahl einzeln in den mehr nach innen gelegenen Systemen der Seitenstränge auftretender Fasern«, welche »sich theils innerhalb der Pyramiden-Seitenstrangbahnen, theils an der vorderen Grenze desselben, theils endlich zwischen genannter Bahn und der äusseren Peripherie der grauen Substanz« finden.

In die Kleinhirn-Seitenstrangbahn strahlen sehr wahrscheinlich Fasern ein, welche von den Clarke'schen Säulen herkommen und von

den Zellen derselben entspringen (Gerlach, Flechsig, Pick). In der Med. oblongata gehen die Kleinhirn-Seitenstrangbahnen in die Corpora restiformia über.

Die Seitenstrangreste stellen den übrigen Theil der Seitenstränge, ausser Pyramiden- und Kleinhirn-Seitenstrangbahn, dar. Flechsig unterscheidet in denselben zwei Territorien: Die vordere gemischte Seitenstrangzone und die seitliche Grenzschicht der grauen Substanz, welche dem Hinterhorn lateralwärts anliegt. Die Fasern der letzteren strahlen in die graue Substanz ein, ähnlich wie die Pyramidenfasern. Die gemischte Seitenstrangzone geht hauptsächlich in die *Formatio reticularis* der Oblongata über.

Der Theil der Vorderstränge, welcher nach Abzug der Pyramiden-Vorderstrangbahn übrigbleibt, wird als Grundbündel des Vorderstrangs (Fig. 2. *vg*) bezeichnet. Als Abgrenzung desselben gegen den Seitenstrang werden die äusseren vorderen Wurzelbündel betrachtet. Das Grundbündel geht zum Theil in das hintere Längsbündel der Med. oblongata über.

Hier sind anzuschliessen die von Gowers abgegrenzten antero-lateralen Stränge (Gowers'sches Bündel, *Tractus antero-lateralis ascendens*). Gowers beschreibt diesen *Tractus* als ein bandförmiges Gebiet, welches den Winkel zwischen der Pyramiden- und Kleinhirn-Seitenstrangbahn ausfüllt, nach vorn zu die Peripherie des Markes erreicht und sich bis fast zur *Fissura anterior* erstreckt; nach hinten geht der Strang quer durch den Seitenstrang nach der hinteren Commissur hin, »von welcher seine Fasern wahrscheinlich herkommen«.

Nach Bechterew erhält dieser Gowers'sche Strang zu einer anderen Zeit seine Markscheidenumbüllung als die anderen Stränge (im achten Monat). Seine Fasern endigen nach oben im Kleinhirn, beziehungsweise auch im *Thalamus opticus*. Daher ist der von Edinger vorgeschlagene Namen: *Tractus cerebellospinalis ventralis* bezeichnend (s. S. 17 Kleinhirn-Seitenstrangbahn).

Das Gowers'sche Bündel beginnt in der Lendenanschwellung; seine Fasern entspringen, wie es scheint, sowohl von den Clarke'schen Säulen wie auch vom Hinter- und Vorderhorn. Es findet sich nach Halbseitenläsion sowohl gekreuzt wie gleichseitig degenerirt; es besteht zum Theil aus langen, zum Theil aber, besonders in seinem ungekreuzten Antheil, aus kurzen Fasern. Die kürzeren Fasern liegen medial, die längeren lateral (Kohnstamm) entsprechend dem Gesetz der excentrischen Lagerung der langen Bahnen (Flatau).

Im Innern des Seitenstranges, nach vorn von der Pyramiden-Seitenstrangbahn, liegt der sogenannte *Fasciculus intermedio-lateralis* (Löwenthal), oder Monakow'sches Bündel, hauptsächlich aus dem

rothen Haubenkern stammende Fasern enthaltend. Dieselben scheinen im Vorderhorn zu endigen (Schäfer). Das im Halsmark beschriebene sehr wenig constante und in seinem Verlauf noch unbekanntes Helweg'sche Bündel, gleichfalls dem Vorderseitenstrang angehörig, sei hier nur kurz erwähnt (identisch mit Bechterew's Olivenbündel). Die eben genannten Fasercomplexe (Monakow'sches und wahrscheinlich auch Helweg'sches Bündel) stellen motorische Bahnen dar, welche die Pyramidenbahnen ergänzen, so dass letztere nicht mehr als alleinige Leitungswege der Motilität betrachtet werden können (Rothmann). Das Monakow'sche Bündel, welches aus dem rothen Kern des vorderen Vierhügels entspringt (Held), steht nach oben wahrscheinlich mit dem Sehhügel und der Hirnrinde in Verbindung.

Neuerdings hat Bechterew auch noch ein antero-mediales Bündel im Seitenstrang, an der lateralen Seite des Vorderhorns, beschrieben, welches von Vorderhornzellen zu entspringen scheint.

Die verschiedenen im Vorderseitenstrang gelegenen aufsteigenden und absteigenden Bahnen lassen sich somit nach ihrer Richtung und Endigung etwa folgendermassen gruppieren:

Die aufsteigenden Vorderseitenstrangbahnen nehmen folgende Richtungen:

- a) In die gleichliegende Kleinhirnhälfte, Kleinhirn-Seitenstrangbahn, ungekreuztes dorsolaterales Spino-cerebellarsystem;
- b) in die gleichliegende Kleinhirnhälfte, anterolaterales Spino-cerebellarsystem;
- c) in den Vierhügel, anterolaterales spino-quadrigenales System;
- d) in den Sehhügel, anterolaterales spino-thalamisches System;
- e) in das Grosshirn (durch das dorsale Längsbündel);
- f) in das Linsenkernsystem.

Von den Vierhügeln, dem rothen Haubenkern, aus der *Formatio reticularis* der *Medulla oblongata* und des Pons ziehen absteigende Fasern in den Vorderseitenstrang.

Die Hinterstränge bestehen aus den Goll'schen Strängen und den Burdach'schen Strängen. Die Goll'schen Stränge (zarte Stränge) sind zu beiden Seiten des hinteren Septums gelegen. Im Hals- und oberen Dorsalmark werden sie nach aussen durch bindegewebige Septa abgetrennt. Nach unten hin wird die Abgrenzung schwierig; wahrscheinlich aber ist die Bahn bis hinunter in die Lendenanschwellung vorhanden. Der Querschnitt der Goll'schen Stränge nimmt nach oben hin stetig zu. Die Goll'schen Stränge enthalten die Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern, speciell der den unteren Extremitäten zugehörigen. Sie endigen nach oben im Kern der Goll'schen Stränge, einzelne Fasern lassen sich

in die gleichseitige Kleinhirn-Seitenstrangbahn (Corpus restiforme) verfolgen (Quensel).

Die Grundbündel der Hinterstränge, Burdach'sche Stränge, nehmen mit Bezug auf den Gesamtquerschnitt des Rückenmarks einen verschiedenen grossen Theil ein, nämlich in der Hals- und Lendenanschwellung einen relativ grösseren als im Dorsalmark. Diese Schwankungen erklären sich dadurch, dass in den Anschwellungen eine grössere Zahl hinterer Wurzelfasern eintritt. Die Fasern der Grundbündel stellen im Wesentlichen directe Verlängerungen der hinteren Wurzeln dar. Ein grosser Theil der Fasern endigt wahrscheinlich in den Kernen der Keilstränge (Nucleus funiculi cuneati); ein anderer Theil mag mittelst Fibrae arcuatae sich in die Formatio reticularis begeben, auch in das Corpus restiforme derselben Seite; endlich biegt ein Theil der Fasern in die graue Substanz ein.

Von den Hinterstrangkernen zweigt eine Bahn in das contralaterale Corpus restiforme und somit in das Kleinhirn ab (wie es scheint mit Verbindungen zum Nucleus arciformis). Ob auch direct ohne Unterbrechung im Hinterstrangkern Hinterstrangfasern in die gegenüberliegende Kleinhirnhälfte eintreten, ist zweifelhaft. Ein anderer Theil der Hinterstrangfasern gelangt kreuzend in die gegenüberliegende Grosshirnhälfte (hintere Centralwindung). Vom Hinterstrangkern verlaufen auch Bahnen zum contralateralen Thalamus opticus. Bei der Katze hat A. Tschermak auch ein kreuzendes Hinterstrangkern-Grosshirnrindensystem festgestellt. Nach Bechterew existirt ein directer Zusammenhang zwischen Hinterstrangkernen und Hirnrinde nicht. Diese Frage ist also noch strittig.

Es möge hier noch erwähnt werden, dass eine besondere Stellung das der grauen Commissur anliegende ventrale (cornu-commissurale) Feld der Hinterstränge einnimmt, welches wahrscheinlich kürzere und längere schaltstückartige Bahnen (Conjunctionsfasern, endogene Fasern, Strangzellenneurone), ausserdem aber auch, wie es scheint, hindurchtretende hintere Wurzelfasern enthält (Mayer, E. Flatau).

Ausser dem ventralen Hinterstrangfeld befinden sich in den Hintersträngen noch einige interessante Felder, welche bezüglich des Verlaufes der in ihnen enthaltenen Fasern und entwicklungsgeschichtlich eine Sonderstellung einnehmen. Das sogenannte Schultze'sche Kommafeld liegt im Hals- und Dorsalmark im medialen Abschnitt des Burdach'schen Stranges gegen den Goll'schen Strang hin. Es wird, wenigstens zum grössten Theil, sicherlich aus absteigenden Fasern der hinteren Wurzeln gebildet (Zappert, E. Flatau, Homén, Jacobsohn); möglich, dass sich ausserdem noch sogenannte endogene, aus der grauen

Substanz stammende Fasern an der Bildung desselben betheiligen (Marie, Dejerine, Theohari).

Im Lenden- und Sacralmark handelt es sich um folgende Hinterstrangfelder: im obersten Lendenmark ein schmales Gebiet neben dem hinteren Septum; weiter nach unten das durch das hintere Septum in der Mitte getheilte ovale Feld Flechsig's; im Sacralmark ein an die hintere Peripherie anstossendes dreieckiges Feld neben der Mittellinie. Obersteiner fasst diese drei Felder unter dem Namen »dorsomediales Sacral- oder Längsbündel« zusammen »(septomarginales« Bündel Hoche, Bruce, »medianes Hinterstrangfeld«), ohne damit behaupten zu wollen, dass dasselbe in allen Höhen aus den gleichen Fasern zusammengesetzt sei. Dies dorsomediale Bündel besteht nach zuverlässigen Angaben (E. Flatau, Senator, Petrén) zum grossen Theil aus langen, absteigenden Fasern, welche vom Halsmark herunterkommen; die Mehrzahl der Fasern jedoch stammt nach Zappert aus tieferen Theilen des Rückenmarks als dem Halsmark. Ob auch kurze, endogene Fasern in dem dorsomedialen Sacralbündel enthalten sind, ist noch fraglich. Nach L. R. Müller jedoch sind die Fasern der genannten drei Felder überhaupt nicht identisch; sie strahlen nach oben in die graue Substanz ein, und zwar die des dreieckigen Feldes am tiefsten. Es bestehen also hier noch Widersprüche, die der Aufklärung harren.

Flechsig hat ferner in den Hintersträngen und hinteren Wurzeln eine Reihe von Abtheilungen unterschieden, welche bei der fötalen Entwicklung zu verschiedenen Zeiten ihre Markscheidenumhüllung erhalten. Der Beweis, dass es sich hier um verschiedene Fasersysteme von je einheitlicher und spezifischer Bedeutung handelt, dürfte jedoch bis jetzt als erbracht nicht angesehen werden können. Seine Abtheilungen sind folgende: Vordere Wurzelzone, welche das ventrale, der hinteren Commissur und den Hinterhörnern anliegende Feld der Hinterstränge umfasst (?).

Mittlere Wurzelzone, innerhalb deren ein erstes und ein zweites System von Fasern unterschieden wird.

Hintere mediale und hintere laterale Wurzelzone, welche letztere mit der Lissauer'schen Randzone identisch ist.

Was die Reihenfolge, in welcher sich diese verschiedenen Bündel mit Mark umhüllen, betrifft, so macht die vordere Wurzelzone den Anfang, dann folgt das erste System der mittleren Wurzelzone mit der sogenannten medianen Zone des Hinterstranges, dann das zweite System derselben (Goll'sche Stränge) und die hintere mediale Wurzelzone, zuletzt die hintere laterale Wurzelzone.

Die Fasern der mittleren Wurzelzone biegen hauptsächlich in die Clarke'schen Säulen ein; die Fasern der medialen hinteren Wurzelzone

nehmen einen verschiedenartigen Verlauf, ihre Hauptmasse aber tritt in das Vorderhorn ein; die Fasern der lateralen hinteren Wurzelzone (Lissauer'sche Randzone) verlieren sich in dem Fasergewirr des Hinterhorns, dieselben sind anscheinend von relativ kurzem Verlaufe.

Die Beziehungen der vorderen Wurzeln zum Rückenmark sind viel einfachere. Jede vordere Wurzel geht grösstentheils aus dem Vorderhorn derselben Seite hervor, während einzelne ihrer Fasern dem entgegengesetzt gelegenen Vorderhorn entstammen. Sie bezieht ihre Fasern nicht ausschliesslich aus der in der Höhe ihres Austritts gelegenen vorderen grauen Substanz, sondern aus verschiedenen Höhen derselben.

Wenn auch die Bedeutung des zeitlich verschiedenen Auftretens der Markumhüllung nicht verkannt werden soll, so fragt es sich doch, ob die systematische Gliederung die einzige hiefür massgebende Bedingung ist, ob nicht ausserdem noch andere Momente in Frage kommen. So meint v. Kölliker, dass vielleicht grobe Fasern früher Mark erhalten als feine. Nach Bechterew und v. Lenhossék sollen sich die feinen Fasern später entwickeln als die groben.

Unsere Kenntnisse über den Aufbau der Hinterstränge sind durch Schiefferdecker, Lange, Meisen, Singer und Münzer, Kahler, Flechsig, Sottas, Tooth, Redlich, Löwenthal, Schaffer u. A. gefördert worden.

Schiefferdecker hatte experimentell beim Hunde gefunden, dass die aufsteigende Degeneration nach Durchschneidung des Rückenmarks dicht oberhalb der Continuitätsverletzung fast den ganzen Hinterstrang betrifft, dass aber nach oben hin mehr und mehr die Zahl der degenerirten Fasern abnimmt. Woher stammen nun die nach oben hin in den Hinterstrang eintretenden gesunden Fasern? Für die Lösung dieser Frage war ein Fall von C. Lange in Kopenhagen bedeutungsvoll. Es handelte sich um Compression der Cauda equina durch einen Tumor. Im Lendenmark zeigten sich nun die Hinterstränge in ihrem ganzen Querschnitt degenerirt, während höher hinauf die Degeneration auf die Goll'schen Stränge beschränkt war. Lange schloss hieraus mit Recht, dass die Hinterstränge im Wesentlichen nicht Längscommissurfasern oder dergleichen, sondern die Fortsetzungen der Nervenwurzeln enthalten. Durch die experimentellen Arbeiten von Singer, Münzer, Kahler, Tooth, Horsley wurden nun neue wichtige Thatsachen beigebracht. Sie beruhten auf dem Studium der im Rückenmark nach Wurzeldurchschneidungen auftretenden Degenerationen, sowie auf der originellen, von Kahler ersonnenen Methode, eine erstarrende Substanz in den Wirbelcanal zu bringen. Man fand, dass die mit jeder hinteren Wurzel in das Rückenmark eintretenden Fasern immer den lateralsten Theil der Hinterstränge einnehmen. Je tiefer die aufsteigenden Fasern herkommen, desto näher der Mittellinie und speciell dem hinteren Rande des Septum posterius sind sie gelagert. Singer und Münzer nahmen an, dass die hinteren Wurzeln sich bei ihrem Eintritt in das Rückenmark in drei Bündeln theilen: a) die kurzen Fasern treten direct in das Hinterhorn; b) die Fasern von mittlerer Länge steigen im Hinterstrang auf, treten immer mehr nach innen und erschöpfen sich successive durch Eintritt in das Hinterhorn; c) die langen Fasern begleiten zunächst die mittleren Fasern und verlassen sie dann, um bis gegen die Medulla oblon-

gata aufzusteigen. Diese bilden die Goll'schen Stränge. Nach Kahler, Singer und Münzer sind es jedoch nur die langen Fasern der mittleren und unteren Partie des Rückenmarks, welche zur Bildung des Goll'schen Stranges beitragen. Die langen Fasern der oberen Wurzeln (nach Löwenthal der Cervical- und obersten Dorsalwurzeln) bleiben im Burdach'schen Strange und endigen im Kerne desselben, dagegen treten die Wurzelfasern aus der mittleren und unteren Dorsal- und der Lumbalgegend zum Goll'schen Kern in Beziehung. Durch casuistische Beobachtungen über den Verlauf der Hinterstrangdegeneration nach Läsion einzelner Wurzeln wurde die Lehre von dem medianwärts gerichteten Verlauf der langen, aufsteigenden Fasern bestätigt. Wahrscheinlich aber gehen in den Goll'schen Strang noch andere Fasern der hinteren Wurzeln ein, nämlich solche, welche aus höheren Niveaus stammen.

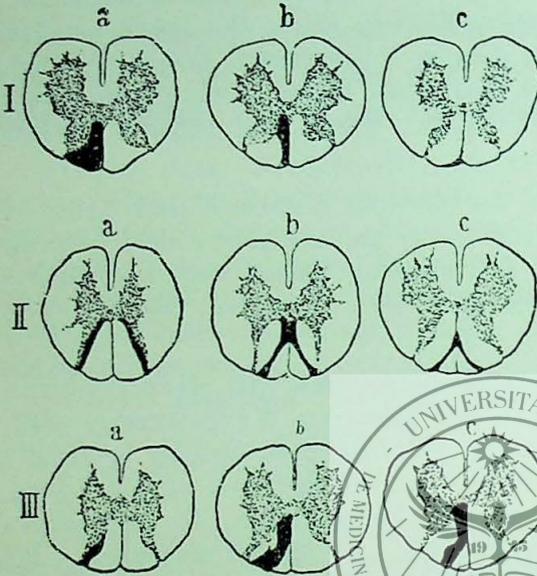
Die aufsteigenden Faserbündel der einzelnen hinteren Wurzel bilden im Hinterstrang nicht völlig gesondert liegende Areale, wenigstens nicht in ihrem ganzen Verlauf, sondern vermischen sich allmähig, freilich wohl nur mit den benachbarten Hinterwurzelgebieten (C. Mayer, Singer und Münzer, Schaffer).

Eine mächtige Stütze für die Anschauung, dass die Hinterstränge zum Wesentlichen Fortsetzungen der hinteren Wurzelfasern seien, erwuchs aus der Entwicklungsgeschichte. Die aus dem äusseren Keimblatte hervorgehende Nervenplatte zerfällt in eine mittlere und zwei seitliche Längsabtheilungen. Aus der mittleren entstehen hauptsächlich die motorischen Neurone, aus den seitlichen die sympathischen und die Spinalganglien. Die hinteren Wurzeln entspringen von den Spinalganglien und wachsen in das Rückenmark hinein. Da die Zellen der Spinalganglien die Trophik der hinteren Wurzeln beherrschen (Waller), so muss jede destructive Läsion der Wurzeln sich auf ihren intramedullären Verlauf fortsetzen.

Eine eingehende Behandlung hat die Frage neuerdings durch Sottas erfahren, welche das von Kahler aufgestellte Gesetz vollkommen bestätigt, dass auf einem Querschnitt in der oberen Halsgegend des Rückenmarks die langen Fasern der verschiedenen Etagen des Rückenmarks Dreiecke bilden, eines auf das andere eingeschoben. Das kleinste Dreieck ist am hinteren Ende der Medianlinie (Septum poster.) durch die aufgestiegenen Fasern der Sacralnerven gebildet, das grösste und gleichzeitig das äusserste durch die Cervicalnerven. Sowohl bei den experimentellen, wie bei den casuistischen Beobachtungen zeigt sich ein der hinteren Commissur anliegendes Feld (ähnlich wie Flechsig's vordere Wurzelzone gelagert, ventrales Hinterstrangfeld) von der Degeneration ausgenommen; es scheint aus Anastomosenfasern (Conjunctionsfasern, endogenen Fasern) zwischen den verschiedenen Niveaus der grauen Substanz gebildet zu sein (s. S. 20). Die Hinterstränge enthalten somit ausser den Fortsetzungen der hinteren Wurzeln (radiculären, exogenen Fasern) noch endogene; dieselben verlaufen hauptsächlich im Burdach'schen Strang und liegen besonders hinter der grauen Commissur, das soeben genannte ventrale Hinterstrangfeld bildend, im Lumbosacralmark, wo der Goll'sche Strang noch nicht abgesondert ist, auch neben der Medianlinie, aber nur bis zur zweiten Lumbalwurzel hinauf (Dejerine und Sottas); bezüglich des Schultze'schen Kommas und dorsomedialen Sacralbündels s. S. 20.

Die nebenstehenden, der Gewebelehre von Toldt entnommenen Abbildungen zeigen die aufsteigende secundäre Degeneration in den Hintersträngen des Rückenmarks von Hunden nach Durchtrennung hinterer Nervenwurzeln.

Fig. 3.



(Nach Toldt.)

Aufsteigende secundäre Degeneration in den Hintersträngen des Rückenmarks von Hunden nach Durchtrennung hinterer Nervenwurzeln.

I. Nach Durchtrennung der hinteren Wurzeln vom zweiten Sacralnerven bis zum sechsten Lendennerven (Singer).

a) Querschnitt in der Höhe des sechsten Lendennerven.

b) Querschnitt in der Höhe des vierten Lendennerven.

c) Querschnitt aus dem mittleren Halsmark.

II. Nach Durchtrennung der hinteren Wurzeln des elften und zwölften Brustnerven (Singer).

a) Querschnitt in der Höhe des zwölften Brustnerven.

b) Querschnitt in der Höhe des dritten Brustnerven.

c) Querschnitt aus dem mittleren Halsmark.

III. Nach Degeneration der hinteren Wurzeln des zweiten Brustnerven bis fünften Halsnerven (Kahler).

a) Querschnitt in der Höhe des ersten Brustnerven.

b) Querschnitt in der Höhe des sechsten Halsnerven.

c) Querschnitt in der Höhe des ersten Halsnerven.

Durch die neueren Forschungen von Golgi, Ramón y Cajal, v. Kölliker und Andere ist nun die Kenntniss vom Aufbau der Hinterstränge noch wesentlich gefördert und detaillirt worden. Bemerkenswerther Weise ist durch dieselben die Anschauung, dass die Hinterstränge aus hinteren Wurzelfasern bestehen, durchaus bestätigt worden (siehe unten).

Für das Verhältniss der kurzen und langen Bahnen zu einander ist das von E. Flatau gefundene »Gesetz der excentrischen Lagerung der langen Bahnen« wichtig. Die von diesem Autor angefertigten Längsschnitte durch das ganze Hunderückenmark (nach totaler experimenteller Querdurchtrennung desselben) lehren, dass diejenigen Fasern, welche

nur kurze Strecken im Rückenmark zu verlaufen haben, sich unweit der grauen Substanz halten, um bald in dieselbe umzubiegen, und dass die Fasern, je länger sie sind, um so weiter von der grauen Substanz, d. h. um so näher der Peripherie des Rückenmarks gelegen sind. Auch v. Monakow bestätigt, dass die dem Vorderhorn anliegenden Faserbündel der Vorderstranggrundbündel und der Seitenstrangreste aus kurzen Conjunctionsfasern bestehen.

Die feinere Structur des Rückenmarks.

Die Kenntnisse über die feinere Structur des Rückenmarks haben in neuerer Zeit durch die Verbesserung der Untersuchungsmethoden eine ungemein grosse Bereicherung erfahren, welche wir den Forschungen von Golgi, Ramón y Cajal, Kölliker, His, Retzius, Waldeyer und Anderen verdanken.

Vordem enthielt die Lehre über den Zusammenhang der Ganglienzellen mit den Nervenfasern Folgendes: Die Ganglienzellen besitzen je einen Achsencylinder- (Deiters'schen) und mehrere Protoplasmafortsätze. Ersterer geht in eine austretende Wurzelfaser über — was aber nur für die vorderen Wurzeln sich erweisen liess. Der Achsencylinderfortsatz ist unverästelt, während die Protoplasmafortsätze reichliche Verästelungen zeigen. Diese feinen Verästelungen der Ganglienzellen der Vorder- und Hinterhörner sollen durch Anastomosenbildung ein Netzwerk bilden, aus welchem nun die hinteren Wurzeln hervorgehen (v. Gerlach). Eine gewisse Kategorie von Ganglienzellen besitzt überhaupt nur Protoplasmafortsätze und steht somit nicht direct mit austretenden Wurzeln, sondern nur mit dem Nervennetz in Verbindung (z. B. die der Clarke'schen Säule).

Was den Faserverlauf im Einzelnen betrifft, so sollten die hinteren Wurzeln zum Theil direct in das Hinterhorn (laterales Bündel), zum Theil in den Keilstrang (Burdach'schen) eintreten und dort in die Längsrichtung umbiegen (mediales Bündel); von letzteren Fasern sollte wieder je ein Theil nach einer gewissen Strecke von Neuem in die horizontale Richtung umbiegend in das Hinterhorn einmünden, ein anderer Theil bis zur Medulla oblongata aufwärts ziehen. Die sofort oder nach longitudinalem Verlauf schliesslich in das Hinterhorn eintretenden Fasern nehmen einen sehr verschiedenartigen weiteren Verlauf. Manche biegen in die Längsrichtung um, andere gehen durch die hintere Commissur auf die andere Seite, andere durchsetzen die graue Substanz bis zu den Vorderhörnern, um sich hier theils in noch unbekannter Weise zu verlieren, theils durch die weisse Commissur auf die andere Seite zu treten,

andere ziehen in die Clarke'schen Säulen; endlich sollte ein Theil der Fasern mit Zellen der Hinterhörner in Verbindung treten.

Die Zellen der Clarke'schen Säulen sollten mittelst ihrer Achsen-cylinderfortsätze mit den Kleinhirn-Seitenstrangbahnen in Verbindung stehen.

Die Fasern der vorderen Wurzeln sollten zum Theil direct mit den Deiters'schen Fortsätzen der grossen multipolaren Ganglienzellen in Verbindung stehen, zum Theil die graue Substanz bis zu den Hinterhörnern durchsetzen, zum Theil durch die vordere Commissur zum Vorderhorn der anderen Seite ziehen, zum Theil endlich durch das Vorderhorn hindurch in den Seitenstrang gehen und dort in die Längsrichtung umbiegen.

Durch die neueren Untersuchungen der erwähnten Forscher nun sind wesentlich andere Ergebnisse zu Tage gekommen. Ganglienzelle mit Protoplasmafortsätzen (Dendriten) und Achsen-cylinderfortsatz (Axon oder Neurit) und dessen baumförmig verästelte Endigung (Endbäumchen) bildet eine Einheit; das Nervensystem ist aus solchen Einheiten, für welche der von Waldeyer vorgeschlagene Name Neuron allgemein angenommen ist, zusammengesetzt. Die Neurone sind entwicklungs-geschichtlich von einander getrennt; ob sie im ausgewachsenen Körper getrennt bleiben oder zusammenwachsen, bildet noch den Gegenstand wissenschaftlicher Erörterungen. Die Endverästelung des Axons tritt dicht an die Ganglienzelle des nächsten Neurons heran und bildet nach Auerbach und Semi Meyer ein körbis- oder netzförmiges Geflecht, welches nach Held mit der Ganglienzelle verschmilzt (pericelluläre Conerescenz*), während Auerbach wie Semi Meyer behaupten, dass dasselbe sich der Ganglienzelle, beziehungsweise den Dendriten derselben nur anlegt, ohne zu verwachsen. Wenn letzteres richtig ist, so besteht die Theorie, dass die Neurone durch Contact auf einander wirken und die Erregung von einem zum anderen überspringt. zu Recht; ist dagegen Continuität durch Verschmelzung vorhanden, wie Held will,*) so ist damit noch keineswegs die Neurontheorie abgethan. Die Neurone bleiben entwicklungsgeschichtliche, nutritive und auch dann noch in gewissem Sinne anatomische Einheiten (vergl. S. 32 f.).

Die Fasern der hinteren Wurzeln theilen sich**) nach ihrem Eintritt in die weisse Substanz des Rückenmarks in einen aufsteigenden und

*) Neuerdings hat Bethe angegeben, dass die Neurofibrillen des Achsen-cylinders in das Golgi'sche pericelluläre Netz eintreten und von dort in die Ganglienzelle übergehen; auch bei dieser Annahme bestände eine Continuität der Leitung. Uebrigens unterliegt das pericelluläre Netz, namentlich bezüglich seiner Deutung, noch durchaus der Discussion.

**) Ob alle sensiblen Wurzelfasern sich theilen, ist noch nicht entschieden. Nach v. Lenhossék ist der distale Ast feiner, was v. Kölliker in Abrede stellt.

absteigenden Ast; ein Theil der letzteren, vielleicht auch alle, dringen wahrscheinlich nach verschieden langem Verlauf (im Schultze'schen Komma-, beziehungsweise dorsomedialen Sacralbündel, s. oben) in die hintere graue Substanz ein (Endbäumchen). Der aufsteigende Ast verläuft meist in den Hintersträngen bis zu den Kernen derselben oder weiter in die Med. oblongata (s. oben); ein geringerer Theil der aufsteigenden Aeste tritt vielleicht als kurze Bahnen in verschiedenen Höhen in die graue Substanz ein. Von beiden Aesten nun, ebenso wie von den Wurzeln selbst, gehen in horizontaler Richtung, von Ranvier'schen Einschnürungen, feine Zweige ab, welche in das Hinterhorn eintreten und als Collateralen bezeichnet werden. Die Collateralen stellen das dar, was man früher für die direct in das Hinterhorn eintretenden Wurzelfasern hielt. Jedoch ist nicht erwiesen, dass die letzteren durchwegs nur Collateralen sind; vielleicht oder wahrscheinlich stellt ein Theil derselben auch directe Fortsetzungen der hinteren Wurzelfasern dar. Von einer einzigen Faser gehen je mehrere Collateralen ab; es ist anzunehmen, dass die Mehrzahl der Längsfasern der Hinterstränge überhaupt Collateralen abgibt.

Die sensiblen Collateralen endigen an verschiedenen Stellen des Rückenmarksquerschnitts:

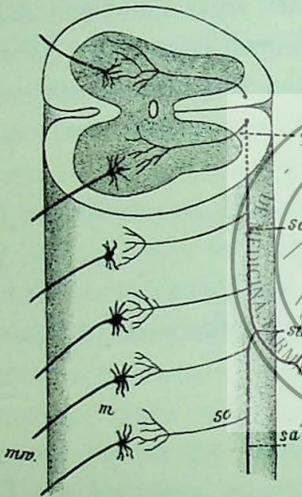
1. Innerhalb der Subst. gelatinosa (v. Kölliker).
2. In der Grenzgegend zwischen Subst. gelatinosa und spongiosa (Plexus der Subst. gelatinosa v. Kölliker).
3. In den Clarke'schen Säulen.
4. In dem eigentlichen Hinterhorn selbst, wo sie an Commissurzellen herantreten, deren Achseneylinder sich zum gegenseitigen Vorderseitenstrang wenden (s. oben).
5. In dem Vorderhorn derselben Seite, wohin sie zu stärkeren Bündeln (sensitiv-motorisches Bündel Ramón y Cajal) vereinigt ziehen. Dieselben dienen wahrscheinlich für die Reflexe und werden daher von v. Kölliker als »Reflexcollateralen der sensiblen Wurzeln« bezeichnet.

Die genannten Endigungen der sensiblen Collateralen finden sich im Allgemeinen je auf der Seite des Wurzeintritts; jedoch scheint es, dass auch eine Anzahl von Collateralen durch die graue Commissur auf die andere Seite des Querschnitts tritt.

Während die Hinterstränge grösstentheils aus den Fortsetzungen hinterer Wurzelfasern bestehen und die Beimischung solcher Fasern, welche von Ganglienzellen des Rückenmarks entspringen, jedenfalls geringfügig ist, finden wir in den Vorder- und Seitensträngen einmal lange, vom Gehirn herabkommende Fasern (Pyramidenbahnen) und ferner solche, welche von Ganglienzellen der grauen Substanz des Rückenmarks ihren Ursprung nehmen (Klein-

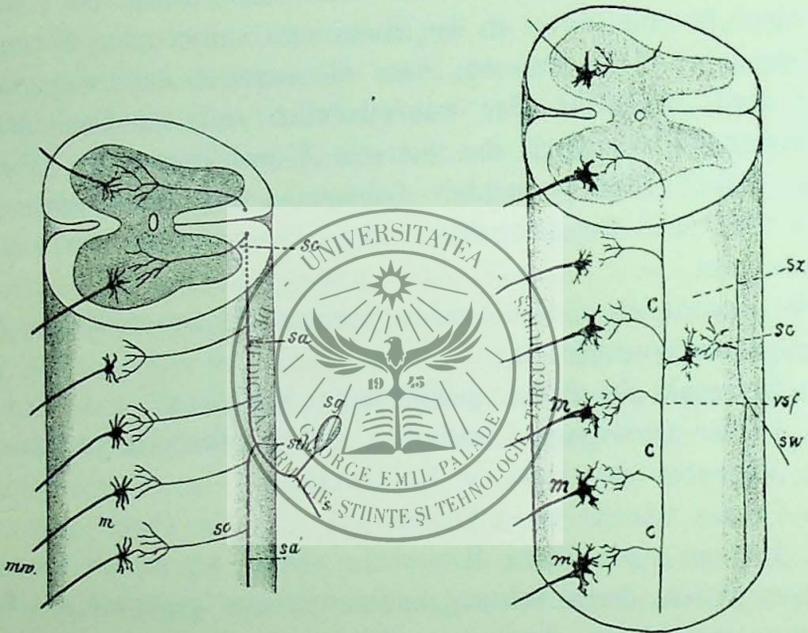
hirn-Seitenstrangbahnen und andere). Wie an den Fasern der Hinterstränge, so finden sich auch an denjenigen der Vorder- und Seitenstränge Collateralen, und zwar, wie es scheint, an sämtlichen (Seitenstrang- und Vorderstrang-Collateralen). Dieselben nehmen gleichfalls ihren Weg in die graue Substanz, und zwar diejenigen der Seitenstränge in den vorderen (ventralen) Theil der Hinterhörner und in die Clarke'schen Säulen, sowie in die Vorderhörner, einzelne auch in die Grenzgegend der Subst. gelatin. und spongiosa und gegen die weisse und graue Com-

Fig. 4.



Schema der bei den Reflexen beteiligten Elemente, Längenschnitt. (Nach v. Kölliker.) Eine sensible mit einer Zelle des Spinalganglions *sg* verbundene Wurzelfaser *s* gibt von ihren beiden Theilungsästen *sth*, dem aufsteigenden *sa* und dem absteigenden *sa'* Collateralen *sc* ab, die auf motorische Zellen *m* wirken, *mw* motorische Wurzeln.

Fig. 5.



Schema der kurzen Bahnen. Eine sich theilende sensible Wurzelfaser *sw* gibt eine Collaterale *sc* ab, die auf eine Strangzelle *sz* einwirkt und durch die Collateralen der gabelig getheilten nervösen Fortsätze derselben *c* eine Reihe motorischer Zellen *m* erregt. (Nach v. Kölliker.)

missur (v. Kölliker), diejenigen der Vorderstränge in das Vorderhorn, Seitenhorn und Hinterhorn, wobei ein Theil derselben in der vorderen Commissur eine Kreuzung eingeht. Ausserdem finden sich Umbiegungen der in den Vorderseitensträngen longitudinal verlaufenden Fasern selbst in die horizontale Richtung, und zwar sowohl an den centrifugal verlaufenden Fasern der Pyramidenbahnen, wie an den centripetal verlaufenden der Kleinhirn-Seitenstrangbahnen.

Aus den Figuren 4 und 5 gehen diese Verhältnisse hervor.

Auch bezüglich der sogenannten Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen (His' Dendriten) hat die Golgi'sche Methode einen ungewohnten Reichthum von Verästelungen aufgedeckt, welche nach allen Richtungen hin und vielfach in die weisse Substanz sich erstrecken. Die Protoplasmafortsätze dringen oft in die weisse Substanz ein.

Von fundamentaler Bedeutung ist Golgi's Entdeckung, dass der Nervenfortsatz (Neurit) der Ganglienzellen des Vorderhorns, welcher in eine vordere Wurzelfaser direct übergeht, auch Seitenzweige abgeben kann. Was aus diesen wird, ist noch nicht ganz klargestellt; möglicherweise werden auch sie zu vorderen Wurzelfasern.

Nach der Gestaltung des Nervenfortsatzes — die Nervenzellen des Gehirns und Rückenmarks haben fast durchwegs nur je einen sogenannten Nervenfortsatz*) — kann man zwei Typen von Ganglienzellen unterscheiden. Es gibt nämlich solche mit langen und solche mit kurzen Nervenfortsätzen. Der lange Nervenfortsatz verlässt als solcher das Rückenmark und begibt sich als Achsen-cylinder einer markhaltigen Nervenfasern zur Muskelfaser, um hier in der bekannten Weise verästelt zu endigen, beziehungsweise als sensibler Nerv zur Peripherie, wo gleichfalls eine frei endigende Verästelung stattfindet. Bei den Zellen des anderen Typus mit kurzen Fortsätzen — endet der Nervenfortsatz schon im Bereich des Rückenmarks, meist der grauen Substanz. Die erstgenannte Kategorie entspricht dem altbekannten Deiters'schen Zelltypus; die letztgenannte ist von Golgi entdeckt und von ihm mit Recht als eine besondere Form abgeschieden worden (Golgi'sche Zellform nach Waldeyer).

Die Ursprungszellen der vorderen Wurzelfasern gehören zum ersten Typus (Nervenzellen). Die Zellen der Hinterhörner zeigen eine reiche Verzweigung des Nervenfortsatzes. Bei einer Reihe von Ganglienzellen finden sich noch andere Verhältnisse: der Nervenfortsatz setzt sich direct in den Achsen-cylinder einer oder, indem er sich theilt, zweier Längsfasern der weissen Stränge fort, und zwar entweder so, dass er sich rechtwinkelig an denselben inserirt (T-förmige Verbindung), oder so, dass er direct in eine longitudinale Faser umbiegt, wie es z. B. bei den Zellen der Clarke'schen Säulen geschieht. Diese Zellen, deren Achsen-cylinderfortsatz zu einer Längsfaser der weissen Stränge sich entwickelt, werden als Strangzellen bezeichnet und dieselben scheiden sich weiter in zwei Typen, je nachdem ihr Achsen-cylinderfortsatz auf derselben Seite des Markes bleibt oder durch die weisse Commissur auf die andere Seite tritt (Commissurenzellen).

*) Ueber die Apathy-Bethe'schen Anschauungen vergleiche später.

Im Einzelnen ist über diese verschiedenen Arten von Ganglienzellen und ihre Fortsätze noch Folgendes zu bemerken:

1. Motorische Zellen. Dieselben liegen im Vorderhorn, und zwar vorzugsweise in den lateralen (ventralen und dorsalen) Gruppen, sind meist gross; jedoch finden sich auch kleine, und zwar besonders in den medialen Theilen des ventralen Abschnittes des Vorderhorns und in der Grenzgegend des Vorder- und Hinterhorns. Wahrscheinlich entspringen von den kleineren Zellen die schmalen, von den grossen die breiteren Fasern der vorderen Wurzeln. Der nervöse Fortsatz dieser Zellen gibt einzelne collaterale Fäserchen ab, deren Verlauf und Bedeutung noch unbekannt ist.

2. Strangzellen, d. h. solche, deren nervöse Fortsätze in die weisse Substanz übergehen und zu Längsfasern derselben werden. Meist treten dieselben in den Seitenstrang, weniger oft in den Vorderstrang, jedenfalls nur in äusserst geringer Anzahl in den Hinterstrang (Burdach'schen) ein.

Die Strangzellen des Seitenstrangs finden sich vorzugsweise an der Grenze von Vorder- und Hinterhorn und an der Basis des letzteren, auch im Vorderhorn selbst; jedenfalls gehören die Zellen der Clarke'schen Säulen dieser Kategorie an. Die Strangzellen des Vorderstrangs sind hauptsächlich im Vorderhorn, und zwar in der medialen ventralen Gruppe gelegen; die nervösen Fortsätze derselben ziehen vielfach durch die vordere Commissur zur anderen Seite.

Die Nervenfortsätze der Strangzellen verhalten sich meist so, dass sie eine Reihe von Aesten abgeben, ohne ihre Selbstständigkeit zu verlieren, und verlassen die graue Substanz, indem sie fast rechtwinkelig umbiegend in eine Längsfaser der weissen Substanz übergehen oder sich in eine auf- und eine absteigende Längsfaser theilen. Die Seitenästchen endigen in der grauen Substanz. Im Einzelnen zeigen die Nervenfortsätze nach der Art ihrer Theilung und ihres Verlaufs noch Mannigfaltigkeiten, bezüglich deren die anatomischen Werke eingesehen werden müssen. v. Kölliker gibt folgende Gruppierung derselben:

a) Solche, deren Nervenfortsätze in Strangfasern derselben Seite übergehen;

b) solche, deren Nervenfortsätze durch die vordere Commissur in den Vorder- und Seitenstrang der anderen Seite sich fortsetzen, sogenannte Commissurenzellen;

c) solche, deren Fortsätze in Strangfasern beider Seiten (nach vorheriger Theilung) übertreten.

3. Binnenzellen, Schaltzellen, Reflexzellen, d. h. solche, deren nervöse Fortsätze sich reich bis zu den feinsten Enden verästeln und nicht aus der grauen Substanz heraustreten.

Dieselben finden sich anscheinend nur in den Hinterhörnern.

Bezüglich der Collateralen ist ganz allgemein zu bemerken, dass »die gröberen vorwiegend in den Querschnittsebenen oder in schwach schief aufsteigenden Ebenen verlaufen, während die feineren und feinsten Enden oft schief und longitudinal gerichtet sind« (v. Kölliker); gelegentlich können auch gröbere Collateralen mehr in der Längsrichtung verlaufen und sogar kleine Längsbündel bilden.

Die durch die Golgi'sche und Ramón y Cajal'sche Färbung gewonnenen neuen Kenntnisse über die feinere Structur des Rückenmarks, von welchen wir eben einen knappen Abriss, soweit als es für die Pathologie in Betracht kommt, gegeben haben, stützen sich vorwiegend auf Untersuchungen beim menschlichen Embryonen und beim Thier.

Bezüglich der Natur der Protoplasmafortsätze (Dendriten) ist etwas Sicheres noch nicht ermittelt. v. Kölliker neigt zu der Ansicht, dass sie nicht bloß Ernährungsapparate der Ganglienzellen darstellen, sondern gleichzeitig auch nervöser Natur sind. Man hat aufgestellt, dass die Leitung in den Dendriten cellulifugal, im Neuriten cellulifugal stattfindet, was von beachtenswerther Seite, besonders auf Grund der Fibrillentheorie bestritten wird (Bethe). Von principieller Wichtigkeit gegenüber den früheren Anschauungen ist, dass die Fortsätze der Zellen nicht mit einander anastomosiren, dass also kein Nervenetz im Gerlach'schen Sinne, sondern ein Nervenfilz (Neuropilem) existirt. v. Kölliker schliesst seine Darstellung über die vermuthlichen Leitungsverhältnisse, auf welche wir hier verweisen müssen, mit den Worten: »Vergleicht man diese Hypothese mit der allgemein giltigen von dem Nervenetze, das alle Theile vereint und verknüpft, so ergibt sich, dass dieselbe den grossen Vorzug hat, isolirte Wirkungen begreiflich zu machen und auf der anderen Seite doch auch die Möglichkeit gewährt, eine grosse Ausbreitung localer Erregungen zu erklären.«

Neuerdings hat die Lehre vom Nervenfilz jedoch wieder lebhaftere Angriffe erfahren und ist wieder das Vorhandensein eines diffusen Netzes behauptet worden. Eine Entscheidung lässt sich zur Zeit noch nicht fällen (vergl. S. 32 f.).

Im Uebrigen ist über die histologischen Verhältnisse der spinalen Ganglienzellen und Nervenfasern noch Folgendes zu sagen:

Die Ganglienzellen (Nervenzellen) enthalten je einen bläschenförmigen Kern mit Kernkörperchen. Der Kern besteht nach Flemming wie andere Zellkerne aus einem Chromatingerüst und einer Zwischensubstanz (Karyoplasma). Die grösseren Nervenzellen sind je von einem Neurogliakorb umgeben (Weigert).

Die Grundsubstanz des Zellkörpers lässt gewisse feinere Structuren erkennen, die durch die besondere Anordnung einer stärker als die

Grundsubstanz färbaren Masse bedingt ist. Die von Nissl angegebene Färbungsmethode lässt diese färbaren Antheile besonders gut erkennen. (Näheres s. Pathol. Anatomie.)

Ferner sind an den Nervenzellen, besonders an den multipolaren Nervenzellen des Vorderhorns, parallele Streifen zu bemerken, welche namentlich bei Methylenblaufärbung hervortreten. Dieselben ziehen von den Fortsätzen der Zelle aus in dieselbe hinein; einzelne scheinen im Bogen durch einen anderen Fortsatz die Zelle wieder zu verlassen; einzelne zeigen sich concentrisch angeordnet. Diese als »Fibrillen« bezeichneten Gebilde in den Nervenzellen sind schon längst bekannt gewesen, ebenso wie die Fibrillen der Achsencylinder selbst. Jedoch ist erst neuerdings die Wichtigkeit und Bedeutung dieser Gebilde durch die Aufsehen erregenden Arbeiten von v. Apáthy und Bethe, von welchen der erstere mittelst Vergoldung, der letztgenannte mittelst vitaler Methylenblaufärbung untersuchte, erkannt worden. Nach v. Apáthy gehen die Neurofibrillen aus einem centralen »Elementargitter« hervor und in ein peripherisches Elementargitter über. Sie verlaufen ununterbrochen vom Centrum zur Peripherie und durchsetzen eine oder mehrere Nervenzellen, ohne mit dem Kern derselben in Verbindung zu treten, indem sie in dem Zellkörper nur Fibrillennetzwerk bilden; jedoch betheiligen sich nicht alle in die Zelle eintretenden Fibrillen an der Bildung dieses Netzes, vielmehr gehen solche auch zu einem Dendriten hinein und zum anderen heraus. v. Apáthy nimmt an, dass diese Fibrillen präformirt und von Anfang an in ununterbrochener Continuität angelegt sind. Auch Flemming, G. Mann u. A. haben die fibrilläre Structur in Ganglienzellen erwiesen. Die Fibrillen verlaufen in der bei Nissl'scher Färbung ungefärbt bleibenden Substanz, also zwischen den Nissl'schen Zellkörperchen. Bethe bestreitet im Gegensatz zu v. Apáthy das intracelluläre Fibrillennetz; nach ihm durchsetzen die Fibrillen nur die Zellen, ohne Netze zu bilden. Neuerdings lässt er jedoch für gewisse Zellen, so z. B. die der Spinalganglien, Netze zu.

Es ist klar, dass durch diese Befunde von Fibrillen, welche die Ganglienzellen durchziehen, beziehungsweise in ihnen Netze bilden, — welche übrigens immer noch Gegner finden (z. B. Held, Lenhossék), — die Neurontheorie stark erschüttert werden musste. Die Ganglienzellen erschienen hiernach nur noch als trophische Centren der Fibrillen, beziehungsweise als Vereinigungspunkte derselben und richtunggebende Gebilde (ähnlich etwa wie Weichen).

Trotzdem ist auch histologisch und entwicklungsgeschichtlich die Einheit und Unabhängigkeit des Neurons festzuhalten. In seiner sehr lesenswerthen Darstellung der Frage in Eulenburg's Encyclopädischen Jahrbüchern, IX, 1900, sagt K. v. Bardeleben: »Jedes Neuron entsteht aus

einer Zelle des äusseren Keimblattes, es ist von Anfang an und bleibt zeitlebens eine Zelle oder das Aequivalent einer solchen.« »Die Fibrillen entstehen höchst wahrscheinlich secundär, und zwar ähnlich wie die Fibrillen des Bindegewebes und der quergestreiften Musculatur u. s. w. durch Differenzirung des Zellprotoplasma in Nissl-Körper, Fibrillen, Perifibrillärsubstanz.« Dieser Vergleich erscheint uns besonders glücklich getroffen zu sein.

Die Abgrenzung und Isolirtheit der nervösen Function, sowie die Erfahrungen von der secundären Degeneration lassen erkennen, dass auch in functioneller und nutritiver Hinsicht die Zellenterritorien (Neurone) Geltung haben. (Vgl. Näheres über die Neuronfrage bei Hoche, Berliner klinische Wochenschrift. 1899, Nr. 25—27; Verworn, Deutsche medizinische Wochenschrift. 1900; Münzer, Wiener klinische Rundschau. 1899, Nr. 6; Edinger, Vorlesungen über den Bau u. s. w. 6. Auflage; Nissl, Neurologisches Centralblatt. 1900, S. 1078.)

Mit Recht verweist Verworn auch auf die Thatsache der Ermüdungsfähigkeit der centralen Theile der Leitungsbahnen im Verhältniss zur Unermüdbarkeit der peripherischen, auf die Verzögerung der Leitung beim Passiren der Ganglienzellen, ferner auf die Affinität bestimmter centraler Nervengebiete zu bestimmten Giften, endlich auf die »specifische Energie« der empfindungsleitenden Theile des Nervensystems hin, Dinge, die sich mit der Annahme einer im Centrum und in der Peripherie und durchwegs gleichartigen Fibrillensubstanz ohne Anfang und ohne Ende und ohne Zellindividuen schwer vereinigen lassen.

Sehr treffend sagt Verworn: »Der Kern der Neuronlehre liegt in der Auffassung des Ganglienzellkörpers mit seinem Nervenfortsatz und seinen Dendriten als celluläre Einheit. Ob die einzelnen Neurone immer nur durch blossen Contact zusammenhängen oder ob in manchen Fällen continuirliche Uebergänge oder selbst reichliche Anastomosen zwischen ihnen bestehen, durch Fibrillen oder protoplasmatische Concrenzen, das ändert an der Neuronlehre nicht mehr als die Intercellularbrücken an der Zellenlehre.« S. Meyer (Archiv für mikroskopische Anatomie und Entwicklung. Bd. LIV) weist noch darauf hin, dass Bernstein bei Reizung des motorischen Antheils des Reflexbogens eine negative Schwankung im sensiblen Antheil nicht gefunden hat, während das Umgekehrte statthat. Bei Annahme eines Fibrillennetzes ist aber nicht einzusehen, weshalb nicht der Uebergang in der einen Richtung ebenso gut vor sich gehen sollte wie in der anderen.

Die Ganglienzelle hat wohl zunächst und hauptsächlich die Bedeutung eines Wachthums- und Ernährungscentrums, von welchem die Leitungsbahnabschnitte herauswachsen und in ihrer Constitution erhalten werden; aber es ist nach physiologischen Erfahrungen kein Zweifel, dass sie auch auf die Fort-

leitung, Umsetzung, Verstärkung, Abschwächung und Summirung der Erregungen einen wesentlichen und bestimmenden Einfluss hat. Mögen die Neurone sich berühren oder continuirlich in einander übergehen, beziehungsweise, was am wahrscheinlichsten ist, erst im erwachsenen Zustande zum Theil in Continuität treten, der nutritiv und functionell dominirende Einfluss der Nervenzellen auf dieselben, d. h. auf bestimmte, eben ihnen als Neuronmittelpunkt zugehörige Leitungsbahnabschnitte bleibt bestehen und wird auch durch die Bethe'schen Untersuchungen nicht erschüttert, ja, durch seinen vielbesprochenen Versuch an dem Ganglion der zweiten Antenne des Taschenkrebsees eher bewiesen als in Frage gestellt.

Die Markscheiden der centralen Nervenfasern haben wie die der peripherischen Ranvier'sche Schnürringe (und Lantermann'sche Einkerbungen), jedoch fehlt durchgehends eine Schwann'sche Scheide mit ihren Kernen.

Bemerkenswerth ist, dass, wie Bethe mit Mönckeberg fand, die Fibrillen als einziger Bestandtheil der Nervenfasern die Ranvier'schen Einschnürungen passiren.

Die motorische Leitungsbahn von der Gehirnrinde zum Muskel besteht aus zwei Neuronen: das eine reicht von der Vorderhornzelle bis zur Endverästelung des Achsencylinders im Muskel (directes motorisches oder Neuron I. Ordnung, spinomusculäres Neuron); das zweite von der Rindenzelle bis zum Endbäumchen im Vorderhorn (indirectes motorisches oder Neuron II. Ordnung; corticospinales Neuron).

Bei der sensiblen Leitungsbahn haben wir zunächst das der Spinalganglionzelle zugehörige Neuron (directes oder sensibles Neuron I. Ordnung, spinocutanes Neuron); der T-förmig gespaltene Nervenfortsatz geht einerseits als peripherischer Achsencylinder*) zur Haut, andererseits als hintere Wurzelfaser in das Rückenmark; auch entwicklungsgeschichtlich hat sich ergeben, dass die sensible Faser vom Spinalganglion in das Rückenmark hineinwächst. Dann das Strangzellen-Neuron; wahrscheinlich sind hievon noch zu sondern die Schleifenneurone, welche als indirecte oder sensible Neurone II. Ordnung aufzufassen sind. Die sensible Leitung besteht also wahrscheinlich aus mehr als zwei Neuronen.

Die anatomischen Bedingungen für die Reflexbewegung sind allgemein dadurch gegeben, dass sensible Collateralen mit ihren Endbäumchen an motorische Ganglienzellen herantreten (Fig. 4). Letztere würden sonach mit je zwei Endbäumchen verschiedener Art in Contact treten: mit denen der Pyramiden- und mit denen der sensiblen Fasern. Für die

*) Dieser Theil wird von Manchen, um das Schema der cellulifugalen Leitung im Neuriten aufrecht zu erhalten, als Dendrit aufgefasst.

kurzen Reflexbögen dienen jedenfalls die sogenannten Reflex-collateralen (siehe oben). Da die physiologischen Thatsachen zur Annahme einer Kreuzung auch für die kurzen Reflexbögen nöthigen, eine directe Kreuzung sensibler Collateralen durch die vordere oder hintere Commissur hindurch aber nur vereinzelt stattzufinden scheint (v. Kölliker), so geschieht das Uebertreten der Erregung auf die andere Seite wahrscheinlich durch Vermittlung von Strangzellen.

Für die ausgebreiteten Reflexe, welche man früher einfach durch Vermittlung des Nervenfasernetzes zu Stande kommen liess, müssen, da es kein solches Netz gibt, die sogenannten kurzen Bahnen herangezogen werden. An dem Vorhandensein solcher Bahnen kann kein Zweifel sein und sie können keine andere Bedeutung haben, als die, dass sie localisirte Erregungen auf einen mehr oder weniger grossen Abschnitt des Rückenmarks verbreiten. v. Kölliker gibt ein Schema über die Art der »langen Reflexbögen«, welches nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse eine sehr wahrscheinliche Art der Erklärung darstellt (Fig. 5). Eine sensible Hinterstrangfaser wirkt mit den Enden ihrer verschiedenen Collateralen auf Strangzellen. Letztere senden, wie oben auseinandergesetzt, ihren Achseneylinderfortsatz in den Vorder- oder Seitenstrang derselben, beziehungsweise der entgegengesetzten Seite. Die Enden der Achseneylinderfortsätze und ihrer Collateralen treten mit einer Anzahl verschieden weit entfernter motorischer Zellen in Contact. Vielleicht betheiligen sich auch lange Bahnen (Kleinhirn-Seitenstrangbahn, anterolaterales Bündel) an der Fortleitung der verbreiteten Reflexe. Möglicherweise auch sind die sensiblen Hinterstrangfasern, falls sie wirklich in ihrer ganzen Länge Collateralen abgeben, selbst im Stande, ihre Erregung den verschiedenen Niveaus des Rückenmarks mitzutheilen.

Die Verhältnisse der Faserkreuzung im Rückenmark sind noch nicht ganz aufgeklärt. Dass ausser der Pyramidenkreuzung noch eine weitere Kreuzung motorischer Fasern stattfindet, ist, wie bereits oben gesagt, unwahrscheinlich. Die sensiblen Wurzelfasern bleiben fast durchwegs auf der Seite des Eintritts; nur ein verschwindend kleiner Theil geht durch die hintere Commissur auf die andere Seite hinüber. Dagegen vermitteln eine Anzahl von Strang- und Commissurzellen mittelst ihrer Nervenfortsätze den Uebertritt centripetaler Eindrücke auf die andere Seite. Vergleiche übrigens das zweite Capitel: Physiologie.

III. Das verlängerte Mark.

Als »verlängertes Mark« (Medulla oblongata, Bulbus rhaehidicus) wird der vom hinteren Ende des Pons bis zum unteren Ende der Decussatio pyramidum reichende Abschnitt des Centralnervensystems bezeichnet,

welcher auf dem Clivus Blumenbachii, von der Mitte desselben bis zum oberen Rande des Atlas herab, gelegen ist.

Das verlängerte Mark gibt in der Hauptsache den Bau des Rückenmarks wieder, zeigt jedoch weit complicirtere Verhältnisse. Die Umbildung des Rückenmarks in die Medulla oblongata erfolgt zunächst durch die Lageveränderung der Bahnen, welche sich in der Decussatio pyramidum ausdrückt.

Aeusserlich betrachtet, erscheint die Decussatio von 6—7 mm Länge. Die Fiss. med. ant. des Rückenmarks wird gegen das untere Ende der Decussatio hin flach und nun springen von beiden Seiten her spitzwinklig sich kreuzende Bündel, von oben nach unten schräg gegen die Mittellinie convergirend, hervor, welche die Medianfurche bald nach der einen, bald nach der anderen Seite verschieben. Auf dem Querschnitt erkennt man, dass diese Bündel Fasern enthalten, welche aus dem Seitenstrang des Rückenmarks an die ventrale Seite der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte treten, um dort die weiter oben als pralle rundliche Stränge hervortretenden Pyramiden zu bilden.

Die Austrittsstellen der Hypoglossuswurzeln, welche zwischen Pyramide und Olive gelegen sind, entsprechen von aussen gesehen einer Furche, welche die Verlängerung des Sulcus lateralis anterior des Rückenmarks darstellt. Die Austrittsstellen der Wurzeln des Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus dagegen entsprechen der Verlängerung des Sulcus lateralis posterior des Rückenmarks.

In der Höhe der Pyramidenkreuzung entwickeln sich die Kerne des zarten und des Keilstranges, welche nach oben hin mit der centralen grauen Substanz des Rückenmarks zusammenfliessen, woraus eine sehr charakteristische Form der letzteren hervorgeht. Aus diesen Kernen, in welchen die Mehrzahl der Hinterstrangfasern ihr Ende finden dürfte, gehen cerebrälwärts gerichtete Fasern (Fibrae arcuatae int.) hervor, welche unmittelbar über der Pyramidenkreuzung sich gleichfalls kreuzen (sensible oder Schleifenkreuzung) und in die Olivenzwischenschicht und weiterhin in die Schleife eintreten.

Charakteristisch für die Umbildung des Rückenmarks in die Medulla oblongata ist die Erweiterung des Centralcanals zum vierten Ventrikel (Rautengrube). Etwas unterhalb der Erweiterung des Centralcanals beginnt der Hypoglossuskern, welcher sich weit hinauf erstreckt. Die Hirnnervenkerne liegen am Boden des Ventrikels zu beiden Seiten der Mittellinie, wie ja auch im Rückenmark die Kerne in der Nachbarschaft des Centralcanals gelegen sind. Die Umformung des Rückenmarks bringt es mit sich, dass die motorischen Kerne medial, die sensiblen lateral gelegen sind. Bemerkenswerth ist an dem Querschnittsbilde noch der halbmondförmige Durchschnitt der aufsteigenden (vielleicht

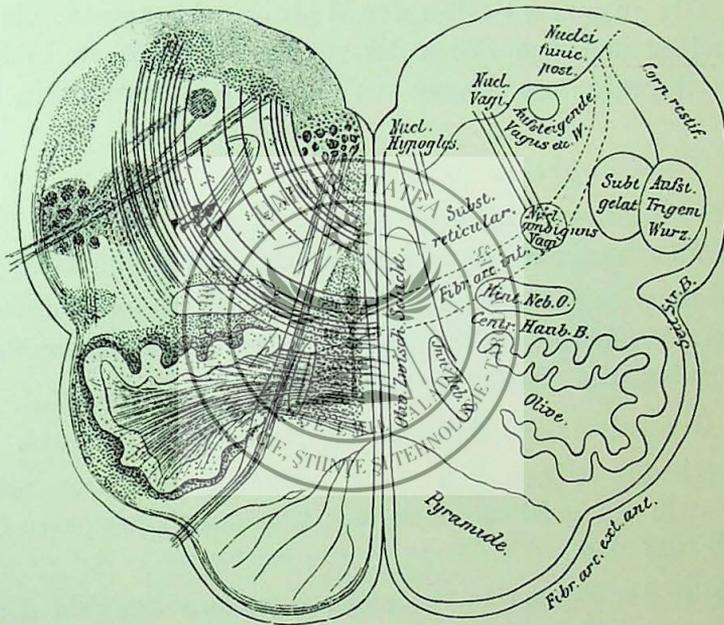
besser absteigenden) Trigemiuswurzel, welche bereits im Halsmark zu sehen ist und der gelatinösen Substanz des Hinterhorns anliegt.

Das Ependym des vierten Ventrikels ist eine unmittelbare Fortsetzung des Centralcanal-Ependyms und mit cylindrischem Flimmerepithel bedeckt.

Auf nähere anatomische Einzelheiten kann hier nicht eingegangen werden. Die Lagerung der Hirnnervenkerne geht aus Fig. 6 und 7 hervor.

Das Querschnittsfeld der Medulla oblongata lässt gewisse Provinzen unterscheiden, welche verschiedenen Bahnen entsprechen.

Fig 6.



Querschnitt der Medulla oblongata.

I. Die Pyramiden umfassen die im Rückenmark getrennt liegenden Pyramiden-Seitenstrang- und Vorderstrangbahnen. Sie enthalten ausserdem anscheinend noch andere Fasern, da der Querschnitt der Pyramiden in der unteren Hälfte der Medulla oblongata grösser ist als dicht unterhalb der Kreuzung. Jedoch ist nicht genau bekannt, um welche Fasern es sich handelt.

II. Kleinhirnstiel.

- a) Aeussere Abtheilung. Corpus restiforme, Striekkörper.*)
- Im Corpus restiforme sind zu unterscheiden:

*) Vielfach wird auch der Kleinhirnstiel insgesamt als Corpus restiforme bezeichnet.

1. Die directe Kleinhirn-Seitenstrangbahn.

2. Fasern aus dem Bereich der Oliven und der *Formatio reticularis*, welche mittelst der *Fibrae arciformes anteriores* dorthin gelangen. Es ist noch nicht sicher ermittelt, ob dieselben sämmtlich von der entgegengesetzten oder auch von der gleichen Seite kommen. In die *Fibrae arcif.* ist der *Nucleus arciformis* eingelagert.

3. Fasern aus den Hintersträngen (mittelst der *Fibrae arciformes ext. post.*). Vergleiche die Angaben über den Verlauf der Fasern der Hinterstränge S. 19 f. Nach Flechsig treten auch Pyramidenfasern, die aus der Brücke stammen, in den Strickkörper ein.

b) Innere Abtheilung (siehe S. 40).

III. Die inneren Felder der *Medulla oblongata*; die zwischen den Pyramiden und dem Boden des vierten Ventrikels zu beiden Seiten der *Raphe* liegende und lateral von den *Hypoglossuswurzeln* begrenzte Region.

a) Vorderstrangreste, zerfallend

1. in die hinteren Längsbündel und in den

2. Vorderstrangtheil der *Formatio reticularis* (siehe IV b).

b) Olivenzwichenschicht. Dieselbe enthält sensible aus dem Hinterstrang stammende Bahnen und setzt sich zum Theil nach oben in die Vierhügelschleife (*Thalamusschleife*) fort.

IV. Die seitlichen Felder der *Medulla oblongata*.

a) Bezirk der Oliven (*Olive* mit innerer und hinterer *Nebenolive*). Die *Olive* stellt ein gefaltetes Blatt, aus *Glia* mit eingelagerten *Ganglienzellen* bestehend, dar.

b) Gebiet der *Formatio reticularis* (motorisches Feld der Haube).

Nach neueren Untersuchungen, besonders von *Kohnstamm*, sind in dem Gebiete der *Formatio reticularis* eine Anzahl von verschiedenen gebauten Kernen zu unterscheiden. Darunter ist der sogenannte *Seitenstrangkern* hervorzuheben, welcher in den Verlauf der zum Kleinhirn aufsteigenden *Seitenstrangbahnen* (*Tractus antero-lateralis ascendens*) eingeschaltet ist. Bestimmt charakterisirt ist der *Nucleus reticularis (magnicellularis)*, welcher sich vom oberen Halsmark bis zur frontalen Grenze der Brücke erstreckt und aus sehr grossen Zellen von motorischem Typus besteht, aus denen Fasern (»*Coordinationsfasern*«) zu direct motorischen Kernen entspringen. Man kann an ihm zweckmässiger Weise den *Nucleus reticularis lateralis* und den *Nucleus reticularis raphes* unterscheiden, welche letzterer nur im Gebiete der *Oblongata* existirt. Die rückenmarkwärts gerichteten *Achsenzylinderfortsätze* der Zellen des *Nucleus reticularis* verlaufen (sowohl gekreuzt wie ungekreuzt) in die ventralen und dorsalen Theile

fugaler Vagusfasern. Lateralwärts von dem Nucleus dorsalis Vagi liegt der eigentliche sensible Vagus Kern, nämlich der Nucleus fasciculi solitarii, in welchem man die Bestandtheile des Solitärebündels (aufsteigende Vaguswurzel) auf Marchi-Präparaten (beim Degenerationsversuch) enden sieht (Kohnstamm). Dieser Nucleus fasciculus solit. ist ein umfangreiches, auf Weigert-Präparaten wohl charakterisirtes Gebilde, das einen Theil der Ala cinerea bildet. Seine Axone gehen Weigert- und Golgi-Präparaten zufolge als Fibrae arcuatae int. zur Formatio reticularis (vielleicht auch zur medialen Schleife). Weiter oben treten die Kerne des Facialis, der dorsale und ventrale Acusticuskern, sowie der sogenannte äussere Acusticuskern (Deiters'sche Kern) auf. Als motorischer Vagus-Glossopharyngeuskern ist auch der sogenannte Nucleus ambiguus anzusehen.

Der Nucleus ambiguus scheint mit einzelnen zerstreuten Zellen bis in das Bereich des Accessoriuskernes zu reichen, von dem eine Anzahl von Fasern zum Kehlkopf zieht. Das Gros der Fasern zur quergestreiften Schlund- und Kehlkopfmusculatur entspringt aus dem eigentlichen Nucleus ambiguus.

Die motorischen Kerne der Medulla oblongata sind auch nach den feineren Verhältnissen des Faserverlaufs den Vorderhörnern des Rückenmarks, die sensiblen Kerne den Hinterhörnern analog. Der Facialis Kern erhält Fasern aus der contralateralen wie auch aus der gleichseitigen Pyramidenbahn; ebenso der Hypoglossuskern (Hoche). Wie die sensiblen Wurzelfasern im Hinterhorn mit Endhäutchen endigen, so die sensiblen Hirnnerven in den sensiblen Kernen; auch besitzen sie absteigende Theiläste und ihre Collateralen gehen zum Theil weit über das Gebiet der Kerne hinaus. Als Endkern des Nervus vestibularis (Theil des N. octavus s. acusticus) gelten jetzt allgemein: der mediale Acusticuskern, in welchem die spinale Acusticuswurzel endigt, der Bechterew'sche und endlich der Deiters'sche Kern; der N. cochlearis (der eigentliche Hörnerv) endigt im vorderen Acusticuskern und im Tuberculum acusticum. Die centripetalen Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus bilden das Solitärebündel (die bisher sogenannte aufsteigende Glossopharyngo-Vaguswurzel); die absteigenden Aeste der Trigemiuswurzeln die sogenannte aufsteigende Trigemiuswurzel; diejenigen des N. vestibularis verlaufen in der sogenannten spinalen Acusticuswurzel (inneren Abtheilung des Kleinhirnstiels). Diese absteigenden Wurzelfasern erschöpfen sich allmählig durch Abgabe von frei endigenden Collateralen. Die Begrenzung derselben ist keine ganz scharfe; so liegen in der inneren Abtheilung des Kleinhirnstiels ausser den Vestibularis-ästen noch Theilfasern, welche aus den Trigemius-, Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln hervorgegangen sind. *) Auch die Fibrae arcuatae int.

*) Ausserdem enthält die innere Abtheilung Fasern, welche aus den Zellen der sensiblen Kerne des Vagus etc. selbst stammen.

enthalten zum Theil Aestchen der sensiblen Wurzelfasern. (?) Held stellt sie den Reflexcollateralen v. Kölliker's gleich.

Anhang.

I. Die Neuroglia.

Ueber die viel discutirte Neuroglia sind die Ansichten immer noch nicht geklärt, wenn auch gerade die neuere Zeit unsere Kenntniss auch auf diesem Punkte erweitert hat. Zweifellos bindegewebiger Natur scheinen die Septa zu sein, welche von der Pia mater ausgehend nach innen dringen und vielfach verzweigt, Gruppen von Nervenfasern abtrennen und umhüllen. Hievon ist wahrscheinlich das von Virchow als Neuroglia bezeichnete, zwischen die einzelnen Nervenfasern eingelagerte Stützgewebe zu unterscheiden. Manche hielten es für Bindegewebe, Andere (Henle und Merkel) unterschieden neben einer fibrillären bindegewebigen Substanz noch eine feinmoleculäre Grundsubstanz von nicht-bindegebewiger Natur. In dieser Substanz verstreut finden sich Zellen, welche gleichfalls sehr verschiedene Deutung erfahren haben. Dieselben haben lange, faserartige Ausläufer (Deiters, Boll, Gierke und Andere), welche, wie die Zellen selbst, verhornen (Neurokeratinsubstanz). Während manche Autoren meinen, dass diese Ausläufer durch Verzweigung und Anastomosenbildung ein Netz bilden, sind Andere der Ansicht (Ranvier, Weigert), dass das fibrilläre Netz unabhängig von den Zellen sei, und dass sich die Fasern derselben den Deiters'schen Zellen nur anlegen. Schwalbe unterscheidet in der Neuroglia drei Elemente: *a*) eine weiche eiweissartige Kittsubstanz, welche nach dem Tode und durch Härtungsmittel in netzförmigen Figuren gerinnt; *b*) feine Fasern, welche in der vorerwähnten Substanz eingebettet sind und sich chemisch ähnlich wie elastische Fasern verhalten; *c*) platte Zellen, ähnlich denen des Bindegewebes.

Gegen die bindegewebige Natur der Neuroglia spricht auch die durch neuere Beobachtungen bestätigte entwicklungsgeschichtliche Beobachtung (Götte), dass die Neuroglia sich, wie das Nervengewebe selbst, aus dem Ektoderm bilde, sowie dass die Gliasubstanz, wie Weigert's Färbung zeigt, von dem Bindegewebe mikrochemisch verschieden ist.

Nach den neuesten Untersuchungen von Ramón y Cajal, v. Kölliker, v. Lenhossék und Anderen hat man zu unterscheiden:

1. Die Ependym- oder Neuroepithelzellen, welche im fötalen Zustande von der Wand des Ventrikels, beziehungsweise Centralcanals

mit langen verästelten Fortsätzen radiär durch das Rückenmark ziehen und mit ihren peripherischen Ausläufern in der subpialen Schicht endigen. Sie gehen keine Anastomosen ein. Es ist übrigens noch nicht festgestellt, ob diese Architektur für das Rückenmark des erwachsenen Menschen noch eine Bedeutung hat.

2. Die oberflächlichen (peripherisch gelegenen) Gliazellen.

3. Die tiefliegenden Gliazellen.

Die beiden letztgenannten Zellarten sind von verschiedener Grösse und haben zahlreiche verästelte Fortsätze, welche gleichfalls nirgends anastomosiren. Sie sind mit den von Deiters beschriebenen Zellen (Jastrowitz' Spinnenzellen) identisch.

Die Gliafasern sind nach Weigert nicht Ausläufer und Fortsätze der Gliazellen, sondern ziehen an diesen vorbei, sind also nicht protoplasmatischer Natur, sondern bestehen aus einer vom Protoplasma differenzirten Substanz.

Eine andere, mit diesen Forschungsergebnissen in Zusammenhang stehende entwicklungsgeschichtliche Thatsache nun scheint Licht auf die Natur der Neuroglia zu werfen. Die erstgenannte Art von Zellen, die Ependymzellen, treten nämlich ontogenetisch zuerst auf und sind bei niederen Thieren (Amphioxus, Froschvorderhirn) die einzigen Stützelemente. Dies spricht dafür, dass man die gesammte Glia als ein epitheliales Gebilde auffassen muss. Wenn sich die oberflächlichen und tiefen Gliazellen ausbilden, so verkümmern die äussersten Ausläufer der Ependymzellen (Waldeyer).

Uebrigens ist damit nicht gesagt, dass nicht doch noch bindegewebige Elemente in die Neuroglia eingehen, und sprechen einige Untersuchungen dafür, dass die Stützsubstanz von zweifacher Art ist (Erlitzki, v. Bechterew und Andere). Eine Klärung dieser Frage ist noch von der Zukunft zu erwarten.

Was die Verbreitung der Glia auf dem Querschnitt des Rückenmarks betrifft, so besteht nach Weigert ein überraschender Reichthum an Gliafasern. Die Oberfläche des Rückenmarks ist mit einem besonders dichten Netz versehen (siehe S. 4). An den Austrittsstellen der Nervenwurzeln geht ein Büschel von Gliafasern eine kleine Strecke weit in dieselben hinein. Das nach unten hin an Stärke zunehmende Septum posterius besteht grösstentheils aus Glia. Die einzelnen Nervenfasern der weissen Substanz sind durch Gliafaserzüge von einander getrennt. Die Vorderhörner enthalten mehr Glia als die Hinterhörner; die einzelnen Ganglienzellen sind je von einem Gliakorb umgeben; am spärlichsten findet sich dieselbe in der gelatinösen Substanz des Hinterhorns, reichlich in der Lissauer'schen Randzone. Am reichlichsten im ganzen Rückenmark ist die Neuroglia in der Umgebung des Centralcanals angeordnet.

Diese centrale Gliamasse ist nach Krauss und Aguerre am mächtigsten im oberen Halsmark entwickelt. Sie sendet je einen Ausläufer schräg nach aussen und hinten zwischen Hinterhorn und Hinterstrang. Die Clarke'schen Säulen sind je von einer starken Gliakapsel umgeben. Viel Glia enthalten auch die Oliven des verlängerten Marks.

Der Schwerpunkt des Neurogliaproblems ist die Frage nach der verwandtschaftlichen Beziehung derselben zur Nervensubstanz, für welche namentlich gewisse embryologische, sowie an niedersten Thieren angestellte Untersuchungen zu sprechen scheinen. Neuerdings hat sich besonders Nissl für den Zusammenhang der fein-moleculären Gliasubstanz mit den Nervenfibrillen ausgesprochen.

II. Die Gefäße des Rückenmarks.

Arterien. Das Rückenmark erhält seine Gefäße von zwei verschiedenen Seiten her, nämlich einmal von den Aa. spinales ant. und post. und ferner von den Aa. intercostales.

Die beiden Aa. spinales anteriores (vertebro-spinales ant. Adamkiewicz) entspringen aus je einer A. vertebralis kurz vor deren Vereinigung zur A. basilaris und fließen am oberen Theil des Rückenmarks zu einem unpaaren Gefäß, A. spinalis ant., zusammen. Diese Arterie verläuft an der Vorderfläche des Rückenmarks herab bis zum Filum terminale.

Die beiden Aa. spinales posteriores (vertebro-spinales post. Adamkiewicz) entspringen gleichfalls aus den Aa. vertebrales; sie ziehen, ohne sich zu vereinigen, an der hinteren Fläche des Rückenmarks unter den hinteren Nervenwurzeln herab.

Wie jedoch Adamkiewicz und nach ihm Kadyi gezeigt haben, sind viel wesentlicher die Arterienzweige, welche von den Intercostalarterien entspringen und die in den Wirbelcanal eintretenden Rückenmarksnerven begleiten und mit diesen oder in ihrer nächsten Nähe die Dura mater spinalis durchbohren (Aa. spinales Adamkiewicz).

Da sowohl die vorderen wie die hinteren Nervenwurzeln von Gefäßen begleitet werden, so sind zu unterscheiden: Vordere Wurzelarterien (Arteriae radicales anteriores Kadyi, Arteriae spinales anteriores Adamkiewicz) und hintere Wurzelarterien (Arteriae radicales posteriores Kadyi, Arteriae spinales posteriores Adamkiewicz). Jede Wurzelarterie theilt sich, am Rückenmark angekommen, in einen aufsteigenden und absteigenden Ast, welche an der Oberfläche des Rückenmarks, dessen Längsrichtung entsprechend, verlaufen. Die hin-

teren Spinalarterien sind nach Adamkiewicz den vorderen an Zahl überlegen, stehen ihnen aber an Stärke nach.

Durch Anastomosenbildung der auf- und absteigenden Zweige entstehen drei »Arterienketten«, *Tractus arteriosi medullae spinalis*, und zwar eine vordere unpaarige und zwei seitliche paarige; dieselben entsprechen, wie zuerst Adamkiewicz gezeigt hat, den früher lediglich als Fortsetzungen der Vertebralarterien betrachteten oben genannten Arterien (*A. spin. anterior* und *Aa. spin. posteriores*). Die vordere unpaarige (*Anastomosis spinalis antica* Adamkiewicz) ist die stärkste dieser Arterienketten und verläuft in der vorderen Medianlinie, dem *Suleus longitudinalis ant.* entsprechend. Die seitlichen Ketten liegen der Rückenmarksoberfläche dicht an, entsprechen dem hinteren Rande jedes Seitenstranges, sind also vor den hinteren Wurzeln gelegen (*Anastomoses posticae* Adamkiewicz). Nach Kadyi verhalten sich auch die beiden *Aa. vertebrales* wie zwei vordere Wurzelarterien (des ersten Rückenmarksnerven) und die *A. spinalis ant.* entspricht ihrem absteigenden Ast, während die *A. spinalis post.* dem absteigenden Ast der hinteren Wurzelarterie des ersten Rückenmarksnerven homolog ist.

Die Zahl der Radicalarterien ist geringer als diejenige der Rückenmarksnerven. Bei vielen Nervenwurzeln sind nämlich die Arterien nur so weit entwickelt, um die Nervenwurzeln selbst zu versehen und ihre Endzweige gehen mit den Arteriennetzen an der Oberfläche des Rückenmarks nur noch anastomotische Verbindungen ein. Typische Theilung in eine vordere und hintere Wurzelarterie zeigen nur einige Nervenarterien, etwa 2—4 an jedem Rückenmark. Vordere Wurzelarterien gibt es überhaupt in geringerer Zahl (durchschnittlich 8) (bei Adamkiewicz' Untersuchungen schwankte die Zahl zwischen 3 und 10) als hintere (durchschnittlich 17). Dafür ist das Caliber der letzteren kleiner. Die vorderen Wurzelarterien sind auf der Länge des Rückenmarks nicht gleichmässig vertheilt. Die grösste vordere Radicalarterie findet man unten am Rückenmark, und zwar am häufigsten beim zehnten Brust- oder ersten Lendenerven. Nach Adamkiewicz ist die tiefst verlaufende vordere Spinalarterie stets die grösste (*A. magna spinalis*). Auch die hinteren Wurzelarterien sind nicht gleichmässig vertheilt.

Zwischen den beiden Vordersträngen, im *Sulcus longitudinalis ant.*, ist ein Fortsatz der *Pia mater* gelegen, welcher bis zur weissen Commissur eindringt. Von demselben dringen zahlreiche Gefässe in die Vorderstränge ein. Dieselben gelangen in den Fortsatz der *Pia mater* von der vorderen unpaarigen Arterienkette.

Einzelne von diesen Gefässen zeichnen sich durch ihre Stärke aus und biegen, am Grunde der vorderen Längsspalte angelangt, nach rechts oder nach links um und dringen zwischen vorderer Commissur und

Vorderstrang in den centralen Theil der grauen Substanz ein; in der Mehrzahl gelangen dieselben, ohne sich zu theilen,*) in die graue Substanz. Diese Gefässe sind von Adamkiewicz als Aa. sulci, von Kadyi als Centralarterien bezeichnet worden. Die stärksten Centralarterien sollen im Halstheil des Rückenmarks sich befinden. Die Gesamtzahl derselben beträgt in der ganzen Länge des Rückenmarks nach Kadyi circa 200.

Die Centralgefässe, sowohl Arterien wie Venen, sind von grösserem Caliber, als die von den Radicalgefässen her in das Rückenmark eindringenden peripherischen Gefässe.

Alle in das Rückenmark eindringenden Arterienäste, sowohl die Centralarterien, wie die peripherischen, sind als Endarterien im Sinne Cohnheim's aufzufassen.

Die Centralarterien theilen sich nach kurzem horizontalen Verlaufe in Hauptäste, welche einen zur Längsachse des Rückenmarks parallelen, beziehungsweise schief auf- und absteigenden Verlauf nehmen. Die kleineren Zweige verlaufen mehr horizontal gegen die Peripherie des Rückenmarks divergirend; manche derselben gelangen nicht über die graue Substanz hinaus, andere dringen in die weisse Substanz ein. Die Gefässe verbreiten sich in der grauen Substanz zusammen mit den dieselbe durchziehenden Nervenfaserbündeln. Die Versorgung der Ganglienzellen ist eine derartige, dass jeder einzelne arterielle oder venöse Zweig zur Versorgung mehrerer Ganglienzellengruppen beiträgt und jede der letzteren von mehreren Arterienzweigen ernährt wird.

Die peripherischen Gefässe verlaufen radiär in den bindegewebigen Septis, welche die weisse Substanz durchsetzen (>Vasocorona« Adamkiewicz). Die meisten erschöpfen sich in der weissen Substanz, manche aber dringen bis in die graue Substanz vor; die Grösse des Verzweigungsgebietes ist im Wesentlichen von dem Caliber des Gefässes abhängig.

Die Verzweigungsgebiete sowohl der peripherischen, wie der Centralarterien haben eine längliche Gestalt und eine der Längsachse des Rückenmarks entsprechende Richtung. Diejenigen der Centralarterien liegen ganz im Innern des Rückenmarks und erreichen die Peripherie desselben nicht. Die einzelnen Verzweigungsgebiete stehen, da die Arterien Endarterien sind, in keiner anastomotischen Verbindung miteinander. Die Grösse der einzelnen Gebiete ist eine sehr verschiedene; bezüglich der Gestalt und Aneinanderlagerung derselben ist ein bestimmtes Gesetz nicht aufzustellen. Nach Ziehen überlagern sich die Endarterienbezirke in ziemlich ausgedehntem Masse.

*) Nach Adamkiewicz theilt sich jede A. sulci an der weissen Commissur in zwei Aeste für die beiden Hälften der grauen Substanz (Aa. sulco-commissurales); Kadyi bestreitet dies.

Von Wichtigkeit ist, dass die einzelnen wesentlichen Theile des Rückenmarksquerschnitts: Vorder- und Hinterhorn, Clarke'sche Säulen, die einzelnen weissen Stränge je von mehreren Seiten ihre Blutgefässe erhalten, dass also ein jeder derselben von mehreren, an ganz verschiedenen Stellen entspringenden Gefässstämmchen versorgt wird. Selbst die graue und weisse Substanz können nicht als zwei von einander unabhängige Gefässgebiete betrachtet werden. Vielmehr greifen die peripherischen Gefässe in die graue, die centralen in die weisse Substanz ein. Jedoch werden die inneren Theile der grauen Substanz ausschliesslich von Centralarterien, die oberflächlichen Lagen der weissen Substanz ausschliesslich von peripherischen Gefässen versorgt. Die äusseren Partien der grauen Substanz und die daran anstossenden Theile der weissen Substanz erhalten ihre Gefässe bald von den Centralarterien, bald von den peripherischen. Dieses gemeinsame Gebiet macht nach Kadyi ein Drittel der ganzen Masse des Rückenmarks aus.

Die Angaben von Adamkiewicz und Kadyi werden von Hoche bestätigt. Er hebt speciell hervor, dass die graue Substanz im Verhältniss zur weissen unter günstigeren Blutversorgungsbedingungen steht (Gefässanordnung, Weite der Capillaren), demgemäss auch leichter embolischen Vorgängen ausgesetzt ist.

Venen. Die Verzweigungsgebiete der centralen und peripherischen Venen lassen sich wegen der vielfachen Anastomosenbildung nicht von einander trennen. Die Wurzelgebiete der Venen stimmen keineswegs mit den Verbreitungsgebieten der Arterien überein, da die Venen weder an Zahl noch an Lumen, noch in ihrem Verlaufe den Arterien entsprechen. Während der grössere Theil des arteriellen Blutes für das Rückenmark durch die Centralarterien zufliesst, findet der venöse Abfluss vorzugsweise durch peripherische Venen statt.

Adamkiewicz unterscheidet an der vorderen Rückenmarksfläche drei grosse Längsvenenstämme: Vena spinalis mediana ant. (welche aus den Venae sulci hervorgeht) und die Vena spinalis lateralis ant. dextra und sinistra. Aus denselben wird das Blut durch Venae spinales in Inter-costalvenen, sowie Lumbal- und Sacralvenen abgeleitet. Ebenso gibt es an der hinteren Rückenmarksfläche drei längsverlaufende Venenstämme, eine Vena spinalis mediana post. und zwei Venae spinales laterales post., eine dextra und eine sinistra.

Von Interesse ist auch der von Kadyi gelieferte Nachweis, dass die Pia mater kein eigenes Capillargefässsystem besitzt, dass vielmehr alle ihre Gefässe durch sie hindurch in das Rückenmark eintreten. Die Venen des Rückenmarks sind klappenlos; erst ausserhalb der Dura treten Klappen auf (Kadyi).

Das Gefäßsystem des Rückenmarks steht nur mit den Gefäßen der austretenden Wurzeln und der Dura mater, sowie mit denen des Gehirns in unmittelbarer Verbindung.

Die Venengeflechte des epiduralen Raumes communiciren nach oben mit den Hirnsinus.

Lymphgefäße. Ueber die Lymphgefäße des Rückenmarks besteht noch Unklarheit. Ob die »perivascularären Räume« dem Lymphgefäßsystem angehören, ist noch zweifelhaft. Kadyi hält sie (mit Anderen) für Kunstproducte.

Chinesische Tusche in die hinteren Wurzeln eingespritzt, fand sich nur oberhalb der Injectionsstelle im Rückenmark an, und zwar in den Hintersträngen, der angrenzenden grauen Substanz und im Centralcanal; die Lymphbahnen der hinteren Stränge sind also, wie es scheint, von denen der Vorder- und Seitenstränge getrennt (Guillain).

Bemerkenswerth ist eine Angabe von Rudanowsky (Monographie, Paris 1876), dass die einzelnen Gruppen der Ganglienzellen vielfach eigene Gefäße haben, welche sich lediglich in diesen Gruppen verzweigen, wie z. B. die Olivenzellen etc.

Duret meint, es gebe am Rückenmark vordere und hintere mediane und vordere und hintere radiculäre Arterien.

III. Die Gefäße des verlängerten Marks.

Die Gefäße für die *Med. oblong.* sowie für die Brücke stammen aus den *Aa. vertebrales*, beziehungsweise der *A. basilaris*. Nach Duret hat man zu unterscheiden:

1. Laterale (radicale, für die Wurzeln bestimmte) Arterien.
2. Mediane (für die Kerne bestimmte) Arterien.
3. Arterien für die Oliven, Pyramiden und einige andere Theile der *Med. oblong.*

Jede Wurzelarterie theilt sich in einen auf- und einen absteigenden Ast. Ersterer dringt mit den Wurzelfasern in das Mark ein und begleitet sie bis zu ihrem Ursprungskern. Letzterer verläuft mit der Wurzel nach der Peripherie hin.

Die medianen Arterien zerfallen von unten nach oben hin in vier Gruppen:

- a) Die tiefstgelegenen entspringen aus der *A. spinalis anter.* (die eigentlichen bulbären Gefäße, *Artères bulbaires proprement dites*).
- b) Arterien, welche aus der unteren Theilungsstelle der *A. basilaris* entspringen, am unteren Rande der Brücke (*Artères sous-protubérantielles*).
- c) Arterien, welche aus der *A. basilaris* selbst entspringen (*Artères médio-protubérantielles*).

d) Arterien, welche aus der oberen Theilungsstelle der *A. basilaris* hervorgehen (*Artères sus-protubérantielles*).

Die medianen Gefäße sind von sehr dünnem Caliber und stellen insofern Endarterien dar, als sie keine makroskopisch sichtbaren Anastomosen aufweisen. Sie steigen von der ventralen Fläche her in der Raphe gegen die dorsale Fläche hin (Boden des vierten Ventrikels, *Aquaeductus Sylvii*) empor, wo sie sich im Gebiete der betreffenden Nervenkerne verbreiten. Ihr Capillarnetz hängt mit demjenigen der aufsteigenden Zweige der Wurzelarterien unmittelbar zusammen.

Die Arterien der dritten Kategorie scheidet Duret in drei Gruppen:

a) Die Gefäße für die ventralen Theile (*Pyramide, Olive*) stammen theils direct aus der *A. vertebralis*, theils aus Wurzelarterien, theils aus der *A. spinalis ant.* Meist gelangen zwei oder drei Stämmchen mit den *Hypoglossus*wurzeln in den Hilus der *Olive*.

b) Die Gefäße für die lateralen Theile (*Corp. restiforme*) der *Med. oblong.* kommen aus der *A. cerebelli infer.*

c) Die Gefäße für die dorsalen Theile (hauptsächlich *Tela chorioidea inf.* und *Plexus chorioideus*) entstammen gleichfalls der *A. cerebelli infer.*



Zweites Capitel.

Physiologie des Rückenmarks.

Es kann hier nicht unsere Aufgabe sein, eine vollständige Physiologie des Rückenmarks zu liefern, sondern nur insoweit die physiologischen Thatsachen zusammenzustellen, als es zum Verständniss der pathologischen Vorkommnisse notwendig ist, beziehungsweise als sie Berührungspunkte mit der Symptomatologie bieten.

Das Rückenmark stellt sich nach seinen hauptsächlichsten Functionen dar einmal als ein die motorischen und sensiblen Erregungen leitendes und ferner als ein Reflexorgan.

A. Die Leitung der Motilität und Sensibilität.

Für die Leitungsverhältnisse ist der von Charles Bell gegebene Nachweis grundlegend, dass die vorderen Wurzeln motorisch, die hinteren sensibel sind. Beim Säugethier haben Reizversuche ergeben, dass auch die vordere Wurzel sensible Fasern enthält, welche zu der als »Sensibilité récurrente« bezeichneten Erscheinung Veranlassung geben, und welche aus der hinteren Wurzel umbiegend in die motorische Wurzel eintreten, um ihre Scheide und die Dura mater zu versorgen.

Weniger abgerundet sind unsere Kenntnisse über den weiteren Verlauf der motorischen und sensiblen Bahnen im Rückenmark. Als fundamentale Thatsachen heben sich heraus, dass die Pyramidenbahn eine motorische und der Hinterstrang eine sensible Leitungsbahn ist, sowie dass die vordere graue Substanz vorwiegend motorische und die hintere graue Substanz vorwiegend sensible Functionen hat.

Ausserdem verlaufen in den Vorderseitensträngen noch centrifugale und centripetale Bahnen.

Bekanntlich ist bei verschiedenen Thieren von mehreren Forschern constatirt worden, dass die Durchschneidung des Seitenstranges die

Sensibilität unterhalb des Schnittes aufhebt, beziehungsweise herabsetzt (Kaninchen, Hund, Ludwig und Woroschiloff, Ott und Meade Smith, Miescher, N. Weiss), sowie, dass die Fasern, bei deren Reizung reflectorisch eine Blutdrucksteigerung eintritt, im Bereich des Lendenmarks im gekreuzten Seitenstrang verlaufen.

Die Fasern der im Vorderseitenstrang gelegenen centripetal leitenden Bahn entspringen von Zellen des Hinterhorns, beziehungsweise der Clarke'schen Säulen und kreuzen sich in der vorderen Commissur (Bechterew, Edinger, Auerbach, Kohnstamm und Andere); es handelt sich zum Theil um Faserzüge, welche verschiedene Niveaus des Rückenmarks mit einander verbinden (v. Kölliker), zum Theil aber auch um lange, gekreuzte, aufwärts zum Mittelhirn leitende Bahnen (vgl. S. 18 f.). Diese Bahnen entsprechen den Strangzellen-Neuronen (siehe Erstes Capitel: Anatomie). Die von der Vorderseitenstrangbahn geleiteten Empfindungen sind die Schmerz- und Temperaturempfindung.

Bezüglich der im Vorderseitenstrang gelegenen motorischen Bahnen s. S. 17.

Es scheint, dass die hintere graue Substanz eine ganz besondere Rolle bei der sensiblen Leitung spielt. Die Durchtrennung des Rückenmarks mit Ausnahme der Hinterstränge macht nach Schiff Aufhebung der Schmerzempfindung (Analgesie). Bleibt die kleinste Brücke hinterer grauer Substanz stehen, so genügt dies, um Schmerzempfindung zu leiten, aber die Schmerzreaction erfolgt verspätet (»verlangsamte Leitung«). Wenn auch die Deutung dieser Versuche im angeführten Sinne keine einwandfreie ist, so muss doch zugegeben werden, dass pathologische Beobachtungen gleichfalls in dem Sinne sprechen, dass die graue Substanz zur Fortleitung der schmerzhaften Eindrücke nothwendig ist, beziehungsweise, dass Eindrücke, um schmerzhaft zu erscheinen, an irgend einer Stelle des Rückenmarks durch die hintere graue Substanz gehen müssen (Syringomyelie).

Wie es scheint, ist diese Fortleitung schmerzhafter Eindrücke nur eine Erscheinungsweise einer allgemeineren Eigenart der Function der grauen Substanz, nämlich der Summationswirkung. Wahrscheinlich werden die Erregungen beim Durchtritt durch die graue Substanz in derselben aufgestapelt (in den Ganglienzellen?), d. h. jede einzelne Erregung bringt eine potentielle Veränderung der Zelle hervor, auf welche sich die durch die nächste Erregung bewirkte Veränderung superponirt u. s. f., bis bei einem gewissen Masse der Ladung der Zelle dieselbe nunmehr in active Erregung geräth und sich in einer heftigen Erregung entlädt, und zwar sowohl centripetal, so dass es zu einer Empfindung kommt, wie nach motorischen Ganglienzellen hin, so dass eine Reflexbewegung entsteht.

Der Grund für diese Hypothese ist in der Beobachtung gelegen, dass eine Reizreihe (eine Reihe von einfachen Oeffnungsschlägen) ausser den einzelnen jedem Reiz entsprechenden Empfindungen nach einem leeren zeitlichen

Intervall eine neue, secundäre, lebhaftere Empfindung erzeugt, während dies bei einem einfachen Oeffnungsschlag niemals eintritt (Gad und Goldscheider). Dies Phänomen kann nicht anders als durch Summation entstanden gedacht werden, und der wahrscheinlichste Ort, an welchem diese Summation stattfindet, ist eben die graue Substanz. Ein mechanischer Eindruck bringt nun gleichfalls die secundäre Empfindung nach empfindungslosem zeitlichen Intervall hervor, woraus folgt, dass ein mechanischer Reiz, und sei es auch nur ein Nadelstich, beziehungsweise ein Druck mit der Nadelspitze, kein einfacher ist, sondern einer Reizreihe entspricht. Die secundäre Empfindung, sowohl bei elektrischen Reizreihen wie bei mechanischen Reizen, kann einen schmerzhaften Charakter haben, während die Einzelreize, beziehungsweise die dem Nadeleindruck entsprechende primäre Empfindung unerschmerzlich ist. Damit ist eine Beziehung zwischen der Summationswirkung und der Erzeugung von Schmerz hergestellt, und die graue Substanz erscheint uns nun nicht mehr als ein speciell zur Fortleitung des Schmerzes bestimmtes Organ, sondern als ein Summationsorgan, welches auf Grund der summirenden Wirkung nun allerdings ganz besonders zur Schmerz-erzeugung angepasst ist.

Die Kreuzung der Bahnen.

Ueber die Kreuzung der Bahnen im Rückenmark sind sehr viele verschiedene Ansichten von den massgebenden Autoren geäußert worden. Manche meinten, dass im Rückenmark überhaupt keine Kreuzung, weder für motorische, noch für sensible Nerven existire; ferner bestand die Ansicht, dass die Fasern für die willkürliche Bewegung ungekreuzt, diejenigen für die Empfindung teilweise gekreuzt verlaufen (Budge). Sodann wurden die motorischen Fasern für ungekreuzt, die sensiblen als auf zwei Wegen geleitet angesehen (van Deen); nach Stilling's Ansicht werden beide Leitungen durch beide Seitenhälften des Marks gleichzeitig und gleich stark besorgt, so dass bei Unterbrechung des einen Leitungsweges die Leitung durch den anderen geschieht. Brown-Séquard nun stellte auf: Die Leitung der willkürlichen Bewegungen geschieht direct, die der Empfindung völlig gekreuzt. Schiff, sein durch die neueren Forschungen gerechtfertigter Gegner, stellte sich vor, dass die Eindrücke durch Ganglienfasernetze der grauen Substanz geleitet wurden, welche für beide Seiten von einander unabhängig seien, aber räumlich in einander greifen. In Folge ihrer Bedeutung für die Pathologie wurde die Lehre von Brown-Séquard am meisten populär. Dieser Forscher fand nach Durchschneidungen einer Rückenmarkshälfte in der Cervical-region folgende Erscheinungen:

Auf der verletzten Seite:

1. Lähmung der willkürlichen Bewegung und des Muskelgefühls, sowie der Blutgefäße (höhere Hauttemperatur).

2. Gesteigerte Empfindlichkeit des Stammes und der Gliedmassen gegen Berührung, Stich, Hitze, Kälte u. s. w. (Hyperästhesie).

3. Symptome der vasomotorischen Lähmung des Gesichts und der Augen (höhere Hauttemperatur, verengte Pupille, leichte Contractur gewisser Gesichtsmuskeln).

Auf der entgegengesetzten Körperseite:

1. Anästhesie der beiden Gliedmassen, und zwar für alle Arten der Empfindung, mit Ausnahme des Muskelgefühls.

2. Keine motorische Lähmung.

Die Nachprüfungen der Brown-Séquard'schen Experimente und Behauptungen, welche im Wesentlichen nur eine Wiederholung der schon von Fodéra gezogenen Folgerungen waren, haben zu widerspruchsvollen Ergebnissen und Meinungen geführt. Es möge nicht vergessen werden, dass von Anfang an M. Schiff nachdrücklich gegen die Brown-Séquard'sche Lehre von der Kreuzung der sensiblen Bahnen gekämpft hat und die contralaterale Anästhesie durch eine Beeinträchtigung der nicht operirten Rückenmarkshälfte zu erklären suchte. Auf die lange Reihe von Befunden und Behauptungen kann hier nicht näher eingegangen werden. Von den neuesten Untersuchungen hat Turner die experimentellen Ergebnisse Brown-Séquard's bestätigt, während Mott zu entgegengesetzten Resultaten gelangte: nämlich dass die Bahnen für Druckempfindung (mit Localisation) und Muskelsinn hauptsächlich auf der Seite des Wurzeintritts weiter verlaufen, während diejenigen für Schmerz- und Hitzegefühl sich auf beide Seiten des Rückenmarks vertheilen.

Freilich kommt auch Turner bezüglich der sensiblen Nerven der Oberextremität zu anderen Resultaten als Brown-Séquard; er meint, dass die der Berührungsempfindung dienenden Fasern des Arms zunächst nach ihrem Eintritte auf beiden Seiten des Halsmarks verlaufen, während die dem Schmerz- und Temperaturegefühl dienenden Bahnen sich alsbald kreuzen. Für die unteren Extremitäten dagegen lässt er das Brown-Séquard'sche Schema der Kreuzung aller sensiblen Bahnen, ausgenommen Muskelsinn, alsbald nach dem Eintritt ins Rückenmark bestehen.

Brown-Séquard selbst hat sich schliesslich dahin geäußert, dass er seine Lehre über den gekreuzten Verlauf der sensiblen Bahnen im Rückenmark nicht mehr festhalten könne. Er ist der Ansicht, dass die contralaterale Anästhesie auf einer Hemmung beruhe, welche durch den von Seiten der Läsion gesetzten Irritationszustand bedingt sei. Als Beweis führt er an, dass die Durchschneidung hinterer Wurzeln am oberen Dorsaltheil gleichfalls eine Hyperästhesie des gleichliegenden Hinterbeins und eine Anästhesie der entgegengesetzten Seite zur Folge haben könne.

Ferner: ist durch eine halbseitige Durchschneidung des Cervicalmarks eine contralaterale Anästhesie hervorgerufen, so kann dieselbe durch eine zweite Halbseitendurchschneidung im Dorsalmark in Hyperästhesie umgewandelt werden, während die gleichliegende Hyperästhesie in Anästhesie übergeht. Endlich fand Brown-Séquard, dass die durch dorsale Halbseitendurchschneidung gesetzte Anästhesie des Hinterbeins verschwindet, wenn der ihr zugehörige Ischiadicus leicht gedehnt wird. Brown-Séquard hält übrigens an dem klinischen Typus der Halbseitenläsion fest, welcher durch die differente Auffassung über die Ursachen desselben nicht alterirt werde.

Auch entspricht das klinische Bild der Halbseitenläsion nach allseits übereinstimmenden Beobachtungen fast stets dem Brown-Séquard'schen Symptomencomplex: Lähmung und Hyperästhesie (die oft wenig ausgesprochen ist) auf der Seite der Erkrankung, contralaterale Anästhesie. Die letztere betrifft vorwiegend, in vielen Fällen ausschliesslich die Schmerz- und Temperaturempfindlichkeit. Der Muskelsinn dagegen ist auf der gelähmten Seite beeinträchtigt, zuweilen auf beiden Seiten, sehr selten auf der anästhetischen Seite; in manchen Fällen wird auf der Seite der Muskelsinnherabsetzung Ataxie beobachtet, wenn die Lähmung verschwindet oder von vornherein unvollkommen ist. Die Berührungsempfindung zeigt sich im Allgemeinen wenig, in manchen Fällen gar nicht beeinträchtigt; der Defect wird nicht immer auf der gekreuzten Seite, sondern zuweilen doppelseitig, ja auch allein auf der gelähmten Seite gefunden.

Dass eine aufsteigende gekreuzte Spinalbahn auch beim Menschen in den Vorderseitensträngen existirt, kann nicht mehr bezweifelt werden (vgl. S. 18f.)

Die anatomischen und pathologisch-anatomischen Thatsachen sprechen für die Anschauung, dass die localisirte Druckempfindung und die Muskelsinnempfindungen hauptsächlich durch den nicht gekreuzten Hinterstrang (vergl. übrigens unten), die Schmerz- und Temperaturempfindung durch die graue Substanz und ihre Commissurfasern, beziehungsweise auch durch die Strangzellen, jedenfalls also doppelseitig geleitet werden.

Nach Mann kann die Druckempfindung auf sehr verschiedenen Bahnen geleitet werden; so lange überhaupt noch centripetale Verbindungen bestehen, können dieselben von den tactilen Reizen benützt werden.

Ueber die Hyperästhesie.

Bei der oben erwähnten halbseitigen Durchschneidung (Brown-Séquard) kommt es unter Anderem zu einer besonders interessanten Erscheinung, nämlich zur Hyperästhesie.

Dieses interessante Factum hat zu mannigfachen weiteren Untersuchungen geführt, ohne doch bis jetzt eine genügende Erklärung gefunden zu haben.

Bereits Fodéra hatte gefunden (1823), dass nach Durchschneidung der hinteren Hälfte des Halsmarks beim Meerschweinchen die unterhalb gelegenen Körpertheile hyperästhetisch wurden. Eben dasselbe beobachtete Schoeps 1827. Das Phänomen wurde 1850 gleichzeitig von Brown-Séguard und Türck neu entdeckt, 1853 von Schiff ausführlich in seinem Lehrbuche behandelt.

Die verschiedenen Beobachter waren sich darüber einig, dass eine Continuitätsunterbrechung an einem gewissen Theile des Rückenmarksquerschnitts Hyperästhesie mache; allein die Angaben schwankten darüber, ob die Hinter- oder die Seitenstränge, oder die hintere graue Substanz dabei von wesentlicher Bedeutung seien. Um das anzuschuldige Querschnittsgebiet näher zu bestimmen, unterzog Woroschiloff im Ludwigschen Laboratorium (1874) die Frage einer exacten experimentellen Prüfung. Er fand, dass es die an das Seitenhorn angrenzende weisse Masse des Seitenstrangs sei, deren Entfernung die Erscheinungen der Hyperästhesie hervorbringe. W. Koch, welcher einige Jahre später (1878) sich mit diesem Gegenstande beschäftigte (im Munk'schen Laboratorium), bestätigte, dass es lediglich die Seitenstränge seien, deren Durchschneidung das Phänomen producire, und nicht die Hinterstränge, wie Schiff gewollt hatte. Koch hat dann noch die Hauthyperästhesie von der Gelenkhyperästhesie experimentell trennen können. Diejenigen Elemente, deren Ausschaltung die Gelenkhyperästhesie zu Tage treten lässt, liegen nach seinen Beobachtungen immer auswärts von denjenigen, deren Wegfall Hauthyperästhesie bedingt.

Später ist die Frage wiederum im Leipziger physiologischen Institut durch Martinotti einer neuen Bearbeitung unterzogen worden. Dieser fand, dass im Halsmark die Faserung, auf deren Zerschneidung Hyperästhesie folgt, in dem hinteren inneren Abschnitte des Seitenstrangs liegt und sich dort, der grauen Masse innig anliegend, von dem Ausschnitt zwischen Hinter- und Vorderhorn an, dem Hinterhorn entlang bis zur Oberfläche des Marks erstreckt, sonach in dem Raume, welcher durch die Kleinhirn-Seitenstrangbahn und den hinteren Theil der Pyramidenbahn ausgefüllt wird. Klinische Untersuchungen von Henneberg sprechen wieder für die Hinterstränge als massgebend für die Hyperästhesie.

Was nun die Erklärung dieser eigenthümlichen Hyperästhesie betrifft, so ist von denjenigen Autoren, welche unter Ludwig gearbeitet haben, die Ansicht ausgesprochen worden, dass es sich um die Ausschaltung centripetaler Hemmungsbahnen handle. Diese Vorstellung hat

gewiss etwas Unbefriedigendes und Unvermitteltes, da wir »centripetale« Hemmungsbahnen nicht recht in den Rahmen gewohnter Vorstellungen bringen können. Leichter erklärbar erscheint uns das Phänomen, wenn man auf die von Goltz ausgesprochene Ansicht von den Hemmungserscheinungen zurückgeht: »Die Thätigkeitsleistung sowohl als die Erregbarkeit eines Centrums resultirt aus der Summe der ihm zugehenden und früher zugegangenen Reize, vermindert um die Beeinflussung seitens der jeweilig durch andere Reize erzeugten Erregung anderer Centren.« Man könnte sich nun denken, dass durch die Ausschaltung einer Reihe von Leitungsbahnen zugleich eine Reihe von beeinflussenden Erregungen eliminiert wird. Auch Koch neigt sich dieser Vorstellung zu, besonders im Hinblick auf gewisse eigene Versuchsergebnisse. Er findet nämlich, dass man die Hyperästhesie zum Schwinden bringen kann, sobald man auf irgend welche sensiblen Theile mit Ausnahme der hinterwärts der Durchschneidung belegenen starke elektrische Ströme einwirken lässt. Immerhin kann man, wie Koch richtig bemerkt, mit Sicherheit zwischen den beiden Ansichten nicht entscheiden, und es hat sich hieran seit seiner Publication nichts geändert.

Raymond will die Hyperästhesie von einer Reizung der unverletzten Hälfte durch die sogenannte primäre traumatische Degeneration (Quellung der Fasern etc.) ableiten. Diese Ansicht ist schon wegen des Fortbestehens der Hyperästhesie unhaltbar. Eine von Oppenheim ausgesprochene Hypothese nimmt an, dass bei der Durchschneidung der langen, centripetalen Bahnen solche leitungsunfähig werden, welche unbewusste (coordinirende etc.) Erregungen leiten und in Folge dessen die sich abspaltenden, die bewussten Empfindungen leitenden Wege einen Reizzuwachs erfahren. (Archiv für Anatomie und Physiologie 1899.)

Die Bahnen des Muskelsinns.

Dass die Bahnen des »Muskelsinns« in den vorderen Wurzeln verlaufen, wie behauptet worden ist, muss entschieden in Abrede gestellt werden: vielmehr treten dieselben mit den übrigen sensiblen Fasern durch die hinteren Wurzeln ein.

Die Muskelsinnbahnen stehen wahrscheinlich zu den Hintersträngen in Beziehung. Die durch Continuitätstrennung der Hinterstränge erzeugte Coordinationsstörung (Bechterew) spricht dafür, dass in den Hintersträngen centripetale Fasern verlaufen, welche zur Regulirung der Bewegungen in den engsten Beziehungen stehen. Dies sind aber, wie man physiologisch weiss, eben Muskelsinnbahnen. Bechterew nimmt an, dass die feinen Fasern der hinteren Wurzeln die Sensibilität der Haut, die breiten Fasern die Muskelempfindung leiten. Auch Flehsig glaubt, dass die von ihm entwicklungsgeschichtlich unterschiedenen Systeme der

hinteren Wurzeln und Hinterstränge für die verschiedenen Qualitäten der Empfindungen Bedeutung haben. Auch die zu den Clarke'schen Säulen gehenden Hinterwurzelfasern, sowie die Kleinhirn-Seitenstrangbahnen und Gowers'schen Bündel leiten vielleicht Muskelsinneindrücke.

Die Bahnen der localisirten Druckempfindung.

Bezüglich der centripetalen Bahnen ist, wie bemerkt, noch nicht festgestellt, ob es solche gibt, welche die graue Substanz des Rückenmarks nicht berühren. Ist dies der Fall, so würden diese Bahnen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für diejenigen Empfindungen in Anspruch zu nehmen sein, welche sich durch ihre feine Localisirbarkeit auszeichnen, wie die Druckempfindung der Haut. Der Eintritt in die graue Substanz führt die Faser zu einer Mannigfaltigkeit der Verbindungen, welche zu einer gewissen Ausbreitung des Eindrucks führen muss: und wenn wir auch kein Gerlach'sches Netz mehr annehmen, so bieten doch zweifellos die zahlreichen Verzweigungen der Fasern und Ganglienzellen Bedingungen zur Fortleitung dar. In der That hat man die Hinterstränge schon lange als die Bahnen der localisirten Tastempfindung angesehen. Freilich dürfte es keine Faser geben, welche nicht wenigstens Collateralen an die graue Substanz abgibt. Aber bei nicht zu starken Reizen kommt wahrscheinlich hauptsächlich die Hauptbahn zur Geltung. Sicherlich beschränkt sich die Fortleitung der tactilen Empfindung nicht auf den Hinterstrang; vielmehr sprechen namentlich Beobachtungen von Jolly dafür, dass auch die centripetale Vorderseitenstrangbahn zur Fortleitung derselben dienen kann, und zwar scheint es, dass in jeder Seite collaterale Bahnen beider Körperhälften enthalten sind.

Die Bahnen der Temperaturempfindung.

Bezüglich der Temperaturempfindungen ist aufgestellt worden, dass sie hauptsächlich durch die graue Substanz fortgeleitet würden. In der That ist es überraschend, wie häufig die Anomalien der Temperaturempfindung mit denjenigen des Schmerzes zusammengehen (Syringomyelie). Auch ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Temperaturempfindungen, speciell die Empfindungen der Wärme, summirte Empfindungen sind (siehe S. 50).

Neuere Beobachtungen, besonders aus der Jolly'schen Klinik (Henneberg), machen es sehr wahrscheinlich, dass nach dem Passiren der grauen Substanz die weitere Fortleitung im contralateralen Seitenstrang geschieht, ebenso wie für das Schmerzgefühl.

Herzen hat den Weg der Temperaturnerven noch weiter zu spalten versucht, indem er behauptet, dass die Fasern, welche der Fortleitung der Kälteempfindung dienen, durch die Hinterstränge, die der Wärmeempfindung dienenden durch die graue Substanz verlaufen. Er hat diese Anschauung sowohl aus klinischen Beobachtungen wie aus Experimenten abgeleitet. Sehr wahrscheinlich ist diese Annahme nicht; ein Beweis ist bis jetzt nicht geliefert worden.

Die vasomotorischen und secretorischen Bahnen.

Die Vasomotoren verlaufen im Vorderseitenstrang, treten in die vordere graue Substanz ein und verlassen das Rückenmark durch die vorderen Wurzeln (Dittmar), um dann durch die Rami communicantes zum Sympathicus überzutreten. Dass es sich hier um centrifugal leitende Fasern handelt, ergibt sich daraus, dass Durchschneidung des Rückenmarks die Gefäße unterhalb des Schnittniveaus lähmt, während Reizung des distalen Rückenmarktheiles Contraction dieser Gefäße bedingt. Nach Stricker verlaufen in den hinteren Wurzeln Vasodilatoren.

Ganz unbekannt ist der Verlauf der secretorischen und der etwaigen trophischen Nerven. Ueber die Frage der trophischen Nerven siehe unten.

Ist die Rückenmarkssubstanz erregbar?

Die so mannigfachen Functionen dienenden Leitungsfasern des Rückenmarks sollen nach Schiff's Lehre selbst unerregbar sein. Die Reizung der Hinterstränge erzeugt zwar beim Thierversuch Empfindungen, aber wie behauptet wurde, lediglich in Folge der Miterregung der hindurchtretenden hinteren Wurzelfasern. Ebenso soll die Reizung der Vorderstränge nur dann zu Bewegungen führen, wenn gleichzeitig vordere Wurzeln erregt werden. Schiff hatte auf Grund seiner Anschauung die Rückenmarkssubstanz als ästhesodische und kinesodische (Empfindung beziehungsweise Bewegung leitende, aber selbst nicht empfindliche) Substanz unterschieden.

Anderweitige Versuche aber sprechen dafür, dass wahrscheinlich eine Erregbarkeit auch der Rückenmarkssubstanz besteht (Fick und Biedermann). In der neueren Zeit hat man sich immer mehr dieser Ansicht zugeneigt. So konnten Gad und Flatau die elektrische Reizbarkeit der Pyramidenbahnen im Rückenmark mit Bestimmtheit erweisen

B. Die reflectorische Thätigkeit des Rückenmarks.

Das Rückenmark stellt nicht blos eine Leitung dar, sondern enthält eine ganze Anzahl von sogenannten Reflexcentren, d. h. Anord-

nungen, durch welche centripetal leitende Fasern mit gewissen Gruppen von motorischen Ganglienzellen in Beziehung treten, so dass die Erregung jener Fasern auf bestimmte Muskeln, beziehungsweise Muskelgruppen übertragen wird, eine Einrichtung, durch welche das Eintreten zweckmässiger Muskelsynergien in grosser Mannigfaltigkeit auf peripherische Reize hin gewährleistet wird.

Schon frühere Beobachter, Rob. Whytt, Legallois u. A. hatten beobachtet, dass das Rückenmark auch nach Abtragung des Gehirns auf Reizung Bewegungen auszulösen im Stande ist. Prochaska bezeichnete diese Erscheinungen als Reflexion; sie wurden indessen nicht von den Empfindungen unterschieden und im Wesentlichen als instinctiv zweckmässige Bewegungen aufgefasst. Der scharfen Auffassung M. Hall's entging es nicht, dass diese Bewegungen ganz besonderer Natur, von den willkürlichen vollkommen verschieden waren. Indem er das Rückenmark als Centralorgan für diese Bewegungen auffasste, nahm er für dieselben ein eigenes Fasersystem an, welches er als excitomotorisches bezeichnete. Joh. Müller führte dagegen die Reflexbewegungen auf dieselben Fasern zurück, welche die Empfindung vermitteln. Seiner Auffassung hat sich die Mehrzahl der Physiologen angeschlossen.

Ein wirklicher Zusammenhang centripetaler Bahnen mit centrifugalen, speciell mit motorischen Ganglienzellen, wie er für die Ueberleitung der Erregung zu postuliren wäre, ist nirgends zu erweisen. Derselbe ist aber ebensowenig für die motorische oder sensible Leitung allein vorhanden. Die Pyramidenfasern müssen mit den vorderen Wurzeln, jedenfalls in der Mehrzahl, mittelst der motorischen Ganglienzellen des Vorderhorns zusammenhängen. Andererseits endigen Fasern, welche von der hinteren Wurzel her in das Vorderhorn einstrahlen, in der Nähe der Vorderhornzellen. Dieselben stellen offenbar die Reflexbahnen dar. v. Kölliker hat diese Bündel daher geradezu als Reflexcollateralen bezeichnet. Es ist unwahrscheinlich, dass es diese sogenannten Reflexcollateralen allein sind, welche die Reflexe leiten, vielmehr ist anzunehmen, dass der Reflexbogen noch durch ein intermediäres Neuron hindurchgeht (Strangzellenneuron), wofür z. B. die Thatsache der mit dem Reflex gleichzeitigen Empfindung (siehe unten) spricht, sowie die gleichzeitig für beide auftretende Verlangsamung (vgl. Anatomie, Fig. 5, S. 28).

Man hat, jedoch wie es scheint, mit Unrecht, bezweifelt, ob diejenigen Vorderhornzellen, welche als Durchgangspunkte für die Reflexe dienen, dieselben sind wie die motorischen, welche die Pyramidenfasern mit den vorderen Wurzeln verbinden.

Gegen die Bedeutung der multipolaren Vorderhornzellen als Reflexvermittelnde Elemente ist angeführt worden, dass dieselben bei amy-

trophischer Lateralsklerose bis in das Lendenmark hinunter atrophirt und dennoch die Sehnenreflexe gesteigert sind (Erben). Jedoch ist dieser Einwand nicht stichhaltig. So lange noch motorische Leitung da ist, sind auch noch functionirende Ganglienzellen vorhanden; und der Reflexvorgang kann sehr wohl gesteigert sein, wenn auch die Anzahl der Ganglienzellen abgenommen hat. Die Reflexfunction der restirenden Zellen kann dabei auf Grund der Seitenstrangerkrankung sehr wohl gesteigert sein.

Die einfachsten Reflexe haben ihren Reflexbogen in demselben Rückenmarkssegment, in welchem die hintere Wurzel eintritt: auch lässt sich experimentell erweisen, dass sogar gekreuzte Reflexe, d. h. eine contralaterale Muskelcontraction, in so kurzen Reflexbögen stattfinden können (Gad). Beispiele einfachster Reflexe beim Menschen, beziehungsweise Säugethier, sind die Sehnenreflexe, die Dorsalflexion des Fusses bei Reizung der Fusssohle (Plantarreflex) etc.

So besteht, wie es scheint, eine constante äusserst einfache Beziehung darin, dass auf mechanische Erschütterung der Sehne, beziehungsweise Reizung der sensiblen Muskelnerven, sich der entsprechende Muskel contrahirt; ebenso auf Erschütterung der knöchernen Gelenkenden, beziehungsweise der Knochen überhaupt die inserirenden Muskeln. Schon in den einfachsten Reflexbewegungen drückt sich der Charakter der Zweckmässigkeit aus, indem dieselben die Tendenz haben, die gereizte Stelle vom Reizobject zu entfernen und dadurch zu schützen; beim Lidreflex wird der Schutz nicht durch Flucht, sondern durch Bedecken der bedrohten Stelle erzielt. Manche Reflexe haben einen weitergehenden zweckmässigen Charakter, wie der Umklammerungsreflex des Frosches, der Schluckreflex etc. Ein anderweitiger Typus der Reflexe, nämlich der Charakter der Abwehrbewegung, wird im Allgemeinen erst durch complicirtere Muskelsynergien erreicht. Die Sehnen- und Knochenreflexe haben offenbar ihre Bedeutung für die antagonistische Synergie; bei Action eines Muskels oder einer Muskelgruppe werden die Sehnen der antagonistischen Muskeln gedehnt und folglich letztere zur Contraction veranlasst, ein Vorgang, welcher nothwendig ist, um die Action der primär thätigen Muskeln zu moderiren und der Locomotion einen abgestuften und gerundeten Charakter zu geben.

Complicirtere Reflexbewegungen spielen sich in langen Reflexbögen ab, d. h. solchen, welche ihren Schluss nicht in einem einzigen, sondern in mehreren Rückenmarkssegmenten, beziehungsweise erst im verlängerten Mark oder Mittelhirn finden.

Die anatomischen Bedingungen für die Ausbreitung des Reizes auf verschiedene und entferntere Rückenmarksabschnitte sind in reichem Masse vorhanden. Die aus der Gabelung der hinteren Wurzelfaser hervorgehenden

longitudinalen Stammfasern beherrschen, namentlich die aufsteigenden, ein weites Gebiet der Längsausdehnung des Rückenmarks, indem sie streckenweise Collateralen abgeben; dadurch ist eine Vorrichtung geschaffen, welche es ermöglicht, dass ein sensibler Reiz in die verschiedensten Niveaus des Rückenmarks eintreten kann. Da bei schwacher Reizung nur die von dem Niveau des Wurzeleintrittes aus innervirten Muskeln in Thätigkeit treten, bei wachsender Reizung aber der Reflex sich immer mehr auf andere Muskelgebiete, und zwar proximalwärts erstreckt (siehe unten), so ist anzunehmen, dass die Erregungswelle für ihren Eintritt in die der hinteren Wurzel zunächst liegenden Collateralen am wenigsten Widerstände findet, während sie sich in den entfernteren Collateralen mehr und mehr erschöpft — eine Folgerung, welche auch v. Lenhossék mit Rücksicht auf die Localisation der Empfindung zieht.

Hiezu kommt, dass zahlreiche Fasern vorhanden sind, welche die Querschnitte verschiedener Höhen mit einander verbinden (Fortsätze der Strangzellen). — Dem Uebertritt der Erregung auf die andere Seite dienen wohl die Fortsätze der Commissurenzellen.

Es bestehen also anatomische Bedingungen, welche den centripetalen Erregungen gestatten, sich nicht auf das zunächst zugehörige motorische Gebiet zu beschränken, sondern sich auf andere Abschnitte der motorischen Kerne in der Querrichtung wie in der Längsrichtung zu verbreiten. Diese Verbindungen müssen geradezu allseitige sein, da bei Steigerung der Intensität des Reizes, beziehungsweise Steigerung der Erregbarkeit des Nervensystems schliesslich eben nahezu alle Körpermuskeln in den sich ausbreitenden Erregungskreis hineingezogen werden.

Für die besondere Bedeutung der langen Fasern (Hinterstrangfasern?) mit Bezug auf die Leitung der Hautreflexe sprechen die Versuche von Rosenthal und Mendelsohn: Wenn man beim Thiere durch eben »ausreichende« Reizung sensibler Nerven Reflexe erzeugt und den Einfluss von Schnitten durch das Rückenmark in verschiedenen Höhen prüft, so ergibt sich, dass für das Zustandekommen der Reflexe bei eben ausreichenden Reizen der unversehrte Zusammenhang der sensiblen und motorischen Bahnen mit dem am und dicht unterhalb des Calamus scriptorius gelegenen Theil des Rückenmarks nothwendig ist, dass also an dieser Stelle alle Hautreflexe am leichtesten auf motorische Bahnen übertragen werden.

Der Umstand, dass die Verbreitung der Reflexe von der Intensität des Reizes abhängt, ist wahrscheinlich so aufzufassen, dass die Durchbrechung der vorhandenen Bahnen mit Widerständen verknüpft ist, welche sich mit der Entfernung und Verzweigung vergrössern. Während zunächst die Auslösung und Verbreitung der Reflexe in ganz feste Formen gegossen erscheint, zeigt sich weiter, dass die centripetale Erregung jed-

weder Herkunft eine fast schrankenlose Ausbreitung auf die verschiedenartigsten und entferntesten Muskeln erlangen kann, wenn ihre Intensität steigt, beziehungsweise auch, wenn die Erregbarkeit der Reflexapparate eine erhöhte ist. Pflüger hat die Gesetze der Reflexverbreitung abstrahirt. Sie lauten in ihrem wichtigsten Theil folgendermassen:

1. Das Gesetz der gleichseitigen Leitung für einseitige Reflexe.

Wenn dem Reize, welcher einen peripherischen Empfindungsnerven trifft, Muskelbewegungen auf nur einer Körperhälfte als Reflexe folgen, so befinden sich dieselben ohne Ausnahme und unter allen Umständen auf derjenigen Körperhälfte, welcher auch der gereizte Empfindungsnerv angehört.

2. Das Gesetz der Reflexionssymmetrie.

Wenn die durch eine gereizte Empfindungsfaser bedingte Veränderung im Centralorgan einseitige Reflexe bereits ausgelöst hat, und indem sie sich weiter verbreitet, auch Motoren der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte erregt, also doppelseitige Reflexe erzeugt, so werden stets und unter allen Umständen nur solche Motoren betroffen, welche auch bereits auf der primär afficirten Seite erregt sind, so dass also doppelseitige Reflexe nie in kreuzender Richtung erzeugt werden.

3. Das ungleich intensive Auftreten des Reflexes auf beiden Körperseiten bei doppelseitigen Reflexen.

Sobald die Erregung einer Empfindungsfaser Reflexionen in beiden Körperhälften auslöst, und zwar in der Weise, dass sie auf der einen Seite intensiver und heftiger sind, als auf der anderen, so befinden sich die stärkeren auf derjenigen Seite, welcher die gereizte centripetale Faser angehört.

4. Das Gesetz der intersensitiv-motorischen Bewegung und Reflexirradiation.

Die Richtung vom sensitiven nach dem motorischen Nerven im Centralorgan ist im Gehirn von vorn nach hinten, im Rückenmark von unten nach oben gekehrt, in beiden Fällen also gegen die Med. oblongata gerichtet.

Durch die Untersuchungen von Kronecker und Stirling wissen wir, dass zur Auslösung von Reflexen einfache Reize nicht geeignet sind, dass es vielmehr summirter Reize (Reizreihen) bedarf. Dies spricht in

hohem Grade dafür, dass der Reflexvorgang nicht in einem einfachen Ueberleiten einer Erregung von der centripetalen auf die centrifugale Faser besteht, sondern dass die Leitung Ganglienzellen passiren muss.

Da nun auch gewisse Empfindungen durch Reizreihen entstehen, wie z. B. Schmerz, und durch die graue Substanz geleitet werden (siehe oben), wobei wahrscheinlich dortige Ganglienzellen eine wesentliche Rolle spielen, so erwächst eine neue Beziehung zwischen Reflexvorgang und Empfindung.

Dieselbe drückt sich auch in der unmittelbaren Beobachtung aus, indem nämlich vielfach mit dem Reflexvorgang eine eigenartige Empfindung verknüpft ist, welche bis zu einer gewissen Höhe wächst, bei welcher dann die Muskelcontraction hereinbricht (z. B. Ekelgefühl mit Würgebewegung). Diesen Parallelvorgang kann man sich schematisch so vorstellen, dass die an die centripetale Faser anstossende Zelle, welche die Reihe der Erregungen in sich aufstapelt, sich nach zwei Richtungen hin entlädt, einmal nach dem Centrum hin (bewusste Empfindung) und zweitens zugleich nach motorischen Fasern hin (Reflexbewegung). Dagegen liegt durchaus keine Nothwendigkeit vor, aus dem Bestehen der mit dem Reflex verbundenen Empfindung zu schliessen, dass der Reflexbogen durch die Hirnrinde gehe, wie Jendrassik will.

Gewisse geordnete Reflexe kommen noch bei Durchtrennung, beziehungsweise Zerstörung des Brustmarks zu Stande (beim Warmblüter): das Anziehen der hinteren (unteren) Extremitäten bei Hautreizen, das Kratzen gekitzelter Hautstellen mit den Hinterpfoten, Harn- und Kothentleerung, Erection, Gebäract.

Geordnete Reflexe gleichzeitig in weit von einander liegenden Markstellen scheinen in der Regel nach Abtrennung des Rückenmarks von der Medulla oblongata nicht mehr statthaben zu können. Die letztere enthält vielleicht ein Reflexorgan höherer Ordnung, welches die verschiedenen Reflexprovinzen des Rückenmarks leitend verbindet (Ludwig und Owsjannikow).

Die Reflexerregbarkeit des Rückenmarks wird durch eine Reihe von Stoffen herabgesetzt, so durch Chloroform, Morphinum, Bromkalium, Chinin, wahrscheinlich nach vorübergehender Erhöhung (nach Landois). Strychnin steigert die Reflexerregbarkeit.

Eine reflectorische Beziehung einfachster Art ist die Auslösung einer Muskelcontraction durch die Reizung der zugehörigen sensiblen Sehnen-, beziehungsweise Muskelnerven, der sogenannte Sehnenreflex. Dass der Muskel beim Beklopfen seiner Sehne zuckt, wurde zuerst 1875 von Westphal und Erb unabhängig von einander gefunden. Die Studien über diesen Vorgang sind hauptsächlich an der Patellarsehne gemacht worden. Westphal bezeichnete die Zuckung des Quadriceps

beim Beklopfen seiner Sehne als »Kniephänomen«, um über das Wesen des Vorgangs nichts zu präjudiciren, Erb als »Patellarsehnenreflex«, da er die Zuckung für eine reflectorische ansah. Ueber das Wesen der sogenannten Sehnenreflexe sind zahlreiche Untersuchungen gemacht worden. Es wurde erkannt, dass die Sehnenreflexe in bestimmten Stellen des Rückenmarks localisirt sind und dass die Verbindungen dieser Stelle, sowohl die motorischen wie die sensiblen, mit Muskel und Sehne intact sein müssen, wenn die Zuckung zu Stande kommen soll. Diese Verbindungen stellen einen Reflexbogen dar. Jede Schädigung desselben führt Abschwächung, beziehungsweise Ausfallen der Zuckung herbei. Von fundamentaler Bedeutung, sowohl für die Lehre von den Sehnenreflexen wie für ihre diagnostische Verwerthung war die Entdeckung Westphal's, dass bei Tabes dorsalis das Kniephänomen fehlt. Westphal fasste die Beziehung der Sehnenphänomene zur Unversehrtheit des Reflexbogens so auf, dass erstere zwar auf der directen Erregung der Muskeln durch den Schlag auf die Sehne beruhen sollten, dass aber hiezu der Tonus des Muskels erforderlich sei, welcher eben reflectorisch bedingt sei. Erb's Ansicht ging, wie bereits bemerkt, dahin, dass die Muskelzuckung eine echte Reflexerscheinung sei.

In das Detail der Untersuchungen über diese Frage kann hier nicht eingegangen werden. Es sei nur bemerkt, dass die Ergebnisse derselben mehr für die Reflextheorie als für die Tonustheorie sprechen. Dieses Urtheil bezieht sich auch auf die besondere Fassung, welche Gowers der Tonustheorie gegeben hat, indem er meint, dass der gedehnte Zustand des Muskels die sensiblen Muskelnerven reize und reflectorisch eine Erregbarkeit des Muskels für locale mechanische Reize setze (»myotatische Phänomene«).

Auch durch Beklopfen von Fascien oder Periost kann man Muskelzuckungen auslösen. Nach Sternberg reduciren sich diese verschiedenen Reflexe auf den Knochenreflex, welcher darin bestehe, dass eine Erschütterung des Knochens eine Contraction sämmtlicher, den Knochen beherrschenden Muskeln, beziehungsweise auch entfernterer Muskeln, zur Folge hat, und welcher wahrscheinlich von den durch die Erschütterung des Knochens erregten Periostnerven ausgelöst werde. Auch von den Gelenkenden aus kann man reflectorische Muskelzuckungen beobachten.

Auf den Sehnenreflexen beruhen die sogenannten klonischen Phänomene (Fussklonus oder Fusszittern, Patellarklonus, Handklonus etc.). Es handelt sich um rhythmisch erfolgende Reflexe, welche durch Reizung der sensiblen Sehnen- und Muskelnerven bei der Contraction des Muskels unter dem Einflusse dauernder Spannung ausgelöst werden. Eine alternirende Zusammenziehung der zunächst gereizten

Muskeln einerseits und ihrer Antagonisten andererseits ist nicht anzunehmen.

- Von Interesse sind die gekreuzten Patellarreflexe, d. h. das Auftreten der Zuckung am anderen Bein beim Ausbleiben derselben an der Seite der Reizung, beziehungsweise das stärkere Auftreten derselben auf der entgegengesetzten Seite. Dieses Vorkommniß ist bei Hemiplegie und nach Rückenmarksverletzung beobachtet worden. Es beruht jedenfalls auf Verschiedenheiten in der Erregbarkeit der beiderseitigen spinalen Reflexcentren.

Hemmung der Reflexe.

Schon die Beobachtung des täglichen Lebens lehrt, dass Reflexbewegungen durch den Einfluss des Willens bis zu einem gewissen Grade gehemmt werden können.

Der unmittelbare Einfluss des Gehirns auf den Ablauf der Reflexbewegung wurde zuerst demonstriert in dem bekannten Versuche von Setschenow. Wenn man bei einem Frosche, welchem die Grosshirnhemisphären entfernt sind, die Lobi optici durch Aufstreuen eines Kochsalzkrystalles reizt, so sieht man eine bedeutende Verlangsamung der Reflexbewegung. Ausser diesen hemmenden Einflüssen des Gehirns sehen wir nun die Reflexe abhängig von einer ganzen Anzahl anderer Bedingungen, speciell von der Summe der gleichzeitig geschehenden Reize sensibler Nerven. So entfaltet stärkere Reizung eines centripetalen Nerven eine hemmende Wirkung, ja die zu heftige Reizung der sonst den Reflex auslösenden centripetalen Bahn vermag das Zustandekommen desselben zu hemmen. Andererseits können leichtere sensible Reize bahnend wirken.

Nach Gowers, der auf das Vorkommen von Verlust des Patellarreflexes bei Cerebellarerkrankung hinwies, hat das Kleinhirn einen antagonistischen Einfluss auf das Grosshirn, indem es die cerebrale Reflexhemmung hemmt. Es ist jedoch sehr fraglich, ob diese Auffassung das Richtige trifft.

Durch Sternberg's Untersuchungen wissen wir, dass die Vorgänge der Hemmung und Bahnung nicht bloß durch Vermittlung des Gehirns, sondern auch direct durch Vermittlung des Rückenmarks sich abspielen. So fand auch Sherrington, dass Reizung der Unterschenkelbeuger, beziehungsweise des sie versorgenden Ischiadicusastes das Zustandekommen des Patellarreflexes hemmt.

Zweifelhaft muss es noch bleiben, wie die Vorgänge der Reflexhemmung und -Bahnung zu erklären sind. Die Cardinalfrage ist, ob es wirklich Hemmungscentren gibt, d. h. Theile des Centralnervensystems, welche die specifische Function haben, hemmend auf die Thätigkeit

gewisser Reflexcentren zu wirken — oder ob die Hemmungserscheinungen der Ausdruck einer allgemeineren Beziehung ist, in welcher die Thätigkeit einer Reflexaction zu den sonst ablaufenden Erregungen, beziehungsweise Thätigkeitsäusserungen des Nervensystems steht. So ist Goltz bei der Erklärung der Erscheinungen von der Auffassung ausgegangen, »dass ein Centrum, welches einen bestimmten Reflexact vermittelt, an Erregbarkeit für diesen einbüsst, wenn es gleichzeitig von irgend welchen Nervenbahnen aus, die an jenem Reflexact nicht betheiligt sind, in Erregung versetzt wird«.

Bastian (1890) hat bei vier Fällen von totaler Querschnittszerstörung des Rückenmarks im unteren Halstheil, beziehungsweise oberen Dorsaltheil, die Sehnenreflexe vermisst, auch nachdem von einer Shockwirkung nicht mehr die Rede sein konnte. Er leitete hieraus den Satz ab, dass beim Menschen eine Steigerung der Sehnenreflexe nach hohen Rückenmarksläsionen nur bei unvollkommenen Continuitätstrennungen eintrete, während bei totalen Querläsionen, im Gegensatze zum Thierexperiment, schlaffe Lähmung mit Aufhebung der Sehnenreflexe resultire. Beobachtet waren einschlägige Fälle auch schon vor Bastian von deutschen, englischen und belgischen Autoren, freilich ohne dass auf diese Thatsache besonderer Nachdruck gelegt worden war. In Deutschland fand die Bastian'sche Lehre 1893 zunächst seitens Sternberg's und Bruns' ihre Würdigung und wurde den Meisten erst durch diese Autoren bekannt. Namentlich war es Bruns, der durch Mittheilung eines klinisch und anatomisch gründlich untersuchten Falles, bei welchem das Reflexcentrum im Lendenmark sich als intact erwies, das Interesse für die der geläufigen Vorstellung widersprechende Lehre Bastian's wachrief.

Hiermit war die Angelegenheit in den Mittelpunkt des neurologischen Interesses gerückt und es folgte Arbeit auf Arbeit, Mittheilung auf Mittheilung. Meist wurde die Bastian'sche Beobachtung bestätigt und vorzugsweise handelte es sich bei den mitgetheilten Fällen um traumatische Rückenmarksaffectionen. Aber auch Einwendungen wurden erhoben, theils dahin gehend, dass trotz nahezu völliger Leitungsunterbrechung dennoch Vorhandensein der Sehnenreflexe constatirt wurde, theils dahin, dass auch bei unvollkommener Querschnittserkrankung die Reflexe fehlen können, endlich dahin, dass bei absoluter Continuitätstrennung die anfänglich geschwundenen Sehnenreflexe wiederkehren können. Die Bedenken ersterer Art erlangten keine Geltung, weil die Continuität der Leitung histologisch nicht als vollkommen aufgehoben anzusehen war, beziehungsweise weil, wie in dem Senator'schen Falle, keine Sicherheit darüber bestand, ob nicht zu der Zeit, als klinisch noch Vorhandensein und Steigerung der Sehnenreflexe beobachtet wurde, noch leitungsfähige Substanz in der erkrankten Stelle befindlich gewesen war.

Bemerkenswerth ist, dass diese Fälle (Daxenberger, D. Gerhardt, Senator) langsame Compression des Rückenmarks betrafen. Noch weniger vermochten die Fälle von unvollkommener Leitungsstörung mit Fehlen der Reflexe die Bastian'sche Lehre zu erschüttern, da sich meist Betheiligung der Gegend des Lendenmarks oder peripherischer Nerven nachweisen liess oder sonst die Fälle nicht einwandfrei erschienen. So war es berechtigt, nach physiologischen Erklärungen zu suchen. Bastian (dem sich Bruns und van Gehuchten anschliessen) meinte, dass die Aufhebung der Reflexe dadurch bedingt sei, dass das lumbale Reflexcentrum dem Einflusse des Kleinhirns entzogen sei (Jackson), welches tonisirende Einflüsse auf die Muskeln ausübe. Eine andere Erklärung geht dahin, dass es sich um eine functionelle Herabsetzung im lumbalen Reflexcentrum in Folge von Reizung von Hemmungsbahnen an dem Erkrankungsherd handle (Sternberg, Gerhardt und Andere). Diese Erklärung ist schon wegen der Annahme einer beständigen Reizung bedenklich. Bischoff sucht die Ursache in einer Lähmung der Vasomotoren unterhalb der Erkrankungsstelle. Andere fahndeten auf feinere pathologisch-anatomische Veränderungen im Lendenmark, welche das Fehlen der Reflexe erklären sollten.

Marinesco fand Alterationen an den Strangzellen des Lendenmarks bei Nissl-Färbung, ferner auch seltener der Vorderhornzellen; jedoch bestand Muskelatrophie und Degeneration intramusculärer Nerven, welche secundär zur Ganglienzellenveränderung geführt haben möchte. van Gehuchten sah experimentell bei Hunden nach totaler Durchtrennung des Brustmarks Chromatolyse (in Nissl-Präparaten) in gewissen Zellen der grauen Substanz des Lendenmarks, welche er als diejenigen Strangzellen anspricht, deren Achsen-cylinder durchschnitten worden sind; die Vorderhornzellen blieben unversehrt und eine Rückbeziehung des Fehlens der Patellarreflexe auf die Ganglienzellenveränderungen des Lendenmarks erscheint ihm daher nicht angängig. Sano fand bei hierhergehörigen Fällen gleichfalls unter Anwendung der Nissl-Färbung krankhafte Veränderungen in den Zellen der Clarke'schen Säulen; dies würde dem van Gehuchten'schen experimentellen Nachweise entsprechen. Ein entsprechender Befund wurde durch F. Brasch aus dem Krankenhause Moabit erhoben. Letzterer fand ausserdem noch eine Anzahl von alterirten Vorderhornzellen (wie schon Egger in einem Falle auf der einen Seite gesehen hatte) und Degeneration einzelner intramedullärer vorderer Wurzelfasern bei Marchi'scher Färbung.

Die Deutung dieser Befunde kann freilich eine verschiedenartige sein. Es kann in Zweifel gezogen werden, ob sie eine hinreichende Erklärung für das Verschwinden der Reflexe geben und ob sie durch die hohe Rückenmarksläsion veranlasst oder accessorischer Natur sind. Sicherlich sind die anatomischen Veränderungen zu gering, um die bedeutende Ausfallserscheinung von ihnen selbst abzuleiten; sie können aber als Ausdruck einer vorhandenen noch schwereren functionellen Störung betrachtet werden. Bei länger bestandenen, unter den Erscheinungen der Kachexie u. s. w. zu Grunde gegangenen Lähmungsfällen wird man auf derartige Befunde überhaupt nicht

allzu viel Gewicht legen dürfen; allein der zweite Fall von Brasch betraf eine traumatische Zerstörung des unteren Halsmarks, welche nach elf Tagen zum Tode führte; auch hier fanden sich Alterationen der Clarke'schen Zellen und vereinzelt, nach Marchi sich färbende intramedulläre vordere Wurzelfasern. Es erscheint die Vorstellung berechtigt, dass das dauernde Fehlen aller centralen Reize die zunächst im Shock befindlichen — denn es handelt sich vorwiegend um traumatische Fälle — Neurone des Lendenmarks aus ihrer Lethargie nicht wieder erwachen lässt und schliesslich auch das Entstehen trophischer Veränderungen nach sich zieht, entsprechend unseren Ausführungen auf S. 114, im Abschnitt V des dritten Capitels.

Die Abweichung vom Thierexperiment suchte Bruns durch die Vorstellung zu erklären, dass beim Menschen die Reflexe eine grössere Abhängigkeit vom Gehirn zeigen sollten, wofür die Beobachtung Sherrington's zu sprechen schien, dass beim Affen nach Rückenmarksdurchschneidung der Patellarreflex erst später sich wieder einstellte als bei niederen Thieren.

Gleichgiltig nun, ob diese Ableitung der histologischen Alterationen richtig ist oder nicht, so bleibt bestehen, dass auch sie das Fehlen der Sehnenreflexe auf die Abtrennung des Rückenmarks vom Gehirn zurückführt, entsprechend der Bastian'schen Lehre. Es sei hier übrigens bemerkt, dass die Hautreflexe sich verschieden verhalten, ebenso wie die Sphinkteren, und jedenfalls nicht so regelmässig betroffen sind, wie die Sehnenreflexe.

Neuerdings aber, und damit gelangen wir zu der dritten der oben genannten Einwendungen, sind berechtigte Zweifel entstanden, ob diese Lehre selbst überhaupt richtig ist. Bedeutungsvoll ist in dieser Hinsicht der Fall von Kausch (Mittheilungen aus den Grenzgebieten. 1901), auf den wir hier ausführlicher eingehen.

Es handelte sich um einen Fall von schwerer Compressionslähmung in Folge von Wirbeltuberculose, mit stark gesteigerten Reflexen und Hypertonie; nach dreijährigem Bestehen des Leidens wurde die operative Eröffnung des Wirbelcanals durch Laminektomie am sechsten bis achten Brustwirbel vorgenommen, bei welcher es zu einer totalen Querschnittsunterbrechung des Rückenmarks kam. Darauf waren zunächst die Reflexe und der Muskeltonus völlig verschwunden; 22 Stunden nach der Operation sind erstere jedoch zurückgekehrt, nach 48 Stunden ist auch Muskeltonus wieder vorhanden. Tod $5\frac{1}{2}$ Monate nach der Operation. Gegen Ende des Lebens nahmen die Sehnenreflexe wieder ab und sind vor dem Tode nicht mehr nachweisbar. — Der Fall beweist, dass beim Menschen ebenso wie im Thierexperiment die Sehnenreflexe auch bei völlig durchtrenntem Rückenmark bestehen bleiben, von Shockerscheinungen abgesehen. Der Fall spricht auch dagegen, dass es zum Tonus unter allen Umständen der Einwirkung des Kleinhirns bedarf, zeigt vielmehr, dass unabhängig vom Kleinhirn eine Hypertonie bestehen kann.

Uebrigens liegt ein ähnlicher von Fr. Schultze schon lange Zeit vor Aufstellung der Bastian'schen Lehre mitgetheilte Fall vor, bei welchem trotz völlig aufgehobener Continuität des Rückenmarks die Patellarreflexe erhalten waren (bis mindestens fünf Monate nach der Verletzung). Wir betrachten diesen Schultze'schen Fall, wenn er auch aus älterer Zeit stammt, als einwandfrei.

Zwei Beobachtungen von Brauer sprechen gleichfalls in hohem Grade gegen die Bastian'sche Lehre (Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. 1900). Durch diesen Fall rückt nun auch ein Theil der bisher angezweifelte Fälle, wie der von Gerhardt und von Senator, in eine neue Beleuchtung, umsomehr, als die gegen dieselben angeführten Einwände doch etwas gekünstelt und hyperkritisch erscheinen mussten.

Kausch sucht die Erklärung für das Fehlen der Patellarreflexe bei den Fällen von Bastian, Bruns und Anderen in der Fernwirkung des Traumas.

Man muss sich demgemäss der Erklärungen begeben, welche auf der Continuitätsaufhebung als solcher beruhen, wie z. B. der von Bastian und Bruns vorgeschlagene. Uns erscheint die Annahme einer solchen fortgeleiteten Erschütterungswirkung nach Massgabe des bis jetzt vorliegenden Materials am wahrscheinlichsten. Balint, welcher gleichfalls den Standpunkt vertritt, dass die Unterbrechung der Leitungsbahnen an sich noch nicht zum Verlust der Reflexe führe, meint, dass letzterer auf besondere Complicationen, wie collaterales Oedem, venöse Stauung, Zunahme der Cerebrospinalflüssigkeit (letzteren Umstand hat auch Brauer angeschuldigt) zurückzuführen sei.

Für die Auffassung von Kausch spricht, dass man bei Enthaupteten den Patellarreflex zunächst noch minutenlang erhalten gefunden hat (Laborde, Barbé; — andere allerdings haben das Gegentheil gefunden); immerhin ist dieser Umstand nicht entscheidend, da derselbe noch nicht beweist, dass der Reflex sich auch auf die Dauer intact erhalten würde.

Ferner, wie schon erwähnt, die Fälle von Erhaltensein, beziehungsweise Steigerung der Sehnenreflexe bei langsam entstehender Leitungsunterbrechung; hauptsächlich ist es der Fall von D. Gerhardt*), welcher nach dieser Richtung belehrend ist.

Die pathologischen Alterationen im Lendenmark, über welche oben berichtet worden, finden vielleicht in der Erschütterung ihre wahrscheinlichste Erklärung.

Wenn diese Anschauung richtig ist, so würde es keinen wesentlichen Unterschied bedingen, ob das Rückenmark vollständig oder unvollständig abgetrennt ist, vielmehr würde es auf die lebendige Kraft der

*) Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde. 1894.

schädigenden Einwirkung ankommen; und dies scheint auch in der That nach der vorliegenden Casuistik das Massgebende zu sein. Im Uebrigen ist die Frage noch immer nicht als spruchreif zu betrachten.

Muskeltonus.

J. Müller hatte den Satz aufgestellt, dass alle willkürlichen Muskeln sich während des Lebens beständig in einem Zustande schwacher Contraction befinden, bedingt durch eine vom Rückenmark ausgehende automatische Erregung der motorischen Nerven. Jedoch ist diese Lehre jetzt auf Grund beweisender Experimente verlassen und dahin verändert worden, dass es sich nur um eine reflectorische Beeinflussung der Motilität durch die sensiblen Nerven handelt: Reflextonus. Ausserdem scheint ein tonuserhöhender Einfluss der cerebellospinalen Bahnen und ein hemmender der cerebrospinalen Bahnen vorhanden zu sein. Da die sensiblen Nerven sich fast beständig in einem je nach Umständen schwächeren oder stärkeren Erregungszustande befinden (durch die Last der Glieder, die Circulation, Kohlensäure, die äusseren Reize u. s. w.), so werden die Muskeln in einem gewissen Contractionszustande erhalten. Hieraus, sowie aus dem Umstande, dass die Muskeln alle etwas über ihre eigentliche Länge hinaus gedehnt sind, resultirt der normale Spannungszustand derselben, welcher nun pathologisch sowohl vermindert als vermehrt sein kann.

Einfluss der hinteren Wurzeln auf die vorderen.

Harless schrieb den sensiblen Fasern des Frosch-Ischiadicus einen die Erregbarkeit erhöhenden Einfluss auf die in demselben Nervenstamme verlaufenden motorischen Fasern zu und nahm auf Grund seiner Experimente an, dass diese Eigenschaft der ersteren einer eigenthümlichen centrifugal der Musculatur zugeführten Energie ihre Entstehung verdanke. Weiterhin haben Ludwig und Cyon, sowie Guttmann, diese Lehre von dem erregbarkeitserhöhenden Einfluss der hinteren Wurzeln auf die vorderen bestätigt, während v. Bezold und Uspensky, G. Heidenhain und Grünhagen dieselbe nach ihren Beobachtungen bestritten. In klinischer Hinsicht ist die Frage von keiner erheblichen Bedeutung. Sollte der erregbarkeitserhöhende Einfluss in der That bestehen, so wäre die Sache mit Landois wohl am besten so aufzufassen, dass durch die hinteren Wurzeln den motorischen Nerven fortwährend kleine Erregungen zufließen (siehe oben) und dass in Folge dieses bereits bestehenden schwachen Erregungszustandes der eine Bewegung auslösende Reiz niedriger zu sein braucht, als wenn die Nervenfaser völlig ruhte. Auf den will-

kürlichen Innervationsimpuls dürfte dieses Verhältniss kaum einen Einfluss ausüben.

Ein weitergehender Einfluss der Sensibilität auf die Bewegungen wird bei der Lehre von der Ataxie zur Sprache kommen (siehe viertes Capitel: »Symptomatologie«).

Die Reflexcentren.

Die Reflexcentren erstrecken sich durch die ganze Länge des Rückenmarks und greifen vielfach durch einander. Die wichtigsten derselben sind im Folgenden aufgezählt:

Das Reflexcentrum für den Patellarreflex liegt im oberen Theile der Lendenanschwellung (zweites bis viertes Lumbalsegment), das Centrum für den Achillessehnenreflex im Sacralmark.

Das Reflexcentrum für die Harnentleerung ist beim Menschen im Conus medullaris (dritten und vierten Sacralnerv, Stilling'scher Sacralhorn) gelegen.

Die Mechanik der Harnentleerung ist für die Pathologie wichtig, da gerade in dieser Beziehung bei Rückenmarks-Erkrankungen bedeutende Störungen vorkommen. Es betheiligen sich bei der Harnentleerung einmal der Reflexact und ferner ein willkürlicher vom Gehirn ausgehender Act. Erreicht die Füllung der Blase einen gewissen Grad, so ruft sie durch Spannung der Blasenwandung eine Nervenregung hervor, welche zum Gehirn fortgeleitet und dort als Harndrang empfunden wird.*) Ausserdem aber wird reflectorisch eine stärkere Contraction des Sphinkters, sowie auch eine solche des Detrusors hervorgerufen, wobei jedoch zunächst diejenige des Sphinkters überwiegt.

Der Sphinkter (bekanntlich quergestreift) kann gleichzeitig willkürlich innervirt werden (beim Anhalten des Urins), wie auch andererseits die reflectorische Contraction desselben willkürlich gehemmt werden kann (bei der willkürlichen Harnentleerung).

Die motorische Innervation der Blase erfolgt durch den N. hypogastricus und N. erigen, der Blasenverschluss geschieht durch eine tonische Contraction des Sphincter vesicae; soll der Urin ausgetrieben werden, so wird nicht einfach, wie man früher annahm, der Sphinkterverschluss durch den Detrusor überwunden, sondern ersterer erschlafft activ und unabhängig davon contrahirt sich der Detrusor. Wie es scheint, wird der Blasenverschluss vom N. hypogastricus beherrscht, während der N. erigen die Contraction des Detrusor hervorruft (Rehfisch). Wie der Nachlass des Sphinktertonus zu Stande kommt, ist noch strittig. Nach v. Zeissl enthält der N. erigen zugleich Hemmungsfasern für den Sphinkter und andererseits der N. hypogastricus Hemmungsfasern für den Detrusor — was aber von anderer Seite, besonders Rehfisch, bestritten wird. Ob beim Menschen in den sympathischen Ganglien

*) Nach Goltz wird durch die reflectorische Blasenwandcontraction ein wenig Urin in die Harnröhre gedrängt und erst hiedurch verspüren wir den Harndrang.

ein den spinalen Centren nebengeordnetes Blasenreflexcentrum besteht, bedarf gleichfalls noch der weiteren Erforschung.

Der heftigste Harndrang wird von den sensiblen Nerven des Harnröhrenanfangs her erregt. Wenn Jemand bei geringer Anfüllung der Blase, welche noch keine merkliche Spannungsempfindung setzt, mit der Bauchpresse einen Druck ausübt, so erhält er dann vielfach die Empfindung des Harndrangs, indem er etwas Urin in den Harnröhrenanfang gedrückt hat. Manche Leute bedienen sich dieses Mittels, um sich selbst über den Füllungszustand ihrer Blase zu unterrichten, z. B. bei Gelegenheiten, wo voraussichtlich längere Zeit hindurch keine Möglichkeit den Urin zu entleeren besteht. Auch durch zeitweilige Hemmung der tonischen Contraction des Sphinkters können einige Tropfen in die Harnröhrenmündung gebracht werden. Soll unter denselben Umständen, also bei nur mässig oder wenig gefüllter Blase der Harn entleert werden, so wird nach Eintritt einiger Tropfen in die Harnröhrenmündung der Sphinkterreflex willkürlich gehemmt, während gleichzeitig der von der Harnröhrenmündung ausgehende Reiz reflectorisch den Detrusor zur Contraction bringt.

Wird das Rückenmark oberhalb des Centrum vesico-spinale durchtrennt, so tritt zunächst Harnverhaltung ein, weil die nun nach Abtrennung vom Gehirn noch stärkere reflectorische Contraction des Sphinkters diejenige des Detrusors überwiegt. Hiebei kann es, wie Goltz gezeigt hat, durch peripherische Reize noch zu Harnentleerung im Strahle kommen. Indem nun der sich ansammelnde Harn die Blase immer mehr ausdehnt, wird schliesslich die Harnröhrenöffnung so weit auseinandergezogen, dass Urin tropfenweise austritt, wobei jedoch die Blase dauernd stark gefüllt bleibt, da eben nur so viel abfließt, als das Retentionsvermögen der Blase übersteigt.

Die vorkommenden Störungen der Urinentleerung siehe bei der Allgemeinen Symptomatologie.

Das Centrum für die Kothentleerung ist in derselben Region wie das Blasencentrum gelegen. Nach Durchschneidung des Rückenmarks oberhalb des Reflexcentrums soll sich, wenn man den Finger in den After einführt, der Sphincter ani rhythmisch um den Finger zusammenziehen.

Mechanismus der Kothentleerung. Treten die Kothmassen in den Mastdarm ein, so entsteht eine Erregung der sensiblen Nerven, welche einmal die bewusste Empfindung des Stuhldrangs erzeugt, zweitens aber auch reflectorisch die Sphinkteren zur Contraction bringt. Wahrscheinlich wird, wenn es zur Stuhlentleerung kommen soll, vom Gehirn aus dieser Reflex gehemmt, während nun die Bauchpresse mit ihrer Wirkung hinzutritt.

Centrum für die Darmbewegung. Goltz hat gefunden, dass nach Zerstörung des Rückenmarks die Contraktionen des Oesophagus und Magens lebhafter werden. Hierin scheint die Erklärung für eine pathologische Beobachtung zu liegen, dass nämlich nach Zerstörungen, beziehungsweise intensiven Erkrankungen des Lendentheils (vielleicht auch anderer Partien?) profuse unstillbare Durchfälle eintreten.

Centrum für die Erektion. Liegt im Lendenmark, beziehungsweise im obersten Theile des Sacralmarks.

Centrum für die Ejaculation, Centrum genito-spinale (Budge). Liegt im Sacralmark, wie es scheint, tiefer als das Erectionscentrum. Die motorischen Nerven der Samenblasenmusculatur verlaufen beim Kaninchen im vierten und fünften Lumbalnerven und treten dann in den Sympathicus; die motorischen Nerven des M. bulbo cavernosus (Nn. perinei) liegen im dritten und vierten Sacralnerven. Mit dieser Localisation stimmen auch klinische Erfahrungen.

Centrum für die Uteruscontraction, im Lendenmark gelegen (Körner).

Centrum cilio-spinale (Budge). Reizung der vorderen Wurzeln des zweiten und dritten Dorsalnerven, sowie des betreffenden Rückenmarkstheiles vom sechsten Cervical- bis dritten Dorsalnerven bewirkt Erweiterung der Pupille, Integrität des Sympathicus vorausgesetzt. Die betreffenden motorischen Fasern treten nämlich durch die Rami communicantes zum Sympathicus. Trennung des Sympathicus vom Centrum cilio-spinale bewirkt Verengung der Pupille. Nach einseitiger Exstirpation des betreffenden Rückenmarksabschnittes erscheint die dazugehörige Pupille verengt. Wie es scheint, handelt es sich um ein tonisches Centrum für die Pupillenerweiterung (Langendorff). Nach den Forschungen und Beobachtungen von Mad. Klumpke-Déjérine, welche durch weitere klinische Beobachtungen durchaus bestätigt worden sind, kommt übrigens hauptsächlich die Höhe des ersten Dorsalnerven in Betracht. Vergleiche Näheres im Capitel über die Localisation.

Vasomotorische Centren. Die vasomotorischen Nerven verlaufen in den Vorderseitensträngen des Rückenmarks und treten mit den vorderen Wurzeln in den Sympathicus aus. Wahrscheinlich entspringen die vasomotorischen Nerven aus der vorderen grauen Substanz des Rückenmarks, in welcher durch die ganze Länge des Rückenmarks hin vasomotorische Centren verstreut sind. Nach Pierret soll das laterale Horn (hintere laterale Gruppe des Vorderhorns) den spinalen Ursprung des Sympathicus darstellen. Nach Stricker sollen in den hinteren Wurzeln Vasodilatoren verlaufen. Elektrische Reizung der vorderen Wurzeln mit tetanisirenden Strömen macht Arterienverengung (Pflüger); Zerstörung des Rückenmarks umgekehrt Arterienverengung. Nach neueren Untersuchungen von Goltz und Ewald jedoch wird bei Hunden die Regulirung der Gefässweite nicht wesentlich beeinträchtigt, wenn grosse Theile des Rückenmarks entfernt werden.

Ob es im Rückenmark besondere Secretionscentren (z. B. für Schweisssecretion), sowie trophische Centren ausser den vasomotorischen gibt, steht noch dahin.

Das Centrum der Nierenvasomotoren wird am Boden des vierten Ventrikels in der Nähe des Vaguskernes und der Stelle des Zucker-

stichs angenommen, da ein Einstich in diese Stelle Diabetes insipidus zur Folge hat. Continuitätstrennung der Bahnen zwischen diesem Centrum und den Nieren muss dieselbe Wirkung haben. Durchschneidung des Halsmarks jedoch führt zu Verminderung der Harnsecretion, weil auch die übrigen Vasomotoren grösstentheils gelähmt sind.

Die im verlängerten Mark gelegenen wichtigen Reflexcentren sind folgende:

Centrum des Lidschlusses, des Niesens, des Hustens (in Verbindung mit den Centren für den Glottisschluss), der Saug- und Kau- bewegung, der Schling-, Würg- und Brechbewegung. Auch ein dem Centrum cilio-spinale analoges oberes Centrum soll in der Medulla oblongata gelegen sein.

Die Integrität des verlängerten Marks ist, wie es scheint, nothwendig, damit die Rückenmarksreflexe die einer stärkeren Erregung entsprechende Ausbreitung erlangen. Wie dies mit den im anatomischen Capitel entwickelten Anschauungen über die Leitung der verbreiteten Reflexe zu vereinigen ist, steht dahin. Vielleicht handelt es sich nicht um ein in der Medulla oblongata gelegenes dominirendes Reflexcentrum, sondern darum, dass bei der Läsion der ersteren einflussreiche Hemmungswirkungen eintreten.

Für die pathologische Physiologie ist es von besonderer Wichtigkeit, dass in der Medulla oblongata die Kerne derjenigen Nerven gelegen sind, welche für die Stimmbildung und die Articulation der Sprachlaute in Betracht kommen (Hypoglossus, Facialis, Vagus, Accessorius). Hieraus erklärt sich die bei Erkrankungen des verlängerten Marks auftretende Anarthrie (Aufhebung des Articulationsvermögens), beziehungsweise Dysarthrie (Beeinträchtigung desselben).

Dem hinteren Theile der Rautengrube entsprechend ist das Athmungscentrum (Flourens' Nœud vital) gelegen, welches autochthon in Erregung versetzt wird. Auf die Physiologie des Athmungscentrums ist hier nicht näher einzugehen.

Endlich besitzt die Medulla oblongata herzregulirende Centren (Vaguskerne) — wie es scheint, nicht bloß ein verlangsamendes, sondern auch ein beschleunigendes Centrum.

Die in der grauen Substanz des Rückenmarks verbreiteten vasomotorischen Centren werden von einem in der Medulla oblongata gelegenen dominirenden Centrum beherrscht, dessen Erregung zur Verengerung sämtlicher Arterien und Erhöhung des arteriellen Blutdrucks, auch zur Erhöhung der Körpertemperatur führt; vielleicht existirt auch ein antagonistisch thätiges, die Gefässe erweiterndes Centrum im verlängerten Mark. Ueber die Nierenvasomotoren siehe oben.

Auf das vasomotorische Centrum der Medulla oblongata wird bekanntlich auch die Wirkung des Cl. Bernard'schen Zuckerstiches bezogen (Verletzung der Lebervasomotoren).

Auch secretorische Centren sind in der Medulla oblongata gelegen, nämlich für die Speichelabsonderung und für die Schweisssecretion.

C. Die trophischen Functionen des Rückenmarks.

In einer Reihe von Rückenmarkserkrankungen sehen wir trophische Störungen auftreten: Decubitus bei Myelitis, Arthropathien bei Tabes, Oedeme bei Syringomyelie etc. Schon seit langer Zeit wird die Frage ventilirt, ob diese Ernährungsstörungen einen unmittelbaren Bezug zu gewissen Rückenmarkstheilen haben, deren spezifische Function eine trophische wäre (trophische Centren) oder ob es sich nur um indirecte Beeinflussung der Ernährung durch die vasomotorischen, beziehungsweise durch etwaige secretorische Nerven handle (vgl. auch viertes Capitel: »Symptomatologie«).

Der durchsichtigste Fall von Einfluss des Rückenmarks auf die Ernährung ist die Atrophie der motorischen Nerven und der Muskeln nach ihrer Lostrennung vom Rückenmark.

Die ersten Beobachtungen über die Degeneration der Nerven nach Continuitätstrennungen, beziehungsweise nach Abtrennung vom Centrum verdanken wir Nasse (Ueber die Veränderungen der Nervenfasern nach ihrer Durchschneidung. Müller's Archiv für Anatomie. 1839, Heft V). Durch die weiteren Untersuchungen von Waller und Budge wurde die gesetzmässige Beziehung des Zerfalles der Nerven zur Läsion seiner centralen Verbindung festgestellt.

Die motorischen Nerven atrophiren, indem zunächst die Markscheide gerinnt, zerfällt, fettig degenerirt und schliesslich schwindet; weiterhin geht auch der widerstandsfähigere Achseneylinder zu Grunde.

Ueber die näheren histologischen Details bei der Nervendegeneration sind sehr viel verschiedene Ansichten ausgesprochen worden, ebenso darüber, ob die Degeneration der Nerven nach der Peripherie fortschreitet oder an allen peripherisch von der Continuitätstrennung gelegenen Punkten gleichzeitig auftritt, oder gar in der äussersten Peripherie früher sich geltend macht als an der der Verletzung anliegenden Strecke. Die Frage wird nun noch dadurch complicirt, dass die Degeneration von einer Regeneration gefolgt wird, welche, wie es scheint, schon in den ersten Stadien der Degeneration auftreten kann, so dass degenerirende und regenerirende Fasern neben einander zu finden sind. In neuester Zeit hat

v. Bünigner*) die Vorgänge einer erneuten Untersuchung unterzogen. Er findet, dass nach Verletzung des Nerven die Markscheide und der Achsencylinder im peripherischen Stück des Nerven bereits in den ersten Tagen der Degeneration und dem Untergang anheimfallen, während die Schwann'sche Scheide länger Stand hält und erst am Ende der zweiten Woche zu schwinden beginnt. Auf den Modus der Regenerationsvorgänge näher einzugehen, ist hier nicht der Ort.

Die Degeneration des motorischen Nerven erstreckt sich nun auch auf den Muskel, dessen quergestreifte Substanz unter gleichzeitiger Zunahme des interstitiellen Bindegewebes zerfällt und schwindet. Auch beim Muskel findet, wenn noch rechtzeitig die Verbindung mit dem Rückenmark wiederhergestellt wird, in gewissem Grade eine Regeneration statt.

Der für die Ernährung des motorischen Nerven und des Muskels so wichtige Theil des Rückenmarks ist das graue Vorderhorn, und zwar ist durch pathologische Erfahrungen (Kinderlähmung, spinale Muskelatrophie, Bulbärparalyse) erwiesen, dass es sich hierbei um die multipolaren grossen Ganglienzellen handelt. Jedoch ist noch nicht festgestellt, ob eine besondere Gruppe vorderer Ganglienzellen diese Functionen hat, oder ob allen, wenigstens allen denjenigen, deren Achsencylinderfortsätze sich den vorderen Wurzeln beimischen, dieser trophische Einfluss zukommt.

Die sensiblen Fasern sind in ihrer Ernährung in ähnlicher Weise vom Spinalganglion abhängig. Die berühmten Versuche Waller's (1852) über die Bedeutung der Spinalganglien, welche hauptsächlich an dem zweiten Cervicalnerven junger Katzen und Hunde angestellt wurden, dessen Spinalganglion 2—3 mm ausserhalb des knöchernen Wirbelcanals liegt, führten im Wesentlichen zu folgenden Ergebnissen: Wird die hintere Wurzel zwischen Rückenmark und Ganglion so durchschnitten, dass das letztere in keiner Weise verletzt wird, so bleibt das mit dem Ganglion in Verbindung stehende, peripherische Stück der hinteren Wurzel intact, ohne zu degeneriren, während das centrale mit dem Rückenmark verbundene Stück der hinteren Wurzel nach 1½—2 Monaten degenerirt; alle peripherisch vom Ganglion gelegenen Fasern bleiben normal. Wird dagegen der Nerv peripherisch vom Ganglion durchschnitten, beziehungsweise das letztere extirpirt, so atrophiren die sensiblen Fasern nach der Peripherie hin. Dieselben Resultate erhielt Waller später bei Fröschen. Die motorische Wurzel degenerirte peripherisch von der Durchschneidungsstelle und diese Degeneration setzte sich bis in die Muskeln hinein fort.

Es möge hier beiläufig erwähnt werden, dass die ersten Resultate Waller's sich von seinen definitiven dadurch unterschieden, dass er nach

*) Ueber die Degenerations- und Regenerationsvorgänge am Nerven nach Verletzungen. Habilitationsschrift.

Durchschneidung der hinteren Wurzeln central vom Spinalganglion auch das dem Ganglion noch anhängende Stück der sensiblen Wurzel und ebenso einige Zellen des Ganglions degenerirt fand; allein später erkannte er, dass dies die Folge einer gleichzeitigen Verletzung des Ganglions bei der Präparation sei; wird dieselbe vermieden, so tritt nur eine Degeneration des centralen Stücks der hinteren Wurzel ein.

Waller schloss aus seinen Versuchen, dass die Spinalganglien die trophischen Centren der sensiblen Spinalnerven darstellen, und wies darauf hin, dass dies Ergebniss mit gewissen Untersuchungen von Rud. Wagner übereinstimme, welcher gefunden hatte, dass die Spinalganglienzellen beim Zitterrochen bipolar sind. Das trophische Centrum der motorischen Nerven vermuthete er im Rückenmark selbst.

Diese Versuche Waller's wurden von verschiedenen Seiten (Cl. Bernard, Schiff, Bidder, Ranvier, Stiénon) nachgeprüft und bestätigt. Cl. Bernard fügte noch hinzu, dass nach Durchschneidung des Nerven peripherisch vom Ganglion letzteres und die hintere Wurzel intact bleibe

Unter der Leitung v. Gudden's stellte im Jahre 1883 Vejas eine Nachprüfung der Waller'schen Versuche an und gelangte hiebei zu einigen abweichenden Resultaten: so dass nach Durchschneidung der peripherischen Nervenfasern das Spinalganglion zu Grunde gehe u. A. m. Vejas schloss aus seinen Versuchen, dass die Waller'sche Lehre unrichtig sei.

Aber eine von Joseph (bei Gad) angestellte Nachprüfung der Vejas'schen und Waller'schen Versuche an Katzen konnte die Waller'schen Resultate Vejas gegenüber im Wesentlichen bestätigen. Jedoch in einem Punkte fand er eine Abweichung: nämlich bei peripherischer Durchtrennung des Nerven trat stets eine partielle Degeneration des Spinalganglions und der hinteren Wurzel, und andererseits bei Durchschneidung der hinteren Wurzel eine partielle Degeneration der Fasern des gemischten Nerven ein. Joseph zieht hieraus den Schluss: es gehen vom Rückenmark eine Anzahl von Fasern direct durch das Ganglion, ohne mit den Zellen desselben in Verbindung zu treten, hindurch, und wenden sich dann der Peripherie zu. Die Ernährung dieser directen Fasern findet anscheinend von den Centraltheilen aus statt.

Bezüglich der Frage, inwieweit die Spinalganglien für die peripherischen Gewebe als trophische Centren fungiren, kommt Joseph zu dem Schlusse, dass keine Thatsache bisher hiefür spreche und widerlegt damit Axmann, welcher den Spinalganglien trophische Functionen für die Erhaltung peripherischer Gebilde zugeschrieben hatte (s. S. 78). Für die sensiblen Fasern, abgesehen von den erwähnten das Ganglion durchziehenden directen Bahnen, stellt das Spinalganglion allerdings ein trophisches, ihre Integrität wahrendes Centrum dar.

Von Friedländer, Krause u. A. ist gezeigt worden, dass nach peripherischen Nervenverletzungen, speciell Amputationen, eine centralwärts sich erstreckende Degeneration gewisser, wahrscheinlich sensibler Nerven eintritt. Man hat daraus geschlossen, dass die sensiblen Fasern in der Peripherie trophische Centren besitzen (die Meissner'schen Tastkörperchen). Sowohl diese Frage, sowie auch das Problem des trophischen Einflusses der Ganglienzellen auf die Nervenfasern, beziehungsweise Muskeln, wird näher in dem dritten Capitel: »Pathologische Anatomie«, anschliessend an die Amputationsfrage, erörtert werden.

Die trophischen Einflüsse des Rückenmarks erstrecken sich nun nicht bloss auf die Nerven und Muskeln, sondern auch auf die anderweitigen peripherischen Gebilde, Haut, Gelenke etc. So werden der acute Decubitus bei Myelitis, die Gelenkveränderungen und Mal perforant bei Tabes dorsalis, die Panaritien bei Morvan'scher Krankheit, Oedem bei Syringomyelie mit trophischen Functionen des Rückenmarks in Verbindung gebracht. Auch hier wird hauptsächlich die vordere graue Substanz beschuldigt, ohne dass bis jetzt ein zwingender Beweis für die trophische Bedeutung derselben bezüglich der peripherischen Gebilde erbracht wäre.

Joseph hat für das Vorhandensein eigentlicher trophischer Nerven, welche nicht identisch mit den vasomotorischen seien, eine Lanze gebrochen. Er fand, dass, wenn man bei Katzen das Spinalganglion des zweiten Halsnerven mit gleich langen Stücken der hinteren und vorderen Wurzel, sowie einem Stück des Nervenstammes extirpirt, nach Verlauf von 5—27 Tagen, im Durchschnitt nach zehn Tagen, an circumscripten zwanzig- bis fünfzigpfennigstückgrossen Stellen eine vollkommene Kahlheit eintrat. Die Flecken sind von rundlicher oder ovaler Gestalt, grenzen sich scharf ab und gehören dem Ausbreitungsgebiet des durchschnittenen Nerven an. Joseph glaubt alle nicht nervösen Ursachen (Trauma, Parasiten etc.) ausschliessen zu können und von den in Frage kommenden nervösen Einflüssen auch die vasomotorischen. Denn abgesehen davon, dass bei der histologischen Durchforschung der Haut eine Veränderung der Gefässe sich nicht erweisen liess, stützt sich Joseph auf den von Gaskell erbrachten Nachweis, dass bei den Säugethieren vasomotorische Nerven das Rückenmark nur zwischen dem zweiten Brust- und dem zweiten Lendenerven verlassen. Der Umstand, dass der Haarschwund nicht über das ganze Ausbreitungsgebiet des geschädigten Nerven hin erfolgt, erklärt Joseph aus der Türck'schen Lehre von den »gemeinschaftlich« (seitens verschiedener Nerven) und »ausschliessend« innervirten Hautbezirken, welcher auch für die trophischen Nerven als giltig betrachtet werden könne.

Die Joseph'schen Untersuchungen sind nicht ohne Gegner geblieben. Man hat eingewendet, dass der Haarschwund nach dem in Rede stehenden

Eingriff nur in einem Theil der Fälle eintrete; ferner, dass doch das Fehlen vasomotorischer Nerven in den durchschnittenen Nerven immerhin nicht strict bewiesen sei.

Eine Entscheidung der in Frage der trophischen Nerven und der neuroparalytischen Entzündung ist noch nicht erfolgt. Für die Muskeln und Drüsen ist der trophische Einfluss centrifugal leitender Nerven erwiesen. Bezüglich der übrigen Gewebe sind die klinischen und pathologisch-anatomischen Thatsachen nicht so beschaffen, dass sie die Annahme specifischer trophischer Nerven erfordern. Vielmehr kommen wir hier mit der Vorstellung aus, dass die Regulirung der Nutrition durch die Gefässnerven erfolge (Nothnagel), welche reflectorisch von den die Sensibilität leitenden Nerven beeinflusst werden; durch diesen Reflexmechanismus geschieht die Anpassung der Ernährung an die localen äusseren und inneren Bedingungen. Auch diese Vorstellung ist keineswegs bewiesen, wenn auch durch einige Thatsachen gestützt (Marinesco et Sérieux). Näheres siehe drittes Capitel: »Symptomatologie, Trophische Störungen«.

Zur Physiologie der Spinalganglien.

Die Frage nach den trophischen Functionen der Spinalganglien für die Gewebe ist noch immer nicht gelöst. Für das Bestehen solcher Functionen schien die Thatsache zu sprechen, dass bei Herpes zoster Veränderungen der Spinalganglien gefunden worden sind. Ueber die Joseph'schen Versuche siehe oben.

Gaule hat beim Frosch nach Verletzung der Spinalganglien eigenenthümliche trophische Veränderungen der Haut, beim Kaninchen Blutungen in den Muskeln beobachtet. Jedoch haben sich diese Versuche keine allgemeine Anerkennung verschafft, Bikeles und Jasinski haben bei Katzen die lumbalen Spinalganglien einseitig extirpirt, ohne trophische Störungen zu beobachten, obwohl die Thiere lange genug lebten, um der etwaigen Entwicklung derselben Zeit zu geben. (Vgl. ferner oben S. 76).

Die Cerebrospinalflüssigkeit.

Die Cerebrospinalflüssigkeit (Liquor cerebrospinalis) befindet sich, wie bereits im Capitel »Anatomie« bemerkt ist, in dem maschigen Gewebe der Arachnoidea und dem Subarachnoidalraum und communicirt einerseits mit dem Liquor cerebrospinalis der Hirnventrikel und der Subarachnoidealräume des Gehirns, andererseits mit den Scheiden- und Lymphbahnen der abgehenden Nervenwurzeln. Es findet in dieser

Flüssigkeit eine doppelte Strömung, sowohl vom Rückenmark nach dem Gehirn hin wie in umgekehrter Richtung statt; ausserdem eine solche von den Nervenscheiden her, beziehungsweise in dieselben hinein. Demgemäss findet sich bei Hydrocephalus auch die Spinalflüssigkeit vermehrt. auf welchem Umstande die Quincke'sche Lumbalpunktion beruht. Die Cerebrospinalflüssigkeit ist eine klare alkalische Flüssigkeit, welche sich durch ihren sehr geringen Gehalt an festen Bestandtheilen auszeichnet; sie ist viel weniger concentrirt als Lymphe, hat ein specifisches Gewicht von 1005—1010, und erhält kaum 1% fester Stoffe; circa 0.5—0.27% Eiweisskörper, vorherrschend Globulin, wenig Albumin und Fibrinogen, Spuren von Zucker (oder reducirenden Substanzen? [Phenylhydrazinreaction]), ist fast frei von Zellen. Sie ähnelt nach Lewandowsky mehr einer Lymphflüssigkeit als einem Transsudat, zeigt im Vergleich zum Blutserum einen höheren Kaligehalt, enthält, wie es scheint, nie Alexine oder Agglutinine.

Die Menge der Flüssigkeit findet sich bei Spina bifida, bei allgemeinen Stauungszuständen, Hirntumor, Hydrocephalus, Meningitis tuberculosa stark vermehrt.

Der Druck, welcher in der Cerebrospinalflüssigkeit unter natürlichen Bedingungen herrscht, ist positiv, aber nicht besonders hoch (nach v. Leyden im Schädel = 10—11 cm Wasser); nach Kroenig bei horizontaler Seitenlage durchschnittlich 12.5 cm Wasser, bei sitzender Stellung durchschnittlich 41.0 cm Wasser. Der Druck, unter welchem sich der Liquor cerebro-spinalis befindet, setzt sich zusammen aus dem Elasticitätsdruck, der arteriellen Gefässspannung und dem hydrostatischen Druck, welcher letzterer in Seitenlage fortfällt (Pfaundler).

Ob dem Liquor krankhafter Weise ein erhöhter Druck zukommen könne, ist Gegenstand eines Streites bei der Hirndruckfrage geworden. Adamkiewicz meinte gegen v. Bergmann, eine solche erhöhte Spannung könne es nicht geben, weil die Flüssigkeit eben in die Lymphbahnen, Nervenscheiden und Venen abfliesse. Allein es ist genugsam erwiesen, dass bei Hydrocephalus u. s. w. der Liquor bei der Eröffnung des Duralraumes unter messbar erhöhtem Druck herausspritzt.

Die Cerebrospinalflüssigkeit ist von grosser hydrostatischer Bedeutung für das Centralnervensystem: fliesst sie bei zufälligen Verletzungen oder Operationen ab, so kommt es zu erheblichen nervösen Störungen und eventuell zu Hirnblutungen. Dieser Umstand ist bei der Rückenmarks-Chirurgie zu beachten.

Drittes Capitel.

Allgemeine pathologische Anatomie des Rückenmarks.

I. Pathologisch-anatomische Untersuchung des Rückenmarks.

Die Untersuchung des Organes in frischem Zustande durch Zerzupfen, beziehungsweise Abstreichen gibt oft wichtige Aufklärungen; namentlich geben sich die fettige Degeneration der Nervenfasern, Quellungs Zustände derselben und der Ganglienzellen, das Vorhandensein von Körnchenzellen, die Veränderungen der Gefässe bei frischer Untersuchung gut zu erkennen. Weniger dagegen die feineren Verhältnisse der Ganglienzellen und der Neuroglia, welche erst nach der Erhärtung gut zu verfolgen sind. Ausser in physiologischer Kochsalzlösung empfiehlt sich auch die Untersuchung in Essigsäure und besonders Kali- oder Natronlauge. Eine bedeutende Aufhellung wird durch Zusatz von Glycerin erzielt.

Wenn auch die frische Untersuchung immer noch von grossem Werth ist, so haben sich doch die Fortschritte in der Erkenntniss der pathologischen Anatomie der Rückenmarkskrankheiten eng an die Entwicklung der Fixirungs-, Erhärtungs- und mikroskopischen Untersuchungsmethoden ausgeschlossen. Von grundlegender Bedeutung war die Einführung der Chromsäure (Hannover), beziehungsweise der chromsauren Salze als Fixirungsmittel. Am meisten ist die Müller'sche Flüssigkeit (10 Theile doppelchromsaures Kali, 5 Theile schwefelsaures Natron auf 500 Theile Wasser), sowie eine Lösung von doppelchromsaurem Kali allein in Gebrauch; weniger das doppelchromsaure Ammoniak und die Chromsäure selbst.

Recht zweckmässig ist es, das Organ zunächst in 1%ige Lösung von doppelchromsaurem Kali zu bringen und weiterhin beim Wechseln der Flüssigkeit die Concentration zu verstärken, bis zu 2½ bis 3%. Jedoch auch bei Anwendung der gewöhnlichen Müller'schen Flüssigkeit von Anfang an erhält man recht gute Erhärtungen. Es ist unter

allen Umständen von Wichtigkeit, namentlich in der ersten Zeit, die Flüssigkeit häufig zu wechseln. Das Rückenmark wird, nachdem die Dura vorn und hinten eröffnet und nach den Seiten zurückgeschlagen, beziehungsweise zum Theil abgeschnitten worden ist, und nachdem eine Reihe von Durchschnitten durch die Rückenmarkssubstanz angelegt worden sind, in einem möglichst geräumigen cylindrischen, mit der Flüssigkeit gefüllten Gefässe aufgehängt. Bis zur genügenden Erhärtung vergeht ein Zeitraum von etwa zwei bis vier Monaten. Die zuerst wegen der Weichheit des Organs in grossen Zwischenräumen angelegten Durchschnitte müssen weiterhin, und zwar möglichst frühzeitig, vervielfältigt werden, bis schliesslich das Rückenmark in Stücke von 1—2 cm Länge zerlegt ist. Unter zunehmender Erhärtung nimmt die nervöse Substanz eine grünliche Färbung an und differenzirt sich scharf von den erkrankten Partien, welche hell erscheinen. Der Methode kommt also neben der guten Conservirung der Gewebsbestandtheile noch der Vortheil zu, dass man die Ausbreitung pathologischer Processe schon makroskopisch, beziehungsweise mittelst der Loupe vorzüglich beobachten kann. Durch Einstellung in den Brütöfen kann man die Härtung wesentlich beschleunigen; jedoch ist im Allgemeinen die Erhärtung bei gewöhnlicher Temperatur vorzuziehen.

Nächst den Lösungen der ¹⁹Chromsalze ist das gebräuchlichste Fixationsmittel das Formol (F. Blum). Man verwendet eine 10%ige Lösung des käuflichen (40%igen) Formalins. Diese Härtung gestattet die Anwendung aller gebräuchlichen Färbungsmethoden. Auch eine Mischung von Formol und Müller'scher Flüssigkeit zu gleichen Theilen (Orth) ist sehr empfehlenswerth.

Ausser den Lösungen von Chromsalzen werden auch andere Flüssigkeiten hie und da zur Färbung des Rückenmarks verwendet: so die Erlitzky'sche Mischung (5 Theile doppelchromsaures Kali, 1 Theil schwefelsaures Kupferoxyd, 200 Theile Wasser), welche schnell härtet, aber leicht Niederschläge erzeugt; Salpetersäure (für sehr kleine Stücke).

Um die Strukturverhältnisse, namentlich der Zellen, mit besonderer Schärfe und Naturtreue zu erhalten, sind gewisse Fixirungsmittel im Gebrauch; so der Alkohol, welcher aber mancherlei Nachtheile hat: vor Allem Flemming'sche Lösung und Sublimat.

In neuerer Zeit ist für diese Zwecke das Carnoy'sche Gemisch (Alkohol-Chloroform-Eisessig), ferner die Gieson'sche Lösung (Acid. nitr. 15·0, Acid. acet. glac. 4·0, Sublimat 20·0, Alkohol (60%) 100·0, Aqu. 880·0), endlich die Pikrinsäure in Verbindung mit Sublimat, Salpetersäure oder Schwefelsäure empfohlen worden. Zur Darstellung der Kernstructuren ist die Härtung in Hermann'scher Lösung (1%ige Platin-

chloridlösung 15 Theile, 2%ige Osmiumsäure 4 Theile, Eisessig 1 Theil) sehr geeignet.

Die mikroskopische Untersuchung kann man nun so vornehmen, dass man von dem schnittfähig gewordenen Organe Rasirmesserschnitte entnimmt und nach der älteren Clarke'schen Methode in Oel (Terpen- tinöl) oder, was gebräuchlicher ist, in Glycerin aufhellt; meist aber bedient man sich jetzt zur Erzielung feinerer und gleichmässigerer Schnitte der Mikrotome, welche noch den Vortheil gewähren, dass man leicht und bequem Schnittserien herstellen kann. Um die Substanz für das Schneiden mit dem Mikrotom vorzubereiten, müssen die Stücke in Alkohol nachgehärtet und dann dem Einbettungsverfahren unterworfen werden. Man bringt sie zuerst für ein bis zwei Tage in 60%igen, dann für mehrere Tage in 70%igen, 80%igen, 90%igen, 96%igen, schliesslich in absoluten Alkohol. Während dieser Zeit stellt man die Gläser zweckmässig im Dunkeln auf, weil sich am Lichte gelegentlich Niederschläge bilden (H. Virchow).

Rascher gelangt man zum Ziel, wenn man das in Formol gehärtete Object auf dem Gefriermikrotom schneidet.

Für die Einbettung wird jetzt meist Celloidin vor Paraffin bevorzugt. Handelt es sich darum, ausserordentlich dünne Schnitte zu bekommen, so ist jedoch Paraffin vorzuziehen.

Sehr wichtig ist es, das Rückenmark möglichst frisch zu erhalten. Je frischer es ist, desto besser erhärtet es. Vorzügliche Präparate erhält man, wenn man möglichst bald nach dem Tode 200—300 cm³ einer 10%igen Formollösung in den Wirbelcanal der Leiche zwischen drittem und viertem Lendenwirbel einspritzt (Pfister). Auf diese Weise vermeidet man Verletzungen des Organs bei der Herausnahme, auch wird das Eintreten der cadaverösen Erweichung hintangehalten. — Erkrankte Rückenmarke, namentlich krankhaft erweichte, müssen mit besonderer Sorgfalt behandelt werden und erlangen auch dann unter Umständen keinen sehr gut schnittfähigen Zustand. Das Zerbröckeln oder Zerreißen der Substanz auf der Messerklinge kann durch Bestreichen der Schnittfläche mit gutem Collodium vermindert werden.

Unter den jetzt zahlreichen Färbemethoden nimmt die älteste, die Carminfärbung, immer noch einen der vornehmsten Plätze ein. Man verwendet meist das Ammoniakcarmin. Dasselbe färbt die Achsen- cylinder, Ganglienzellen, Glia und Epithelzellen roth. Degenerirte Partien erscheinen stärker roth gefärbt als normale, so dass man auch bei makro- skopischer Betrachtung die Ausdehnung der Degeneration an Carmin- präparaten gut beobachten kann. Sehr zweckmässig ist auch die Ver- wendung des Urancarmins. Boraxcarmin, Lithioncarmin, Alauncarmin ergeben gleichzeitig eine Kernfärbung. Sehr distincte Bilder erhält man

mittelst Pikrocarmin, welches eine Doppelfärbung erzeugt. Die beste Kernfärbung erzielt man mittelst Hämatoxylin, das in verschiedenen Zusammensetzungen angewendet und häufig mit Carmin combinirt wird.

Kadyi erreicht isolirte Färbung der grauen, beziehungsweise der weissen Substanz durch vorheriges Beizen mit Uran acet., beziehungsweise Cupr. acet. Neuerdings wird über Unzuverlässigkeit der Carminfärbung geklagt; Zusatz von salzsaurem Alkohol zur Farblösung (Lehmann'sches Urancarmin oder Ammoniakcarmin) soll diesen Uebelstand beseitigen (Chilosotti).

Uebrigens ist auch die Betrachtung des ungefärbten, in Glycerin eingelegten Schnittes nicht zu verabsäumen; namentlich Degenerationen treten dabei sehr scharf hervor.

Von grossem Einfluss auf die Fortentwicklung unserer Kenntnisse über die Rückenmarkserkrankungen ist die Ausbildung der Methoden der Markscheidefärbung, welche wir besonders Weigert verdanken, dessen Kupfer-Hämatoxylinmethode die vorzüglichste für diesen Zweck ist. Nach vorhergegangener Kupferbeize kommen die Präparate, welche in Chrom gelegen haben müssen, in eine Hämatoxylinlösung und werden weiterhin durch eine Entfärbungsflüssigkeit differenzirt. Durch diese Methode ist die frühere gleichfalls von Weigert angegebene Färbung der markhaltigen Nervenfasern mit Säurefuchsin ganz verdrängt worden. Durch Pal hat die Weigert'sche Hämatoxylinmethode eine viel verwendete Modification erfahren; die nach Pal gefertigten Präparate können, besser als die Weigert'schen, mit Carmin, Pikrocarmin u. s. w. nachgefärbt werden und ergeben dann sehr elegante Bilder. Auch von Anderen sind Modificationen der Weigert'schen Methode angegeben worden. Ferner ist hier die Saffraninfärbung von Adamkiewicz, die Hämatoxylinfärbung von Kultschitzky, die neuerdings empfohlene Galleinfärbung von v. Schrötter erwähnenswerth.

Die Weigert'sche Färbung deckt ungemein reiche Details der Faserung auf; die feinen Fasern an der Spitze des Hinterhorns (Lissauer'sche Randzone) sind mit ihrer Hilfe entdeckt worden. Sie lässt ferner sehr prägnant Degenerationszustände erkennen.

Die Färbung der Achsencylinder wird mit Carmin eine recht deutliche; allein da dieser Stoff auch die Zwischensubstanz färbt, so gestattet die Carminfärbung kein sicheres Unterscheiden der Achsencylinder von Bindegewebsfasern. Dieser Zweck wird durch die Freud'sche Goldfärbung, die Upson'sche Goldfärbung, die neuerdings wieder in modificirter Form in Gebrauch gezogene alte Anilinblaufärbung (Stroebe) erreicht. Auch Nigrosin gibt eine gute, wenn auch nicht spezifische Färbung der Achsencylinder. Ebenso die Mallory'sche Hämatoxylinfärbung. Sehr Vollendetes leistet die van Gieson'sche Färbung mit

Hämatoxylin, Pikrinsäure, Säurefuchsin, welche wegen ihrer scharfen Differenzirung der Gewebe eine ausgebreitete Verwendung gestattet. Eine elective Färbung der Achsencylinder erhält man durch Beizen in Chromalaun, Anilinblaufärbung, Differenzirung nach Pal (Strähuber). Erwähnenswerth ist auch die Säurefuchsinmethode von Kolster.

Bezüglich der Darstellung der Ganglienzellen sind namentlich in neuester Zeit erhebliche Fortschritte gemacht worden. Welchen gewaltigen Einfluss die Silber-, beziehungsweise Sublimatmethoden von Golgi und Ramón y Cajal auf die Fortbildung unserer Kenntnisse von dem Faserverlauf und dem Bau der Ganglienzellen ausgeübt haben, ist bekannt. Jedoch haben diese Methoden, beziehungsweise ihre Modificationen für pathologische Untersuchungen noch wenig Verwendung gefunden, sind auch in ihrer jetzigen Form kaum dazu geeignet. Sehr werthvoll für die Erkennung feinsten pathologischer Veränderungen an den Ganglienzellen sind die Nissl'schen Methoden, namentlich die neuere mit Methylenblau. Ebenso die Lenhossék'schen Färbungen mittelst Thionin oder Toluidinblau. Eine gleichzeitige Darstellung der Nissl'schen Körperchen und der Grundsubstanz erlaubt die Held'sche Doppelfärbung (Erythrosin-Methylenblau). Ferner ist die Rosin'sche Neutralrothfärbung zu erwähnen. Rosin hat auch das Ehrlich'sche Triacidgemisch, welches für die Färbung der Blutkörperchen so Hervorragendes leistet, in einer gewissen Modification für die Behandlung von Rückenmarkspräparaten mit Erfolge verwendet.

In neuerer Zeit stehen die Methoden zur Darstellung der Fibrillen im Mittelpunkt des Interesses. Es sind dies im Wesentlichen die Bethé'sche Methode (Methylenblau, Fixirung mit Ammoniak-Molybdat oder phosphormolybdänsaurem Natron) und die Apáthy'sche Goldmethode. Erstere beruht auf Ehrlich's Verfahren der vitalen Methylenblaufärbung. Für die pathologische Forschung haben sie noch keine Bedeutung erlangt.

Eine werthvolle Bereicherung hat die Technik der pathologischen Untersuchung in neuerer Zeit durch die Marchi'sche Osmiummethode erfahren, welche in sehr empfindlicher Weise frischere degenerative Veränderungen der Nervenfasern durch Schwarzfärbung zur Anschauung bringt. Bei Anwendung des Marchi-Verfahrens eignet sich besonders die Untersuchung des Rückenmarks auf Längsschnitten. Die degenerirten Markscheideln lassen sich auch mit anderen Fettfarbstoffen, Sudan- oder Scharlach R (Benda) darstellen.

Mit der Färbung der Neuroglia hat sich in neuerer Zeit neben Anderen besonders Weigert eingehend beschäftigt; seine Methode (Fixiren und Beizen der Stücke in Kupferoxyd-Chromalaunlösung; Reduction der Schnitte in Kaliumpermanganat und Chromogen-Ameisensäure-

Natriumsulfitlösung; Färben in Methylenblauoxalsäure) ist streng electiv; die Gliafasern sind blau gefärbt. Hier sind noch die Benda'sche Modification der Weigert'schen Methode (Färbung mit sulfalazarinsäurem Natron-Toluidinblau), sowie die Gliafärbung von Yamagiva (Eosin-Anilinblau-färbung, Differenzirung in alkalischem Alkohol) zu erwähnen. *)

II. Makroskopische Veränderungen. **)

a) Hyperämie und Anämie. Wie der Zustand der Gefässfüllung im Rückenmarke zu Lebzeiten gewesen, lässt sich an der Leiche sehr schwer beurtheilen. Viel grössere Differenzen nämlich als die Circulationsverhältnisse bei Lebzeiten hervorbringen, bedingt die Schwerkraft im todtten Körper. Da die Leichen meist auf den Rücken gelegt werden, so findet eine Hypostase des Blutes nach dem Rückenmark und besonders den unteren und hinteren Theilen statt. Umgekehrt, wenn die Leiche auf den Bauch gelagert war, finden wir das Rückenmark blass, blutleer. Hieraus folgt, dass Differenzen der Blutfülle mit grosser Vorsicht zu beurtheilen sind und ein erhebliches Gewicht auf dieselben in der Regel nicht zu legen ist.

b) Blutungen, kommen als capilläre punktförmige oder auch als grössere Blutergüsse vor. Bei älteren Blutungen findet man gelbe und bräunliche Pigmentirungen, welche durch den veränderten Blutfarbstoff bedingt sind. Auch Erweichungen können sich bilden. Die capillären Blutungen treten mikroskopisch besonders gut bei Triacidfärbung (Ehrlich-Rosin, Biondi) hervor.

c) Abweichungen der Consistenz. Das normale Rückenmark ist von derb-elastischer Consistenz, und zwar ist dieselbe im Brusttheil am geringsten, im Lendentheil am grössten. Geringe Grade von Erweichung der Rückenmarkssubstanz sind mit Vorsicht zu beurtheilen, da nach dem Tode sehr leicht eine Durchtränkung des Gewebes mit der Spinalflüssigkeit eintritt; beim Durchschneiden quillt dann das Mark über die Schnittfläche (Myelomalacia alba). Eine derartige Erweichung kann also rein cadaveröser Natur sein. Am leichtesten erweicht der Brusttheil, während das Hals- und Lendenmark wegen ihrer grösseren Derbheit widerstandsfähiger sind. Erhebliche Grade von Erweichung sind, falls es sich nicht um vorgeschrittene Fäulniss handelt, als pathologisch anzusehen; jedoch erfordert der sichere Nachweis mikroskopische Untersuchung. Die Er-

*) Sämmtliche in der Neuzeit in grosser Zahl empfohlene Färbungsmethoden für das Nervensystem anzugeben ist hier nicht der Ort.

**) Die pathologische Anatomie der Dura und Pia mater siehe bei den Erkrankungen derselben.

weichung kommt in verschiedenen Formen vor, als »weisse«, »rothe«, »gelbe«.

Zunahme der Consistenz, Verhärtung des Rückenmarks wird als Sklerose bezeichnet. Die sklerotischen Partien sind von graugelblicher, grauröthlicher bis rauchgrauer Färbung und sinken auf der Schnittfläche ein. Bei der Sklerose ist im Allgemeinen die Nervensubstanz atrophirt, das Bindegewebe vermehrt.

d) Abweichungen der Farbe. Kleine Farbennuancen haben keine Bedeutung. Zuweilen ist das Gewebe der weissen Substanz mehr röthlich oder gelblich und das der grauen Substanz grauroth oder dunkelgrau etc. Auch undeutlich graue Färbung in den weissen Strängen wird gelegentlich wahrgenommen, ohne dass ein pathologischer Process vorliegt, abhängig von schräger Richtung des Schnittes, von schiefer Beleuchtung u. s. w. Erheblichere Farbenunterschiede sind jedoch immer wichtig: rothe Färbung bei Hämorrhagien, gelbe bei Erweichung, graue bei Sklerose und Atrophien.

Im Uebrigen gehen die pathologischen Processe im Rückenmark keineswegs immer mit Veränderungen der Farbe und Consistenz einher, so dass die Abwesenheit eines makroskopisch-pathologischen Befundes durchaus nicht einen Schluss auf normales Verhalten des Rückenmarks erlaubt.

e) Abweichungen der Form und Bildung. Die Grösse und Dicke des Rückenmarks schwankt in gewissen Grenzen. Die graue Substanz zeigt gelegentlich Bildungsanomalien: Verdopplung des Vorderhorns, Heterotopie. Auch Doppelbildung des Rückenmarks überhaupt ist beschrieben worden.

Von Ira van Gieson sind die meisten dieser Fälle als Kunstproducte nachgewiesen worden, entstanden durch Beschädigung der Rückenmarkssubstanz beim Oeffnen der Wirbelsäule.

Immerhin kommt wahre Heterotopie hie und da vor, in der Art, dass versprengte graue Substanz sich in der weissen findet, vornehmlich aber so, dass einzelne Ganglienzellen innerhalb der weissen Substanz und der Wurzeln vorkommen. Nach Hoche kommen Ganglienzellen in den vorderen Wurzeln des unteren Rückenmarkstheiles regelmässig vor, welche eine kernhaltige Hülle besitzen.

Asymmetrien des Querschnittes können durch Schrumpfung gewisser einzelner Theile (Markstränge, Vorderhorn etc.) zu Stande kommen.

Als angeborene Abnormitäten der Anlage des Rückenmarks kommen vor:

Fehlen des Rückenmarks (Amyelie).

Fehlen oder mangelhafte Ausbildung gewisser Leitungsbahnen. So kann die Ausbildung der Pyramidenbahnen eine unvoll-

ständige sein, wenn während der fötalen Entwicklung eine schwere Störung in der Bildung des Grosshirns eingetreten ist. Angeblich ist Fehlen der Goll'schen Stränge, welche durch Bindegewebe ersetzt waren, bei einem bald nach der Geburt verstorbenen Kinde beobachtet worden. Die mangelhafte Ausbildung, sei es der weissen, sei es der grauen Substanz des Rückenmarks, bedingt einen verkleinerten Zustand des ganzen Rückenmarks: Mikromyelia, welche zur Mikrocephalie in Beziehung steht. Auch eine allseitige Verkleinerung des Rückenmarks ohne besondere Bevorzugung bestimmter Theile desselben kommt vor. Nonne fand einen solchen Zustand anscheinend als familiäre Anlage; in den vorderen und hinteren Wurzeln bestand ein enormer Reichthum an feinen Fasern.

Am Centralcanal kommt angeborene Erweiterung (Hydromyelia), Divertikelbildung, Verdopplung in gewissen Abschnitten vor. Näheres über die Abnormitäten des Centralcanals siehe im speciellen Theil bei Syringomyelia.

Auch Verdopplung des ganzen Rückenmarks (Diplomyelia) ist beobachtet worden, und zwar bei den Fällen von Doppelbildung der Wirbelsäule; für sich, ohne Spaltung der Wirbelsäule, ist diese Missbildung beim Menschen äusserst selten.

Auf die Spina bifida und die damit zusammenhängenden Missbildungen des Rückenmarks, beziehungsweise seiner Häute soll hier nicht näher eingegangen werden.

Nach Adamkiewicz fehlen sehr häufig beim Menschen einzelne Rückenmarkswurzeln, und zwar, wie es scheint, nur im Dorsaltheil. Vorwiegend findet sich der Defect auf der rechten Seite. Meist handelt es sich um eine vordere Wurzel, seltener um eine hintere oder um eine hintere und vordere Wurzel zugleich.

III. Mikroskopische Veränderungen.

a) Nervenfasern.

Die Prozesse, durch welche die Nervenfasern des Rückenmarks zu Grunde gehen, stellen sich in zwei verschiedenen Formen dar: bei der einen handelt es sich von vorneherein um eine Atrophie der Substanz, bei der anderen kommt es zunächst zu einer Vergrösserung (Anschwellung) der Faser, welche von Auflösung gefolgt wird. Der letztgenannte Vorgang entwickelt sich so, dass anfänglich der Achsencylinder vergrössert erscheint. Die Vergrösserung kann einen hohen Grad annehmen, so dass der Durchmesser des Achsencylinders auf das Zehn- bis Zwölfwache des Normalen wächst.

Diese Anschwellung betrifft die Nervenfasernicht in ihrer ganzen Länge, sondern einzelne Abschnitte, so dass dieselben auf dem Längsschnitt streckenweise spindelförmig verdickt erscheinen. Indem die Vergrösserung sich auch auf die Längenausdehnung erstreckt, kommt es zur Schlingelung, welche unter Umständen bis zu einer spiraligen Verlagerung des Achsencylinders gehen kann. Dieser Zustand der Volumszunahme des Achsencylinders ist von Manchen als Hypertrophie bezeichnet worden; es handelt sich jedoch um einen Quellungszustand, vielleicht auch in manchen Fällen um eine entzündliche »trübe Schwellung«. Unter Umständen können ähnliche Quellungen auch durch cadaveröse Veränderung erzeugt sein. Die Substanz des Achsencylinders büsst bei dieser Veränderung an Färbbarkeit ein, und zwar umso mehr, je grösser das Volumen wird, so dass er in Carmin- und Pikrocarminpräparaten blassroth und schliesslich kaum noch gefärbt erscheint; bei geringeren Graden von Schwellung ist noch eine ziemlich satte Rothfärbung zu sehen. Der geschwollene Achsencylinder sieht völlig homogen und zuweilen wie mit einem leichten Glanz bekleidet aus. Bei Weigert'scher Färbung erscheint er gelblich. Auf dem Querschnitt ist er rund oder ein wenig unregelmässig (vielleicht durch die Härtung). Die geschwollenen Achsencylinder liegen sehr häufig in kleinen kreisförmigen Gruppen bei einander.

Die Markscheide ist bei geringer Schwellung unverändert; sie wird durch den vergrösserten Achsencylinder ausgedehnt und verdünnt, ohne zunächst merkliche Veränderungen ihrer Structur oder Färbbarkeit erkennen zu lassen. Nur die concentrische Ringelung ist undeutlicher.

Mit zunehmender Schwellung wird die Markscheide immer dünner; sie umkleidet den kolossalen Achsencylinder nur als ein dünner Saum, um schliesslich ganz zu verschwinden. Es tritt jedenfalls ein Zerfall der Markscheide mit Bildung von freiem Myelin ein. Näheres über die Vorgänge bei dem Schwinden derselben kennen wir nicht.

Als Endzustand resultirt somit, dass der Achsencylinder allein übrig bleibt und auf dem Querschnitt gesehen als grosser rundlicher blasser Körper die stark erweiterte Neuroglia erfüllt.

Der Process geht jedoch noch weiter, indem nunmehr die Substanz des Achsencylinders immer blasser und zarter wird, Vacuolen bekommt, in Bröckel zerfällt und schliesslich ganz einschmilzt, so dass eine leere Gewebemasche übrig bleibt.

Im weiteren Verlaufe treten nun Zellen auf, welche sich mit dem zerfallenen Nervenmaterial beladen (Körnchenzellen, s. dort).

Wie schon bemerkt, ist die Anschwellung des Achsencylinders kein sicheres Zeichen einer bestehenden Entzündung, vielmehr können alle Entzündungserscheinungen fehlen. Nach den Versuchen von Schmaus,

Rumpf etc. nehmen die Achsencylinder auch lediglich durch Quellung diesen Zustand an. Die Schwellung der Achsencylinder findet sich sowohl unter Bedingungen, wo es zu passiver Durchtränkung und Maceration derselben kommt (Oedem des Rückenmarks, z. B. bei chronischer Nephritis, Trennung vom trophischen Centrum) als auch bei Myelitis.

Minnich macht auf die von ihm sogenannte »hydropische Schwellung« aufmerksam, bei welcher Glia wie Nervenfasern gequollen erscheinen, die Achsencylinder korkzieherartig gewunden sein können, ohne dass klinische Erscheinungen vorhanden gewesen wären. In der Chromhärtung sehen die betroffenen Partien hell aus und können Degenerationen vortäuschen (Petrén). Nach Lubarsch sind diese Veränderungen nicht notwendig agonal oder postmortal, sondern können vitaler Natur sein. Die hydropische Schwellung ist bei pernicioser Anämie, Leukämie, Carcinom, Nephritis, Lebereirrhose beobachtet.

Wirkliche Hypertrophie der Nervenfasern beobachtet man innerhalb oder in der Umgebung von atrophischen Stellen; so bei multipler Sklerose.

Die Atrophie der Nervenfasern kommt theils als einfache Atrophie vor, bei welcher tiefere Veränderungen der Structur fehlen, theils in einer degenerativen Form, bei welcher sie mit Zerklüftung des Marks und fettiger Degeneration verbunden ist.

Bei der Sklerose wird die Marksubstanz dünner, während der Achsencylinder eine derbere, homogen glänzende Beschaffenheit annimmt. Auch ganz nackte Achsencylinder finden sich hiebei (speciell bei der disseminirten Sklerose).

Höchst selten findet sich Verkalkung der Fasern (Förster, Virchow).

b) Ganglienzellen.

Pathologische Veränderungen sind namentlich von den im Vorderhorn gelegenen grossen Ganglienzellen (bei der Poliomyelitis ant.) bekannt.

Die Veränderungen der Vorderhornzellen bei acuter Entzündung, welche theils in frischen Fällen von spinaler Kinderlähmung, theils bei experimentell erzeugter Myelitis beobachtet worden sind, bestehen in Folgendem: Die Ganglienzellen nehmen eine runde, kugelige Form an, wobei sie sich etwas vergrössern; jedoch ist es nicht sicher, ob letzteres regelmässig oder nur bei einzelnen Exemplaren geschieht, da man niemals alle Ganglienzellen so vergrössert findet; immerhin wäre es möglich, dass sich zuerst stets eine Vergrösserung einstellt, welche weiterhin von Verkleinerung gefolgt ist. Die Zellen trüben sich, indem sie sich mit einem feinkörnigen, den Kern verdeckenden Material

erfüllen. Zugleich lässt ihre Färbbarkeit nach, so dass sie in Carminpräparaten blass erscheinen; die Blässe nimmt mit fortschreitender Veränderung zu, bis sie schattenhaft aussehen. Bei den noch nicht allzusehr alterirten Zellen ist der Kern noch sichtbar; weiterhin ist er dann nicht mehr zu erkennen.

Die Protoplasmafortsätze werden undeutlich; sie erscheinen bei der kugeligen Ausdehnung der Zelle wie abgeknickt. Weiterhin schwinden sie ganz. Der Achsencylinderfortsatz ist länger zu sehen; er nimmt häufig gleichfalls ein geschwollenes Aussehen an, ähnlich wie die oben beschriebenen geschwollenen Achsencylinder, wird varikös, geschlängelt; schliesslich kann er sich ganz auflösen, so dass die Ganglienzelle gänzlich fortsatzlos erscheint.

Der weitere Ausgang scheint nun ein verschiedener zu sein, indem die Zellen ebensowohl gänzlich zerfallen und sich auflösen, wie auch bloss schrumpfen können.

a) Einfache Auflösung. Die Vorkommnisse ist jedoch noch nicht sicher erwiesen.

b) Körniger Zerfall. Man sieht an Stelle der Ganglienzelle ein unregelmässiges Häufchen von körniger Masse liegen.*)

c) Schrumpfung mit und/ohne Pigmentirung.

Die geschrumpften Zellen kommen in zwei verschiedenen Typen vor:

Einmal als einfach verkleinerte, spindelartige oder rundlich-eckige, blasse Gebilde mit noch sichtbarem Kern, beziehungsweise auch Kernkörperchen, nicht ganz fortsatzlos.

Ferner als unregelmässig begrenzte schollige Massen ohne Kern und Fortsätze.

Es muss als zweifelhaft hingestellt werden, ob ersteren noch eine Function zukommt; diejenigen, welche keine Fortsätze mehr sehen lassen, dürften kaum mehr als functionirend erachtet werden; immerhin könnte es sein, dass feine Fortsätze bei den üblichen Präparationsmethoden der Beobachtung entgehen.

Ist die Schrumpfung mit Pigmentirung verbunden, so findet sich schliesslich nur ein Pigmenthaufen als Ueberrest der ehemaligen Ganglienzelle.

Häufig geht die Schrumpfung mit einer erheblicheren Verdichtung der Zellsubstanz einher, so dass die Zelle mehr oder weniger glänzend aussieht (Sklerose).

Pigmentirung. Gewöhnlich findet sich schon in der Norm um die Kerne der Ganglienzellen einiges gelbbraunes körniges Pigment abgelagert.

*) Verfettung der Ganglienzellen ist bis jetzt nicht mit Sicherheit beobachtet worden.

Dasselbe schwärzt sich nach Rosin und Pilz mit Osmium, weshalb eine Verwandtschaft zu Fettsubstanzen vermuthet wird. Nach Marinesco enthält das Pigment Lecithin. An einzelnen Stellen ist diese Pigmentirung bekanntlich so stark, dass dieselben als Substantia nigra bezeichnet werden.

Im Rückenmark ist eine starke Pigmentirung ungewöhnlich. Im höheren Alter wird sie stärker. In den ersten Lebensmonaten besitzen die Ganglienzellen nach Rosin kein Pigment, während es sich beim Erwachsenen stets findet. Bei Thieren vermisste es Rosin durchgehends. In der Umgebung atrophischer Processe findet man die Zellen fast immer sehr stark pigmentirt. Immerhin ist, wie es scheint, starke Pigmentirung für sich nicht im Stande, die Function der Ganglienzellen wesentlich zu schädigen.

Vacuolen. Nicht selten beobachtet man in den Ganglienzellen die Bildung von ein bis zwei, seltener drei und mehr blasenartigen hellen Hohlräumen: Vacuolen. Ueber die pathologische Bedeutung derselben ist viel verhandelt worden. Wahrscheinlich sind sie in der im Körper befindlichen Ganglienzelle nie als solche vorhanden, sondern entwickeln sich erst bei der Härtung; immerhin muss eine Veränderung der Cohärenz der Theilchen dagewesen sein, welche die Bedingung zur Vacuolenbildung abgibt. Es fragt sich aber, ob diese Alteration eine pathologische Bedeutung hat. Man findet Vacuolen gelegentlich auch in den Ganglienzellen gesunder Rückenmarke; auch hat mangelhafte Erhärtung Einfluss auf das Entstehen derselben. Rosenbach hat gezeigt, dass Inanitionszustand die Ganglienzellen so verändert, dass sie nach der Erhärtung Vacuolen zeigen. Auch aus diesem Grund ist bei der Verwerthung von Vacuolenbefunden für die Erklärung gewisser klinischer Erscheinungen Vorsicht geboten. Immerhin scheint es, dass reichliche Vacuolisirung auf einen bereits während des Lebens bestandenen pathologischen Zustand der betreffenden Ganglienzellen hinweist (Kahler und Pick, Eisenlohr), Hiefür spricht namentlich auch ein von Nerlich aus der Hitzigschen Klinik mitgetheilte Fall von Kopftetanus, bei welchem sich die Ganglienzellen des motorischen Trigeminus-, Facialis- und Hypoglossuskerns, nach vorsichtigster Erhärtung des Organs, stark vacuolisirt zeigten.

Ueber Coagulationsnekrose an den Ganglienzellen ist bis jetzt wenig Sicheres bekannt.

Verkalkung der Ganglienzellen ist, wie im Gehirn, so auch im Rückenmark beobachtet worden (Kinderlähmung, Friedländer), ist aber jedenfalls ein seltenes Ereigniss.

Dass Kerntheilungen in den Ganglienzellen bei entzündlichen Vorgängen vorkommen, kann nicht zweifelhaft sein. Von Jolly wurden

solche in encephalitischen Herden, von v. Leyden bei Myelitis gesehen, Marinesco fand neuerdings im Gehirn Ganglienzellen mit karyokinetischen Figuren. Wirkliche Theilungen und Proliferation der Ganglienzellen dürften jedoch nicht vorkommen.

In der Neuzeit sind die feineren pathologischen Veränderungen der Ganglienzellen mit den verbesserten Methoden moderner Färbetechnik von verschiedenen Forschern näher studirt worden.

Namentlich durch die Nissl'sche Färbung haben wir über eine Reihe von feineren Veränderungen der Nervenzellen Aufklärung erhalten.

Bei der Nissl'schen Färbung stellt sich der Zelleib als aus einer geformten und nicht geformten Substanz bestehend dar; erstere, welche färbbar ist, tritt in Form von Körnern, Spindeln, Schollen, Kappen u. s. w. auf, welche eine eigenartige, für bestimmte Nervenzellarten charakteristische Anordnung haben. Für die motorischen Nervenzellen ist die parallelstreifige Anordnung dieser Nissl'schen Zellkörperchen (Tigroid nach v. Lenhossék) typisch. Dieselben bestehen aus feinen, färbbaren, zusammengeordneten, beziehungsweise durch eine ungefärbte Masse mit einander verbundenen feinen Körnchen. Sie sind nach Rosin basophil, was jedoch von Nissl und E. Heilmann bestritten wird, nach denen sie vielmehr als amphophil mit basischen und sauren Farbstoffen färbbar, anzusehen sind. Ob diese Zellkörperchen präformirte Gebilde oder durch die Präparation entstandene Kunstproducte sind, ist noch nicht abschliessend entschieden. Auf diese Frage wollen wir hier ebenso wenig näher eingehen, wie auf die andere nach der Bedeutung und Function dieser Gebilde.*)

In neuester Zeit ist besonders die ungefärbte Substanz Gegenstand der Forschung gewesen.

Flemming (vgl. S. 32) wies in den Zellen der Spinalganglien eine fibrilläre Structur dieser Zwischensubstanz nach, ebenso in den motorischen Vorderhornzellen; namhafte Forscher haben sich ihm angeschlossen, während es auch andererseits an gegensätzlichen Meinungen nicht fehlt. v. Lenhossék bestreitet das Vorhandensein von Fibrillen und findet einen wabenartigen Bau der Zwischensubstanz; auch Held spricht sich für eine maschenförmige Structur aus; die Längsstreifung des Achsencylinders beruhe auf einer Längsvacuolisirung des Protoplasmas durch die angewendeten Fixirungsmittel und auf einer streifigen Anordnung von Körnchen (Neurosome); dieselben Verhältnisse fänden sich in den Nervenzellen und in deren Fortsätzen; die von den Autoren beschriebenen Fibrillen sind nach Held im Wesentlichen auf die Längsmaschenwände zurückzuführen (s. S. 32).

*) Wahrscheinlich sind dieselben im Leben halbflüssig und werden durch die Härtung niedergeschlagen, speciell wohl an den Knotenpunkten des Fibrillennetzes.

In den letzten Jahren ist durch Bethe und v. Apathy das Vorhandensein von Fibrillen in den Nervenzellen durch eine sehr vollkommene Färbemethode überzeugend demonstriert worden (s. S. 32). Die Fibrillen verlaufen zwischen den Nissl'schen Zellkörperchen, treten durch die Protoplasmafortsätze (Dendriten) in die Nervenzelle ein und verlassen dieselbe theils durch den Achsencylinderfortsatz, theils durch andere Dendriten. Ob diesen Fibrillen in der That die Nervenleitung zukommt, steht jedoch noch dahin.

Die Nissl'schen Zellkörperchen erleiden nun unter pathologischen Bedingungen eine Reihe von Veränderungen, welche es uns ermöglichen, in viel weitergehender Weise als früher die morphotischen Alterationen der Nervenzellen zu erkennen. So findet sich eine Lockerung des Gefüges der Nissl'schen Zellkörperchen und Abbröckelung derselben an ihrer Peripherie, ferner ein Zerfall in feinste Körnchen, welche über die ganze Zelle verstreut sind, ferner ein Verschwinden der färbbaren Zellkörperchen (Chromatolyse, Tigrolyse), andererseits Schwellung der Nissl'schen Zellkörperchen. Diese Veränderungen können vorkommen, ohne dass die Zelle in ihrer äusseren Form oder ihren sonstigen Bestandtheilen alterirt erscheint.

Andere Metamorphosen der Nissl'schen Zellkörperchen vergesellschaften sich mit den sonst bekannten pathologischen Veränderungen der Nervenzellen: der Schwellung und Blähung, wobei die gefärbte Substanz einen Zerfall und Homogenisirung zeigen kann, der Schrumpfung, wobei die Zelle sich durchwegs stark zu tingiren pflegt (Pyknomorphie), der Vacuolisirung u. s. w.

Auch in den Protoplasmafortsätzen (Dendriten) der Zellen sind Veränderungen der gefärbten Substanz erkennbar.

Ueber pathologische Alterationen der fibrillären Substanz fehlt es noch an Beobachtungen.

Auch über solche des Kerns und Kernkörperchens sind unsere Kenntnisse dürftig. Es ist Verlagerung des Kerns an die Peripherie der Zelle, Vergrösserung und Verkleinerung des Kerns, Schwund seines Chromatins (Karyolyse), bröckeliger Zerfall desselben (Karyorhexis), am Kernkörperchen homogene Schwellung und fleckige Aufhellung beobachtet worden. Von Interesse ist die Beobachtung, dass durch wasserentziehende Einwirkungen auf den Thierkörper eine eigenthümliche Veränderung des Kerns der Nervenzellen (sowohl der Vorderhorn- wie der Spinalganglienzellen) erzeugt wird, welche in einer Verdichtung der Kernsubstanz und Retraction von der Kernmembran besteht, so, dass man um den Kern herum einen hellen Hof sieht, während jener selbst eine dunkle Färbung annimmt. Diese Alteration ist gleichfalls rückbildungsfähig. Auch die Nissl'schen Zellkörperchen können bei starker Ein-

wirkung sich betheiligen, indem Zerfall eintritt. Der Vorgang am Kern ist ähnlich der sogenannten Plasmolyse der Pflanzenzellen.

Diese eigenthümliche Kernveränderung ist von F. Brasch (unter Leitung von Goldscheider) gefunden und studirt worden, aus Anlass der Nervenzellenveränderungen, welche Sibelius bei seinen Studien über den Einfluss salinischer Schlafmittel beobachtet hatte.

Unter den pathologischen Veränderungen der Nervenzellen nimmt eine besonders interessante und auch für die Rückenmarkspathologie sehr wichtige Stellung die sogenannte retrograde Degeneration ein. Nach experimentellen Durchschneidungen von motorischen Gehirnnerven (N. facialis, oculomotorius, hypoglossus) hat man an den motorischen Ursprungszellen der Kerne feinkörnigen Zerfall und Verschwinden der Nissl'schen Zellkörperchen, Blähung der Zellen, Verlagerung des Kernes an den Rand der Zelle beobachtet. Ebenso an den Vorderhornzellen nach Amputation einer Extremität, auch beim Menschen (E. Flatau). Nach Marinesco gelangen die Nervenzellen schliesslich wieder zur Restitution, besonders wenn die durchschnittenen Nervenenden zusammenheilen.

Schon vor diesen Untersuchungen, mittelst der neueren Färbungsmethoden hatte Forel nachgewiesen, dass nach Nerven-, beziehungsweise Wurzeldurchschneidung Atrophie der motorischen Zellen eintreten könne.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich, dass die Verletzung des motorischen Nerven eine Veränderung der Ursprungszelle nach sich zieht; das Waller'sche Gesetz bedarf also einer Modification; jedoch wollen wir auf das Theoretische der Angelegenheit hier nicht eingehen. Man hat diese retrograde Degeneration (Degeneratio axonalis) geradezu zum Studium der Localisation der Ursprungskerngebiete peripherischer motorischer Nerven zu benützen vermocht. Immerhin ist dieselbe etwas wesentlich Anderes als die Waller'sche Degeneration; sie ist mehr als eine traumatische Reaction der Nervenzellen, eventuell mit folgender Atrophie, nicht eigentlich als Degeneration aufzufassen.

Nach Durchschneidung sensibler Nerven hat man in entsprechender Weise Veränderungen an den Spinalganglienzellen gesehen, welche ähnlich den oben beschriebenen sind. Auch hier sind Restitutionsvorgänge beobachtet worden (Cassirer).

Nach Lugàro wird die Durchschneidung des peripherischen Astes der aus dem Spinalganglion austretenden hinteren Wurzel von einer Alteration der Zellen desselben gefolgt, während die Durchschneidung des centralen Astes ohne Einfluss bleibt.

Marinesco fand bei Compression des Rückenmarks, beziehungsweise Myelitis mit absteigender Degeneration der Pyramidenbündel eine pathologische Veränderung der Pyramidenzellen der Centralwindungen:

in den frischeren Fällen einfache Schwellung des Zellkörpers, Chromatolyse, Kernverdrängung; bei älteren Fällen intensivere Veränderungen bis zur Atrophie. Ebenso fand er bei einem Falle von amyotrophischer Lateralsklerose Atrophie der Pyramidenzellen der Centralwindungen.

Die Nissl'sche Färbungsmethode hat auch mannigfaltige krankhafte Veränderungen der Nervenzellen bei Vergiftungen (Arsenik, Blei, Quecksilber, Alkohol u. s. w.) erkennen lassen. Meist handelt es sich dabei um Chromatolyse, sei es, dass diese nur die Peripherie der Zelle, sei es, dass sie die ganze Zelle betrifft. Auch Verkleinerung des Kerns wurde beobachtet; ferner Schwund desselben; Aufhellung und Schwund des Kernkörperchens; Schwund der Kernmembran.

Eigenartige Veränderungen fanden Goldscheider und E. Flatau nach Vergiftung von Kaninchen mit Tetanusgift: nämlich Vergrößerung des Kernkörperchens mit Abblassung desselben, Vergrößerung der Nissl'schen Zellkörperchen und Abbröckelung, weiterhin feinkörnigen Zerfall derselben, Vergrößerung der Zellen, schliesslich Restitution der Zellen. Auch bei menschlichem Tetanus sind einigemal analoge Veränderungen beobachtet, in anderen Fällen vermisst worden.

Eine gewisse Aehnlichkeit zeigen nach den genannten Autoren die Veränderungen der motorischen Nervenzellen nach Strychninvergiftung.

Sehr bemerkenswerth sind die Strukturveränderungen der Vorderhornzellen, welche Goldscheider und Flatau nach Einwirkung hoher Temperaturen (bei Kaninchen) fanden. Die Nissl'schen Zellkörperchen verschwinden, der Zellinhalt sieht nahezu homogen aus; die Dendriten sind geschwollen und varikös, der Kern hebt sich nur wenig ab oder ist überhaupt nicht zu sehen, das Kernkörperchen ist tief gefärbt und meist unregelmässig contourirt. Auch diese schweren Veränderungen sind vollkommen rückbildungsfähig.

Bei fiebernden Menschen sind, wenn auch nicht constant, analoge Veränderungen aufgefunden worden.

So werthvoll es auch sein mag, durch die Nissl'sche Färbung Strukturveränderungen der Nervenzellen weit über das frühere Mass hinaus zu erkennen, so überraschend auch die vordem ganz unbekannt gewesene Rückbildungsfähigkeit anscheinend sehr einschneidender histologischer Veränderungen ist, so ist doch die pathologisch-anatomische Bedeutung der Methode insofern verhältnissmässig gering, als sich gezeigt hat, dass die Störungen der Function der Nervenzellen den beschriebenen morphologischen Alterationen durchaus nicht parallel gehen. Vielmehr können die functionellen Störungen vollkommen zurückgebildet sein, während noch deutliche Strukturveränderungen der Nervenzellen mit Nissl'scher Färbung zu erkennen sind und andererseits können noch

functionelle Störungen bestehen, während die morphologischen Alterationen der Zellen schon wieder zur Norm zurückgekehrt sind. Die Bedeutung der Nissl'schen Zellkörperchen für die Function der Zelle erscheint hiedurch gleichfalls in zweifelhaftem Lichte.*) Interessant ist jedoch wiederum der Umstand, dass verschiedenartige schädigende Einwirkungen specifisch verschiedene morphologische Reactionen der Nervenzellen zeitigen.

Anschliessend seien noch die Versuche von Carini erwähnt, welcher nach Bier'scher subduraler Cocaininjection in den Ganglienzellen des Rückenmarks (beim Thier) schon nach drei bis vier Stunden leichte Veränderungen, nach acht bis neun Stunden Zerfall der Nissl'schen Zellkörperchen und Vacuolen des Kerns fand, während nach 24 bis 48 Stunden nur noch ganz unbedeutende Veränderungen zu sehen waren.

Auf die zahlreichen sonstigen Befunde von Strukturveränderungen der Nervenzellen bei experimentellen Eingriffen, Infectionen und Intoxicationen einzugehen ist hier nicht der Ort. Es genüge, darauf hinzuweisen, dass solche erhoben sind bei Tetanus, Lyssa, Infection mit *Bacillus botulinus*, Beulenpest, Lepra, Typhus, Diphtherie, Urämie, künstlicher Anämie, Embolie, Inanition (Nissl, Marinesco, van Ermenghem, Lugaro u. A.), und dass mancherlei specifische Unterschiede auch hier gefunden wurden.

Die Angaben über etwaige histologische charakteristische Veränderungen der Nervenzellen in den Zuständen der Thätigkeit, der Ruhe, des Schlafes u. s. w. sind noch zu wenig übereinstimmend, um hier wiederzugeben zu werden.

Da die Nissl'sche Färbung die functionell wichtigsten Bestandtheile der Nervenzellen offenbar nicht aufdeckt, so sind Befunde von Strukturveränderungen, welche mittelst dieser Methode erhoben sind, in der menschlichen Pathologie als Grundlage der klinischen Symptome nur mit Vorsicht zu verwerthen.

Es sind bezügliche Befunde erhoben worden bei Myelitis, bei asthenischer Bulbärparalyse, Tetanus, Alkoholismus, alkoholischer und anderer Polyneuritis, Tabes dorsalis (an den Spinalganglienzellen), progressiver Paralyse, cerebrospinaler Lues, Paranoia, Pneumonie und anderen Infectionskrankheiten, beim Fieber, bei kachektischen Erkrankungen (Carcinom, Tuberculose, pernicioser Anämie).

c) Neuroglia.

Wenn die Glia auch histologisch, genetisch und chemisch sich vom Bindegewebe unterscheidet (siehe erstes Capitel, S. 41 ff.), so besteht

*) Näheres s. in: Goldscheider und Flatau, Normale und pathologische Anatomie der Nervenzellen. Berlin 1898.

doch in pathologischer Beziehung eine Aehnlichkeit; ebenso, wie bei Degenerationen der Parenchymsubstanzen das Bindegewebe sich vermehrt, geschieht es auch mit der Glia bei den degenerativen Processen der Nervensubstanz. So findet sich eine Zunahme der Neuroglia bei den strangförmigen Degenerationen (Tabes, secundäre Degeneration, amyotrophische Lateralsklerose). Nach Weigert's Auffassung ist diese Zunahme durch die Verminderung der Wachstumsenergie des Parenchyms bedingt, also gleichsam als Ausdruck der gegenseitigen Ausgleichung des Gewebsdrucks, beziehungsweise des Wachstumsdranges.

Bei Stauungsödem des Rückenmarks und passiver Erweichung zeigen sich die Gliafasern gequollen, auch körnig verändert. Das Maschenwerk ist mit hyalinen, colloiden Massen erfüllt. Die Kerne der Neuroglia werden vergrössert, blass, trübe, färben sich weniger intensiv als in der Norm.

Auch irritative Prozesse kommen in der Neuroglia vor. Bei experimentell erzeugter Entzündung bei Thieren hat man Karyokinesen der Neurogliazellen beobachtet. Bei frischer Myelitis vermehren sich die Gliakerne gleichfalls. Weiterhin entwickelt sich eine vermehrte Faserbildung mit gleichzeitigem Untergang der parenchymatösen Substanz (z. B. multiple Sklerose).

Der irritative Process ergreift in diesen Fällen, wie es scheint, gleichzeitig die Glia und das Parenchym, unter Umständen mit besonderer Bevorzugung der Glia.

Auch das Vorkommen eines auf die Glia beschränkten Proliferationsprocesses wird, wenn auch noch nicht unbestritten, angenommen: Gliose.

Bei den mit Einschmelzung des Nervenparenchyms einhergehenden irritativen Processen kann es, wenn die Proliferation der Glia keine genügende ist, zur Bildung eines abnorm lockeren, grossmaschigen Gewebes, wohl auch einer Art von Cyste kommen.

Diejenigen Veränderungen, bei welchen es unter Abnahme, beziehungsweise Untergang von Nervengewebe zur Vermehrung des gliösen Gewebes gekommen ist, werden mit dem Namen Sklerose bezeichnet.

Gewöhnlich ist bei der Sklerose eine Veränderung der Farbe und eine Zunahme der Consistenz vorhanden. Letztere jedoch ist in manchen Fällen gerade auffallend gering, das Gewebe geradezu weich, weitmaschig und succulent. Ja auch die Fasern des Gewebes zeigen keine besondere Derbheit, sondern stellen sich als ein feines Netzwerk dar, wie so häufig bei der grauen Degeneration der Hinterstränge. In anderen Fällen aber werden die Faserzüge derber und glänzender. Am meisten ausgesprochen findet sich dies bei der herdweisen Sklerose.

Sowohl bei irritativen Processen der Glia, wie bei einfachen Schrumpfungen derselben in Folge von Einschmelzung der Nervensubstanz kommt es zum Hervortreten grosser sternförmiger Elemente (grosse Deiters'sche Zellen. Jastrowitz'sche Spinnenzellen). Dieselben stellen grosse Gebilde dar, welche sich durch zahlreiche, weithin zu verfolgende Fortsätze auszeichnen. Sie besitzen einen ovalen, granulirten, scharf contourirten wandständigen Kern, welcher sich mit Carmin wenig färbt, während der Zellkörper die Carminfärbung durchwegs annimmt, sowie ein bis zwei, selten drei eingelagerte runde Kerne. Die abgehenden Fortsätze sind öfter mit einer durch Carmin lebhaft gefärbten Masse erfüllt. Sie finden sich sowohl in der grauen, wie in der weissen Substanz. Es ist wahrscheinlich, dass sie sich aus den kleineren normalen, sternförmigen Elementen der Neuroglia hervorbilden, und zwar nicht durch einen activen zur Vergrösserung führenden Process, sondern dadurch, dass die umgebende Substanz schrumpft. Ebenso wahrscheinlich ist es, dass sie mit dem Lymphgefässsysteme in Verbindung stehen. Diese Zellen sind von v. Leyden (1863) und Rindfleisch ziemlich gleichzeitig beschrieben, von Jastrowitz als Spinnenzellen bezeichnet worden.

Zuweilen findet man bei der histologischen Untersuchung des Rückenmarks unter verschiedenartigen pathologischen Umständen (Erschütterung, Syringomyelie, Entzündung) stellenweise, besonders in der grauen Substanz, homogene oder feinkörnige structurlose Partien, welche als gallertige (schleimige, colloide) Umwandlung der Glia aufgefasst werden.

Andere gelegentlich zu findende, feinkörnige, den Gefässen anliegende Massen sind vielleicht als Gerinnungsproducte von Exsudaten anzusehen.

d) Centralcanal.

Der Centralcanal findet sich im postfötalen Zustande häufig stellenweise obliterirt. Dies hat ebensowenig eine pathologische Bedeutung, wie die häufig anzutreffende Anfüllung mit Rundzellen und die Rundzellenanhäufung in seiner Umgebung.

Die Erweiterungen, Entwicklungsanomalien etc. werden bei »Hydromyelie« und »Syringomyelie« abgehandelt.

e) Gefässe.

Die an der Gefässwand vorkommenden Veränderungen sind:

Fettige Degeneration; Sklerosirung; syphilitische und tuberculöse Degeneration; Atheromatose; endlich hyaline (colloide) und amyloide Degeneration.

Für die Rückenmarkspathologie am wichtigsten sind hievon die drei erstgenannten Veränderungen.

Die fettige Degeneration ist sehr häufig; sie begleitet die Mehrzahl der pathologischen Processe im Rückenmark. Sie kann nach oder bei acuten fieberhaften Krankheiten vorkommen (Tuberculose, Typhus, Puerperalfieber); ferner als Alterserscheinung. Sie kommt sowohl an den Capillaren, wie an den grösseren Gefässen vor. Bei letzteren betrifft sie die Media oder auch die Intima allein: in der Adventitia liegen Körnchenzellen.

Bei der Sklerosirung der Gefässe, welche mit der fettigen Entartung verbunden sein kann, sind die Wandungen derselben verdickt, homogen, glänzend. Zerstreute Sklerosen kleiner Gefässe sind im Rückenmark wie im Gehirn häufig. In grösserer Verbreitung und auf grössere Gefässe ausgedehnt, sehen wir sie bei allen Rückenmarkssklerosen, der grauen Degeneration der hinteren Stränge, auch der secundären Degeneration, am exquisitesten aber in den sklerotischen Plaques. Hier sind die Gefässe stark verdickt, glänzend, in ihrem Lumen so verengt, dass es mitunter zur Thrombose kommt, und umgeben von einer gleichfalls stark verdickten, kernreichen, oft auch an Körnchenzellen reichen Adventitia. Auch bei frischeren Processen, z. B. bei Perimyelitis in Folge von Wirbelcaries sieht man starke Gefässwandverdickungen. Den Anfang der Sklerose macht gewöhnlich ein Wucherungsprocess der Intima, welcher zu Verdickungen derselben führt. Bei der syphilitischen Gefässentartung dagegen pflegt der Process in der Adventitia einzusetzen und erst secundär die Intima zu befallen, in welcher es nun zur Wucherung und Verdickung kommt. Die histologischen Details der Gefässveränderungen können hier nicht behandelt werden.

f) Wurzeln.

Sowohl die vorderen wie die hinteren Wurzeln finden sich häufig erkrankt. Gewöhnlich handelt es sich um Atrophie und Degeneration, welche in ihren pathologisch-histologischen Charakteren der Waller'schen Degeneration entsprechen. Markscheide und Achsencylinder werden bröcklig, körnig, färben sich blass, zerfallen, so dass die leere Schwann'sche Scheide übrig bleibt. Das Zwischengewebe mit Kernen vermehrt sich und so kommt es zu einer Art von Sklerose der Wurzeln. In diesem Zustande erscheint die Wurzel mit Carmin tiefer gefärbt als in der Norm, da das vermehrte interstitielle Gewebe die Carminfärbung gut annimmt; mit Weigert'scher, beziehungsweise Pal-Weigert'scher Färbung dagegen färbt sie sich sehr blass. Die in Degeneration befindlichen Fasern erscheinen mit

letzterer Färbung auf dem Querschnitt statt ringförmig scheibenförmig; bei vollendeter Degeneration ganz blass. Gelegentlich sieht man auch Achsencylinder, welche etwas vergrößert oder auch von normaler Grösse, dabei aber hart und glänzend sind: sklerosirte Achsencylinder.

Die Atrophie der hinteren Wurzeln findet sich hauptsächlich bei Tabes dorsalis, auch bei Myelo-Meningitis, Syphilis, Spondylitis; die Atrophie der vorderen Wurzeln bei den letztgenannten Affectionen, sowie bei Poliomyelitis ant. (anscheinend bei der chronischen nicht immer), amyotrophischer Lateralsklerose, beziehungsweise spinaler Muskelatrophie, auch bei progressiver Paralyse. Auch unter normalen Verhältnissen finden sich in den hinteren Wurzeln einzelne schmale Fasern. Uebrigens sind bei der Frage, ob im einzelnen Falle Degenerationen vorhanden sind, stets die Siemerling'schen Angaben zu berücksichtigen (siehe erstes Capitel: »Anatomie« S. 14).

Zuweilen sieht man auch in den Wurzeln Corpora amylacea. Eigenthümliche Einlagerungen in die vorderen Wurzeln hat Hoche beschrieben.

g) Verschiedene pathologische Bildungen.

1. Körnchenzellen (Fettkörnchenzellen). Als Körnchenzellen werden rundliche, zellige, mit stark lichtbrechenden Fettkörnchen erfüllte Gebilde bezeichnet, welche in frischem Zustande nur ziemlich unbedeutend einen Kern erkennen lassen.

Diese Bildungen galten bekanntlich einst als Zeichen einer bestehenden Entzündung (Gluge'sche Entzündungskugeln; der Name »Körnchenzellen« stammt von J. Vogel). Allein man hat erkannt, dass dieselben auch ohne jede Entzündung, z. B. bei nekrobiotischen Processen, vorkommen. Ja sie können nicht einmal für unzweifelhaft pathologisch gelten. Schon Türck und Joffe machten auf das häufige Vorkommen von Körnchenzellen im Rückenmark aufmerksam. Später zeigte Th. Simon, dass sie sich bei genauer Untersuchung im centralen Nervensystem überraschend häufig vorfinden, bei Individuen, welche bei Lebzeiten an keinen darauf bezüglichen Symptomen gelitten hatten, sondern an anderweitigen Krankheiten, Tuberculose, Pneumonie, Anämie u. s. w. verstorben waren. Diese Angaben wurden von L. Meyer auf Grund zahlreicher Untersuchungen bestätigt. Nachdem weiterhin Virchow's Beobachtungen die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen dieser Formen im kindlichen Gehirn und Rückenmark gelenkt hatten, stellte Hayem, welcher sie bei etwa einem Dutzend Kinder, von fünf Tagen bis ein Monat alt, vorgefunden hatte, ihre pathologische Bedeutung in Frage. Jastrowitz wies nunmehr in einer sehr sorgfältigen Arbeit nach, dass jene Körnchenzellen im Gehirn und Rückenmark des menschlichen Fötus zur normalen Entwicklung gehören, dass sie sich in der molecularen Substanz bilden und mit der fortschreitenden Entwicklung markhaltiger Nervenfasern mehr und mehr verschwinden. Im Rückenmark halten sie sich am längsten

in den Hintersträngen, während sie zuerst in der Medulla oblongata unsichtbar werden.

Meistentheils sind sie schon bei ausgetragenen Neugeborenen, jedenfalls bei jüngeren Kindern aus dem Rückenmark verschwunden; ein längeres Verbleiben derselben ist als krankhaft anzusehen.

Man kann daher den Befund einzelner Körnchenzellen im Abstrichpräparat des Rückenmarks auch bei erwachsenen Individuen nicht ohne Weiteres als pathologisch ansehen. Jedoch ein reichlicheres Vorkommen gehört allerdings zu den Abnormitäten.

Das Auftreten von Körnchenzellen beweist nichts für das Bestehen einer Entzündung; sie finden sich vielmehr ganz vorwiegend bei Zuständen der regressiven Metamorphose: bei Inanition, bei Zerfall von Gewebe, localer ungenügender Ernährung. So sehen wir bei secundärer Strangdegeneration, bei Erweichung Körnchenzellen auftreten. Die im fötalen Stadium normaler Weise vorhandenen Körnchenzellen haben vielleicht die Bedeutung von Fetttransporteuren zum Zwecke der Bildung des Myelinmantels (?). Aber auch bei der Entzündung kommen Körnchenzellen vor. Hier finden sich dann neben ihnen die für den entzündlichen Zustand bemerkenswerthen histologischen Veränderungen vor: Hyperämie, Proliferation, Extravasation, Schwellung etc.

Sie liegen theils im Gewebe zerstreut, theils in den perivascularären Scheiden, theils auch im Verlaufe zerfallener Nervenfasern. Die in ihnen enthaltenen Körnchen stammen wahrscheinlich aus zerfallenem Nervenmark, mit welchem die Zellen sich infiltriren, wofür die Coincidenz des Auftretens von Körnchenzellen bei solchen Zuständen, wo Nervenmasse zerfällt, und der Umstand spricht, dass die Körnchen sich bei Weigert'scher Färbung mit demselben Farbenton färben wie das Nervenmark.

Es ist kaum anzunehmen, dass die Körnchenzellen von einheitlichem Charakter sind. Wir finden dieselben sowohl bei Zuständen, wo zellige Proliferation, beziehungsweise Auswanderung von Leukocyten stattgefunden hat, wie auch bei solchen, wo dies fehlt. Für letztere Fälle (regressive Metamorphose) muss man annehmen, dass die Körnchenzellen aus Lymphkörperchen, beziehungsweise Wanderzellen hervorgegangen sind. Die reichliche perivascularäre Anordnung von Körnchenzellen, welche man besonders bei Oedem, Erweichung, Entzündung findet, kann nicht mit der Erklärung erledigt werden, dass die Zellen in den adventitiellen Raum wandern, da die Anhäufungen zu gross sind; es ist vielmehr anzunehmen, dass es sich hiebei um eine Proliferation adventitieller, beziehungsweise endothelialer Elemente handelt, welche sich mit Fett infiltriren. Sehr wahrscheinlich können auch Neurogliazellen in Fettkörnchenzellen sich umwandeln. Die Betheiligung von emigrirten Leukocyten an der Bildung der Körnchenzellen ist überhaupt noch zweifelhaft und jedenfalls von

geringerem Belang, wie ja die letzteren auch gewöhnlich einkernige Gebilde sind. Wahrscheinlich geht ein Theil der Körnchenzellen aus jenen einkernigen epitheloiden Zellen hervor, welche bei Erweichungen und Entzündungen der Neryensubstanz theils in den Gefässcheiden, theils im Gewebe zerstreut aufzutreten pflegen (siehe unten).

Die Anordnung der Körnchenzellen im Verlaufe der Nervenfasern erklärt sich dadurch, dass die Zellen eben an den Ort des Zerfalles einwandern.

Nur frisch untersucht sind die Körnchenzellen deutlich als solche zu erkennen. Bei der Erhärtung in Alkohol wird das Fett extrahirt und man hat dann blosse einkernige Zellen vor sich. Ohne Alkohol gehärtet kann das Fett krystallinische Form annehmen (Ribbert).

Was aus den Körnchenzellen wird, ist noch nicht vollständig klar-gestellt. Da der fettige Inhalt derselben zumeist nicht einer Degeneration der Zellen entspringt, sondern einer Infiltration, so ist es wohl denkbar, dass dieselben recht lebensfähige Gebilde sind, auch wohl sich ihres Inhaltes entledigen und weiter vegetiren, vielleicht sogar an reparativen Vorgängen sich betheiligen können. Zum Theil aber gehen dieselben sicherlich als solche zu Grunde, da man formlose Fettkörnchenhaufen vorfindet.

2. Epitheloide Zellen (Plasmazellen). Ansammlung von epitheloiden platten Zellen mit grossem Kern hat v. Leyden zuerst bei Kinderlähmung beschrieben. Ähnliche Gebilde sind weiterhin auch von Anderen bei entzündlichen Processen im Rückenmark gesehen worden. Dieselben entstehen wahrscheinlich hauptsächlich durch Proliferation fixer Gewebszellen der Adventitia der Gefässe und der Neuroglia (Endothelien von Lymphbahnen?). Man findet sie namentlich perivascular angeordnet. Als extravasirt können sie nicht wohl angesehen werden. Wie oben bemerkt, gehen wahrscheinlich aus ihnen die Körnchenzellen hervor. Die epitheloiden Elemente sind übrigens nicht für die Neryensubstanz specifisch, sondern finden sich auch sonst im Granulationsgewebe.

3. Eiterbildung. Ist im Rückenmark äusserst selten, wenn man von der eiterigen Spinalmeningitis absieht.

4. Corpora amylacea. Dieselben stellen kleine kugelige oder ovale Gebilde von eigenthümlich mattem Glanze dar, welche von concentrisch geschichtetem Bau sind. Frommann unterscheidet geschichtete und ungeschichtete. Sie sind zuerst von Purkinje entdeckt und bereits als Corpora amylacea bezeichnet. Virchow zeigte, dass sie sich chemisch (durch die Jodreaction) der pflanzlichen Stärke ähnlich verhalten. Sie liegen zwischen den Neryenelementen verstreut, sowohl in der weissen wie in der grauen Substanz; besonders finden sie sich um die Gefässe angehäuft, ferner um den Centralcanal, ebenso in der Rindenschichte

des Rückenmarks sowie in den Wurzeln, namentlich den hinteren. Durch diese Art der Verbreitung unterscheiden sie sich von den Körnchenzellen.

Die Corpora amylacea kommen hauptsächlich bei chronischen atrophirenden Processen vor (Sklerose), aber auch bei acuter Myelitis können sie sich entwickeln. Ferner finden sie sich zuweilen im Rückenmark (und Gehirn) alter Leute, um den Centralcanal, in der grauen Substanz und um degenerirte Gefäße. Sie können in bedeutender Zahl vorhanden sein, ohne dass es zu Rückenmarkssymptomen kommt.

Vielleicht entstehen sie aus veränderten, degenerirten Nervenfasern; etwas Sicheres jedoch ist hierüber noch nicht festgestellt (Homén, Ceci, Schaffer, Schmaus, Stroebe).

Auch eine Reihe von anderen rundlichen Gebilden (Hasall'sche, Gierke'sche, Leber'sche Körperchen) sind im Centralnervensystem unter verschiedenen Umständen beschrieben worden, deren Bedeutung und Herkunft nicht klar ist. Aehnliche Bildungen sind neuerdings auch als colloide Körper bezeichnet worden.

Zum Theil handelt es sich wohl um Kunstproducte, nämlich um niedergeschlagene Substanzen, welche durch die Härtingsflüssigkeiten, namentlich Alkohol, aus den Markscheidern extrahirt sind (Lecithin etc.).

5. Intramedulläres Exsudat. Nicht selten, namentlich bei Oedem, Erweichung, acuter Entzündung des Rückenmarks, ferner bei Syringomyelie und traumatischer Höhlenbildung, sieht man auf Schnittpräparaten structurlose amorphe Massen. Dieselben finden sich im Centralcanal und in der grauen Substanz, seltener in der weissen Substanz, vielfach um Gefäße herum. Dieser Befund ist verschieden aufgefasst worden: als geronnenes albuminöses, beziehungsweise fibrinöses Exsudat, als colloide, hyaline, schleimig-gallertige Umwandlung erweichter Nervensubstanz, beziehungsweise erkrankter gequollener Neuroglia. Diese structurlose Masse ist es auch, welche Lockhart Clarke als »Granular oder Fluid desintegration« beschrieben hat; nach der Meinung dieses Forschers handelt es sich um eine Erweichung und Zerstörung des Nervengewebes und Umwandlung desselben in eine körnige Masse, welche mit exsudirter Flüssigkeit gemischt, und sodann homogen wird. Diese Massen nehmen die Carminfärbung gewöhnlich schwach an. Ihre Natur ist immer noch nicht festgestellt; auch ist es fraglich, ob es sich überall um dieselbe Erscheinung handelt; die perivascular angeordneten Massen sind doch wahrscheinlich Exsudate; ob dies aber für alle anderen ähnlichen Erscheinungsformen gilt, ist noch nicht sichergestellt. Auch die Versuche, durch Färbungen Aufklärungen über die Natur der Substanz zu erhalten, haben noch nicht zum Ziele geführt.

IV. Die secundäre Degeneration.

Eine fundamentale pathologisch-anatomische dem Rückenmark eigenthümliche Erscheinung ist die »secundäre Degeneration«.

Als der eigentliche Entdecker der secundären Degeneration im Rückenmark ist L. Türck zu nennen. Zwar sind schon vor ihm mehrere Fälle von theilweisen Atrophien (und Agenesien) des Rückenmarks bekannt gewesen. Morgagni hatte bereits beobachtet, dass mitunter in Fällen von sehr alten Hemiplegien eine auffällige Atrophie und Volumensveränderung des Crus cerebri, des Pons und der Medulla oblongata auf der dem Erkrankungsherde im Hirn entsprechenden Seite bemerkt wird. Dieser Fund scheint wieder in Vergessenheit gerathen zu sein: wenigstens gibt Cruveilhier an, dass er vergeblich darnach gesucht habe. Er selbst, sowie weiterhin Rokitansky haben dieselbe Atrophie wiederholt gefunden und auch durch spätere Beobachtungen ist sie als eine zwar nicht sehr häufige, aber sicher constatirte Thatsache bestätigt. Allein erst durch L. Türck's Arbeiten*) wurde der Vorgang auch in den Fällen, wo eine makroskopische Atrophie nicht vorlag, der Beobachtung erschlossen (siehe S. 15). Trotz einer verhältnissmässig unvollkommenen Untersuchungsmethode hat Türck in der That die wichtigsten Thatsachen dieses Processes gefunden und auch in ihrer Bedeutung für die Pathologie und Physiologie richtig gewürdigt. Die weiterhin angestellten Untersuchungen mit besseren Methoden haben seine Angaben durchweg bestätigt und nach vielen Richtungen hin erweitert und vervollständigt.

Einen erheblichen Vortheil für die Erkennung der secundären Degeneration gewährt die jetzt übliche Fixirung des Rückenmarks in Chromsäure, beziehungsweise chromsauren Salzen (Müller'sche Flüssigkeit). Nach mehrwöchentlicher Erhärtung in dieser Flüssigkeit tritt die degenerirte Partie in sehr scharfer Weise durch eine hellere Färbung hervor. In Carminschnitten heben sich die degenerirten Stellen durch dunklere Färbung heraus; ganz besonders scharf aber treten sie bei der Weigert'schen (Weigert-Pal'schen Markscheidenfärbung), sowie bei der Marchi'schen Färbung hervor.

Die Erkenntniss, dass die secundäre Degeneration in der Richtung des Faserverlaufes erfolgt, verleiht den Erscheinungen derselben eine weitergehende physiologische und anatomische Bedeutung; man hat

*) Ueber ein bisher unbekanntes Verhalten des Rückenmarks bei Hemiplegien. Zeitschrift der Aerzte zu Wien. 1850, 6—8. — Ueber secundäre Erkrankung einzelner Rückenmarksstränge und ihrer Fortsetzungen zum Gehirn. Wiener Sitzungsberichte. 1851, VI, S. 288; endlich: Sitzungsberichte. XI. Heft, 1, S. 113.

mit Recht die aufsteigend und absteigend degenerirenden Rückenmarksgebiete als besondere und verschiedene Fasersysteme aufgefasst und so die secundäre Degeneration zum Studium des normalen Faserverlaufes verwerthet. Die späteren Flechsig'schen entwicklungsgeschichtlichen Forschungen haben, namentlich für die Pyramidenbahnen, gezeigt, dass diese Auffassung in der That richtig war. Jedoch kann die früher herrschende Ansicht, dass die secundäre Degeneration im Sinne der functionellen Leitung erfolge, nicht mehr ganz so festgehalten werden, da dies zwar für die cellulifugal leitenden Nervenfortsätze, nicht aber für die cellulipetal leitenden Dendriten gilt, welche letzteren gleichfalls von der Zelle weg degeneriren.

Man unterscheidet nach Türck absteigende und aufsteigende secundäre Degeneration:

1. Absteigende Degeneration. Sie ist am häufigsten durch Blutungen und Erweichungsherde im Gehirn veranlasst.

Schon makroskopisch zeigt sich auf der Seite der absteigenden Degeneration die hintere Gegend des Seitenstranges verschmächtigt; die hintere seitliche Partie der weissen Substanz ist abgeplattet und das Vorderhorn erscheint dem Hinterhorn in spitzerem Winkel genähert. Entsprechend der Verjüngung der Pyramidenbahn nimmt die degenerirte Partie von oben nach unten an Umfang ab.

Die absteigende Degeneration befällt die in der sogenannten Pyramidenbahn vereinigten motorischen Fasern; in der Med. oblong. ist die dem Hirnherde gleichseitige Pyramide ergriffen; in der Decussatio geht die Degeneration auf die gekreuzte Pyramiden-Seitenstrangbahn und die ungekreuzte Pyramiden-Vorderstrangbahn über, welche letztere nicht so weit herunterreicht, vielmehr gewöhnlich sich bereits im Bereich des oberen Dorsalmarks verliert (siehe S. 16). Die Topographie der absteigenden Degeneration fällt somit vollkommen mit derjenigen der Pyramidenbahnen zusammen und mit derjenigen der von Flechsig auf entwicklungsgeschichtlichem Wege gefundenen Abgrenzung.

Mikroskopisch ist die degenerirte Partie, wie Türck es angegeben hat, ausgezeichnet durch das Vorhandensein von Körnchenzellen, welche zwischen die Nervenfasern eingelagert sind und sie zum Theil ersetzen. Man findet bald mehr, bald weniger Körnchenzellen, was von dem Alter der Affection abzuhängen scheint; in Fällen alter Degeneration scheinen sie sogar ganz zu verschwinden.

Das Auftreten der Körnchenzellen hängt mit dem Zerfall der Nervenfasern zusammen, mit deren Producten die Zellen sich infiltriren. Der Zerfall ist bereits am fünften bis sechsten Tage nachzuweisen (Bouchard, Homén, Barbacci). Die experimentelle Erforschung hat gelehrt, dass zuerst eine Anschwellung, weiterhin körniger Zerfall der Achsencylinder

auftritt; dieselben büßen an Färbbarkeit für die üblichen, sie sonst färbenden Substanzen ein, färben sich dagegen abnorm stark mit Säurefuchsin sowie mit Osmium (Marchi'sche Methode). Erst weiterhin zerfällt auch die Markscheide (Homén).

Es erfolgt nunmehr eine Vermehrung der Neuroglia, wahrscheinlich in Folge der Abnahme des Wachstumsdrucks seitens des Nervenparenchyms. Amyloidkörner werden häufig gefunden. Die Gefäße zeigen innerhalb der degenerirten Partie gewöhnlich eine Verdickung ihrer Wandungen.

Die Ursache der absteigenden Degeneration muss darin gesucht werden, dass die Zellen des motorischen Theils der Hirnrinde ein »trophisches Centrum« für die motorischen Fasern bis zu ihrer Endigung in der grauen Substanz der Kerne, beziehungsweise Vorderhörner repräsentiren. Ist durch Continuitätsunterbrechung der trophische Einfluss der Hirnrinde aufgehoben, so verfallen die Fasern der macerirenden Wirkung der Gewebssäfte (A. Rumpf, Schmaus).

Bei doppelseitigen Hirnherden kommt es zu beiderseitiger absteigender Degeneration. Fast die Regel bildet letztere bei Herderkrankungen des Rückenmarks selbst, da diese meist beide Hälften des Querschnittes befallen. Es kommt hierbei zur absteigenden Degeneration, sobald die Pyramiden-Seitenstrangbahn durch den Herd geschädigt ist.

In einer Reihe von Fällen hat man nach einseitigen Hirnherden doppelte absteigende Degeneration gefunden; wahrscheinlich dadurch bedingt, dass die Pyramidenbahnen bei den betreffenden Individuen einen abweichenden Verlauf hatten. Diese bilaterale absteigende Degeneration ist von den meisten Autoren nur als eine Ausnahme angesehen worden. Obersteiner meint jedoch, dass gar nicht so selten eine geringe Degeneration des gleichseitigen Pyramidenstranges vorhanden sei. Pitres hat unter 40 Fällen 10 bilaterale Degenerationen gefunden. Er beschreibt die Veränderungen als auf beiden Seiten gleich oder auf der gelähmten Seite stärker (vgl. auch den Fall von Hoche, S. 17).

Bezüglich der doppelseitigen absteigenden Degeneration sind die Untersuchungen von Rothmann zu beachten. Derselbe fand nach einseitiger Exstirpation des Extremitätencentrums beim Hunde vom neunten Tage bis vier Wochen nach der Operation neben der starken Degeneration der gekreuzten Pyramiden-Seitenstrangbahn eine schwache Degeneration in der gleichseitigen. Dieselbe nimmt ihren Anfang in der Decussatio mitten zwischen den degenerirenden Fasern der anderen Seite. Diese Degeneration wird durch den Druck der im ersten Stadium der Degeneration an Volumen zunehmenden Fasern der anderen Seite hervorgerufen und bildet sich bei der weiterhin stattfindenden Atrophie der letzteren zurück, so dass sie im zweiten bis fünften Monat völlig

verschwindet. Dass man beim Menschen die doppelseitige Degeneration öfter auch in älteren Fällen findet, erklärt Rothmann dadurch, dass hier, besonders bei der fast immer vorhandenen Arteriosklerose, die Regeneration der durch Druck geschädigten Nervenfasern erschwert sei.

Auch in den Hintersträngen ist absteigende Degeneration beschrieben worden. Schultze hat in mehreren Fällen eine »kommaförmige Degeneration« an der Grenze zwischen dem Burdach'schen und Goll'schen Strange nachgewiesen.

Ueber die Natur dieser auch von Anderen gesehenen absteigenden Degeneration ist discutirt worden. Schultze meint, es handle sich um die absteigenden Aeste der hinteren Wurzeln. Tooth macht jedoch dagegen geltend, dass dann auch nach der experimentellen Durchschneidung der hinteren Wurzeln dieselbe Degeneration eintreten müsste, — was aber nicht der Fall sei, und dass nicht angenommen werden könne, dass die absteigenden Aeste der hinteren Wurzeln sich so weit herunter erstrecken, als es bei der kommaförmigen Degeneration beobachtet ist. Tooth meint vielmehr, dass es sich um Commissurfasern handle. Marie dehnt diese Anschauung dahin aus, dass die Fasern aus der grauen Substanz entspringen und dass die Degeneration von der Bethheiligung der grauen Substanz an der Herderkrankung abhängt.

Von Daxenberger (unter Leitung von Strümpell) ist eine absteigende Degeneration eines zu beiden Seiten des hinteren Längsseptums liegenden ovalen Feldes der Hinterstränge beschrieben worden. Nach Gombault und Philippe nimmt die absteigende Degeneration der Hinterstränge nur im oberen Theile des Marks die kommaförmige Zone, im unteren Theile dagegen eine mediane Zone ein. Strümpell hat auch im Gebiete der Kleinhirn-Seitenstrangbahn absteigend degenerirende Fasern gesehen. (Vgl. übrigens S. 20 und 21.)

Man hat beobachtet, dass die secundäre Degeneration auch das nächstanstossende Neuron in Mitleidenschaft ziehen kann; so sah Schaffer in gewissen Fällen von absteigender Degeneration nach Hemiplegie degenerative Veränderungen an den Vorderhornzellen. Hier reiht sich auch die Beobachtung von Atrophie der Hinterstrangkerne nach Rindendefect an (Flechsig und Hösel). Was das Wesen dieser Proccesse, welche im Sinne der Neurontheorie als »tertiäre Atrophie« oder »indirecte secundäre Degeneration« anzusehen sind, betrifft, so ist auf die Erörterungen im Abschnitt V zu verweisen (S. 115).

2. Aufsteigende Degeneration. Die auch bereits von Türk studirte aufsteigende Degeneration entwickelt sich von Krankheitsherden im Rückenmark oder von den hinteren Wurzeln (demgemäss auch von der Cauda equina) aus. Sie folgt dem Verlaufe der sensiblen, beziehungsweise centripetal leitenden Bahnen. Bei Läsionen der hinteren Wurzeln

hat das entartete Gebiet die Ausbreitung, welche dem centralen Verlauf der in der Wurzel enthaltenen Fasern entspricht und aus den im anatomischen Theil mitgetheilten Angaben und Abbildungen hervorgeht.

Bei Herderkrankungen des Rückenmarks sind unmittelbar oberhalb des Herdes die Hinterstränge durchweg degenerirt (Schiefferdecker's Bezirk der »traumatischen Degeneration«). Indem nunmehr mit der nächst höheren hinteren Wurzel gesunde Faserbündel in das Rückenmark eintreten, welche die laterale Partie der Keilstränge einnehmen, wird die degenerirte Partie der Hinterstränge nach der Mitte hin verschmälert. Mehrere Segmente aufwärts ist die Degeneration des Keilstranges ganz verschwunden und es setzt sich nunmehr nach oben lediglich die Degeneration des Goll'schen Stranges fort, welche im Allgemeinen bis zu den Kernen der zarten Stränge am Calamus scriptorius zu verfolgen ist.

Das Querschnittsfeld der Degeneration muss natürlich von verschiedener Ausdehnung sein, je nachdem die Herdläsion einen höheren oder tieferen Theil des Rückenmarks betroffen hat.

Ausser der secundären Degeneration der Hinterstränge tritt eine solche der Kleinhirn-Seitenstrangbahnen ein, falls der Herd in demjenigen Bereich des Rückenmarks liegt, in welchem diese Bahnen entwickelt sind. Dieselben sollen nur bis zum achten bis zehnten Dorsalsegment hinunter reichen. Aus der Casuistik hat man entnommen, dass die Degeneration der Kleinhirn-Seitenstrangbahn nicht eintritt, wenn der Herd unterhalb des neunten Dorsalsegmentes gelegen ist. Allein bei sehr tief sitzenden Läsionen wird die aufsteigende Degeneration schwer nachweisbar sein, weil sie durch die zahlreichen nach oben hin einstrahlenden gesunden Fasern verdeckt wird (Kahler und Pick). Es wird ausserdem auf die Stärke der Läsion ankommen (Flechsig). Jedenfalls also ist die untere Abgrenzung nicht so sicher zu machen, wie Bouchard meinte. Barbacci gibt an, noch bei Verletzungen in der Höhe des zwölften Brustwirbels (Lendenanschwellung) Degeneration der Kleinhirn-Seitenstrangbahn gesehen zu haben.

Dieser Degenerationsbezirk nimmt also die hintere Peripherie des Seitenstranges ein, entsprechend der Lage der Kleinhirn-Seitenstrangbahn. Da die letztere im Dorsalmark schwächtiger ist als im Halsmark, so präsentirt sich die secundäre Degeneration derselben bei tiefgelegenen Herden als ein schmalerer Bezirk, bei hochgelegenen als ein breiterer. Nach oben hin setzt sich der Degenerationsbezirk in das Corp. restiforme hinein fort, um sich, wie Flechsig meint, bis zum Vermis superior zu erstrecken.

Es ist bemerkenswerth, dass man nicht den ganzen Querschnitt der Kleinhirn-Seitenstrangbahn degenerirt, vielmehr einzelne Fasern frei

geblieben findet. Dies sind vielleicht solche, welche vom Kleinhirn einen centrifugal absteigenden Verlauf nehmen (Marchi, Strümpell).

Näheres über den vermuthlichen Ursprung der Fasern der Kleinhirn-Seitenstrangbahn in den Stilling'schen Kernen etc. siehe im anatomischen Capitel S. 17.

Endlich findet sich noch an dem vor der Kleinhirn-Seitenstrangbahn gelegenen Theil der Peripherie des Seitenstranges ein nach oben hin sich fortsetzender Faserausfall (Fasciculus antero-lateralis ascend., Gowers'sches Bündel). Die Degeneration desselben ist keine compacte, vielmehr liegen die degenerirten Fasern mehr zerstreut.

Die histologischen Verhältnisse der aufsteigenden Degeneration sind die gleichen wie die der absteigenden. Das Phänomen ist darauf zurückzuführen, dass das »trophische Centrum« der betreffenden Bahnen in den Spinalganglien, beziehungsweise Clarke'schen Säulen gelägen ist.

3. Betheiligung der grauen Substanz. Es ist von vorneherein zu erwarten, dass sich die secundäre Degeneration auch auf die Fasern der grauen Substanz erstrecken wird. Dieselben stellen ja zum Theile die Endigungen der in den weissen Strangsystemen verlaufenden Fasern dar. Von älteren Angaben sind die von Charcot und von v. Leyden über gelegentliche Befunde von Atrophie des Vorderhorns bei absteigender Degeneration hervorzuheben.

Aus neuerer Zeit sind die Angaben Fürstner's bemerkenswerth. Derselbe fand bei absteigender Degeneration und Mitbetheiligung der Rückenmarksstränge bei der progressiven Paralyse eine Atrophie des gleichseitigen Seitenhorns im Hals- und oberen Brusttheil. Die dasselbe der Länge nach durchziehenden Fasern erscheinen geschwunden, die Ganglienzellen sehen zunächst noch intact aus, sind nur näher aneinander gerückt. Dieser Faserschwund im Seitenhorn scheint sich schon ziemlich frühzeitig zu entwickeln. Später gewinnen auch die Ganglienzellen und die Zwischensubstanz ein verändertes Aussehen.

V. Veränderungen des Rückenmarks nach Amputationen.

An die secundäre Degeneration des Rückenmarks schliesst sich naturgemäss die Erörterung der nach Amputationen entstehenden Veränderungen an.

Schon aus dem Jahre 1829 rührt eine Angabe von Bérard*) her, welcher eine Atrophie der vorderen Wurzeln der die amputirte Extremität versorgenden Nerven beobachtete. Cruveilhier gibt jedoch an, keine Rückenmarksveränderungen aufgefunden zu haben. Weiterhin wurde das

*) Bulletin de la société anatomique.

Studium dieser Angelegenheit von Vulpian (1868—1872) und gleichzeitig von Dickinson (1868) in Angriff genommen.

Dickinson untersuchte drei Fälle: der eine betraf einen 74jährigen Mann, welcher vor 53 Jahren im oberen Drittel des linken Oberschenkels amputirt worden war. Der betreffende N. ischiadicus zeigte kaum noch Nervensubstanz. In der Lendenanschwellung war der hintere Markstrang der linken Seite verdünnt; ebenso im Dorsaltheil. Beim zweiten Fall handelte es sich um eine Amputation am Oberarm vor 23 Jahren. Die hinteren Wurzeln am Halsmark waren atrophirt; auch die vorderen Wurzeln waren etwas verdünnt. In der Halsanschwellung fand sich, bis zum verlängerten Mark hinauf, der linke Hinterstrang verdünnt. Beim dritten Falle (Amputation des Unterarms vor 22 Jahren) fand sich eine Atrophie des betreffenden Hinterstranges in der Halsanschwellung mit leichter Verdünnung der grauen Substanz.

Vulpian fand bei einer im 59. Jahre gestorbenen Frau, der vor 47 Jahren der rechte Unterschenkel amputirt war, eine Atrophie der rechten Rückenmarkshälfte von der Lendenanschwellung bis zum Conus medullaris; bei einem anderen Falle (Amputation über den Malleolen), 20 Jahre nach der Operation gestorben, fand sich eine Atrophie der weissen und grauen Substanz in der Lendenanschwellung und im Dorsalmark; am wenigsten sollte der Hinterstrang verändert sein; allein nach der beigegebenen Abbildung war derselbe doch stark verdünnt, was Vulpian auch in einer späteren Arbeit (1869) selbst hervorhob. Er theilte ferner noch folgende Fälle mit: Exarticulation im linken Hüftgelenk vor 10 Jahren. Tod im Alter von 34 Jahren. Der linke Hinterstrang verdünnt, besonders in der Lendenanschwellung, bis zum Halstheil hinauf. Linker Seitenstrang leicht verdünnt. Vorder- und Hinterhorn verkleinert, besonders letzteres. Ganglienzellen im Vorderhorn etwas vermindert, Wurzeln anscheinend nicht verändert. — Amputation des rechten Oberschenkels vor 16 Jahren. Tod im Alter von 84 Jahren. Rechter Hinterstrang und Vorderstrang verdünnt. Auf Vulpian's Anregung durchschnitt Philippeaux bei Kaninchen den Ischiadicus und Cruralis; es bildete sich eine Verdünnung des betreffenden Hinterstranges, auch Hinterhorns, und zwar um so stärker, je jünger das Thier war.

v. Leyden*) untersuchte in drei Fällen das Rückenmark von Personen, welchen vor längerer Zeit ein Glied amputirt war. Der eine Fall betraf eine Amputation des Arms vor drei Jahren; der zweite eine Amputation des Unterschenkels dicht unterhalb des Knies vor zweieinhalb Jahren; der dritte eine Amputation des Oberschenkels vor fünf Jahren. Alle drei Fälle ergaben eine Atrophie der entsprechenden Rückenmarks-

*) Klinik der Rückenmarkskrankheiten. 1875, II, S. 316.

hälfte; am deutlichsten war dieselbe in dem letztgenannten Falle. Schon am frischen Rückenmark war auf dem Querschnitt der Lendenanschwellung eine Differenz erkennbar, welche sowohl die weisse wie die graue Substanz, sowohl das Vorder-, wie das Hinterhorn betraf. Die rechte Hälfte ist verkleinert und auch die vorderen und hinteren, sowie die durch die Subst. Rolando ziehenden Wurzelfasern sind verschmälert. Das rechte Vorderhorn erscheint namentlich in seiner äusseren Partie verkleinert, welche einen concaven Contour darbietet. Die Hinterstränge zeigen nur eine sehr geringe Differenz zu Ungunsten der rechten Seite. Die Structur ist überall intact. Oberhalb der Lendenanschwellung ist die Differenz beider Rückenmarkshälften auch noch vorhanden und lässt sich bis in den Cervicaltheil mit abnehmender Stärke verfolgen. Hiedurch wurde ausser Zweifel gestellt, dass Verkümmierungen der Extremitäten auch am erwachsenen Menschen noch eine nachweisbare (secundäre) Veränderung des Rückenmarks verursachen kann, welche nicht bloß die weisse Markmasse, sondern auch die graue Substanz mit den Ganglienzellen des Vorderhorns betrifft. Die Alteration besteht im Wesentlichen in einer einfachen Atrophie.

Weiterhin kamen Untersuchungen von Déjérine und Mayor (1878), Hayem und Gilbert (1884), Friedländer und Krause (1886), Homén (1890), Vanlair (1891), Genzmer, Edinger, Erlitzky u. A., Marinesco (1892), Sibelius (1897), Achard und Léopold-Lévi (1898, nach Verkümmierung eines Beines in Folge von tuberculöser, ankylosirender Kniegelenksaffection in der Kindheit), E. Flatau (1899), Bikeles (1900).

Die Mehrzahl der Autoren bestätigte die anatomische Veränderung des Rückenmarks nach Amputationen. Jedoch differiren die Angaben sowohl bezüglich der Localisation der Veränderungen, wie des Charakters der Degeneration. Bald werden allein die Hinterstränge, bald allein die Vorderstränge, bald die Vorderseitenstränge, bald nur die weisse, bald nur die graue Substanz verändert gefunden; bezüglich der letzteren wird von den meisten Vorder- und Hinterhorn, allerdings mit Bevorzugung des ersteren, nach anderer Angabe aber das Hinter-, nach anderer das Vorderhorn allein betroffen gefunden.

Es ist anzunehmen, dass die Differenz der Angaben grösstentheils darauf zurückgeführt werden muss, dass bei den einzelnen Fällen verschiedene Grade und Stufen der Degeneration vorgelegen haben; dieselbe ist nämlich bezüglich ihrer Intensität und Ausbreitung von verschiedenen Bedingungen, wie dem Alter des Individuums zur Zeit der Amputation, der nach der Operation verfloßenen Zeitdauer etc. abhängig.

Es scheint, dass es in Fällen, wo die Bedingungen für die Entwicklung der Rückenmarksveränderungen am günstigsten liegen, in der That zu einer Atrophie sowohl der weissen, wie grauen Substanz, wie der Wurzeln kommt. Marinesco fand Atrophie der hinteren Wurzeln, Hinterstränge und Hinterhörner, ferner der Clarke'schen Säulen; bei zwei Fällen auch des Vorderhorns, und zwar vornehmlich der hinteren lateralen Zellgruppe — ebenso fand es Homén — und der vorderen Wurzeln, entweder nur in ihrem intramedullären Verlauf oder auch extramedullär; die vordere Commissur war intact, die hintere etwas atrophisch.

Sibelius fand Verminderung der Zahl der Ganglienzellen im gleichliegenden Vorderhorn; Atrophie des Hinterstranges, der hinteren Wurzeln und Spinalganglien, der Reflexcollateralen, der Zellen der Clarke'schen Säule

Diese neueren Ermittlungen bestätigen also durchaus die früheren Angaben, speciell die von v. Leyden gemachten, welche somit als bewiesen anzusehen sind. Bemerkenswerth ist jedoch, dass Marinesco gerade die Vorderseitenstränge nicht atrophirt fand.

Diese atrophischen Veränderungen des Rückenmarks stehen in unmittelbarem Zusammenhange mit denjenigen des centralen Nervenstumpfes. In der That findet sich in letzterem, obwohl sowohl die sensiblen, wie die motorischen Nervenfasern desselben mit ihren »trophischen Centren« in Verbindung stehen, ausgesprochene Nervendegeneration. Dieser Process entwickelt sich freilich später und erheblich langsamer als die Waller'sche Degeneration; übrigens, wie die experimentelle Forschung zeigt, bei jungen Thieren schneller als bei erwachsenen. Die Veränderungen im centralen Nervenstumpf sowohl wie im Rückenmark haben, wie es scheint, zum Theil den Charakter einer einfachen atrophischen Volumenabnahme der Elemente, zum Theil gleichzeitig einen degenerativen, so dass eine gewisse Zahl von Fasern und Zellen wirklich zu Grunde geht.

Ob unter den degenerirten Fasern des centralen Stumpfes auch motorische oder ob es nur sensible sind, lässt sich freilich nicht sicher erweisen; aber da trophische Vorderhornzellen und vordere Wurzeln constatirt sind, so ist anzunehmen, dass auch peripherische motorische Fasern degenerirt sind. Dass die degenerirten Fasern des centralen Stumpfes solche sein sollen, welche ihr trophisches Centrum in der Peripherie haben, etwa in den Meissner'schen Tastkörperchen, wie Friedländer und Krause meinten, ist nicht wahrscheinlich.

Die Veränderungen des Rückenmarks und der Nerven nach Amputation lassen sich mit der üblichen Lehre von den trophischen Centren nicht ohne Weiteres in Uebereinstimmung bringen. Es ist nach dieser

Lehre unverständlich, weshalb nach einer Amputation der sensible Nerv ebenso wie der motorische des Amputationsstumpfes atrophiren sollte, da dieselben doch, wie bereits bemerkt, mit ihren trophischen Centren noch in Verbindung stehen. Man muss annehmen, dass die trophischen Centren selbst in Mitleidenschaft gezogen sind, da Hinterstrangfasern, sowie Vorderhornzellen zum Theil untergegangen sind. Die Gleichartigkeit dieser Vorgänge mit der oben (S. 94) besprochenen »retrograden Degeneration« erhellt ohne Weiteres. Die Alteration der Ursprungszelle nach Durchschneidung des Achseneylinderfortsatzes ist die grundlegende Erscheinung, welche uns das Verständniss für die oben beschriebenen Veränderungen eröffnet. Was die Erklärung betrifft, so hat die namentlich von Marinesco ausgesprochene Ansicht viel für sich: dass die trophische Function der Ganglienzellen sich nicht automatisch vollziehe, sondern durch peripherische Reize regulirt werde. Wenn ein Glied amputirt ist, so erhalten die Spinalganglienzellen nicht mehr von der ganzen Endverästelung der sensiblen Nervenstämmen ihre Reize, sondern nur noch von der Nervennarbe her; hiedurch sind die Erregungen so vermindert, dass sie nicht mehr genügen, um auf die Dauer die Function des Ganglions auf ihrer normalen Höhe zu erhalten; in Folge dessen leide schliesslich die Ernährung sowohl der peripherischen, wie der in den Hinterstrang einbiegenden sensiblen Faser. Diese Hypothese erfährt eine Stütze durch die Versuche von Gad und Joseph. Diese Autoren fanden beim Kaninchen, dass die Erregung des Nervus vagus beim Hindurchtreten durch das Ganglion jugulare eine Verzögerung erleide, welche keine andere Bedeutung haben kann, als dass der Reiz eine gewisse Veränderung des Zustandes der Zelle beim Passiren derselben bedingt, eine Zustandsveränderung, welche sich wahrscheinlich auf die trophische Function des Spinalganglions beziehe. Gad erklärt demnach den Vorgang so, dass die Erregungen, welche die Spinalganglienzelle durchsetzen, zugleich dazu dienen, ihre trophischen Functionen zu erhalten.

Die Hypothese von Marinesco vereinigt zwei Vorstellungen, welche miteinander gestritten haben. Türck hatte geglaubt, die secundäre Degeneration entstehe in Folge des Ausfalles der Thätigkeit der betreffenden Nervenbahn, während Bouchard meinte, dass der trophische Einfluss etwas Besonderes und von der Function unabhängig sei.

Die pathologischen und experimentellen Erfahrungen sprechen dafür, dass die Bahnen, welche den trophischen Einfluss leiten, mit den Bahnen für die motorischen und sensiblen Functionen zusammenfallen. Die Identität der functionsleitenden und trophischen Bahnen wurde zwar für die motorische Rückenmarksmuskelbahn auf Grund der merkwürdigen Beobachtung bestritten, dass bei progressiver Muskelatrophie trotz Degeneration der Vorderhornzellen und Muskeln die motorischen Nerven scheinbar

intact sein können, sowie mit Rücksicht auf die Verhältnisse bei der sogenannten »Mittelform« der Lähmung, wo der motorische Nerv unverändert erscheint, obwohl der Muskel atrophirt und träge Zuckung zeigt (Erb).

Trotzdem stösst die Annahme besonderer trophischer Nerven für den Muskel auf sehr erhebliche Widersprüche.

Andererseits werden wir zu der Vorstellung gezwungen, dass die nutritive Thätigkeit mit der functionellen Erregung nicht zusammenfalle. Entscheidend ist hiefür das Verhältniss der sensiblen Nerven, bei welchen die Richtung der functionellen Erregungsleitung derjenigen Richtung entgegengesetzt ist, in welcher sich der trophische Einfluss des Spinalganglions geltend macht.

Durch die neueren Ergebnisse der anatomischen Forschung nun gestalten sich die Verhältnisse ziemlich durchsichtig. Der Achsencylinder bildet, auch nachdem er in die lange Leitungsbahn übergegangen ist, einen integrierenden Bestandtheil der Ganglienzelle (Neuron). Die nutritive Function der sogenannten trophischen Centren ist somit keine andere, als die, welche jeder Zelle für ihre einzelnen Theile und Zellanhänge zukommt. Wie vollständig die Waller'sche Degeneration nur ein Ausdruck dieser Einheit von Zelle und Achsencylinder ist, sieht man an dem Neuron der Spinalganglienzelle.

Wir wissen durch His, dass von der extramedullär angelegten Spinalganglienzelle die eine Faser in die Haut, die andere in das Rückenmark hineinwächst. Hiemit stimmt es also vollkommen überein, dass die central vom Ganglion durchschnitene hintere Wurzel centralwärts, die peripherisch durchschnitene nach der Peripherie hin degenerirt. Ob der Achsencylinder wirklich sein Nährmaterial von der Ganglienzelle bekommt oder ob er es durch autochthonen Stoffwechsel entnimmt und nur bebufs richtiger Assimilation des Zusammenhanges mit der Zelle bedarf, ist noch eine offene Frage. Jedenfalls ist aber der die Assimilation beherrschende Einfluss der Ganglienzelle nicht einfach identisch mit der functionellen Erregung (siehe oben), vielmehr ist das Wesentliche der anatomische Zusammenhang. Dass der Achsencylinder den localen Einflüssen der Diffusion wie jedes Gebilde gleichfalls unterliegt, ist selbstverständlich; daher kann er auch trotz seiner trophischen Abhängigkeit von der Ganglienzelle durch circulirende, chemische Agentien local geschädigt werden (Neuritis).

Im Verein mit diesen aus der Anatomie sich ergebenden Anschauungen würde somit die Hypothese von Marinesco die Fassung erhalten, dass die Ganglienzellen für die Erhaltung der Constitution der von ihnen entspringenden Achsencylinder mit Endverästelungen und wahrscheinlich auch für diejenige der Dendriten, d. h. des ganzen Neurons von integrierender Bedeutung sind, dass sie aber diesen Einfluss auf die Dauer nicht

vollkommen erfüllen können, wenn sie nicht durch functionelle Erregung in Thätigkeit erhalten werden. Die Hypothese ist jedoch dahin zu erweitern, dass nicht bloß die von der Peripherie herkommenden, sondern auch die vom Centrum stammenden Erregungen in Betracht kommen.

Diese Erklärung ist auch auf die im Abschnitt IV erwähnten Fälle von tertiärer Atrophie oder indirecter secundärer Degeneration (Vorderhornzellen bei absteigender Degeneration u. s. w.) anzuwenden (s. S. 107).

Der Umstand, dass in den Fällen von Amputation, bei welchen die Hinterstränge Atrophie erkennen liessen, keine, beziehungsweise nur sehr geringfügige (Homén) Veränderungen der Spinalganglienzellen gefunden worden sind, spricht nicht gegen die oben entwickelte Anschauung, sondern beweist eben nur, dass die betreffenden Zellen und vielleicht überhaupt die trophischen Centren ihre anatomische Beschaffenheit noch lange bewahren können, obwohl die von ihnen entspringenden Fasern bereits erheblich verändert sind.

Es ist daher auch für andere Fälle wohl anzunehmen erlaubt, dass sich die Atrophie der Fasern in ausgebreiteter Weise zeigen kann, ohne dass die centralen Träger der trophischen Function sichtlich verändert sind — eine Folgerung, von der weiterhin mehrfach Anwendung zu machen sein wird.

Einer besonderen Erörterung bedarf noch das Verhältniss der Ernährung des Muskels zur Ernährung des motorischen Nerven. Während für letzteren der anatomische Zusammenhang mit der Ursprungszelle wesentlich ist, bedürfen die Muskelzellen zu ihrer Ernährung des Zuflusses functioneller Erregungen, ähnlich wie die Ganglienzellen. Es handelt sich jedoch, wie es scheint, zum wenigsten um die durch äussere Veranlassungen oder Bewusstseinsacte producirten Erregungen, sondern in der Hauptsache um die continuirlich fliessenden biologisch bedingten (Tonus). Jeder Theil des Nervensystems ist beständig von Strömungen durchsetzt; nur der kleinste Theil dieser Erregungen wird als Bewegung äusserlich oder als Empfindung innerlich bemerkbar. Wichtig für diese Auffassung, nach welcher die zeitliche Continuität der untermerkllichen Erregungen auf die Muskelernährung von Einfluss ist, dürfte die Angabe Cl. Bernard's sein, dass nach Durchschneidung der motorischen Nerven das Blut fast mit demselben O- und CO₂-Gehalt aus der Muskelvene abfließt wie es arteriell zuströmt, während sonst auch ohne Contraction ein O-Verbrauch stattfindet.

Es schliessen sich hier Veränderungen des Rückenmarks nach Plexuszerrung an. Eine solche kann zur Degeneration der vorderen und hinteren Wurzeln und bezüglicher Theile des Rückenmarks (Vorderhorn, Hinterhorn, auch weisse Substanz) führen (v. Monakow).

VI. Die Neurone als Grundlage der Rückenmarkspathologie.

Die oben entwickelten Vorstellungen gestatten nunmehr den Versuch, die Erkrankungen des Rückenmarks auf die Neurone zurückzuführen. Es kann kein Zweifel sein, dass der Aufbau des Nervensystems aus abgegrenzten, discontinuirlich aneinander gereihten Neuronen zur Grundlage unseres neuropathologischen Denkens werden und auch in gewissem Masse unsere klinischen Anschauungen bestimmen muss. Die einfachste und durchsichtigste Erscheinung in der allgemeinen Pathologie des Nervensystems, die Waller'sche und Türck'sche (secundäre) Degeneration lässt sich, wie eben gezeigt wurde, leicht auf Neuronerkrankung zurückführen. Es handelt sich um denselben Vorgang, gleichgiltig, ob er die Hinterstrangfaser (aufsteigende Degeneration) oder den peripherischen sensiblen Nerven (Waller'sche Degeneration) oder die Pyramidenbahn (secundäre absteigende Degeneration) oder die Kleinhirn-Seitenstrangbahn, beziehungsweise das Gowers'sche Bündel (Strangzellen-Neurone) betrifft: nämlich um eine partielle Nekrose des Neurons. Wenden wir uns zur speciellen Pathologie, so springt sofort die enge Anziehung der sogenannten systematischen Erkrankungen zu den Neuronen in das Auge. Die spinale progressive Muskelatrophie in ihrer reinen Form ist eine degenerative Erkrankung des directen motorischen Neurons: Vorderhornzelle, motorischer Nerv und Muskel sind atrophisch. Die Stellung der sogenannten primären myopathischen Muskelatrophie muss noch zweifelhaft bleiben. Bei der amyotrophischen Lateral-sklerose handelt es sich um eine Erkrankung sowohl des directen wie des indirecten motorischen Neurons. Man hat bei dieser Krankheit die Degeneration der Pyramidenbahnen bis zu sehr verschiedener Ausdehnung corticalwärts verfolgen können, bis in die innere Kapsel hinein und sogar bis zu den Centralwindungen. Von Erb und Strümpell ist ausgesprochen worden, dass der nutritive Einfluss der Ganglienzelle in den am Entferntesten gelegenen Theilen des Neurons am schwächsten zur Geltung kommen müsse. Handelt es sich um plötzliche Unterbrechungen der Continuität, so spielt diese Beziehung keine Rolle; alle Elemente des abgeschnittenen Theils befinden sich vielmehr unter den gleichen ungünstigen Bedingungen, und es kommt alsbald zur Nekrose in der ganzen Ausdehnung des Neuronrestes.*)

Nimmt dagegen die nutritive Function der Ganglienzelle allmählig ab, ohne dass eine eigentliche Leitungsunterbrechung vorhanden ist, so

*) Nach Gessler freilich beginnt die Degeneration des Nervengewebes nach Durchschneidung der Nervenstämmen in der Endplatte, und zwar zuerst in der marklosen Endverästelung und greift erst von da auf die Nervenfasern über.

wird sich die Schädigung zuerst an den distalen Partien des Neurons geltend machen und wird mit dem weiteren Nachlassen der trophischen Kraft mehr und mehr gegen die Ganglienzelle hin vordringen. Nimmt man nun bei amyotrophischer Lateralsklerose einen derartigen allmäligen Nachlass der Nutrition auch in dem indirecten motorischen Neuron an, so muss im Bereich der Pyramidenbahnen der Anschein einer aufsteigenden Degeneration entstehen, wie es in der That den pathologischen Befunden entspricht.

Eine degenerative Erkrankung der directen sensiblen Neurone stellt die Tabes dorsalis dar.

Die Neuronerkrankung führt erst dann zu einer Systemerkrankung, wenn sie eine ganze Reihe von räumlich zusammengelegerten Neuronen betrifft, welche unter gleichen Bedingungen des Ursprunges sich befinden; dies ist in ausgezeichnetem Masse bei den indirecten motorischen Neuronen der Fall, welche in ihrer Gesamtheit die Pyramidenbahn bilden; viel weniger schon bei den directen sensiblen Neuronen, welche den Hinterstrang zusammensetzen. Denkt man sich denselben durchschnitten, so liegen auf dem Querschnitt unweit von einander Neurone, welche von Spinalganglien aus ganz verschiedenen Höhen des Rückenmarks herkommen. Noch viel mehr ist dies bei den im Vorderseitenstrange verlaufenden Strangzellen-Neuronen (indirect-sensiblen) der Fall. Einigermassen übersichtlich, ähnlich wie in den Hintersträngen, wird sich das Verhältniss noch in der aus Strangzellen-Neuronen bestehenden Kleinhirn-Seitenstrangbahn gestalten, in welche nach oben hin immer neue Neurone aus den Clarke'schen Säulen einstrahlen. Ein sehr complicirtes Bild dagegen wird die Degeneration der anderen im Vorderseitenstrange enthaltenen Strangzellen-Neurone darbieten, deren Länge, Ausbreitung und Lagerungsverhältniss sehr variiren. Bei einer Degeneration dieser Neurone würde es demzufolge nicht leicht zu einem strangähnlichen Aussehen der Degenerationsfigur kommen können, obwohl die Affection gleichfalls Nerveneinheiten eines einheitlichen Typus befallen, also ihrem Wesen nach zu den systematischen zu zählen sein würde. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass die einem und demselben Neuron angehörende Erkrankung scheinbar ganz discontinuirliche Localisationen setzen kann; so würde z. B. eine Degeneration in peripherischen sensiblen Nerven des Fusses und im Goll'schen Strange des Halsmarks zusammengehörig sein können, wenn die beiderseitigen Enden der directen sensiblen Neurone befallen sind.

Fasst man die Neurone eines bestimmten anatomisch-physiologischen Typus als System zusammen, also System der directen sensiblen Neurone u. s. w., so wird eine systematische Erkrankung eine sehr verschiedene anatomische Configuration darbieten, je nachdem alle oder nur

diese oder jene Gruppe von Neuronen des Systems erkrankt sind. Das Massgebende für den systematischen Charakter ist somit weniger die in vielen Nuancen spielende Configuration der Degenerationsfigur, als vielmehr die functionelle Zusammengehörigkeit der Neurone.

Die Strangzellenneurone scheinen überhaupt von allen am seltensten zu erkranken. Vielleicht ist dies durch die besonders vielfältigen und ausgedehnten Verbindungen der Strangzellen zu erklären.

Der Versuch, die pathologisch-anatomischen Erscheinungen des Nervensystems auf die Neurone zurückzuführen, scheint zunächst zu einem gewissen Conflict gegenüber der herkömmlichen Unterscheidung in Gehirn-, Rückenmarks- und peripherische Erkrankungen zu führen. Denn die Neurone gehören meist entweder gleichzeitig dem Rückenmark und der Peripherie oder gleichzeitig dem Rückenmark und dem Gehirn an. Aber wir haben auch thatsächlich genug Beispiele von der gemeinsamen und universellen Beteiligung des Nervensystems an Erkrankungen, welche wir nach der hauptsächlichlichen Localisation, beziehungsweise nach dem klinischen Charakter als Gehirn-, als Rückenmarks- oder als peripherische Affectionen sondern. (Vgl. S. 126 das über die Beteiligung des Rückenmarks bei der Polynemitis Gesagte.) Dieser üblichen Gruppierung wird daher die Bezugnahme auf die Neurone keinen Eintrag thun.

Combinirte Systemerkrankungen.

Hierunter wird die gleichzeitige und durch eine gemeinsame Ursache bedingte Erkrankung mehrerer sogenannter Fasersysteme verstanden. Man ist zu dieser Annahme durch die Beobachtung geführt worden, dass gewisse pathologische Prozesse im Rückenmark eine grosse Regelmässigkeit und Symmetrie der Anordnung sowie Schärfe der Begrenzung zeigen, so dass sie dem Verlaufe gewisser als zusammengehörige Fasersysteme bekannter Bahnen zu folgen scheinen. Die Ursache hievon wird darin gesucht, dass in gewissen Fällen einzelne Fasersysteme durch congenitale Anlage zur Degeneration disponirt seien oder dass auf Grund von chemischen Verschiedenheiten der Fasersysteme gewisse Krankheitsgifte gerade besonders auf einzelne derselben wirken, andere aber intact lassen. In dieser Annahme steckt genug Hypothetisches. Wenn auch die hereditären Erkrankungen des Nervensystems zeigen, dass krankhafte Veranlagungen desselben vorkommen, so beweisen sie doch nicht, dass gerade einzelne Fasersysteme für sich hinfällig organisirt sind; vielmehr sind die hereditären Erkrankungen sehr vielfältiger Art und nur bei

einigen derselben kann überhaupt die Frage der Fasersystemerkrankung aufgeworfen, nirgends aber bewiesen werden.

Für das Bestehen chemischer Verschiedenheiten wird angeführt, dass manche Alkaloide auf bestimmte Theile des Nervensystems wirken (z. B. Digitalis); ferner die Ergotintabes. Aber die bis jetzt bekannten toxischen Erkrankungen des Rückenmarks sind gar nicht mit Vorliebe systematischer Natur. Die Rückenmarksaffectionen nach metallischen Giften entsprechen, wie es scheint, mehr der multiplen Sklerose. Die nach acuten Infectiouskrankheiten auftretenden Formen entsprechen der disseminirenden Myelitis und die bei kachektischen Krankheiten zu beobachtenden Degenerationen sind gleichfalls nicht systematischer Natur. Bei der Pellagra und Ergotintabes kann man bezüglich der Auffassung derselben als Systemerkrankungen mindestens streiten.

Doch das Hypothetische der Erklärungen wäre noch in Kauf zu nehmen, wenn die Localisation des Processes nach Fasersystemen wirklich über jeden Zweifel erhaben wäre. Dies ist aber nicht der Fall.

Die Symmetrie ist bei verschiedenen Krankheiten des Nervensystems eine so allgemeine Erscheinung, dass sie nicht für Fasersysteme beweisend sein kann. So ist die Localisation der multiplen Neuritis fast ausnahmslos eine symmetrische. Ganz besonders gilt dies aber von den Erkrankungen des Rückenmarks: die diffuse Myelitis ist fast stets symmetrisch. Auf den Gefässverlauf ist dies wahrscheinlich nicht zu beziehen, da die vasculären Processe mehr eine unregelmässige Lagerung erkennen lassen. Besonders bemerkenswerth sind in dieser Hinsicht die Veränderungen des Rückenmarks bei der sogenannten Caisson-Disease, welche in auffälliger Weise symmetrisch angeordnet sind.

Was die Präcision der Begrenzung der Processe betrifft, so gibt es hier die verschiedensten Uebergänge. In den meisten Fällen sind die Bezirke der Flechsig'schen Fasersysteme nur annähernd, aber nicht exact eingehalten. Stellt man die verschiedenen Befunde zusammen, so zeigt sich, dass die Fälle, in welchen die Abweichungen von den Fasersystemen so gross sind, dass von Systemerkrankung keine Rede sein kann, ganz allmählig und unmerklich in die besten Fälle der sogenannten combinirten Systemerkrankung übergehen.

Die Mehrzahl der anatomisch als combinirte Systemerkrankungen aufgestellten Fälle hält somit einer genaueren Kritik nicht Stand.

Wie sind nun diese eigenthümlichen, dem Faserverlauf mehr oder weniger folgenden Localisationen zu erklären? Sie sind offenbar im Bau des Rückenmarks begründet. Erkrankten die zelligen Gebilde, aus welchen die Rückenmarkssubstanz besteht, d. h. die Neurone, so muss dem langgestreckten Bau dieser Zelleinheiten entsprechend die Degeneration in

grosser Ausdehnung über das Rückenmark hin sichtbar sein. Sie wird, wie bereits bemerkt, den Anblick einer strangförmigen compacten Degeneration gewähren, wenn die erkrankten Neurone eben parallel zu Bündeln aneinandergelagert sind; sie wird nicht auffallend compact erscheinen, wenn sie Neurone betrifft, deren Achsencylinder sich zerstreuen; erst die feinere Untersuchung wird hier die degenerirten Fasern aufzufinden vermögen. Ein Process, welcher in diffuser Weise über den Rückenmarksquerschnitt verbreitet ist, wird somit an diejenigen Stellen des Querschnittes am auffälligsten erscheinen, wo die Neurone compact zusammengelagert sind.

Die Symmetrie ist an und für sich schon deshalb leicht verständlich, weil das Rückenmark beiderseits gleichartige Bedingungen für eine allgemein wirkende Schädlichkeit darbietet.

Freilich ist diese Erklärung keine genügende für diejenigen Fälle, bei welchen gewisse Theile des Querschnittes ganz degenerirt sind, während die anderen Querschnittstheile keine merklichen Veränderungen zeigen. Allein man muss noch daran denken, dass die kurzen Neurone — welche ja hauptsächlich diejenigen sind, die bei den combinirten Systemerkrankungen frei bleiben — vielleicht überhaupt eine grössere Widerstandsfähigkeit haben, da sie durchwegs wenig erkranken. Diese Annahme ist keine ganz vage, denn die Widerstandsfähigkeit wird, da die Ernährung eines Neurons wahrscheinlich zu der Menge von zufließenden Reizen in Beziehung steht, bei denjenigen Neuronen am grössten sein, welche die vielfältigsten Verbindungen zeigen. Hiezu kommt, dass die langhin sich erstreckenden Achsencylinder schon durch ihre Länge unter ungünstigeren trophischen Bedingungen sich befinden, wie ja auch die Anschauung ausgesprochen worden ist, dass die distalen Theile der Neurone zumeist für Degeneration disponirt seien.

Es bedarf thatsächlich nicht der Hypothese einer congenitalen Anlage, noch derjenigen einer chemischen Verschiedenheit der Fasersysteme. Vor Allem aber ist die Anschauung, dass es sich um eine »combinirte Erkrankung« handle, als eine unzutreffende aufzugeben. Es ist eben eine diffuse Erkrankung, welche auf Grund der eigenartigen Structur- und Ernährungsverhältnisse der nervösen Rückenmarkssubstanz eine charakteristische und auffällige anatomische Configuration annimmt.

Auch das klinische Bild zeigt nicht die Combination mehrerer je durch ein Fasersystem bedingter klinischer Bilder, sondern entspricht demjenigen der Myelitis. Die der sogenannten combinirten Systemerkrankung entsprechenden Krankengeschichten lassen zwei Typen unterscheiden. Die einen sind Tabesfälle, welche anfangs den deutlichen Typus dieser Krankheit darboten, bei welchen sich dann dieser Typus

späterhin etwas verwischt hat. Die anatomische Untersuchung zeigt neben dem typischen Befunde der Hinterstrangdegeneration noch eine mehr oder minder ausgebreitete Randdegeneration entsprechend der Gegend der Kleinhirn-Seitenstrangbahn. Man kann dieselbe übrigens auch in Fällen finden, welche von dem typischen Bilde nicht abgewichen sind. Eine besondere Combination von Symptomen ist bei dieser Affection nicht zu erkennen.

Die zweite Gruppe von Fällen gehört dem Krankheitsbilde der chronisch-spastischen Spinalparalyse an. Freilich bieten sich noch manche Varietäten, bezüglich der Intensität und Verbreitung der einzelnen Symptome dar; auch das spastische Moment ist nicht immer gleichmässig nachweisbar. Immerhin besteht ein ziemlich einheitliches Krankheitsbild, welches der chronischen Myelitis entspricht. Dass in manchen Fällen zuerst ataktische Symptome bestehen, während später spastische vorwalten, auch dass ataktische und spastische sich verbinden können, ist anzuerkennen; aber dies ist nicht für die Diagnose der combinirten Systemerkrankung ausschlaggebend, sondern kann sich bei jeder verbreiteten Myelitis finden. Selbstverständlich kommen den einzelnen Querschnittstheilen und Fasergruppen verschiedene Functionen zu und werden die Symptome durch die Verbreitung auf dieses oder jenes Gebiet verändert. Gewiss wird das stärkere oder schwächere Hervortreten oder gänzliche Fehlen der Spasmen, das Auftreten ataktischer Bewegungsstörungen u. s. w. von der Localisation des Processes abhängig sein; aber dies hat mit der Vorstellung der combinirten Fasersystemerkrankungen nichts zu thun: denn bei jedem pathologischen Process im Nervensystem wird natürlich das Krankheitsbild durch die Localisation bestimmt.

VII. Vasculäre und toxische (trophische) Erkrankungen des Rückenmarks.

Hierher gehören gewisse Erkrankungen der Rückenmarkssubstanz, welche von pathologisch veränderten Blutgefäßen ausgehen, beziehungsweise sich an den Verlauf und die Verbreitung von Blutgefäßen anschließen. Das Gebiet der vasculären Erkrankungen ist noch kein ganz abgeschlossenes und die Zugehörigkeit der einzelnen Affectionen zu demselben meist noch in Discussion begriffen.

Wie es scheint, ist die Poliomyelitis anterior acuta (Kinderlähmung) dahin zu rechnen, als Erkrankung in dem Gebiete des Tractus arteriosus anterior. Ferner viele Fälle von disseminirter Erkrankung (disseminirte Myelitis nach Infectionskrankheiten); vielleicht auch die multiple Sklerose.

Am wenigsten sichergestellt, aber doch wahrscheinlich ist die Beziehung gewisser Formen von diffuser Myelitis zu den Gefässen. Marie sucht sogar die sogenannten combinirten Systemerkrankungen von den Blutgefässen abzuleiten. Die syphilitische Myelitis ist zum Theil vasculärer Art. Aber auch die nichtspecifische Arteriosklerose kann, wie es scheint, Rückenmarksdegenerationen von diffuser Art herbeiführen, welche eine oberflächliche Aehnlichkeit mit Strangerkkrankungen annehmen können. Eine Anzahl solcher Fälle ist beschrieben worden, welche in der That die ursächliche Beziehung der Degeneration zur Veränderung der Gefässwände nahelegen. Jedoch die echten Strang- (System-) Erkrankungen (Tabes, amyotrophische Lateralsklerose) sind den vasculären Affectionen nicht mit einzuordnen.

Redlich hat bei einer Reihe von Fällen eine hochgradige, wie es scheint, primäre Verdickung der Arterienwände im Rückenmark gefunden. Die veränderten Gefässe waren symmetrisch gelagert und betrafen hauptsächlich die Hinterstränge, besonders deren ventralen Abschnitt. In der Umgebung der Gefässe fand sich Atrophie der Nervenfasern. Da die betreffenden Fälle meist ältere Personen betrafen, so sind diese vasculären Prozesse wahrscheinlich den senilen Veränderungen zuzurechnen (siehe unten).

Ein sehr bemerkenswerther Fall von Rückenmarkserkrankung durch ein Aneurysma serpentinum der Rückenmarksgefässe ist von Ewald beobachtet und von F. Bräsch anatomisch untersucht worden (Berliner klinische Wochenschrift. 1900, Nr. 52). Es bestanden degenerative Prozesse im Seiten- und Hinterstrang, sowie im Vorderhorn, auch stellenweise hämorrhagisch-entzündliche. Die klinischen Erscheinungen waren einer ausgebreiteten Myelitis ähnlich.

An die vasculären Erkrankungen des Rückenmarks schliessen sich die Affectionen desselben bei Anämie, Leukämie, Carcinom u. s. w. an. Wie es scheint, wurden die hieher gehörenden Veränderungen des Rückenmarks zuerst von Th. Simon gesehen, welcher bei Phthisis pulmonum eine »Körnchenzellen-Myelitis« fand.

Die eigentliche Geschichte dieser interessanten Gruppe von Rückenmarkserkrankungen beginnt aber erst mit den beiden Beobachtungen von Leichtenstern (1884), bei welchen das klinische Bild der Tabes und der anatomische Nachweis der Hinterstrangdegeneration bei später manifest gewordener pernicioser Anämie festgestellt wurde. Dass die Affection des Markes als Folge der Anämie zu betrachten sei, brachte jedoch erst Lichtheim (1887) auf Grund von zwei Fällen, bei denen die — gleichfalls dem Bilde der Tabes ähnelnde — Erkrankung im Verlaufe der perniciosen Anämie sich entwickelte, zum Ausdruck. Nachdem in den folgenden Jahren v. Noorden und Eisenlohr Beiträge ge-

liefert, erschien 1892 und 1893 eine ausführliche und grundlegende Arbeit von Minnich aus der Lichtheim'schen Klinik. Die anatomische Veränderung bevorzugte hiernach die Hinterstränge, jedoch nicht in Form einer systematischen Erkrankung, sondern in zerstreuten Herden; ausserdem aber fand sie sich auch in den Vorderseitensträngen; von den Herden gingen zum Theil secundäre Strangdegenerationen aus. Das klinische Bild zeigte erhebliche Divergenzen in den einzelnen Fällen; motorische Schwäche besonders der unteren Extremitäten mit mehr oder weniger ausgeprägten Sensibilitätsstörungen: spastische Parese; Ataxie der Beine oder aller vier Extremitäten; die Patellarreflexe waren normal oder erloschen oder gesteigert. Minnich neigte sich der Ansicht zu, dass die Rückenmarksaffection in Beziehungen zu den Gefässen stand. Mit Schärfe vertrat diesen Standpunkt auch Nonne, der nach Minnich über eine grosse Anzahl von anatomisch untersuchten Fällen von perniciosöser Anämie berichtete; er wies auch Degenerationen in den Gefässwänden nach. Rothmann fand auch in der grauen Substanz Veränderungen und deducirte, dass die Degenerationen der weissen Substanz nur die Folgeerscheinungen der Veränderung der grauen Substanz seien, eine Hypothese, gegen welche sich jedoch zahlreiche Einwendungen machen lassen. Auch Jacob und Moxter in ihrer aus der v. Leyden'schen Klinik stammenden Arbeit gelangen zu dem Ergebniss, dass sich die Degenerationen im Wesentlichen an die Gefässe und Septen anschliessen; die strangförmigen Degenerationen kommen theils durch Confluenz der Herde, theils durch secundäre Degenerationen zu Stande. Indem wir darauf verzichten, alle Autoren, welche zu dieser Frage Beiträge geliefert haben, namentlich aufzuführen, erwähnen wir nur noch, dass Nonne auch neuerdings wieder zu seinem früheren Ergebniss gelangt ist, dass die Rückenmarkserkrankung bei perniciosöser Anämie den Charakter der acuten disseminirten Myelitis hat und einen localen Zusammenhang mit den Blutgefässen aufweist. Dafür, dass das schädigende Agens auf dem Wege der Blutbahn zum Rückenmark gelangt, spricht nach diesem Autor ein Befund, den er bei einigen Fällen von Endocarditis ulcerosa erhoben hat: nämlich multiple embolische Myelitis, welche derjenigen bei perniciosöser Anämie sehr ähnlich gewesen sei; auch die an arteriosklerotische Gefässe sich anschliessende multiple chronische Degeneration des Rückenmarks im Senium (s. Abschnitt VIII) sei in ihrer Localisation der Veränderung bei Anämie analog.

Die früher noch von manchem Autor aufgestellte Behauptung, dass die Degeneration bei perniciosöser Anämie eine systematische oder gar combinirt-systematische sei, gegen welche wir uns bereits in der ersten Auflage dieses Handbuches (Spezieller Theil. S. 500) ausgesprochen hatten, dürfte nunmehr, speciell nach den Nonne'schen Ausführungen endgiltig

aufgegeben sein. Den Befunden und Anschauungen Nonne's entsprechen auch die Beobachtungen und Auslassen von Boedeker und Juliusburger. Ob es die anämische Beschaffenheit des Blutes ist, welche die Rückenmarksveränderungen hervorruft, oder ob die letzteren und die Anämie gleichzeitig durch ein toxisches Agens, welches im Blute kreist, bedingt werden (Risien Russell), steht dahin. Dass die Anämie zuvörderst eine Alteration der Blutgefäße zur Folge haben sollte, ist weniger wahrscheinlich.

Ein wichtiges Ergebniss der Forschungen über diese Frage, welches schon im Vorhergehenden angedeutet ist, möchten wir noch hervorheben: dass nämlich die Rückenmarksveränderung, welche sich bei pernicioser Anämie findet, nicht für diese charakteristisch ist, sondern in ganz ähnlicher Weise bei anderen Zuständen, speciell Kachexien und Intoxicationen vorkommt.

Bei Leukämie wurden zuerst von Fr. Schultze pathologische Rückenmarksveränderungen, bestehend in Quellung und Zerfall von Achsencylindern, beobachtet. Eine eingehende Untersuchung wurde von Walter Müller in seiner Dissertation (unter Goldscheider's Leitung) vorgenommen mit folgendem Befund: Ausfall von Nervenfasern und Wucherung der Neuroglia (Sklerosirung) in den Hintersträngen, besonders in den Goll'schen Strängen; in den Keilsträngen einzelne kleine degenerative Herde. Die Veränderungen waren im Halsmark am stärksten ausgesprochen. Weitere einschlägige Beobachtungen wurden von Nonne mitgetheilt, welcher gleichfalls zerstreute, acut-degenerative Herde mit Neurogliawucherung und leichte Sklerosirung der Hinterstränge sah; die Herde fanden sich sowohl in den Vorderseiten- wie in den Hintersträngen. Wesentlich andersartig ist der Befund, welchen E. Bloch und H. Hirschfeld in einem Falle aus dem Moabiter Krankenhause erhoben haben. Dieselben fanden eine Consistenzvermehrung des Gehirns und Rückenmarks, beruhend auf einer Wucherung der Neuroglia (diffuse Sklerose), ferner im dritten und vierten Halssegment eine starke leukämische Rundzelleninfiltration in der grauen Substanz; endlich am meisten im Halsmark, aber auch im übrigen Rückenmark verstreut, Körnchenzellen und Faserdegenerationen.

Eichhorst beschrieb jüngst einen Fall von leukämischem Tumor, im Wirbelcanal epidural gelegen, welcher das Rückenmark comprimirte, eine bisher einzig dastehende Beobachtung.

Bei Carcinom finden sich Rückenmarksdegenerationen häufiger, als dass man ein zufälliges Zusammentreffen annehmen könnte; besonders bevorzugt nach dieser Richtung erscheinen die Magen- und Darmkrebse (O. Lubarsch). Die Veränderungen bestehen in einer nicht entzündlichen Erweichung, an welche sich eine Neurogliawucherung an-

schliesst, also analog den anämischen Veränderungen. Auch hier sind die Hinterstränge vorwiegend, die übrige weisse Substanz etwas weniger betroffen; ferner betheiligen sich nicht selten die hinteren Wurzeln (O. Lubarsch). Die peripherischen Nerven zeigen bei Carcinomkachexie gleichfalls Degenerationen. Ob die Ursache der carcinomatösen Rückenmarksdegeneration in der secundären Anämie, in specifischen Toxinen oder in Autotoxinen des Magen-Darmtractus in Folge der durch das Carcinom veränderten Thätigkeit dieser Theile (Fäulnissvorgänge) beruht, ist noch nicht als entschieden zu betrachten. Uebrigens wird man nicht jede bei Carcinom auftretende Myelitis als Folge desselben ansehen dürfen; gelegentlich wird auch ein zufälliges Zusammentreffen vorkommen.

Bei Diabetes mellitus kommt ausser der Degeneration peripherischer Nerven (v. Leyden) eine solche im Rückenmark vor (v. Leyden, Williamson, Leichtentritt, Kalmus u. A.); vorwiegend sind wiederum die Hinterstränge befallen, weniger die übrige weisse Substanz; nur andeutungsweise und selten die graue Substanz. Die Hinterstrangsaffectio n unterscheidet sich von der tabischen dadurch, dass sie das Hals- und Dorsalmark gegenüber dem Lendenmark bevorzugt, dass gelegentlich das neutrale Hinterstrangfeld, in mehreren Fällen die Seitenstränge mitbetroffen sind.

Bei acuter gelber Leberatrophie im secundären Stadium der Lues (Goldscheider und Moxter), bei Morbus Addisonii (sehr unbedeutend und nicht constant), bei schwerer Tuberculose (v. Kahlden, Oppenheim), nach Diphtherie, bei Lepra, bei Alkoholismus, sind Rückenmarksdegenerationen von mehr oder weniger ähnlicher Art wie die obige beobachtet worden. Bei Ergotinvergiftung constatirte Tuzcek Degeneration der Hinterstränge, bei Pellagra Tuzcek sowie Belmondo eine solche der Hinter- und Seitenstränge, welche sie als »combinirte Systemerkrankung« auffassen (siehe Speciellen Theil).

Hier sind auch die Befunde, welche Zappert mittelst der Marchi-Färbung bei Kindern in den ersten beiden Lebensjahren erhoben hat, anzuführen; er fand Degeneration besonders der vorderen Wurzeln der Rückenmarks- und Hirnnerven, weniger der von den Stilling'schen Kernen zur Kleinhirn-Seitenstrangbahn ziehenden Fasern. Es handelt sich nach seiner Auffassung weniger um einen physiologischen Entwicklungsprocess als vielmehr um eine durch die zum Tode führende Krankheit bedingte Degeneration; es scheint, dass bei jungen Kindern die intraspinalen vorderen Wurzelfasern eine besondere Vulnerabilität gegenüber allgemeinen Gesundheitsstörungen besitzen.

Es ist auffällig, dass die genannten dyskrasischen, kachektischen und toxischen Erkrankungen zum Theil solche sind, welche erfahrungsgemäss auch peripherische Nervendegenerationen zur Folge haben.

Goldscheider und Moxter haben sich aus Anlass dieses Umstandes mit der Frage beschäftigt, ob die im Rückenmark zu beobachtenden Degenerationen dieselben Neurone betreffen, deren peripherische Antheile verändert sind (Fortschritte der Medicin. 1895). In einem Falle von Tuberculose und einem anderen von Arteriosklerose und interstitieller Nephritis fanden sie, dass die bei gleichzeitiger Neuritis vorhandene Rückenmarksaffection thatsächlich eine Verbreitung im Verlauf der centralen Neuronantheile erkennen liess. Eben dasselbe konnten sie an einer Anzahl von in der Literatur niedergelegten Fällen von Polyneuritis mit gleichzeitigen spinalen Veränderungen nachweisen. Es ist somit anzunehmen, dass gewisse Einflüsse, welche die peripherischen Nerven schädigen, auch die spinalen Neuronantheile verändern können, wahrscheinlich durch ein höheres Mass der einwirkenden Schädlichkeit. Immerhin gilt dies nicht schematisch durchwegs und für alle Fälle; vielmehr kommt auch die Beziehung zu der Verbreitung der Blutgefässe im Rückenmark, die Abhängigkeit von Oedem des Rückenmarks, das Auftreten discontinuirlicher Erweichungsherde in Betracht.

Die Fälle, bei welchen neben Polyneuritis entsprechende Rückenmarksveränderungen beobachtet worden sind, betreffen hauptsächlich Alkoholneuritis, ferner Arteriosklerose, Tuberculose, Bleivergiftung, Diphtherie, Lepra, Beri-Beri, endlich idiopathische Polyneuritis.

VIII. Senile Veränderungen.

Gefässe. Ebenso wie im Gehirn treten auch im Rückenmark im höheren Alter Veränderungen der Gefässe auf, welche in fettiger Entartung, Verdickung und Sklerosirung der Wandungen, zumal an den kleinen Arterien, bestehen. Die grösseren Gefässe sind häufig von einer verdickten, kernreichen Adventitia umgeben, ferner mit Pigmenthaufen oder Körnchenzellen, besonders aber mit Corpora amylacea bedeckt. Die Verdickung der Wandung führt bei kleineren Arterien zu einer nicht unerheblichen Verengerung ihrer Lichtung. Die Sklerosirung der Gefässe zeigt sich sowohl in der weissen wie in der grauen Substanz, auch in der vorderen Längsspalte.

Die Bildung kleiner Aneurysmen ist im Rückenmark höchst selten beobachtet (Lionville).

Die Häute des Rückenmarks zeigen im Alter öfters Verdickungen und Trübungen.

Das Rückenmark selbst findet sich im höheren Alter in einzelnen Fällen, keineswegs constant, in einem Zustande von Atrophie, welche

jedoch keine erheblicheren Grade erreicht. Die Consistenz des Rückenmarks ist im Ganzen derb, so dass ein seniles Rückenmark besonders gut erhärtet. Die Zeichnung der grauen Substanz, die Einstrahlung der Wurzelfäden ist besonders deutlich.

Senile Erweichungsherde von der Grösse wie im Gehirn dürften im Rückenmark kaum vorkommen. Sie bilden überhaupt einen sehr seltenen Befund und werden nur als kleine capilläre Erweichungsherde beobachtet (v. Leyden).

Histologisch finden sich folgende Veränderungen im senilen Rückenmark:

a) Corpora amylacea. Sie sind angehäuft um den Centralcanal herum, an der Peripherie in der gelatinösen Rindenschichte, sodann liegen sie in mehr oder weniger grosser Anzahl, längs der Gefässe, der Gefässscheide an und auf; von den Gefässen entfernen sie sich und dringen mehr vereinzelt zwischen die Nervenfasern ein, dieselben auseinander drängend. Die hinteren Nervenwurzeln enthalten sie an ihrer Eintrittsstelle, kaum je in weiterer Entfernung vom Rückenmark. In solcher Weise durchsetzen die Corp. amylacea zuweilen in ganz ausserordentlicher Anzahl die ganze weisse Marksubstanz durch die ganze Länge des Rückenmarks, vom Filum terminale an nach oben bis in die Medulla oblongata und den Pons hinein. Sie scheinen sogar im Halstheile und in der Medulla oblongata zuerst und am zahlreichsten aufzutreten, besonders reichlich an der gelatinösen Rindenschichte und um den Centralcanal herum (in der Subst. Rolando nur vereinzelt). Weiterhin dringen sie auch in die Substanz ein, aber später und seltener. Besonders um die Gefässe der grauen Vorderhörner lagern sie sich mitunter in sehr grosser Anzahl ab.

b) Ganglienzellen. In manchen Fällen findet sich eine Verringerung der Zahl und eine Verkleinerung, beziehungsweise Degeneration, Verschwinden der Dendriten der Ganglienzellen in den Vorderhörnern. Viel häufiger, fast regelmässig finden sich die Ganglienzellen des Rückenmarks stark pigmentirt. Funktionsstörungen scheinen diesem Zustande nicht zu entsprechen. Marinesco hat eine Reduction der Niss'schen Zellkörperchen gefunden (»senile Chromatolyse«), besonders in der Umgebung des Kerns.

c) Weisse Substanz. Es kommt eine geringe Atrophie der Markstränge gelegentlich vor, sowohl im Vorderseitenstrang wie im Hinterstrang (siehe oben). Bei stärkerer Atrophie findet sich die Peripherie stärker betheilig, als die mehr nach dem Centrum des Rückenmarks gelegenen Theile der weissen Substanz. Auch mit breiter Basis der Peripherie aufsitzende keilförmige Degenerationsherde kommen vor

(Sander). In Folge der Degeneration bildet sich eine secundäre Gliawucherung. Die Degenerationen schliessen sich an arteriosklerotisch veränderte Gefässe an (Nonne).

IX. Die Frage der Regenerationsfähigkeit des Rückenmarks.

Während die Regenerationsfähigkeit der peripherischen Nerven bekanntlich eine sehr grosse ist, müssen wir uns leider beim Rückenmarke mit der traurigen Erfahrung bescheiden, dass wir sichere Anzeichen auch nur der Möglichkeit einer Regeneration bis jetzt nicht kennen.

An und für sich zwar besteht, wie es scheint, ein principieller Gegensatz zwischen der centralen und peripherischen Nervenfasern in dieser Beziehung nicht, wie daraus hervorgeht, dass bei niedrig stehenden Thieren ein weitgehender Ersatz in der That stattfindet. Bei Tritonen und Eidechsen, welchen man den Schwanz amputirt, bildet sich nicht nur der Schwanz, sondern auch der mit demselben verloren gegangene Theil des Rückenmarks völlig wieder. Jedoch ist es nicht erwiesen, dass es sich dabei auch um eine wirkliche Wiederherstellung der Function handelt (H. Müller). Durchschneidet man Tritonen das Dorsalmark, so stellen sich auch hier deutliche Anfänge einer Regeneration ein, welche vom Epithel des Centralcanals ausgeht (Sgojbo Francesco).

Masius und Vanlair entfernten bei Fröschen Rückenmarksstücke von 1—2 mm Länge und fanden nach einigen Monaten den Defect durch eine gelbliche gelatinöse Masse erfüllt, in welcher sich Zellen und Fasern vorfanden, welche die Autoren für Ganglienzellen und Remak'sche Fasern ansehen zu dürfen glauben. Auch eine Wiederherstellung der Function bis zu einem gewissen Grade scheint eingetreten zu sein. Die Beurtheilung dieses Umstandes ist jedoch dadurch erschwert, dass auch der völlig abgetrennte untere Theil des Rückenmarks recht umfangreiche Reflexbewegungen ermöglicht, welche gelegentlich mit willkürlichen verwechselt werden können; wir wissen namentlich durch die Untersuchungen von Goltz und Freusberg am Hunde, dass diese Reflexbewegungen sehr mannigfaltig und complicirt sein und einen scheinbar willkürlichen Charakter entfalten können. — Bei der Taube ist von Voit sowie von Duval und Laborde eine auffällige Neubildung von einer der Nervensubstanz sehr ähnlichen Masse im Schädelraume nach Entfernung des Gehirns gesehen worden.

Brown-Séguard fand nach vollständiger querer Durchschneidung des Rückenmarks bei Tauben Wiederkehren der willkürlichen Bewegungen in gewissem Umfange; die Rückenmarksenden waren verwachsen und in

der Narbe fanden sich Ganglienzellen und Nervenfasern. Allein die Nachprüfung (Sgobbo) hat diese Resultate nicht bestätigt; die functionelle Wiederherstellung war wahrscheinlich nur eine scheinbare und durch Reflexbewegungen vorgetäuscht.

Beim Säugethier sind Untersuchungen von Dentan, Naunyn und Eichhorst, Schiefferdecker, Sgobbo Francesco, Turner, Marinesco, Stroebe u. A. gemacht worden.

Ohne auf diese Arbeiten, welche zum Theil zu Controversen bezüglich der angewendeten Methoden und der Deutung der Versuchsergebnisse geführt haben und deren Resultate in Vielem nicht übereinstimmend sind, im Einzelnen einzugehen, wollen wir hier nur diejenigen Punkte aufführen, welche sich beim Säugethier als sichergestellt ergeben: Nach halben Quertrennungen des Rückenmarks kam es auch beim Säugethier (Hund) zur Wiederherstellung (Turner etc.) der Function, ohne dass in der Narbe neue Nervenfasern gefunden wurden (also durch Ausnützung noch vorhandener Leitungsbahnen); nach vollständigen Quertrennungen trat unter Umständen eine solche Wiederherstellung der Functionen des Hinterkörpers ein, dass man an eine Wiederkehr der Leitung denken konnte, dass dieselben die beiden Theile des Rückenmarks wirklich mit einander verbanden (Eichhorst).

Stroebe sah nach Rückenmarksdurchschneidungen bei Kaninchen, dass die Fasern hinterer Wurzeln, welche in der Höhe der Rückenmarksverletzung gequetscht worden sind, in der Richtung vom Spinalganglion gegen das Rückenmark hin regenerativ auswachsen und zwischen die Bindegewebszellen der Narbe eine Strecke weit vordringen. Stroebe meint, dass es sich auch bei den von Dentan, Naunyn und Eichhorst im Narbengewebe gefundenen Nervenfasern um hintere Wurzelfasern gehandelt habe, wie letztere Beiden auch selbst vermuthet hatten. Auch an den Schnittenden der weissen Rückenmarksstränge fanden sich einzelne feine, anscheinend aus den Strängen ausgewachsene, nur ganz wenig in das Grenzgebiet der Narbe hineinragende Nervenfasern. Stroebe resumirt, dass im Rückenmark nach Durchschneidung zwar ein Anlauf, ein Versuch zu einer Regeneration von Seiten der durchschnittenen Nervenfasern unternommen wird, dass es aber zu einer eigentlichen Regeneration von Rückenmarksgewebe nicht kommt.

Dagegen fanden Schiefferdecker, Sgobbo, Piccolo und Santi Sirena, Marinesco nach einfachen Quertrennungen bei Hunden und anderen Säugethieren weder eine functionelle Wiederherstellung der Leitung noch eine Neubildung von zweifellos nervösen Elementen in der Narbe.

Von Interesse ist eine Beobachtung von Marinesco. Dieser Forscher sah nach experimentellen Verletzungen des Gehirns bei Thieren

Karyokinese in einzelnen Ganglienzellen, aber niemals eine wirkliche Proliferation.

Es scheint nach diesen Untersuchungen, dass bei den höher entwickelten Thieren die Regenerationsfähigkeit des Rückenmarks zum mindesten so gering ist, dass sie für die Pathologie, d. h. den Ausgleich pathologischer, durch Läsion des Rückenmarks bedingter Störungen ausser Betracht kommt, wie denn auch klinisch und pathologisch-anatomisch noch keine Regeneration beim Menschen nachgewiesen worden ist. Die Fälle von Besserung und Ausgleich der functionellen Störungen, wie sie nach Blutungen, Compressionen und Verletzungen des Rückenmarks beobachtet werden, erklären sich wahrscheinlich auf andere Weise als durch Regeneration, nämlich durch das Verschwinden von Oedem, Drucklähmung, Resorption von ergossenem Blut, endlich vermehrte Ausnützung von vorhandenen Leitungswegen. (Vgl. übrigens S. 137 f.).

Wie es scheint, sind es besondere Bedingungen, welche die Regeneration hintanhalten, nämlich die Narbenbildung und vielleicht die Complicirtheit des Baues und Faserverlaufes im Rückenmark.

Eine weitere Frage ist, inwieweit degenerirte Partien des Rückenmarks, insbesondere degenerirte Nervenfasern wieder zu ihrer normalen Structur und Function zurückzukehren vermögen, beziehungsweise durch Neubildung von Fasern ersetzt werden. Sichere Beweise, dass solche Vorgänge stattfinden, sind bis jetzt noch nicht gegeben worden; vielmehr sprechen bis jetzt die Erfahrungen mehr dafür, dass dergleichen in der menschlichen Pathologie nicht vorkommt; immerhin ist diese Frage noch nicht als entschieden zu betrachten, da es sehr schwierig ist, neugebildete Fasern sicher als solche zu erkennen.

Die Nervenwurzeln verhalten sich bezüglich der Regenerationsfähigkeit wie die peripherischen Nerven.

X. Veränderungen des Rückenmarks bei Gehirnerkrankungen.

Bei Hirntumoren kommt Degeneration der Hinterstränge, auch eine solche von Ganglienzellen der grauen Substanz, in geringem Grade auch Degeneration der weissen Substanz vor; ferner ist Degeneration auch der extraspinalen hinteren Wurzeln beobachtet worden mit Fortsetzung in den Hinterstrang hinauf. Die Ursache ist wahrscheinlich in Ernährungsstörungen und Drucksteigerung zu suchen. Zuerst wurden diese Veränderungen von F. Schultze gesehen. Hauptsächlich scheint die Drucksteigerung als Ursache in Betracht zu kommen (C. Mayer). Kirchgässer sah auch Degeneration der extraspinalen vorderen Wurzeln des Lendenmarks.

Die mannigfaltigen Alterationen des Rückenmarks und der Wurzeln bei progressiver Paralyse sollen hier nicht besprochen werden.

XI. Pathologische Anatomie der Spinalganglien.

Durch Hale White wissen wir, dass bei erwachsenen, nicht an Nervenerkrankungen zu Grunde gegangenen Menschen die Zellen der Spinalganglien gesund und functionsfähig erscheinen; nur vereinzelt fand er atrophisch und stark pigmentirt. Die Spinalganglien gehören somit nicht zu denjenigen Gebilden, welche im extrauterinen Leben an und für sich Degenerationen eingehen, wie dies z. B. wahrscheinlich für die Semilunarganglien und das Ganglion cervic. sup. gilt. Es muss bemerkt werden, dass wegen der, auch in der Norm sehr variirenden Grösse der Zellen und wegen des Kernreichthums in den Spinalganglien das Urtheil über geringfügige pathologische Alterationen sehr schwierig ist.

Unsere Kenntnisse über pathologische Veränderungen der Spinalganglien knüpfen an den Herpes zoster und die Tabes dorsalis an.

Von v. Baerensprung (1861) wurde zuerst die Beziehung des Herpes zoster zur Erkrankung der Spinalganglien erkannt. In der Folgezeit wurden zwar in mehreren Fällen gleichfalls Veränderungen der bezüglichen Spinalganglien bei Herpes zoster beschrieben, theils in Atrophie und Induration, theils in hämorrhagischer Affection bestehend, immerhin aber ohne dass die Frage, ob dieselben als primäre oder nicht vielmehr als secundäre anzusehen seien, zur Entscheidung gelangt wäre. Neuerdings ist durch die bedeutende Arbeit von Head und Campbell (Brain. 1900), jedoch die Ansicht von v. Baerensprung in so vollkommener Weise bestätigt worden, dass man sagen kann, dass jedenfalls in der grossen Mehrzahl der Fälle sowohl der genuine Herpes zoster wie auch der bei Wirbelerkrankungen, Tabes u. s. w. vorkommende auf eine primäre Erkrankung der Intervertebralganglien zurückzuführen ist. Head und Campbell untersuchten 21 Fälle, und zwar gehörten dieselben sehr verschiedenen Stadien nach der Eruption an; sie fanden fast stets Alterationen in den dem Ausbreitungsgebiet der Hauterkrankung entsprechenden Spinalganglien, und zwar bei frischen Fällen hämorrhagische Entzündung, in älteren Narbenbildung mit Ganglienzellschwund, Verdickung der Kapsel des Ganglions. Ferner Degenerationsvorgänge in der hinteren Wurzel sowohl wie im peripherischen Nerven, welche je nach der Schwere des Falles in Restitution übergingen oder nicht. An die Degeneration der hinteren Wurzel kann sich eine solche der spinalen Fortsetzung im Hinterstrang anschliessen. Bei Herpes im

Trigeminusgebiet constatirten die Autoren in analoger Weise Entzündung am Ganglion Gasseri. Die Affection erstreckte sich meist nur auf ein Spinalganglion, kann aber auch zwei bis drei umfassen. Da die pathologischen Veränderungen der peripherischen Nerven und der hinteren Wurzel viel geringer sind, als die des Spinalganglions und einen secundären Charakter haben, so ist die Erkrankung des letzteren wohl unstreitig als die primäre aufzufassen.

Immerhin ist dieselbe nicht der ausschliessliche Ausgangspunkt des Herpes zoster, da das Vorkommen desselben lediglich in Verbindung mit Perineuritis, ohne Affection der Spinalganglien, constatirt ist (Pitres und Vaillard, Lesser, Curschmann und Eisenlohr).

Bei Tabes dorsalis sind bisher vereinzelt sowohl die Fasern, wie einzelne Zellen atrophisch gefunden worden (vgl.: Specieller Theil). Marinesco sah bei Tabes mittelst Anwendung der Nissl'schen Färbung Veränderungen, welche morphologisch denjenigen ähnlich sind, welche bei Durchschneidung des peripherischen sensiblen Nerven auftreten; er hält diese Alteration daher für einen Folgezustand der peripherischen Degeneration. Schaffer vermisste pathologische Veränderungen der Spinalganglien bei Tabes dorsalis.

Eine Verkleinerung der Spinalganglien nach Amputation hat Homén gesehen. Mikroskopisch zeigte sich ein Untergang, beziehungsweise Versmälnerung eines Theiles der sensiblen Fasern und vielleicht auch eine Verkleinerung der Zellen; andere Beobachter vermissten eine Alteration der Zellen.

Mittelst der Nissl-Färbung sind auch sonst bei zahlreichen Erkrankungen und Intoxicationen Veränderungen der Spinalganglienzellen gefunden worden; hauptsächlich handelt es sich auch hier um Chromatolyse. Die Alterationen dieser Zellen sind schwieriger zu beurtheilen als die der Vorderhornzellen, da auch in der Norm verschiedene Typen der feineren Structur und Anordnung der chromatophilen Elemente zu unterscheiden sind. Was die Bedeutung dieser Befunde im Allgemeinen betrifft, so gilt das oben im Abschnitt III Gesagte. Vergleiche ebendort die Angaben über Veränderungen der Spinalganglienzellen nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln.

Viertes Capitel.

Allgemeine Symptomatologie.

I. Symptome von Seiten der Motilität.

A. Lähmungen.

Der Typus der vom Rückenmark ausgehenden Lähmungsform ist die Paraplegie, Querlähmung, welche in ihrer ausgebildetsten Form eine vollständige Lähmung der beiden Unterextremitäten, und zwar sowohl bezüglich der Motilität wie der Sensibilität, mit gleichzeitiger Lähmung der Blasen- und Mastdarmmuskulatur darstellt.

Nach dem Grade der Lähmung spricht man von Paraplegie, d. h. vollständiger Lähmung, von Paraparese, d. h. stark herabgesetzter Bewegungsfähigkeit der Beine, von lähmungsartiger Schwäche, bei welcher das Gehen möglich, aber die Muskelkraft sehr herabgesetzt ist, und endlich von Schwäche der Unterextremitäten.

Die Paraplegien unterscheiden sich ferner darnach, ob die gelähmten Beine schlaff oder rigid sind (spastische Lähmung), ferner ob die Muskeln schnell in degenerative Atrophie verfallen oder keine, beziehungsweise nur Inactivitätsatrophie eingehen.

Ersteres hängt davon ab, ob die lähmende Rückenmarkserkrankung die Stelle des Reflexbogens direct getroffen hat, beziehungsweise indirect betheiltigt, oder ob sie oberhalb desselben localisirt ist, letzteres davon, ob das trophische Centrum befallen ist.

Wenn auch die paraplegische Lähmung die für die Erkrankungen des Rückenmarks charakteristische Lähmungsform darstellt, so kann dieselbe doch auch durch cerebrale und peripherische Affectionen entstehen. Andererseits ist die spinale Lähmung nicht alle Male eine Paraplegie, sondern gelegentlich auch eine Hemiplegie, Monoplegie oder zusammengesetzter Art.

Cerebrale Paraplegie. Gehirnaffectationen, welche die motorischen Bahnen beider Seiten betreffen, können die zu den Unterextremitäten

verlaufenden Fasern so vorwiegend betheiligen, dass die, meist nicht ganz fehlende, Schwäche der oberen Extremitäten daneben sehr geringfügig erscheint. Naturgemäss kommt diese Wirkung auf beide Seiten am leichtesten an solchen Stellen zu Stande, wo die motorischen Bahnen beider Seiten nahe aneinander liegen, im Pons, in dem Winkel zwischen den Hirnschenkeln, in der Medulla oblongata. Auch als indirectes Symptom, durch Fortleitung des Druckes seitens eines Tumors im Pons, Kleinhirn, an der Schädelbasis, kann dergleichen auftreten. Selten kommt es vor, dass doppelseitige Grosshirnherde gerade so gelegen sind, dass sie vorwiegend die beiderseitigen motorischen Bahnen der Beine schädigen.

Peripherische Paraplegien. Dieselben sind im Wesentlichen durch Neuritis bedingt. Neuritis in paraplegischer Form durch Betheiligung der Nervenstämmen beider Beine kommt als Theil der universellen multiplen Neuritis vor oder für sich ohne Affection anderweitiger Nerven, z. B. nach Typhus, bei Alkoholismus, bei Diabetes, Arseniklähmung etc.; ferner in Folge von Compressionen beider Ischiadici durch Tumoren, durch den retroflectirten Uterus. Hieher gehören auch zum Theil die puerperalen Paraplegien, endlich die durch Verletzung beider Ischiadici bedingten.

Die Paraplegie der Unterextremitäten mit Blasen- und Mastdarmlähmung ist zwar die gewöhnlichste Form der spinalen Lähmung, allein es kommen auch andere Formen vor, deren Gestaltung von dem Höhensitz der Läsion und ihrer Querausbreitung abhängt.

Diplegia brachialis. Paraplegia brachialis. Lähmung beider Arme. Lähmungen beider Arme, ohne Betheiligung der Unterextremitäten, kommen vor. Es ist aber aus der Structur des Rückenmarks ersichtlich, wie ein krankhafter Process nur selten die Leitung in der Rückenmarkssubstanz in solcher Weise beeinträchtigen kann, dass die Bahnen der Oberextremitäten afficirt sind, diejenigen der Unterextremitäten aber intact bleiben. Myelitische Herde oder Compressionen können zwar gelegentlich eine Lähmung der Arme für sich erzeugen, jedoch nur während einiger Zeit, indem sich die Erkrankung bald ausbreitet und nunmehr auch die Bahnen der unteren Extremitäten betheilt. Es dürfte sich bei diesen Fällen gewöhnlich darum handeln, dass zunächst nicht die intramedullären Bahnen der Arme, sondern die extramedullären Nervenwurzeln befallen waren. Meist beruht die Paraplegia brachialis auf neuritischen Processen oder Spinalblutungen, welche sich um die Wurzeln ergiessen. Auch die progressive Muskelatrophie kann zu einem der Lähmung beider Arme nahe- oder gleichkommenden Zustande führen.

Hemiplegia spinalis. Hierunter wird die durch eine Rückenmarkskrankheit bedingte Lähmung der beiden Extremitäten einer Seite verstanden. Hirnnerven sind dabei nicht betheiltigt, jedoch können oculopupilläre Symptome (vom Centrum cilio-spinale aus), sowie vasomotorische Veränderungen auf einer Gesichtshälfte vorhanden sein. Die Hemiplegia spinalis entsteht durch einseitige Affection der Medulla oblongata oder des Halsmarks in seinem oberen Theile. Die Localisation kann, namentlich wenn die Läsion oberhalb der Pyramidenkreuzung sitzt, derartig sein, dass nur die Motilität ergriffen ist, z. B. bei Affection einer Pyramide (durch Druck von Seiten eines Tumors oder eines dislocirten Wirbels).

Ist jedoch die Erkrankung über die gesammte eine Hälfte des Querschnitts verbreitet, so kommt es zum Symptomencomplex der:

Halbseitenläsion, welche somit eine besondere Art der spinalen Hemiplegie darstellt. Ueber die physiologische Grundlage des bei Halbseitenläsion auftretenden interessanten und viel discutirten sogenannten Brown-Séquard'schen Symptomencomplexes ist bereits in dem Capitel: »Physiologie« verhandelt worden. Der Brown-Séquard'sche Symptomencomplex ist durch eine grosse Reihe pathologisch-klinischer Beobachtungen bestätigt worden; das Krankheitsbild hat im Laufe der Zeit nach einigen Richtungen hin eine Erweiterung erfahren, namentlich sind über den Verlauf der Affection weitere Beobachtungen gemacht worden.

Zunächst muss bemerkt werden, dass Symptomencomplexe, welche scharf dem Brown-Séquard'schen Bilde entsprechen, selten sind. Jedoch ist dies nicht etwa dahin anzulegen, dass die Grundlagen des Brown-Séquard'schen Krankheitsbildes unrichtig sind, sondern darauf zu beziehen, dass die Verletzung, die Druckwirkung oder sonstige Affection des Markes eben nicht genau die eine Hälfte des Markes betreffen. In einer Reihe von Fällen hat der Sectionsbefund gestattet, die Abweichungen der Symptome vom Brown-Séquard'schen Typus durch die besondere Ausdehnung des afficirten Querschnittstheiles zu erklären.

Die Symptome der Brown-Séquard'schen Lähmung können bei Erkrankung des untersten Rückenmarksabschnittes noch nicht auftreten, weil hier noch keine sensiblen Bahnen in die contralaterale Hälfte gelangt sind (Gowers, Oppenheim), wahrscheinlich muss tiefstens das obere Lendenmark betroffen sein (Raymond). Es ist in solchen Fällen auf contralaterale Anästhesie am Perineum, Anus, den Genitalien zu achten (Wernicke, Mann).

Von besonderem Interesse ist der weitere Verlauf, bei welchem sich manche Symptome zurückbilden, andere dagegen in Folge der um sich greifenden Degeneration stärker hervortreten. Am reinsten tritt uns daher das Brown-Séquard'sche Bild in der ersten Zeit nach der Verletzung

entgegen. Schon Brown-Séguard selbst hatte bemerkt, dass Lähmung und Anästhesie sich nicht gleichmässig zurückbilden. Fast durchwegs bessert sich nämlich die Motilitätsstörung schneller als die Anästhesie. Die Beweglichkeit kehrt nach längerer oder kürzerer Zeit bis zu einem gewissen Grade zurück; dies beginnt bei Verletzungen des Rückenmarks unter Umständen schon nach ein bis zwei Wochen. Die einzelnen Muskelgruppen gewinnen ihre Beweglichkeit in verschiedener Zeit wieder. War der Arm bei der Lähmung betheiltigt, so wird er später restituirt als das Bein.

Was den Zustand der Muskeln bei lange bestehender Brown-Séguard'scher Lähmung betrifft, so kann sich Inaktivitätsatrophie entwickeln: Zurückbleiben in der Entwicklung auch der Knochen der gelähmten Extremität sieht man, wenn die Lähmung vor Vollendung des Wachstums eintritt; degenerative Muskelatrophie entsteht, wenn an der Stelle der Herderkrankung das Vorderhorn in grösserer Ausdehnung befallen ist (Oppenheim).

Viel länger bleibt die Anästhesie bestehen; man hat sie noch nach Jahren in nicht merklich gebesserten Zustände vorgefunden. Dagegen bildet sich die Hyperästhesie (Hyperalgesie) schneller zurück; immerhin ist auch sie in einigen Fällen noch nach Jahren vorgefunden worden.

Im Thierexperiment soll auch die Anästhesie nach nicht langer Zeit verschwinden.

Schmerzen, Parästhesien, Gefühl von Brennen u. dergl. werden öfter beobachtet.

Die Störungen der vegetativen Organe (Blasen- und Mastdarmlähmung) gehen meist schnell zurück, nach 10—14 Tagen.

Ueber dauernde vasomotorische Lähmung finden sich nur wenig Angaben.

Was übrigens die Betheiligung der Athmung etc. betrifft, so sind, wie es scheint, die Bewegungen der Brust bis jetzt nie gestört gefunden worden; in einem Falle soll eine halbseitige Lähmung des Zwerchfells, der Seite der Extremitätenlähmung entsprechend, bestanden haben, in zwei anderen Fällen sind die Bauchmuskeln auf Seite der Verletzung gelähmt gefunden worden.

Die Hautreflexe sind auf der gelähmten Seite aufgehoben oder stark abgeschwächt, auf der anästhetischen Seite fehlen sie, beziehungsweise sie sind abgeschwächt, können aber auch in normaler Weise vorhanden sein.

Die Sehnenreflexe pflegen auf der gelähmten Seite gesteigert zu sein, jedoch dürfte die Steigerung nicht gleich nach der Verletzung vorhanden sein (Shock), sondern sich erst später einstellen.

Spastische Contractur, Zittern, Zuckungen können sich anschliessen (s. unten).

Im Thierexperiment verhalten sich die Reflexe folgendermassen: Unmittelbar nach der Operation und für eine kurze Zeit ist der Patellarreflex auf der Seite der Verletzung stark herabgesetzt, während er auf der anderen Seite sich normal verhält, beziehungsweise sie sind beiderseits aufgehoben. Späterhin wird er auf der gelähmten Seite gesteigert.

Die Hautreflexe, speciell Plantarreflex, sind auf der der Operation entgegengesetzten Seite gesteigert, während sie auf der derselben Seite sich stark herabgesetzt zeigen. Die Steigerung hält einige Wochen an.

Eine Frage von tiefgehendem physiologischen und pathologischen Interesse ist es, durch welche im Rückenmark vor sich gehende Veränderungen die Restitution der Functionen nach Verletzung desselben zu Stande komme. Handelt es sich um eine Regeneration im anatomischen Sinne, d. h. wird der Defect durch Zusammenwachsen der Substanz ausgeglichen? Oder werden nur bereits vorhandene brachliegende Leitungsbahnen wegsam gemacht in Gestalt einer Collaterralleitungsbahn?

Ueber den Stand der Regenerationsfrage ist in dem Capitel über pathologische Anatomie (S. 128) verhandelt worden. Mit Bezug auf die halbseitige Durchschneidung hat speciell Turner diese Frage berücksichtigt und ist zu dem Resultat gekommen, dass eine Regeneration nicht stattfindet, entgegen den Ergebnissen Eichhorst's. Er entscheidet sich daher für die zweitgenannte Annahme, zu deren Stütze er noch einige Experimente ins Feld führt. Er hatte bei einem Affen das Rückenmark auf der rechten Seite in der Höhe der neunten Dorsalnervenwurzel mit dem üblichen Erfolge durchschnitten. Die Lähmung des rechten Hinterbeines verlor sich in der Folge fast vollständig. Nunmehr wurde am 68. Tage nach der Operation eine neue Durchschneidung vorgenommen, aber auf der linken Seite, in der Höhe der sechsten Dorsalnervenwurzel. Das Resultat war: vollständige Lähmung beider Hinterbeine, zugleich Anästhesie derselben. Diese Erscheinungen zeigten bis zum 113. Tage (nach der ersten Operation), wo das Thier getödtet wurde, keine Spur von Rückgang. In der That spricht dieser Versuch in hohem Grade dafür, dass die motorischen Innervationen zum rechten Hinterbein in der linken Hälfte des Rückenmarks herniedergestiegen und durch Commissurfasern unterhalb der Stelle der Verletzung zur rechten Hälfte gelangt sind. Freilich könnten sich auch diese neu gebildet haben; aber es ist ebenso gut möglich, dass sie bereits vorhanden und nur gebahnt worden sind, wie wir Aehnliches von gewissen Associationsbahnen im Gehirn annehmen müssen.

In demselben Sinne sprechen Versuche von Rossolymo. Dieser Forscher machte bei einem Meerschweinchen eine halbseitige Rückenmarksdurchschneidung in der Höhe der zehnten Dorsalnervenwurzel; nachdem die erfolgte Lähmung des gleichseitigen Hinterbeines vorübergegangen war, machte er auf derselben Seite eine erneuerte Durchschneidung unmittelbar unterhalb der Pyramidenkreuzung; das Resultat war: eine Lähmung des gleichseitigen Vorderbeins, während das Hinterbein nicht gelähmt wurde. — Bei einem anderen Thier machte er gleichfalls eine halbseitige Durchschneidung in dem unteren Theil des Dorsalmarks, und nachdem die Lähmung verschwunden, führte er einen

Längsschnitt durch die Lendenanschwellung in der Medianebene aus; es erfolgte von Neuem eine Lähmung des bereits wieder hergestellten Beines. Macht man einen derartigen Schnitt an einem unpräparierten Thier, so tritt keine Lähmung ein. Mott zeigte, dass, wenn man bei einem Thiere mit wiederhergestellter Bewegung nach halbseitiger Durchschneidung die motorische Hirnrinde auf der Seite der ehemaligen Durchschneidung reizt, nicht bloß das dazugehörige gesunde, sondern auch das gelähmt gewesene Bein sich bewegt.

Reine Fälle von Halbseitenläsion des Rückenmarks sind, wie bereits bemerkt, selten. Aber die Bedeutung des Brown-Séquard'schen Symptomencomplexes geht weit über den Rahmen der eigentlichen Fälle von einseitiger Rückenmarksläsion hinaus. Derselbe ist auch in den Fällen wiederzuerkennen, wo bei diffuser Rückenmarkserkrankung der Process auf der einen Seite stärker entwickelt ist als auf der anderen. Man sieht hier alsdann auf der einen Seite die Motilität, auf der anderen die Sensibilität stärker herabgesetzt.

Nach einer Zusammenstellung der bis jetzt beschriebenen Fälle, welche Turner unternommen hat, war in allen Fällen die Druckempfindung (Berührungsempfindung) auf der gelähmten Seite vorhanden; Mott weist dagegen auf Fälle mit herabgesetzter Berührungsempfindung hin. In der Mehrzahl der Fälle bestand auf der gelähmten Seite Hyperästhesie, beziehungsweise Hyperalgesie. Ebenso fand sich bei vielen Fällen auf der nicht gelähmten Seite Anästhesie für alle Qualitäten der Empfindung. Sehr häufig kommt aber partielle Empfindungslähmung vor; so z. B. erhaltene Berührungsempfindlichkeit bei unvollständiger Analgesie, erhaltene oder nur wenig herabgesetzte Berührungsempfindung bei Aufhebung des Schmerz- und Temperaturgefühls, Herabsetzung der Druck- und Schmerzempfindung bei Aufhebung des Temperaturgefühls u. s. w. Der Ortssinn der Haut verhält sich der Angabe Brown-Séquard's entsprechend, d. h. er war auf der gelähmten Seite erhalten, auf der entgegengesetzten stark vermindert oder aufgehoben.

Einen interessanten Streitpunkt bildet das Verhalten des Muskelsinns. Brown-Séquard hatte behauptet, dass derselbe auf der Seite der Lähmung aufgehoben, auf der Seite der Anästhesie erhalten sei. Hiegegen wurde Einspruch erhoben. So fand Ferrier (Brain. 1885) bei einem Affen, welchem er das Rückenmark halb durchschnitten hatte, die Wahrnehmung der Lage der Glieder nicht auf der Seite der Lähmung, sondern auf der anästhetischen Seite fehlend. Die neuere Casuistik spricht für die Brown-Séquard'sche Lehre.

Im Lichte unserer jetzigen Anschauungen über die Bedeutung der grauen Substanz als Summationsbahn müssten wir erwarten, dass einfache Reize (einzelne Oeffnungsschläge) auf der Seite der Durchschneidung nicht percipirt werden, während für summirte Reize, wohin eben nicht

blos Schmerz-, sondern auch Druckreize gehören, die Möglichkeit der Perception zuzugeben ist.

Oppenheim hat auf das Vorkommen von Reizerscheinungen bei Brown-Séquard'scher Lähmung, beziehungsweise nach Brown-Séquard'schem Typus die Aufmerksamkeit gelenkt. In einem Falle sah er Contractur des linken Armes mit anfallsweisen tonischen Krämpfen in der linken Körperhälfte bei gleichzeitigen Schmerzen in der rechten Körperhälfte; er nennt diesen Symptomencomplex: Spasmodynia cruciata.

Hemiplegia alternans, alternirende oder wechselständige Lähmung. Bei dieser Form der Lähmung ist die Motilitätsstörung selbst theils auf der einen, theils auf der anderen Seite entwickelt. Im Gebiete der unteren Hälfte der Brücke kommt bekanntlich die alternirende Extremitäten-Facialislähmung (Hemiplegia alternans inf. oder Gubler'sche Lähmung), im Gebiete der Hirnschenkel die Extremitäten-Oculomotoriuslähmung (Hemiplegia alternans sup. v. Leyden) vor. Die Gubler'sche Lähmung beruht darauf, dass in der unteren Ponshälfte die Facialisfasern sich bereits gekreuzt haben, während die Pyramidenbahnen noch ungekreuzt sind, ein Verhältniss, welches übrigens auch noch für den oberen Theil der Medulla oblongata gilt; in ähnlicher Weise liegt in den Hirnschenkeln der gekreuzte Oculomotorius mit den ungekreuzten Pyramidenbahnen zusammen. Nach demselben Typus kann die Hemiplegie der Extremitäten sich mit einer gekreuzten Abducens-, Trochlearis-, Trigeminiislähmung combiniren. Im Gebiete des verlängerten Marks nun, welches für uns hier allein in Frage kommt, kann es zur gekreuzten Extremitäten-Facialislähmung (bei Läsion des obersten Endes der Medulla oblongata), sowie zur gekreuzten Extremitäten-Hypoglossuslähmung kommen (bei Läsion der unteren Hälfte der Medulla oblongata). Letzteres ist ein sehr seltenes Ereigniss; die häufigste der gekreuzten Lähmungen überhaupt ist die Gubler'sche. Sehr selten ist auch eine noch tiefer, nämlich in der Pyramidenkreuzung gelegene Form der Lähmung, bei welcher die der Seite der Läsion entsprechende Oberextremität und die gegenüberliegende Unterextremität betroffen ist. Die motorischen Fasern der Oberextremitäten kreuzen sich höher oben als die der Unterextremitäten; an einer Stelle, an welcher die motorischen Fasern der Arme noch nicht auf die andere Seite übergetreten sind haben sich daher diejenigen der Beine schon gekreuzt; eine hier gelegene Läsion muss somit die geschilderte Form der gekreuzten Lähmung setzen — ein äusserst seltenes Ereigniss.

Paralysis spinalis generalis, allgemeine Rückenmarkslähmung. Lähmung aller vier Extremitäten, meist nicht bei allen gleichmässig ausgesprochen. Bulbäre Symptome (Sprach- und Schlinglähmung)

können gleichzeitig vorhanden sein, falls die Medulla oblongata in den Krankheitsprocess miteinbezogen wird.

Unter den mannigfachen Formen der Paraplegie sind einige wegen ihrer besonderen klinischen Eigenthümlichkeit bemerkenswerth. So die:

Paraplegia dolorosa, welche sich von den übrigen Paraplegien dadurch unterscheidet, dass sie mit sehr lebhaften Schmerzen im Rücken, welche in die gelähmten Extremitäten ausstrahlen, einhergeht. Sie deutet auf eine langsam zunehmende Compression des Rückenmarks (Paraplégie par compression lente). Diese Beziehung ist zwar keine absolut sichere, insofern es auch nicht schmerzhaft Compressionen gibt und andererseits Paraplegien, welche nicht durch Compression bedingt sind, gelegentlich schmerzhaft sein können. Von ganz besonderer exorbitanter Schmerzhaftigkeit ist der Wirbelkrebs (Charcot); jedoch auch dies ist nicht ohne Ausnahme (es kommen auch Wirbelkrebse mit Compressionslähmung vor, welche zwar schmerzhaft, aber keineswegs so aussergewöhnlich schmerzhaft sind). In einer Reihe von Fällen ist ein beachtenswerther Unterschied in der Localisation der Schmerzen vorhanden, insofern derselbe bei Carcinom der Wirbel neben der Wirbelsäule, bei Caries mehr nach der Seite des Thorax hin localisirt wird.

Compressionslähmung (Paraplegie par compression lente).

Ausser durch den eben erwähnten, häufig, wenn auch nicht constant vorhandenen Schmerz zeichnet sich die Compressionslähmung noch durch andere Momente aus. Der Schmerz fehlt gewöhnlich bei schnell eingetretener Rückenmarkscompression, ferner, sobald letztere so weit gediehen ist, dass die sensible Leitung an der betreffenden Stelle vollständig unterbrochen ist, so dass also sensible Eindrücke von den unterhalb der Compressionsstelle gelegenen Gegenden nicht mehr bis zum Gehirn fortgeleitet werden.

Die weiteren Symptome der Compressionslähmung ähneln den Erscheinungen, wie sie am querdurchschnittenen Rückenmark hervortreten. So imponirt vor Allem die Steigerung der Reflexe bei aufgehobener Empfindung. Auf Reizung der Unterextremitäten treten heftige Reflexzuckungen derselben ein, ohne dass der Kranke weder vom Reiz noch von den Zuckungen etwas empfindet und ohne dass er im Stande wäre, willkürlich auch nur im Geringsten Bewegungen vorzunehmen; es kommt übrigens hiebei auch vor, dass der Reiz nicht, wohl aber die Zuckung empfunden wird. Die Steigerung der Reflexe, speciell der Sehnenreflexe, ist eine der frühzeitigsten Erscheinungen und tritt schon auf, ehe es zur vollständigen Unterbrechung der Leitung, also ehe es zur völligen Aufhebung der willkürlichen Bewegung und bewussten Empfindung kommt.

Ein weiteres bei den Compressionslähmungen sehr gewöhnliches Symptom besteht darin, dass die Motilität früher und stärker betroffen ist als die Sensibilität. Dies hängt damit zusammen, dass die Ursache der Compression gewöhnlich in Erkrankungen des Wirbelkörpers (Caries, Carcinom, Fractur, Luxation) gelegen ist, so dass das Rückenmark zunächst an seiner vorderen Peripherie dem Druck ausgesetzt wird.

Atrophische Lähmungen. Wenn auch bei allen dauernden Lähmungszuständen die betreffenden Muskelmassen abnehmen (sogenannte Inactivitätsatrophie), so ist dies doch bei gewissen Formen der Lähmung in besonders ausgesprochener Weise der Fall: schnell und unaufhaltsam schmilzt die Muskelsubstanz ein und der Muskel nimmt eine sehr schlaife Beschaffenheit an; mit dieser Atrophie sind schwere Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit (Ea R), häufig auch fibrilläre Zuckungen verbunden. Es entsprechen ihr tiefgehende histologische Alterationen. Diese degenerative Form der Atrophie wird als eigentliche atrophische Lähmung bezeichnet. Sie ist durch Affection des Vorderhorns, der vorderen Wurzel, beziehungsweise des Nervenstammes bedingt.

Von denjenigen Lähmungen, welche in Folge ihrer eben bezeichneten Localisation zu degenerativer Atrophie führen, pflegen gewisse andere Zustände unterschieden zu werden, bei welchen nicht eine eigentliche zu Atrophie führende Lähmung vorhanden ist, sondern die Atrophie im Vordergrund der Erscheinungen steht und nur insofern einen Lähmungszustand herbeiführt, als eben die atrophierten Muskelfasern nicht mehr functioniren. Die Localisation dieser Atrophie ist dieselbe wie bei der atrophischen Lähmung; der Unterschied ist nur in der Art der Ausbreitung des Processes gelegen, welche bei den letztgenannten Fällen gewissermassen von Ganglienzelle zu Ganglienzelle vorschreitet; die restirenden, noch nicht ergriffenen Ganglienzellen und dementsprechend Muskelfasern sind nicht gelähmt; der Muskel ist daher so lange noch functionsfähig, als noch contractile Substanz vorhanden ist. Wenn auch klinisch dieser Zustand ganz anders erscheint als die atrophische Lähmung, so ist doch physio-pathologisch gleichfalls eine atrophische Lähmung vorhanden, welche sich auf die motorische Einheit: Ganglienzelle, motorische Faser, Muskelfaser bezieht. Die spinale Muskelatrophie finden wir bei der sogenannten progressiven spinalen Muskelatrophie, bei der progressiven Bulbärparalyse, bei der Syringomyelie. Bemerkenswerth ist, dass auch die elektrische Erregbarkeit klinisch sich anders präsentirt als bei der atrophischen Lähmung, während die Erregbarkeit der einzelnen motorischen Einheiten (Nerv-Muskelfaser) sich ebenso verhalten dürfte wie bei jener. Prüft man nämlich möglichst schmale Bündel des Muskels, so erhält man verschiedenartige Formen der Entartungsreaction (Erb); reizt man dagegen wie üblich den ganzen Muskel mit breiter

Elektrode, so zieht sich die noch vorhandene normale contractile Substanz zusammen und verdeckt dadurch die Reactionen der einzelnen Fasern, beziehungsweise Bündel.

Spastische Lähmung. Hiemit wird eine Form der Lähmung bezeichnet, bei welcher die gelähmten Theile einen höheren oder geringeren Grad von Steifigkeit zeigen, welche sich darin äussert, dass sie auch passiven Bewegungen nicht leicht folgen, sondern ihnen einen grösseren oder geringeren Widerstand entgegensetzen. Diese Steifigkeit beruht auf einer Starre, Rigidität der Musculatur, einem Zustande, welcher als Folgeerscheinung des gesteigerten Tonus aufzufassen ist. Näheres siehe unten bei Contractur. Die spastische Form der Lähmung tritt namentlich bei der typischen Paraplegie auf und gehört somit zu den regelmässigen Erscheinungen der spinalen Lähmung.

Nach der Aetiologie lassen sich ferner gewisse Formen der Rückenmarkslähmungen unterscheiden:

Reflexlähmungen. Hierunter verstand man Lähmungen, welche ohne merkliche Erkrankung des Rückenmarks in Folge einer peripherischen Erkrankung auf dem Wege des Reflexes entstehen. Das Gebiet der Reflexlähmungen ist jetzt, namentlich durch die Beobachtungen von v. Leyden, sehr eingeschränkt worden, insofern derselbe erkannt hat, dass viele sogenannte Reflexbewegungen tatsächlich zu den neuritischen, beziehungsweise myelitischen Lähmungen gehören (Neuritis ascendens). Hieher gehören auch die von den Harnwegen ausgehenden sogenannten Paraplegiae urinae, welche, zum grossen Theil wenigstens, auf Myelitis (Myelomeningitis) beruhen.

Zu den durch ihre Aetiologie ausgezeichneten und gewissermassen bestimmten Lähmungen gehört auch die oben bereits erwähnte Compressionslähmung. Ferner gehören hieher die Intoxicationslähmungen, sowie die nach acuten Krankheiten (besonders Infektionskrankheiten) auftretenden Lähmungen, welche theils spinaler, theils neuritischer Natur sind.

Eine Verlangsamung der motorischen Leitung hat v. Leyden*) in Gemeinschaft mit v. Wittich beobachtet (in drei Fällen). Die Erscheinung besteht klinisch in einer auffälligen Verlangsamung der Bewegungen, so dass z. B. nur langsames Gehen, langsames Sprechen, langsame Bewegung der Finger möglich ist. Alle drei Fälle wiesen darauf hin, dass diese Verzögerung in den Coordinationsapparaten vor sich geht, denn alle stellten Erkrankungen des Pons oder der Med. obl. vor.

*) Virchow's Archiv. Bd. XLVI und LV.

B. Krampferscheinungen (spastische Symptome).

1. Rigidität (siehe C.).

2. Muskelkrämpfe. Eigentliche Krämpfe, d. h. mehr oder weniger plötzlich einsetzende und wieder nachlassende Muskelcontractionen sind viel seltener als die vorhin erwähnten Zustände. Man hat zu unterscheiden die localisirten Krämpfe in einzelnen bestimmten Muskeln, beziehungsweise Muskelgruppen, und die verbreiteten Krämpfe, wie sie namentlich beim Tetanus vorkommen. Erstere sind hauptsächlich reflectorisch bedingt, durch Reizung der hinteren Wurzeln (Meningitis), vielleicht auch der Hinterstränge. Letztere können sowohl auf diese Art, wie auch durch einen directen Reizzustand der vorderen grauen Substanz erzeugt sein. Beim toxischen Tetanus handelt es sich um eine directe Reizung der motorischen Ganglienzellen der Vorderhörner (Brown-Séguard).

Einen gesteigerten Reizzustand der motorischen Ganglienzellen hat Charcot auch für den Paramyoclonus multiplex angenommen. Diese Affection, zuerst von Friedreich beschrieben, besteht in klonischen Muskelkrämpfen, welche eine Anzahl symmetrisch gelegener Muskeln befallen und ist nicht den eigentlichen Rückenmarkskrankheiten, sondern einem weiteren Gebiete myoklonischer Neurosen einzuordnen.

3. Spinaler Epilepsie. Als Epilepsia spinalis hat man einen Zustand bezeichnet, bei welchem durch passive Dorsalflexion des Fusses starke und anhaltende Zuckungen des Beines hervorgerufen werden. Mit Epilepsie hat dies nichts zu thun, es handelt sich vielmehr nur um eine Steigerung der Reflexerregbarkeit. Das Phänomen findet sich besonders bei der Compressionslähmung des Rückenmarks und Myelitis transversa.

Eine Beziehung des Rückenmarks zur wahren Epilepsie ist nicht nachgewiesen und in den letzten Jahren wieder unwahrscheinlicher geworden als früher, wo die Brown-Séguard'schen Experimente ergeben hatten, dass bei Meerschweinchen in Folge halbseitiger Rückenmarksdurchschneidung Epilepsie entstehen könne.

4. Tremor, Zittern. Wenn auch über das Zustandekommen des Zitterns noch nichts Sicheres ermittelt ist, so ist es doch wahrscheinlich, dass neben Anderem auch Rückenmarkserkrankungen die Veranlassung zur Entstehung von Tremor geben können, beziehungsweise dass überhaupt vom Rückenmark her Zittern entstehen kann. So ist das Intoxicationszittern (Quecksilber, Blei, Nicotin, Alkohol u. s. w.) wahrscheinlich auf das Rückenmark, die Medulla oblongata, den Pons etc. zu beziehen. Sicher aber kann es auch durch Alteration der Grosshirnfunctionen zum Zittern kommen, wie das Auftreten desselben bei psychischen Erregungen, Affecten der Freude, des Zorns, des Schrecks etc. beweist.

Am meisten gesichert erscheint die Beziehung des Tremors zur Rückenmarkserkrankung bei der multiplen Sklerose. Hier handelt es sich um ein ziemlich langsamschlägiges (5—6 in der Secunde) Zittern, welches sich hauptsächlich bei activen Bewegungen einstellt (Intentionszittern). Ob das langsamschlägige Zittern der Paralysis agitans etwas mit dem Rückenmark zu thun hat, steht dahin.

5. Krampfhaftes Mitbewegungen. Es kann bei spinalen Lähmungen zu abnormen krampfhaften Mitbewegungen der gelähmten Gliedmassen kommen. Die Mitbewegungen sind eine physiologische Erscheinung und spielen auch in der Norm eine grosse Rolle. Durch die Ausbreitung der Erregung auf spinale motorische Gebiete, welche sich in einem Reizzustande befinden, können die Mitbewegungen eine abnorm starke, krampfhaft intensive Intensität bekommen.

Hieher gehört unter Anderem auch die von Strümpell beschriebene Anspannung des M. tibialis anticus (Dorsalflexion des Fusses) beim Heranziehen des Beines an den Rumpf, welche sich bei spastischen Paresen findet; ferner die unter denselben Umständen zu beobachtende Dorsalflexion der grossen Zehe beim Strecken des Beins u. A. m.

6. Spontane Bewegungen. Bei der Tabes dorsalis kommt es vor, dass die Beine Spontanbewegungen machen, in der Art, dass bei ruhiger Bettlage plötzlich ein Bein ohne den Willen des Kranken sich erhebt und dann wieder in die liegende Stellung zurückkehrt. Wahrscheinlich handelt es sich in diesen und ähnlichen Fällen um reflectorisch ausgelöste Bewegungen, wobei der den Reflex bedingende Reiz so gering ist, dass er der Aufmerksamkeit entgeht.

In paraplegischen Beinen kommen beim Versuch der Bewegung derselben, beziehungsweise bei anderweitigen Bewegungen des Körpers öfters sehr starke Zuckungen vor, welche wahrscheinlich gleichfalls als reflectorische anzusehen sind.

7. Spastischer Gang. Der spastische Gang ist steif und schwerfällig, mühsam, in Folge der abnormen Steifigkeit der Muskeln, welche den Bewegungen einen Widerstand entgegensetzen. Bei längerem Gehen pflegt die Steifigkeit und Schwerfälligkeit des Ganges zuzunehmen. Besteht gleichzeitig eine Parese, so werden die Beine in kleinen Schritten und langsam am Boden schnurrend vorwärts gezogen, wenig im Knie und in der Hüfte gehoben.

C. Contractur.

Unter »Contractur« schlechthin verstehen wir die Feststellung, beziehungsweise Beweglichkeitsbeschränkung der Gelenke durch Muskelsteifigkeit. Letztere kann von verschiedener Art und durch

verschiedenartige Bedingungen hervorgerufen sein, so dass mannigfache Formen der Contracturen zu unterscheiden sind.

1. Contractur durch myogene Muskelstarre. Gewisse Veränderungen der Muskeln bringen es mit sich, dass die Substanz derselben eine starre Beschaffenheit annimmt, wahrscheinlich durch Gerinnung. Dies findet sich bei der Myositis, ferner bei der sogenannten Wärmerstarre und der Todtenstarre; auch in Folge von Kälteeinwirkung wird eine gewisse Starre erzeugt; endlich durch Circulationsstörungen (Ischämie, Asphyxie locale).

Hier ist anzuschliessen die eigenthümliche Muskelsteifigkeit, welche bei der sogenannten Thomsen'schen Krankheit (Myotonia congenita) vorkommt. Das übrigens bereits vor Thomsen's Beschreibung bekannte Krankheitsbild, welches bereits in v. Leyden's Klinik der Rückenmarkskrankheiten deutlich beschrieben worden ist, äussert sich namentlich darin, dass die Formveränderungen der Muskeln, sowohl die willkürlichen wie die unwillkürlichen, schwerfällig und langsam von statten gehen; auffallend ist namentlich, dass der contrahirte Muskel sich nur schwer auf sein früheres Volumen ausdehnt. Die willkürlichen Bewegungen solcher rigider Muskeln sind langsam, steif, un gelenk, der Kranke braucht augenscheinlich eine ungewöhnlich grosse Anstrengung, um sie zur Contraction zu bewegen. Einmal contrahirt, bleiben sie in der Verkürzung, und der Kranke bedarf wieder einer relativ grossen Anstrengung, um jene zu extendiren.

Es ist anzunehmen, dass es sich hierbei um eine wirkliche Erkrankung, beziehungsweise Alteration oder eigenthümliche Bildung der Musculatur handelt, wofür auch der von Erb erbrachte Nachweis besonderer Veränderungen der elektrischen Erregbarkeit spricht.

Aus dem physiologischen Experiment ist ein gleichfalls als »Contractur« bezeichnetes Verhalten der Muskeln bekannt, welches eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Phänomen der Myotonia congenita hat und welches in einem auffallenden Contractionsrückstand des durch Reizung zur Contraction gebrachten Muskels bei der folgenden Erschlaffung besteht. Diese Contractur tritt besonders nach starker Reizung ein und ist namentlich am ermüdeten Muskel ausgesprochen. Auch die Muskelstarre bei Paralysis agitans dürfte durch eine Veränderung der Muskelsubstanz selbst bedingt sein.

2. Contractur durch organische Verkürzung des Muskels (Retraction, nutritive Verkürzung, passive Contractur). Diese Kategorie umfasst die Fälle von wirklicher, durch histologische Alterationen bedingter Verkürzung der Muskeln, wie sie durch Schwund der contractilen Substanz mit Schrumpfung des bindegewebigen Antheils, beziehungsweise durch Anpassung der Muskellänge bei dauernder abnormer Annäherung seiner Ansatzpunkte sich entwickelt. Solche Verhältnisse finden sich als Folge-

zustand bei Myositis, Muskelatrophie, atrophischer Lähmung aus spinaler oder peripherischer Ursache, im paraplektischen Stadium der Tabes, bei chronischen Lähmungen überhaupt mit abnormer Stellung der Glieder, langandauernden, durch Verbände, Schienen u. s. w. veranlassten Stellungsanomalien.

Hieher gehört auch diejenige Form der paralytischen Contractur, welche bei Lähmung einer Muskelgruppe auf das functionelle Uebergewicht der Antagonisten zurückgeführt wird.

Bei allen Formen dieser Kategorie ist für die Herausbildung der Contractur der Umstand massgebend, dass durch Einflüsse der habituellen Haltung und Stellung der Glieder, der Belastung, der Schwerkraft die Ansatzpunkte gewisser Muskeln in abnormer Weise genähert sind. Das functionelle Uebergewicht der Antagonisten der gelähmten Muskeln führt an und für sich noch keineswegs zur Contractur, sondern erst dadurch, dass nach den Contractionen derselben beim Gebrauch des Gliedes das letztere nur unvollkommen in die Gleichgewichtsstellung zurückgeführt wird, da die Kraft fehlt, welche sonst die Dehnung der erschlafften Muskeln bewirken hilft.

Es wirken nämlich im Allgemeinen die Antagonisten in diesem Sinne, nach Erschlaffung des Muskels dem Gliede wieder die Anfangsstellung geben zu helfen. Mit ihrem Ausfall fehlt zugleich eine erhebliche Zugkraft, der contrahirte Muskel dehnt sich dann bei der Erschlaffung nicht ganz zu seiner alten Länge aus, und so entsteht eine Verkürzung, welche bei Andauer der Bedingungen offenbar zunehmen muss. So kommt es z. B. zur Contractur des Tibialis ant. bei Lähmung der Mm. peronei, der Flexoren des Vorderarms bei Lähmung der Extensoren u. s. w.

Ganz anders nach der Art ihrer Entstehung, freilich oft mit der vorigen zusammengeworfen, sind die rein passiven Contracturen, welche bei schlaffer Lähmung aller Muskeln eines Gliedes auftreten. Dieselben hängen davon ab, dass dem nunmehr ganz der Schwerkraft anheimgegebenen Gliede durch die Unterlage eine bestimmte dauernde Lagerung ertheilt wird: die nicht mehr zur Contraction gelangenden Muskeln adaptiren sich mit ihren Spannungsverhältnissen so an diese Stellung der einzelnen Gliedabschnitte, dass dieselbe zu einer fixen wird. Es ist nicht nöthig, dass die Muskeln vollkommen gelähmt sind: eine gleichmässige Schwäche derselben, der Mangel der Contractionen und das dauernde constante Lagerungsverhältniss genügen, um den Contracturzustand zu bewirken. Auf diese Weise kommen die Contracturen der Gastrocnemii mit Spitzfussstellung zu Stande, welche sich bei vielen schlaffen Lähmungen der Unterextremitäten oder Paresen, z. B. Tabes im paraparetischen Stadium ausbilden, wenn die Patienten dauernd die Bettlage einnehmen,

wobei möglicherweise der wenn auch geringe, so doch dauernde Druck der Bettdecke noch mitwirkend in Betracht kommt.

3. Contractur durch dauernde functionelle Verkürzung (durch Hypertonie, abnorm vermehrte Spannung, Rigidität, Raideur), sogenannte active oder spastische Contractur. Diese Kategorie ist in neuropathologischer Hinsicht von ganz besonderem Interesse. Es sind zwei ganz verschiedene Bedingungen, welche diese Form der Contractur hervorbringen, nämlich einmal ein Reizzustand in irgend einem Theile der cortico-musculären Leitungsbahn und ferner, ein scheinbarer Widerspruch, der Ausfall der cortico-spinalen Leitungsbahn. Wir begegnen hier somit einem ähnlichen Verhältniss, wie bei der Hyperästhesie, welche gleichfalls sowohl durch einen Reizzustand, wie durch den Ausfall einer Bahn producirt werden kann.

Die hiehergehörigen Fälle werden durch folgende Gruppierung übersichtlich dargestellt:

a) Reizung des directen (spino-musculären) Neurons.

Dieselbe kann

1. direct,

2. reflectorisch (Reflexcontractur)

bedingt sein. Ersterer Fall liegt z. B. beim bacillären Tetanus vor, letzterer bei der Meningitis sowie bei den auf einem sensiblen Reizzustand beruhenden localen tonischen Contractionen, z. B. des Sphincter ani bei Fissura ani; hieher gehören auch die Contracturen bei Gelenkerkrankungen.

b) Reizung des indirecten (cortico-spinalen) Neurons.

Bei frischen Hirnblutungen, Compression, Hysterie.

Bei der Kategorie a) sind die Sehnenreflexe der contracturirten Theile im Allgemeinen gesteigert, bei b) durch Hemmung herabgesetzt.

c) Ausfall der Pyramidenbahn.

Ueber das Wesen dieser Contractur, welche man hauptsächlich bei der absteigenden Degeneration der Pyramidenbahn vorfindet, sind vielfältige Discussionen gepflogen worden. Die posthemiplektische Contractur ist zuerst von Bouchard mit der secundären Degeneration in Verbindung gebracht worden. Es handelt sich einmal darum, ob denn wirklich blosser Ausfall und nicht etwa eine mit der absteigenden Degeneration verbundene Reizung vorliege; ferner, falls es in der That eine Ausfallerscheinung ist, wie dann die Hypertonie zu erklären sei.

Für die Ansicht, dass die Degeneration der Pyramidenbahn ein irritativer Process sei, welcher sich auch auf die Vorderhorn-Ganglienzellen übertrage, schien die Thatsache zu sprechen, dass sich die Contractur eben erst allmählig entwickelt und nicht etwa mit dem Ausfall der

Bahn einsetzt. Allein es ist durchaus gezwungen, die absteigende Degeneration als irritativ anzusehen, da dieselbe vielmehr nur ein Absterben des abgetrennten Neurontheils, eine partielle Nekrose des Neurons darstellt. Ein zwingender Beweis aber ist in dem Umstande gelegen, dass auch bei Agenesie der Pyramidenbahn Contractur besteht.

Welcher Art sind nun die in Betracht kommenden ausgefallenen Bahnen?

Vielfach hat man sich zur Erklärung dieses merkwürdigen Zusammenstreffens auf die Versuche von Woroschiloff berufen, welcher in Ludwig's Laboratorium nachgewiesen, dass im Seitenstrang reflexhemmende Fasern verlaufen, bei deren Wegfall die Reflexwirkungen stärker hervortreten (> Ausfall der cerebralen Hemmung <) und demgemäss der von reflectorischen Beziehungen abhängige Tonus steigt. In der That findet man sehr häufig mit der Rigidität gelähmter Glieder verbunden eine Steigerung der Sehnenreflexe bis zum Klonus und auch ein zeitliches Zusammengehen in der Entwicklung und Zunahme beider Phänomene kann man finden. Aber dies Verhältniss ist durchaus kein constantes; man kann oft genug starke Reflexsteigerung ohne erhebliche, ja ganz ohne Rigidität finden und andererseits deutliche Rigidität ohne nennenswerthe und als proportional aufzufassende Steigerung der Sehnenreflexe. In neuerer Zeit hat Sternberg diese Unabhängigkeit der Intensität der Sehnenreflexe von dem Grade des Tonus auch experimentell erweisen können.*)

Jackson hat aufgestellt, dass ein stark tonisirender Einfluss des Kleinhirns vorhanden sei, welcher beim Wegfall der hemmenden Grosshirneinflüsse die Contractur bedinge. Ähnliches wie für das Kleinhirn ist von Anderen für die Hinterstrangfasern behauptet worden. Die Beziehung des Kleinhirns ist jedoch nicht erwiesen.

Vulpian hat sich dagegen ausgesprochen, dass eine einfache Leitungsunterbrechung Contractur bedingen könne. Er stützt sich auf ein Experiment bei einem Hunde, bei welchem er von beiden Seitensträngen je ein 2 cm langes Stück reseziert hat, ohne dass bis zum nächsten Tage ein spastischer Zustand aufgetreten wäre, während die Lähmung deutlich war. Er folgert, dass die Contractur auf den der Continuitätstrennung folgenden Reizzustand zu schieben sei. Er suchte dies in folgender Weise zu erhärten: Bei tief chloralisirten Hunden wurde das Rückenmark in der Höhe des letzten Dorsal- und der beiden ersten Lendenwirbel freigelegt (beziehungsweise in der Höhe der beiden letzten Dorsal- und des ersten Lendenwirbels) und einer der Seitenstränge in einer Längenausdehnung von 2—3 cm kauterisirt (theils mit Chromsäure, theils mit Höllenstein, theils durch Hitze). In der That liess sich hierbei eine Contractur der gleichliegenden Extremität beobachten, welche freilich nur einen bis zwei Tage andauerte. Vulpan erklärt diese geringe Dauer damit, dass eben die Nachwirkungen der experimentellen Reizung nicht so nachhaltig sind als die Einflüsse eines pathologischen Zustandes, falls der Eingriff schwach war, während stärkere Einflüsse wieder bald eine Zerstörung des Gewebes setzen. Letzterer Effect war der gewöhnliche in Vulpian's Experimenten, so dass die Contractur vom zweiten oder dritten Tage ab nach

*) Ueber die Beziehung der Sehnenreflexe zum Muskeltonus. Sitzungsbericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Juni 1891.

der Operation von einer mehr oder weniger ausgesprochenen Lähmung gefolgt wurde, zu der Zeit, wo die geätzte Stelle des Seitenstrangs in Erweichung überging. Vulpian führt ferner für seine Ansicht den Umstand an, dass die Contractur nach Aetzung nicht sofort, sobald das Thier aus dem betäubten Zustande herauskommt, auftritt, sondern erst nach zwei bis drei Stunden bemerkbar wird.

Wenn auch diese Ergebnisse dafür sprechen, dass das Wesentliche bei der Entstehung der Contractur der Reizzustand der motorischen Bahnen in den Seitensträngen ist, so nimmt Vulpian doch Anstand, diese Erklärung zu adoptiren, besonders mit Rücksicht auf den Umstand, dass bei anatomisch nachgewiesener absteigender Degeneration des Seitenstrangs die Contractur keineswegs constant sei. Er meint daher, dass die Contracturen bei der Lateralsklerose wahrscheinlich durch Reflexe hervorgerufen seien, indem der Irritationszustand der Seitenstränge sich auf die Hinterhörner ausbreite u. s. w. Hiefür spreche die gleichzeitig nachweisbare Verstärkung der Reflexe.

Charcot's Ansicht weicht nur unwesentlich von derjenigen Vulpian's ab; er meint gleichfalls, dass die Irritation sich auf die graue Substanz fortpflanzt und dadurch die Contraction erzeugt; er hat jedoch hauptsächlich die motorischen Ganglienzellen des Vorderhorns dabei im Sinne, welche in einen Reizzustand verfallen sollen, ähnlich demjenigen bei Strychninwirkung.

Bezüglich der Vulpian'schen Erörterungen ist nun zu bemerken, dass dieser Autor, indem er seinen zuerst geführten Nachweis, es komme auf die Reizung der Seitenstränge an, nur dazu benützt, um eine gleichzeitige Reizung des Reflexbogens zu deduciren, den ersten Theil seiner Erwägungen selbst wieder umstösst. Die Einflüsse der verschiedenen Bahnen auf die Reflexe sind vielfältig und zum Theil bekannt, zum Theil jedoch noch un- aufgeklärt. Dass die Continuitätsverletzung der motorischen Rückenmarksbahnen die unterhalb centralisirten Reflexe vorübergehend aufheben kann, ist bekannt. Auch entfalten die bei Vivisectionen vorgenommenen Durchschneidungen häufig eine vorübergehende Reizwirkung, durch welche eine Zeit lang diejenigen Erscheinungen verdeckt bleiben müssen, welche eigentlich nach dem Ausfall der Bahn auftreten müssten. Die Resection der Seitenstränge kann bei Vulpian's Hunde daher sehr wohl einen derartig hemmenden Effect (durch Reizwirkung) auf die unterhalb gelegenen Reflexcentren ausgeübt haben; und wenn Jemand behaupten wollte, dass die Contractur allerdings durch eine Reflexsteigerung bedingt ist, welche letztere bei Ausfall des Seitenstranges eintritt, so würde Vulpian's Hundeversuch dem kaum widersprechen können. Aehnlich könnte man den Kauterisationsversuch auslegen, freilich hier etwas gezwungener; auch müsste man noch die besondere Annahme machen, dass die endgiltige nach zwei bis drei Tagen erfolgte Lähmung von einer Verbreitung des Processes auf die grossen Vorderhornzellen herkomme.

Immerhin ist die Ansicht, dass der blosse Ausfall der Seitenstränge die Reflexe durch Wegfall natürlicher Hemmungsbahnen steigere, durch Vulpian's Versuche nicht umgestossen.

Wahrscheinlich handelt es sich nicht um spezifische reflexhemmende Fasern, sondern es sind die motorischen Bahnen selbst, welche hemmend auf den Reflexvorgang wirken (v. Leyden). Wir hemmen

denselben eben mittelst willkürlicher motorischer Innervation (vergl.: »Physiologie«).

Die Verstärkung der Sehnenreflexe beim Ausfall der Pyramidenbahn entwickelt sich aber gleichfalls allmählig und gelangt zu viel höheren Graden als es dem blossen Wegfall der hemmenden Bahnen entsprechen würde. Dies ist so zu erklären, dass auf Grund des Wegfalles der cerebralen Einflüsse die continuirliche reflectorische Strömung Rückstände in den Ganglienzellen hinterlässt, welche hiedurch allmählig in einen Zustand gesteigerter Erregbarkeit gerathen — ähnlich dem hyperalgetischen Zustande der sensiblen Ganglienzellen. Der »Strychnismus« Charcot's ist somit anzuerkennen, wenn auch in anderer Herleitung als dieser Autor annahm. Diese Zustandsveränderung der Vorderhornzelle führt schliesslich zur Contractur, indem die gesteigerte Function ungehemmt continuirlich nach den Muskeln hinabfliesst.

Beim Bestehen einer sehr starken Contractur können gewöhnlich die betreffenden Sehnenreflexe gar nicht ausgelöst werden. Jedoch gelingt es, falls nicht schon erheblichere organische Verkürzung besteht, durch sanfte und vorsichtige Bewegung bei guter Unterstützung des Gliedes einen Nachlass zu erzielen und dann die Sehnenreflexe hervorzurufen.

Ein Zusammenhang dieser Form der Contractur mit der Reflexsteigerung muss also zugegeben werden. Aber keineswegs kommt es bei allen sonstigen Fällen von Steigerung der Sehnenreflexe zu Contractur, so z. B. nicht bei Neurasthenie. Vielmehr gehören hiezü offenbar alle die angeführten Bedingungen: dauernder Zustand der Erregbarkeits-erhöhung der Ganglienzelle und dauernder Wegfall cerebraler Zuflüsse.

Es kommt z. B. vor, dass bei lebhaften Sehnenreflexen eine abnorme Atonie eben derselben Muskeln besteht.

Bei der absteigenden Degeneration geht die Entwicklung der Contractur eine mehr und mehr sich steigernde Erhöhung der Sehnenreflexe voraus. An diese schliesst sich zunächst eine wachsende Hypertonie der Muskeln an. Dieselben fühlen sich nicht mehr so weich wie in der Norm, sondern dauernd gespannt an. Führt man passive Bewegungen der Glieder aus, so bieten die Muskeln einen enormen Widerstand dar, welcher jedoch zu überwinden ist. Ist die Steifigkeit noch sehr wenig ausgeprägt, so tritt der Widerstand erst dann hervor, wenn man die passive Bewegung brüsk mit einem Ruck ausführt.

Auch unter normalen Verhältnissen bilden die Muskeln bei passiven Bewegungen einen gewissen Widerstand, welche von dem Tonus derselben abhängig ist. Erst durch mehrfache Uebung lernt man diesen Widerstand richtig beurtheilen. Man überzeugt sich am deutlichsten von dem Vorhandensein desselben, wenn man folgeweise an dem Beine eines

Gesunden und dann eines Kranken mit schlaffer Lähmung passive Bewegungen vornimmt. Bei der Prüfung auf Muskelsteifigkeit hat sich der Anfänger vor Verwechslung mit willkürlichen Muskelspannungen zu hüten. Die Intensität der Muskelrigidität ist sehr verschieden; zuweilen entsteht sie erst gewissermassen unter den Fingern, d. h. im Verlaufe der passiven Bewegung, während diese zuerst noch frei ist; in anderen Fällen ist der Widerstand so gross, dass es nur mit Kraftanstrengung gelingt, die Glieder passiv zu bewegen. Hier ist es eben bereits zur Contractur gekommen.

Es sind auch Seitenstrangerkrankungen ohne Rigidität beobachtet worden; dies soll entweder dadurch begründet sein, dass nebenher eine Degeneration der Hinterstränge bis herunter zur Lendenanschwellung bestehe (welche den Reflexbogen unterbricht), oder dass die Degeneration auf die vorderen Wurzeln übergegangen ist.

Die meningitische Starre erstreckt sich am häufigsten auf die Nacken-, beziehungsweise Rückenmuskeln (Nackenstarre). Die vermehrte Muskelspannung wird dabei wahrscheinlich durch Druck, beziehungsweise einen Reizzustand der hinteren Muskeln ausgelöst, ist also reflectorisch bedingt.

Es liegt auf der Hand, dass die durch dauernde Annäherung der Ansatzpunkte bedingte »passive« Contractur sich schliesslich zu jeder anderen Form dauernder Contractur, so speciell zur spastischen, hinzugesellt.

D. Veränderungen der elektrischen Reaction der Muskeln.

Das Verhalten der gelähmten Nerven und Muskeln gegen den elektrischen Strom bei Rückenmarkskrankheiten ist je nach den erkrankten Theilen des Rückenmarks ein ganz verschiedenes. Ist die Ursache der Lähmung in einer Continuitätsunterbrechung der Pyramidenbahnen gelegen, d. h. in einer Läsion des indirecten (cortico-spinalen) Neurons, so tritt gar keine oder nur eine geringfügige quantitative Herabsetzung der Erregbarkeit für beide Ströme am Nerv und am Muskel ein. Betrifft die Läsion dagegen das directe (spino-musculäre) Neuron, so kommt es zu den mehr oder weniger ausgebildeten Erscheinungen der Entartungsreaction. Jedoch erleidet dieser Satz eine freilich nur scheinbare Ausnahme bei den sehr chronisch verlaufenden Processen im Vorderhorn. (Spinale Muskelatrophie, Siringomyelie, progressive Bulbärparalyse, amyotrophische Lateralsklerose [s. unten].)

Die quantitative Herabsetzung der Erregbarkeit erkennt man daran, dass man faradisch kleinerer Rollenabstände, galvanisch einer grösseren Stromstärke (in Milli-Ampères ausgedrückt) als in der Norm bedarf, um

eine minimale Contraction des Muskels zu erzielen. Handelt es sich um höhere Grade von Herabsetzung; wie sie z. B. bei lange dauernden myelitischen Lähmungen vorkommen, so ist dieselbe schon bei oberflächlicher Prüfung auffällig genug; auch kommt es dann vor, dass gewisse Reizmomente der Zuckungsformel (KSTe, KÖZ) auch bei maximaler Stromstärke nicht mehr zu erzeugen sind. Bei sehr hohen Graden der Herabsetzung ist überhaupt nur noch KSZ auszulösen. Die faradische Erregung führt dann selbst bei starken Strömen nur noch zu geringfügigen Contractionen, denen eine kinetische Wirkung nicht mehr zukommt; schliesslich entsteht nur noch ein discontinuirliches Flimmern der Musculatur (eine Art rhythmischer Zuckungen). Handelt es sich um geringfügige, nicht ohne Weiteres ins Auge fallende Grade von Herabsetzung, so zieht man das Erb'sche vergleichende Verfahren oder die Stintzing'schen Normalwerthe für die Erregbarkeit der Nerven in Anwendung. Da es sich meist um beiderseitige Lähmungen handelt, so kann die bei einseitigen Affectionen übliche Vergleichung mit der anderen Seite nicht angewendet werden. Auf die Einzelheiten der Untersuchung nach Stintzing kann hier nicht eingegangen werden. Uebrigens ist die genauere Feststellung des Masses von quantitativer Herabsetzung in klinischer Hinsicht nicht von erheblicher Bedeutung — wie werthvoll es auch sonst ist, solche exacte Prüfungsmethoden zu besitzen.

Wenn man den normalen Muskel mit langsamen Unterbrechungen (circa zehn in der Secunde) des faradischen Stromes reizt, so entsteht eine Art von Klonus, welcher aber bei Abschwächung der Stromstärke bis nahe zum Schwellenwerth in eine mehr tonische Dauercontraction übergeht. Bei Muskeln mit quantitativ herabgesetzter Erregbarkeit tritt eben dasselbe schon bei stärkeren Strömen auf, welche eben für diese veränderten Muskeln Schwellenwerthe darstellen. Hiedurch ist ein Mittel gegeben, die quantitative Herabsetzung der Erregbarkeit leicht zur Anschauung zu bringen.

Steigerung der elektrischen Erregbarkeit ist, abgesehen von der Tetanie, ein seltenes Ereigniss. Erb fand bei einer Reihe von frischen Fällen von Tabes eine geringe Erhöhung der faradischen und galvanischen Erregbarkeit des N. peroneus. Bei manchen älteren Tabesfällen dagegen constatirte er eine mässige Herabsetzung.

Entartungsreaction ist die Folge derjenigen Affectionen, bei welchen eine Lostrennung der Muskeln von ihrem trophischen Centrum in den Vorderhörnern oder eine Zerstörung dieser selbst eintritt. Demnach kommt sie ausser bei Erkrankungen der peripherischen Nerven vor bei: Degeneration der vorderen Wurzeln (z. B. durch Compression bei Spondylitis, Tumor), bei Poliomyelitis anterior, Myelitis der Hals- oder Lendenanschwellung, manchen Blutungen in die Rückenmarkssubstanz.

Bei den chronischen Erkrankungen des Vorderhorns (progressive spinale Muskelatrophie, Bulbärparalyse, amyotrophische Lateralsklerose, Siringomyelie) kommt es nicht zu so ausgesprochenen Entartungserscheinungen wie bei den acuten Affectionen. Im Anfange findet man nur eine gewisse quantitative Herabsetzung der Erregbarkeit, und auch bei mehr vorgeschrittenem Prozesse lässt die oberflächliche Prüfung, wenn man mit breiter Elektrode den ganzen Muskel von seinem Punkte aus zucken lässt, nur eine Herabsetzung erkennen; jedoch kann man bei sorgfältigerer Untersuchung mit kleiner Elektrode (nach Erb in allen Fällen) die sogenannte partielle Ea R nachweisen. Die Schwierigkeit des Nachweises ist nach Erb in der Art der anatomischen Veränderung begründet. In Folge der allmäligen und disseminirten Entwicklung der Degeneration bleiben nämlich zwischen den degenerirenden Fasern immer noch eine Anzahl von gesunden erhalten. Diese verdecken durch ihre prompte Contraction die träge Reaction der erkrankten Fasern, und zwar umsomehr, als die Erregbarkeit der letzteren doch grösstentheils herabgesetzt ist und es daher, um ihre Contraction auszulösen, hoher Stromstärken bedarf, welche natürlich die Zuckung der gesunden Fasern entsprechend verstärken. Am besten gelingt der Nachweis der Ea R in denjenigen Muskeln, welche ziemlich rasch und in mehr diffuser Weise atrophiren, sowie in den bereits zu einem hohen Grade von Atrophie gediehenen Muskeln, welche dann die Ea R zugleich mit starker Herabsetzung der Erregbarkeit zeigen. Der elektrische Befund ist bei den genannten Krankheiten somit je nach den vorliegenden Verhältnissen und auch in den einzelnen befallenen Muskeln ein verschiedener.

Der wesentliche und gemeinsame Zug der verschiedenen Formen der Ea R besteht darin, dass der Muskel bei galvanischer Erregung eine träge Contraction ausführt, während dieselbe in der Norm schnell verlaufend (prompt, blitzartig) ist.

Die sogenannte complete Ea R wird daran erkannt, dass die Erregbarkeit des Nerven erloschen ist, ebenso die Erregbarkeit des Muskels für den faradischen Strom, während die galvanische Erregbarkeit desselben erhalten, im Anfang sogar gesteigert ist, im weiteren Verlauf mehr und mehr sinkt und schliesslich — wenn, wie es bei den spinalen Lähmungen eben meist geschieht, keine Restitution eintritt — auf einem hohen Grade von Herabsetzung anlangt; immer ist dabei die Zuckung träge. Zugleich nimmt die Reizstärke der Anode im Verhältnis zu derjenigen der Kathode in abnormer Weise zu (Umkehrung des Zuckungsgesetzes).

Bei der partiellen Ea R tritt im Nerven nur eine gewisse Abnahme der Erregbarkeit für beide Ströme ein, aber keine Aufhebung derselben. Auch der Muskel ist für faradische Ströme erregbar, wenn auch in

verminderter Weise. Bis hierher ist also der Befund wie bei einfacher quantitativer Herabsetzung. Allein die galvanische Erregbarkeit des Muskels zeigt eben dieselben Veränderungen und Beziehungen wie bei der completen Ea R. Zwischen diesen beiden Typen der partiellen und der completen Ea R kommen alle denkbaren Abstufungen vor, ebenso wie zwischen normaler Reaction und partieller Ea R. Eine besondere Form der Ea R, welche zwischen der completen und partiellen Ea R steht, ist die von Erb so genannte »partielle Ea R mit indirecter Zuckungsträgheit«, welche darin besteht, dass auch die durch Reizung des Nerven ausgelöste Zuckung träge verläuft; gleichzeitig ist auch träge Contraction bei directer faradischer Reizung vorhanden. Auch diese Form kommt ausser der Neuritis bei spinalen Muskelatrophien vor. Ihre diagnostische Bedeutung entspricht derjenigen der partiellen Ea R überhaupt.

Indirecte Zuckungsträgheit für tetanisirende (faradische) Ströme beweist an und für sich noch nicht eine bestehende Degeneration des Muskels, da sie experimentell durch vorübergehende Veränderungen der Leitungsfähigkeit des Nerven hervorgebracht werden kann (Goldscheider). Auch directe faradische Zuckungsträgheit kann vorübergehend, ohne Muskeldegeneration auftreten (durch Kälteeinwirkung, bei Asphyxie locale). Dagegen deutet das gleichzeitige Vorkommen von faradischer und galvanischer Zuckungsträgheit auf eine Entartung. Diesen Zustand hat E. Remak als »faradische Ea R« bezeichnet. Letzere ist von Erb als in der »partiellen Ea R mit indirecter Zuckungsträgheit« enthalten, hingestellt worden, fällt jedoch insofern nicht ganz mit ihr zusammen, als die »faradische Ea R« bei erloschener indirecter Erregbarkeit vorkommen kann (E. Remak, Stintzing). Ausser den genannten kommt noch eine Reihe anderer Varietäten der Ea R vor — z. B. Ea R mit partieller Erregbarkeit vom Nerven aus, so dass indirecte Reizung mit dem faradischen Strome Zuckung auslöst, mit dem galvanischen Strome dagegen keine auslöst u. s. w. — welche am vollständigsten von Stintzing zusammengestellt worden sind. Alle diese Abarten fallen in diagnostischer und prognostischer Hinsicht mit der partiellen Ea R zusammen. Muskeln, welche in degenerative Atrophie verfallen, zeigen häufig fibrilläre Zuckungen.

Die fibrillären Zuckungen bestehen in Contractionen einzelner kleinster Muskelbündel, welche sich zeitlich folgen und ein Flimmern, beziehungsweise in stärkeren Graden ein Wogen der Muskelsubstanz hervorrufen, unter Umständen bei einer bestimmten Anordnung den Eindruck einer über den Muskel hinlaufenden Welle hervorbringen. Diese Contractionen äussern, und das ist charakteristisch, niemals einen Bewegungseffect. Sie finden sich vorzugsweise bei denjenigen Atrophien, welche auf einem chronischen Degenerationszustande der motorischen Ganglienzellen be-

ruhen, während sie bei neuritischen Muskelatrophien seltener sind. Sie fehlen im Allgemeinen bei den echten myopathischen Dystrophien und bei den acuten Erkrankungen des Vorderhorns. Jedenfalls beruhen sie auf Reizungszuständen geringfügiger Art in den motorischen Ganglienzellen. Demzufolge treten sie ganz besonders in solchen Muskeln auf, welche gerade in der Atrophie begriffen und noch nicht zu weit in derselben vorgeschritten sind. Es ist übrigens zu beachten, dass auch bei Neurasthenie fibrilläres Zittern vorkommt.

Was die diagnostische und prognostische Bedeutung der elektrischen Befunde betrifft, so erlauben dieselben bei den spinalen Lähmungen bei Weitem nicht so bindende Schlüsse als bei den peripherischen, speciell den rheumatischen und traumatischen. Gerade bei den schweren fortschreitenden Erkrankungen der motorischen Kerne, deren Prognose so ungünstig ist (spinale, progressive Muskelatrophie, progressive Bulbärparalyse, amyotrophische Lateralsklerose, Siringomyelie), findet man nur quantitative Herabsetzung und partielle Entartungsreaction. Die myelitischen Paraplegien, bei welchen gar keine elektrischen Anomalien oder nach längerer Zeit des Bestehens einfach quantitative Herabsetzungen gefunden werden, stellen trotzdem sehr schwere Formen der Lähmung dar. Nur bei der frischen acuten Kinderlähmung kann man den noch gelähmten Muskeln, welche nur quantitative Herabsetzung zeigen, eine günstige Prognose stellen.

Die Feststellung irgend einer Form der Ea R lässt somit den Schluss zu, dass im Gebiete des directen motorischen Neurons (des spino-musculären) anatomische degenerative Veränderungen bestehen. Unser Urtheil über die Natur dieser Veränderungen gründet sich jedoch auf anderweitige Kriterien und erst nachdem mit Hilfe dieser die Art des Processes erkannt ist, kann eine Aussage über die Prognose gemacht werden. Sind sehr viele Muskeln von Ea R, namentlich completer oder sehr ausgeprägter partieller befallen, so spricht dies, selbst bei acuter Entwicklung, immer mehr für einen Process in der Peripherie weil so ausgedehnte acute Poliomyelitis ant. ungewöhnlich ist. Namentlich aber wird man an neuritische Processe zu denken haben, wenn es bei chronischem Verlaufe zu sehr entwickelter und verbreiteter Ea R kommt, während das Gegentheil für spinalen Sitz spricht.

Das Fehlen qualitativer elektrischer Veränderungen, beziehungsweise das blosse Vorhandensein von Herabsetzung bei spinalen Lähmungen lässt keine bestimmten diagnostischen und prognostischen Schlüsse zu.

Dass die Veränderungen der mechanischen Erregbarkeit der Nerven und Muskeln (»idiomusculäre Wulstbildung«) zu spinalen Affec-

tionen nach irgend einer Richtung hin constante Beziehungen zeigen, ist bis jetzt nicht bekannt.

II. Symptome von Seiten der Sensibilität.

A. Subjective Sensibilitätsstörungen.

1. Schmerzen.

Schmerzen bei Rückenmarkskranken kommen hauptsächlich an den unteren Extremitäten und am Rumpf, seltener an den Armen und am Kopf vor.

Kopfschmerzen finden sich vorwiegend bei Tabes dorsalis, multipler Sklerose, Lues des Centralnervensystems, wenn wir von den als Complication bei fieberhaften mit dem Rückenmark in Zusammenhang stehenden Krankheiten: Meningitis cerebrospinalis, acute Kinderlähmung, Pyämie bei Decubitus etc. absehen.

Kopfschmerz bei Tabes tritt einmal in Form der Hemicranie, ferner in Form neuralgischer Affectionen des N. trigeminus, entweder eines einzelnen Astes oder des gesamten Nerven, auf, nicht selten schon in den ersten Stadien der Krankheit. Auch die multiple Sklerose und myelitische Processe im oberen Halsmark, sowie die Bulbärparalyse können von Schmerzen im Trigeminus begleitet sein. Bei multipler Sklerose kommt ausserdem ein dumpfer diffuser Kopfschmerz vor.

Bei Affectionen der Medulla oblongata, welche mit Compression, Entzündung oder Degeneration der austretenden Wurzeln verbunden sind, kommen neuralgiforme Schmerzen in der Ausbreitung derselben vor.

Occipitalschmerz begleitet Krankheiten der obersten Wirbel (Caries) oder myelitische und meningitische Processe des oberen Halsmarks und tritt in der Regel beiderseitig, seltener einseitig auf; kann sich bis in die Stirn erstrecken.

Rückenschmerz kommt zwar häufig bei Rückenmarkskranken vor, noch häufiger aber bei solchen, welche es nicht sind; als rheumatischer, neuralgischer (bei Intercostalneuralgien), vor Allem als neurasthenischer und hysterischer Rückenschmerz, hier sehr gewöhnlich mit Druckempfindlichkeit der Dornfortsätze verbunden, welche eine bedeutende Höhe erreichen kann. Dieser neurasthenische Wirbelschmerz wurde früher als ein Symptom der sogenannten Spinalirritation betrachtet.

Der durch Rückenmarkskrankheiten bedingte Rückenschmerz tritt am häufigsten als Kreuzschmerz auf, nicht selten von äusserster Heftigkeit, bei Meningitis spinalis, Blutungen in dem Arachnoidealsack, Tumoren der Cauda equina, Wirbelkrankheiten, Myelitis, Syringomyelie, vielleicht

auch bei einfacher Hyperämie des Rückenmarks. Die Heftigkeit des Kreuzschmerzes ist am grössten bei Wirbelerkrankungen, Meningitis und Blutungen.

Nächstdem am häufigsten beobachtet man den Rückenschmerz im Genick und zwischen den Schultern, seltener in der unteren Brust- und oberen Lendengegend. Besonders ausgedehnt ist der Rückenschmerz bei Meningitis spinalis, wo er längs der ganzen Wirbelsäule verspürt wird, wenn auch im Genick und Kreuz am heftigsten.

Bei den umschriebenen Erkrankungen der Wirbel (Fractur, Caries, Carcinom), der Häute und des Marks ist auch der Rückenschmerz circumscripirt und es wird daher dieses Symptom mit dazu benützt, die Localisation der Erkrankung zu bestimmen. Zuweilen ist er »latent«, d. h. es besteht für gewöhnlich nur eine Hyperalgesie, welche anfallsweise zu Schmerz exacerbirt und welche man erkennt, indem man die Dornfortsätze drückt oder percutirt oder mit einem in heisses Wasser getauchten Schwamm die Wirbelgegend berührt oder einen inducirten Strom hindurchgehen lässt. Man muss jedoch in der Deutung dieses Symptoms sehr vorsichtig sein; jedenfalls muss es sehr ausgeprägt vorhanden sein und präzise, nicht etwa erst in Folge von suggestionirender Einwirkung, angegeben werden.

Der durch Rückenmarkserkrankung bedingte Rückenschmerz wird, namentlich bei Meningitis und Wirbelkrankheiten, durch Bewegungen gesteigert und ist gewöhnlich mit Steifigkeit, erschwerter Beweglichkeit des Rückens beim Gehen, Aufrichten, Bücken etc. verbunden.

Ausstrahlende neuralgiforme Schmerzen. Dieselben beruhen auf Reizung der hinteren Wurzeln in ihrem intra- oder extramedullären Verlauf, beziehungsweise wohl auch auf neuritischen Processen peripherischer Nerven, wie sie gewisse Rückenmarkskrankheiten, speciell Tabes, begleiten. Sie verbreiten sich dem anatomischen Verlaufe der grösseren Nerven entsprechend, in Form der Intercostal-, Lumbal-, Cervical-, Crural- etc. Neuralgie. Besonders heftige Intercostalschmerzen finden sich bei Wirbelerkrankungen, und zwar vorzugsweise bei Wirbelkrebs — obwohl es auch Fälle mit niemals sehr heftigem Schmerz gibt; dieselben haben dabei ihren Sitz ziemlich constant neben der Wirbelsäule am Rücken, während sie bei der Wirbelcaries am häufigsten an den Seiten auftreten (s. oben). Schiessend, strahlend und zuckend sind sie bei der Meningitis, mehr dumpf, paroxysmenweise auftretend bei Myelitis, mit dem Gefühl der Vertödtung und des Kriebelns verbunden bei Blutungen. Vielfach treten die Schmerzen in Intermissionen oder Exacerbationen auf. Manche sind an einer bestimmten Stelle festsitzend, gewöhnlich in der Tiefe, im Gelenk oder Knochen, andere ergreifen ein grösseres Gebiet, werden in dem ganzen Verlauf eines Nervenstamms gefühlt. Die letztgenannten kommen in einer charakteristischen Form als »durchfahrende, blitz-

förmige Schmerzen bei *Tabes dorsalis* an den unteren Extremitäten vor, sowie auch bei *Syringomyelie*. Gewisse Lähmungen sind mit heftigem Schmerz in den gelähmten Gliedern verbunden (*Paraplegia dolorosa*) (s. oben).

Eine besonders häufige Art des neuralgischen Schmerzes ist das Gürtelgefühl (Gefühl eines umgelegten Reifens), welches sich von der Wirbelsäule aus um den Rumpf herum erstreckt und dem Patienten die Vorstellung erweckt, als sei der Körper zusammengepresst. Es kommt besonders in der Höhe der unteren Rippen und des Epigastriums vor. Das Gürtelgefühl wird bei Wirbelkrankheiten, *Myelitis* und besonders häufig bei der *Tabes dorsalis* beobachtet.

Krisen. Als *Crises* sind von der französischen Schule heftige neuralgiforme Anfälle bezeichnet worden, welche in verschiedenen Eingeweiden ihren Sitz haben: *Crises gastriques* (die häufigsten), *laryngées*, *rectales*, *vesicales*, *rénales* etc. und hauptsächlich bei *Tabes*, aber auch bei *Myelitis* vorkommen. (Näheres s. im speciellen Theil bei *Tabes*.)



Dieselben entstehen in derselben Weise wie die neuralgiformen Schmerzen und treten am häufigsten in der Form des Ameisenlaufens (*Formication*) auf. Der Patient hat kriebelnde, laufende Sensationen oder das Gefühl, als ob viele Nadeln in die Haut eingestochen würden, ganz wie bei dem Gefühl des Bingeschlafenseins nach Compression eines Nervenstamms. Vielfach sind diese Empfindungen mit Brennen verbunden und gehen in das Schmerzhaftes über; auch starkes Kältegefühl (bei objectiv warmer Haut) ist nicht selten. Bei geringerer Intensität erscheinen sie als Gefühl der Vertaubung, des Abgestorbenseins. Die Parästhesien kommen am häufigsten in den Füßen, seltener in den Händen und den übrigen Theilen der Extremitäten, gelegentlich auch durch Mitbetheiligung des *N. trigeminus* im Gesicht vor, selten am Rumpf. Sie begleiten viele Rückenmarkskrankheiten, am meisten die *Tabes dorsalis*, ferner Tumoren, Blutungen, *Myelitis*.

Selten wird Jucken bei Rückenmarkserkrankungen beobachtet.

Als *Causalgie* ist von Weir-Mitchell eine brennend-heisse Empfindung in der Haut bezeichnet worden, welche sich namentlich in Verbindung mit trophischen Veränderungen der Haut (*Glossy skin*) vorfindet. Ein brennender Schmerz wird auch bei der *Erythromelalgie* empfunden, einer mit Röthung und Schwellung der Hände und Füße einhergehenden Erkrankung, welche von Manchen als spinale Neurose aufgefasst wird.

Schwindelgefühl ist bei Rückenmarkskrankheiten kein häufiges Symptom. Es findet sich als Folge der Unsicherheit der Haltung bei den

Coordinationsstörungen, welche durch Tabes, Erkrankung der Medulla oblongata oder des Pons, multiple Neuritis veranlasst sind, besonders aber bei den tabischen Augenmuskellähmungen, wo die Scheinbewegung der Objecte Schwindel hervorruft.

Ein abnorm starkes schmerzhaftes Müdigkeitsgefühl, Gefühl der Abgeschlagenheit, welches schon bei geringfügigen activen Bewegungen auftritt, findet sich bei Tabes, Neuritis. Bei geringeren Graden wird über Schwerfühlen der Gliedmassen geklagt.

Hievon ist zu unterscheiden das Gefühl der Schwäche der Bewegungen, welches auf dem Bewusstwerden der motorischen Leistungsunfähigkeit bei Paresen verschiedener Ursache beruht. Endlich das Gefühl der Steifheit der Glieder, welches wir bei den mit Muskelrigidität einhergehenden Erkrankungen des Rückenmarks antreffen.

Ein abnormes Fehlen des Ermüdungsgefühls (auf Anästhesie der sensiblen Muskelnerven beruhend) wird gelegentlich bei Tabes beobachtet.

B. Objective Sensibilitätsstörungen.

Dieselben werden durch die Methoden der objectiven Sensibilitätsprüfung nachgewiesen, auf welche hier nicht näher eingegangen werden kann. Es sei nur bemerkt, dass die verschiedenen Arten der Empfindung beziehungsweise Wahrnehmung für sich geprüft werden müssen, und zwar: die Berührungs-(Druck-)Empfindung, die Schmerzempfindung, der Ortssinn der Haut, der Temperatursinn, für Kälte- und für Wärmeempfindung gesondert, der Muskelsinn.

1. Anästhesie, Hypästhesie.

Aufmerksame Kranke bemerken selbst die Gefühllosigkeit, beziehungsweise die Herabsetzung der Empfindlichkeit ihrer Haut, indem ihnen die mangelhafte Wahrnehmung ihrer Tasteindrücke zum Bewusstsein kommt. Gefühllosigkeit an den Fusssohlen, beziehungsweise Abnahme der Widerstandsempfindungen erweckt dem Kranken die Vorstellung, als ob er Filz, Kork, Gummi unter den Füßen habe (Tabes dorsalis).

Die Anästhesie kann alle Qualitäten der Empfindung der Haut und der tieferen Theile betreffen; so z. B. bei Continuitätstrennung des Rückenmarks durch Quetschung kann die gesammte Sensibilität des unteren Körpertheils aufgehoben sein.

Auch die durch weniger eingreifende spinale Erkrankungen bedingten Sensibilitätsstörungen betreffen meist alle Empfindungsarten der

Haut und auch den Muskelsinn, jedoch in mannigfacher Weise, so dass nicht immer das gleiche Verhältniss der Störung besteht; namentlich ist das Verhältniss der Störung des Muskelsinns zu derjenigen der Hautsensibilität ein sehr schwankendes. Sehr gewöhnlich ist eine Herabsetzung, nicht völlige Aufhebung, der gesammten Hautsensibilität, so dass leichte Berührungen gar nicht, sondern erst ein gewisser Druck empfunden wird, Schmerz erst bei abnorm starken Schmerzreizen eintritt und an manchen Stellen, wo die Schmerzempfindlichkeit an und für sich eine geringere zu sein pflegt, ganz fehlt, der Ortssinn abgeschwächt, die Empfindung der Kälte und Wärme verringert ist.

Von besonderem Interesse sind die bei spinalen Affectionen auftretenden partiellen Empfindungslähmungen, unter welchem Namen nach Puchelt solche Sensibilitätsstörungen begriffen werden, welche einzelne Qualitäten eines Sinnes betreffen, während andere intact sind. Unter den spinalen Formen ist am meisten sichergestellt die partielle Aufhebung der Schmerz- und Temperaturempfindlichkeit bei intactem Druck- und Ortssinn. Diese merkwürdige Combination findet sich bei Erkrankungen der grauen Substanz (Syringomyelie, Gliose) und ist von umso grösserem Interesse, weil sie mit den Ergebnissen physiologischer Forschung übereinstimmt, namentlich was die Analgesie betrifft (Schiff).

Ferner kommt isolirte Aufhebung des Drucksinns vor, wie Eigenbrodt zuerst mitgetheilt hat, darin bestehend, dass Personen, welche normale Schmerz- und Temperaturempfindlichkeit, normalen Muskelsinn zeigten, das Vermögen Druckunterschiede zu schätzen nur in herabgesetzter Weise besaßen. v. Leyden konnte dies Vorkommniss bestätigen, namentlich bei Tabeskranken, fand jedoch, dass die übrigen Gefühlsqualitäten dabei nicht ganz intact, aber oft in erheblich geringerem Grade betheilt waren. Die Abnormitäten des Drucksinns sind bei diesen Kranken oft erstaunlich. Während sie Berührungen noch ziemlich gut fühlen, vermögen sie nicht zu unterscheiden, ob 1 oder 2, ja 10 oder 20 Pfund auf ihre Zehen und Finger drücken.

Im Anfange der Tabes kann man zuweilen eine ausgesprochene Herabsetzung des Muskelsinns finden, während die übrigen Empfindungsqualitäten sich objectiv noch nicht als verändert nachweisen lassen.

Im Gebiete des Temperatursinns ist mehrfach eine Dissociation derart aufgefunden worden, dass bei intacter Wärmeempfindlichkeit die Kälteempfindlichkeit aufgehoben war, beziehungsweise umgekehrt: bei Tabes, Syringomyelie, centraler Hämatomyelie, Brown-Séguard'scher Lähmung, auch bei Neuritis; es scheint, dass isolirte Wärmeanästhesie häufiger ist als isolirte Kälteanästhesie.

Der Temperatursinn nimmt meist an den Sensibilitätsstörungen der Haut Theil (entgegen den früheren Anschauungen [Uspensky]).

Paradoxe (perverse) Temperaturempfindung, darin bestehend, dass Kältereize Wärmeempfindung oder umgekehrt Wärmereize Kälteempfindung hervorbringen, ist mehrfach bei spinalen Affectionen beobachtet worden, ohne dass man bis jetzt dem Phänomen eine bestimmte diagnostische Bedeutung beimessen kann.

Die Ausbreitung der Sensibilitätsstörung kann bei Rückenmarkserkrankungen eine sehr verschiedene sein. Am häufigsten ist der Typus der Paraaesthesia, wobei analog der Paraplegie die beiden Körperhälften betroffen sind, also die unteren Extremitäten, beziehungsweise auch der Rumpf bis zu einer gewissen Höhe, beziehungsweise auch die Arme. Dieser Typus entspricht der Querschnittserkrankung des Rückenmarks. Ist nur eine Hälfte des Querschnitts betroffen, so kommt es zu der für die Brown-Séguard'sche Lähmung charakteristischen Verbreitung der Sensibilitätsstörung. Betrifft der Process hintere Wurzeln, so nimmt dieselbe die den hinteren Wurzelgebieten eigenthümliche Verbreitung an (s. S. 208 ff.), gürtelförmig am Rumpf, längsstreifig an den Extremitäten. Ebenso bei isolirten Erkrankungen der grauen Substanz.



2. Hyperästhesie.

Der Zustand der gesteigerten Empfindlichkeit wird durch gewisse spinale Affectionen (Brown-Séguard'sche Lähmung) in eclatanter Weise hervorgerufen. Es ist hier auf den physiologischen Theil zurückzuverweisen, wo die klinisch und experimentell erzeugte spinale Hyperästhesie ausführlich behandelt worden ist.

Ob eine wirkliche Hyperästhesie des Drucksinns, in dem Sinne, dass die Reizschwelle verfeinert ist, pathologisch überhaupt vorkommt, ist nicht erwiesen. Gewöhnlich äussert sich die Hyperästhesie vielmehr nur darin, dass die üblichen Reize in abnorm intensiver Weise empfunden werden. Berührung, Streichen, Druck erregen stechende, vibrirende, »krisselnde«, der Formication ähnliche, ausstrahlende Empfindungen (Charcot's Dysästhesie). Meist ist hiemit eine wirkliche Hyperalgesie verbunden, welche sich darin äussert, dass die Schmerzschwelle in der That erniedrigt ist, so dass Reize, welche sonst nur Druckempfindung erzeugen, schmerzlich empfunden werden, wie Druck auf die Haut, Streichen, Erheben einer Hautfalte. Schon relativ geringfügige Schmerzreize rufen ein starkes Schmerzgefühl hervor (häufig bei Tabes). Mit Hyperalgesie ist nicht selten eine Hypästhesie für Berührungsreize verbunden, so dass mechanische Eindrücke unter einer gewissen Grösse gar nicht, dann sofort schmerzhaft empfunden werden (von v. Leyden früher als »relative Hyperästhesie« bezeichnet).

Bei bestehender Hyperalgesie äussert sich dieselbe gewöhnlich auch gegen Wärmereize.

3. Anderweitige objective Sensibilitätsstörungen.

Polyästhesie. Hierunter versteht man ein bis jetzt blos bei *Tabes dorsalis* beobachtetes Vorkommniss, welches sich darin äussert, dass die Patienten eine einfache Berührung als eine doppelte oder mehrfache, zwei aufgesetzte Zirkelspitzen als drei oder vier im Quadrat, Dreieck oder Halbkreis angeordnete empfinden.

Allocheirie, Allästhesie. Ein seltenes und wenig verwerthbares Symptom, darin bestehend, dass ein Reiz, welchen man an einer Extremität des Kranken applicirt, von diesem an der entsprechenden Stelle der anderen Extremität localisirt wird, bei *Tabes*, multipler Sklerose, Myelitis, Hemiplegie, Hysterie beobachtet: es kann ohne erhebliche Herabsetzung der Druckempfindung vorkommen und dürfte so zu erklären sein (von rein psychogener Entstehung abgesehen), dass ein Ueberspringen des Reizvorganges auf die contralateralen Leitungsbahnen durch präformirte, für gewöhnlich nicht benützte Wege stattfindet, weil der directe Weg verlegt ist. Die symmetrisch contralateral localisirte Empfindung kann zugleich verspätet, irradirend und hyperalgetisch sein (Determann).

Verlangsamte (verspätete) Empfindungsleitung und Doppelempfindung. Wenn ein Reiz sehr schwach empfunden wird, entweder wegen Schwäche des Reizes selbst oder wegen einer bestehenden Herabsetzung der Empfindlichkeit, so erfolgt die Empfindung gewöhnlich auch etwas später als in der Norm. Dies Verhältniss, welches wahrscheinlich auf einer Verlangsamung des psycho-physischen Processes beruht, kommt bei spinalen, mit Herabsetzung der Sensibilität einhergehenden Erkrankungen (*Tabes*, Myelitis etc.) vor, pflegt aber nicht eigentlich als verlangsamte Empfindungsleitung bezeichnet zu werden. Vielmehr versteht man hierunter speciell die verspätete Schmerzempfindung. Dies Phänomen besteht darin, dass ein durch Nadelstich erzeugter Schmerz erst nach abnorm langer Zeit, nach einer bis mehreren (bis fünf) Secunden percipirt wird. Der Berührungseindruck der Nadel braucht dabei nicht merklich verspätet empfunden zu werden.

Hiebei kann es zu einer vollständigen Trennung der Berührungs- und Schmerzempfindung durch ein leeres zeitliches Intervall kommen, so dass der Kranke auf den Nadelstich mit: »jetzt — au!« reagirt (E. Remak). Die Reflexbewegung erfolgt dann gewöhnlich auch verspätet. Die Erscheinung kann sich auch so darstellen, dass eine Berührung, beziehungs-

weise ein Nadelstich empfunden wird, dass aber nach einer Pause eine zweite, ebenso starke oder schwächere Empfindung auftritt; es kann auch der erste Eindruck schmerzhaft, der zweite unterschmerzlich sein (Naunyn). Häufig ist die verspätete Schmerzempfindung mit Hyperalgesie oder relativer Hyperästhesie verbunden, so dass die Schmerzempfindung zugleich abnorm heftig und anhaltend ist, während die primäre Druckempfindung von gewöhnlicher Stärke oder sogar herabgesetzt sein kann.

Die verlangsamte Leitung wurde zuerst von Cruveilhier beobachtet, später namentlich von v. Leyden, Topinard, Weir-Mitchell, Remak, Naunyn studirt. Sie findet sich namentlich bei Tabes dorsalis, jedoch nach neueren Erfahrungen auch bei Affectionen der peripherischen Nerven. Das Interesse der Erscheinung wird dadurch erhöht, dass man sie auch physiologisch experimentell erzeugt und näher studirt hat. Schiff hatte gefunden, dass durch queres Einschneiden in das Rückenmark die auf einen schmerzhaften Reiz hin erfolgende Reactionsbewegung des Thieres verspätet werde, und zwar umso mehr, je mehr der Querschnitt der grauen Substanz »eingesenkt« sei. v. Leyden und Goltz dehnten diese Versuche insofern weiter aus, als sie fanden, dass auch bei Compression des den Reiz zuleitenden Nervenstammes eine Verspätung der Zuckung auftrate. Später ist dies von Lüdewitz weiter verfolgt worden, welcher bei Compression des N. ischiadicus vom Kaninchen gleichfalls eine Verspätung der Schmerzzuckungen, von der betreffenden Extremität aus, fand. Auch von klinischer Seite wurden Erfahrungen bekannt, welche darauf hindeuteten, dass das Phänomen peripherisch bedingt sein könne. Kraussold theilte 1877 zwei Fälle von Verletzung des N. ulnaris mit, bei welchen eine mit der völligen Verheilung wieder verschwindende Verspätung der Schmerzempfindung auftrat. Erb beobachtete es bei traumatischer Neuritis: von einer ganzen Reihe von Autoren wurde es bei multipler Neuritis gesehen, was wir selbst bestätigen können; wir sahen es bei einem Falle von peripherischer Nervendegeneration in Folge von Thrombose der Art. poplitea. Es ist somit kein Zweifel, dass das Symptom der verspäteten Schmerzempfindung nicht mit Nothwendigkeit auf einen spinalen Process deutet; ja möglicherweise beruht es auch bei der Tabes dorsalis auf der gleichzeitigen Degeneration peripherischer sensibler Nerven.

Aus diesem Grunde kann auch das Schiff'sche Experiment nicht mehr zur Erklärung des Symptoms ausreichen. Das Phänomen ist im Grunde schon unter normalen Verhältnissen angedeutet. Uebt man mit einer Nadelspitze einen leichten Eindruck auf die Haut aus, so hat man ausser der ersten sofort eintretenden stechenden primären Empfindung nach einem empfindungslosen Intervall eine secundäre, gleichfalls stechende Empfindung, welche bei schwachen und mässig starken Reizen einen

schmerzlicheren Charakter hat als die erste. Ein einziger Oeffnungsschlag bringt diese Erscheinung nicht hervor, wohl aber eine Reihe derselben (Goldscheider). Die näheren Untersuchungen hierüber von Gad und Goldscheider (s. »Physiologie«) haben gezeigt, dass die secundäre Empfindung jedenfalls ein Summationsphänomen darstellt, welches wahrscheinlich in den Ganglienzellen der hinteren grauen Substanz zu Stande kommt. Die durch einen einfachen Reiz, wie ihn ein Oeffnungsschlag darstellt, gesetzte Erregung pflanzt sich einmal in den langen Leitungsbahnen fort, ferner aber gelangt sie, durch die Collateralen der hinteren Wurzelfasern, in die hintere graue Substanz und erzeugt in den Ganglienzellen eine Zustandsveränderung, welche durch jede nächste Erregung einen Zuwachs erleidet, so lange bis die Ganglienzelle auf einer gewissen Höhe ihrer Veränderung selbst eine Erregung centripetalwärts aussendet, welche zum Entstehen einer neuen Empfindung Anlass gibt. Ein mechanischer Hautreiz entspricht somit stets einer Reihe von einfachen Reizen.

Das Symptom der verspäteten Schmerzempfindung unterscheidet sich von diesem physiologischen Phänomen nur dadurch, dass das Intervall zwischen erster und zweiter Empfindung vergrössert und dass die zweite Empfindung zuweilen von abnormer Intensität ist. Die Vergrösserung des Intervalls kann dadurch erklärt werden, dass die Summationsbedingungen in Folge von Veränderung der Fortleitung oder der Empfindlichkeit alterirt sind; die Einzelerregung wird abgeschwächt und der Summationsvorgang dadurch verlangsamt. Die abnorme Steigerung der secundären Empfindung kann nicht wohl anders als durch die Annahme eines in den spinalen Zellen bestehenden »hyperalgetischen Zustandes«, welcher etwa ähnlich vorzustellen ist wie der Zustand der centralen Zellen bei Strychninintoxication, erklärt werden. Derselbe kann, wie es scheint, durch peripherische Reizzustände bedingt sein. So bleibt schliesslich der Kern der alten Theorie vom spinalen Sitz der verlangsamten Leitung erhalten: denn ohne die Wirksamkeit der Ganglienzellen ist die Grundlage der Erscheinung nicht zu erklären; aber es gibt peripherische Bedingungen, welche sie zum Ausdruck, beziehungsweise zur Steigerung bringen.

Mit der verspäteten Schmerzempfindung hängt die Erscheinung der abnorm lange dauernden Nachempfindungen zusammen, welche darin besteht, dass mässige und starke Eindrücke an der Haut (Nadelstich, Zusammendrücken einer Hautfalte) eine auffallend langsam abklingende, oft auch abnorm intensive Sensation hinterlassen, welche nicht selten in Oscillationen zu vergehen und wieder aufzutauchen scheint. Auf dieser verlängerten Nachempfindung beruht es augenscheinlich, dass solche Kranke die Anzahl mehrerer folgeweise applicirten Eindrücke

nicht richtig anzugeben vermögen, da die Sensationen zum Theil confluiren.

Auf Summation ist auch ein interessantes von Naunyn bei Tabes und Myelitis beobachtetes Phänomen zurückzuführen, dass nämlich rhythmisch wiederholte mässige oder schwache Reize periodisch hereinbrechende Schmerzempfindungen hervorrufen können. Aehnlich ist O. Rosenbach's Befund bei Rückenmarkskranken mit herabgesetzter Sensibilität, dass schwache Berührungsreize, welche einzeln nicht gefühlt werden, bei wiederholter Application nach einer gewissen Zeit eine Empfindung produciren.

Mit den Vorgängen der Summation und Entladung, in Verbindung mit abnormer Erschöpfbarkeit der Nervenzellen hängt wohl auch ein von E. Remak hervorgehobenes Phänomen zusammen: bei Tabeskranken kommt es vor, dass folgewise applicirte Reize (z. B. Faradisation) eine periodisch abnehmende Empfindung erzeugen und nach einiger Zeit gar nicht mehr empfunden werden.



Eine besondere Erörterung erheischen die Symptome von Seiten des Muskelsinns. Bei der vielfach noch herrschenden Unklarheit über dieses Sinnesgebiet möge gleichzeitig eine Analyse der Physiologie des Muskelsinns beigefügt werden.

»Muskelsinn« ist ein Begriff, unter welchen die Fähigkeiten subsumirt werden, die jeweilige gegenseitige Stellung unserer Körpertheile, sowie ihre Lage im Raume, ferner die Bewegungen derselben wahrzunehmen und zugleich der Widerstände sich bewusst zu werden, welche sich den Bewegungen entgegenstellen und dieselben entweder aufheben oder von ihnen überwunden werden. Die letztere Thätigkeit ist es, welche auch speciell als »Kraftsinn« bezeichnet wird. Es ist aber nicht wahrscheinlich, dass wir thatsächlich die von uns aufzuwendende Kraftleistung als solche empfinden, und es erscheint daher zweckmässiger, sich an die dem sogenannten Kraftsinn zu Grunde liegenden Wahrnehmungen der Schwere und des Widerstandes zu halten, welche wir im Gegensatz zu den Wahrnehmungen von der Stellung und Bewegung unserer Glieder ausser uns zu setzen pflegen.

Somit enthält der Muskelsinn folgende Sinnesleistungen:

- a) Die Fähigkeit, passive Bewegungen wahrzunehmen (Bewegungsempfindung):
- b) die Fähigkeit active Bewegungen wahrzunehmen;
- c) die Wahrnehmung der Schwere und des Widerstandes;

d) das Vermögen, der Stellung und Haltung der Glieder sich bewusst zu werden.

a) Die Bewegungsempfindung, deren Substrat hauptsächlich die sensiblen Gelenknerven sind, wird in der Weise geprüft, dass man an den einzelnen Gelenken des Körpers leichte passive Bewegungen vornimmt und den Kranken angeben lässt, ob er dieselben überhaupt percipirt, beziehungsweise ob er auch die Richtung derselben erkennt. Man fasst das betreffende Glied oberhalb und unterhalb des zu bewegenden Gelenkes in die volle Hand, indem man einen ziemlich starken Druck ausübt und den Kranken auffordert, lediglich darauf zu achten, ob er eine Bewegung spürt, und die Gliedmassen nicht activ zu halten, sondern ganz dem Untersucher zu überlassen.

Nunmehr führt man in dem Gelenk sehr leichte Bewegungen mit mässiger Geschwindigkeit, nicht zu langsam und auch nicht ruckweise, aus. Gelegentlich übt man, statt zu bewegen, blos einen stärkeren Druck auf das Glied in einer bestimmten Richtung aus, um die Aufmerksamkeit des Kranken zu prüfen, welcher nunmehr angeben muss, dass er blos »Druck« gespürt habe. Auch ist es zweckmässig, zuerst einige grössere Excursionen im Gelenk zu machen, um den Kranken an die eigenartige Empfindung, auf deren Perception es ankommt, zu gewöhnen.

Es ist bei der Bewegungsempfindung von Wichtigkeit, die Untersuchung auf die Schwellenwerthe zu richten, weil grössere Excursionen häufig immerhin noch empfunden werden, auch wenn eine bedeutende Abstumpfung der Empfindung besteht. Die Bewegungsempfindung ist nun in der Mehrzahl der Gelenke so fein, dass eben sichtbare und auch für den Untersucher eben fühlbare Drehungen bereits eine Empfindung verursachen. Man muss daher äusserst kleine Bewegungsexcursionen ausführen.

Die Bewegungsempfindlichkeit der einzelnen Gelenke, wie sie sich in dem Merklichwerden der passiven Bewegung bei einer gewissen Grösse des Drehungswinkels ausdrückt, ist nach Goldscheider folgende:

Zweites Interphalangealgelenk des Zeigefingers	1·0—2·0°
Erstes » » »	0·7—1·0°
Metacarpo-Phalangealgelenk	0·3—0·4°
Handgelenk	0·3—0·4°
Ellbogengelenk	0·4—0·6°
Schultergelenk	0·2—0·4°
Hüftgelenk	0·5—0·8°
Kniegelenk	0·5—0·7°
Fussgelenk	1·1—1·3°
Metatarso-Phalangealgelenk der grossen Zehe	2·0°

Eine Herabsetzung der Bewegungsempfindung findet sich bei Rückenmarkskranken ungemein häufig, besonders an den Beinen, am meisten bei Tabes dorsalis, wo sie im ataktischen Stadium nie fehlt. Sie äussert sich darin, dass zur Erzeugung einer merklichen Bewegungsempfindung eine abnorm grosse Excursion im Gelenk nothwendig ist. Zugleich sind häufig Täuschungen über die Richtung der passiv ausgeführten Bewegung vorhanden; bei geringen Veränderungen der Bewegungsempfindlichkeit sind die Richtungstäuschungen nicht selten augenfälliger als die Vergrösserung der Schwellenwerthe. Bei Tabes dorsalis zeigen sich gewöhnlich die peripherischen Gelenke stärker befallen als die mehr central gelegenen.

Auch vollkommene Aufhebung der Bewegungsempfindung kommt vor. In der Regel besteht dann auch Hautanästhesie. Dies findet sich im paraplegischen Typus in manchen Fällen von Myelitis, acuter Bulbärparalyse, hemiparaplegisch bei Brown-Séquard'scher Lähmung.

b) Die Fähigkeit, die activen Bewegungen wahrzunehmen und zu schätzen, leidet gleichfalls bei Herabsetzung der Bewegungsempfindung.

c) Die Wahrnehmung der Schwere und des Widerstandes (Kraftsinn).

E. H. Weber prüfte die Leistungsfähigkeit des von ihm so bezeichneten Kraftsinns, unter möglichster Ausschaltung des Drucksinns der Haut, an der Hand und fand, dass wir mittelst desselben noch Gewichte als von verschiedener Schwere zu erkennen vermögen, welche sich wie 39:40 verhalten. Dies relative Verhältniss kann aber nicht als allgemein giltig für die verschiedenen absoluten Gewichtsgrössen angesehen werden, denn Biedermann und Löwit fanden unter der Leitung von Hering, dass bei einem Gewicht von 250 g die Unterschiedsempfindlichkeit $\frac{1}{21}$ betrug, bei der zunehmenden Vergrösserung des Gewichtes bis 2500 g allmählig auf $\frac{1}{114}$ hinunterging, um bei weiterer Steigerung desselben auf 2750 g wieder auf $\frac{1}{98}$ zu steigen. Bei klinischen Prüfungen muss man auch mit viel grösseren Normalwerthen rechnen. Ferrier gibt für die oberen Extremitäten $\frac{1}{17}$ an. Hitzig gibt an, dass nach seiner Erfahrung ungeschulte Personen mit den unteren Extremitäten bei möglichster Ausschaltung des Drucksinns allenfalls noch $\frac{1}{10}$ Gewichtsunterschied wahrnehmen können. Jedenfalls ist an den unteren Extremitäten die Fähigkeit, Gewichte zu unterscheiden, in einem geringeren Masse entwickelt als an den oberen.

Im Einzelfall ist es am zweckmässigsten, das beim Kranken gewonnene Ergebniss mit demjenigen einer unter denselben Bedingungen geprüften gesunden Person (z. B. bei sich selbst) zu vergleichen.

Bei der Prüfung des Kraftsinns ist der Drucksinn der Haut möglichst auszuschalten. Man umhüllt Gewichte mit einem Tuch, welches

mit festem Druck in die Hand genommen, beziehungsweise um den Unterarm, Unterschenkel gebunden wird, und lässt den Kranken, welcher den Arm oder das Bein langsam von der Unterlage abhebt, angeben, ob er eine Belastung, beziehungsweise nachdem man dieselbe geändert hat, einen Unterschied der Belastung empfindet. Eine zweckmässige Vorrichtung stellen die Hitzig'schen Kugeln (Kinesiästhesiometer) dar.

Die Wahrnehmungen der Schwere und des Widerstandes, welche den Erscheinungen des Kraftsinns zu Grund liegen, stützen sich auf Empfindungen, welche von der Peripherie zugeleitet werden und hauptsächlich von den Sehnen und Gelenkenden, in geringerem Masse von den Muskeln selbst ausgehen und durch cutane Sensationen, welche aber nicht erforderlich sind, unterstützt werden. Ein centrales Innervationsgefühl, welches den motorischen Impuls begleitet, ist nicht anzunehmen.

Köppen ist bei seinen Untersuchungen über den Kraftsinn bei Gelähmten zu sehr verschiedenartigen Resultaten gekommen; die einen hielten in der gelähmten Hand die leichtere Kugel für schwerer, die anderen die schwerere für leichter; eine bestimmte Regel lässt sich vorläufig nicht erkennen.

Die Herabsetzung des Kraftsinns, welche in Verbindung mit anderen Sensibilitätsstörungen, speciell solchen der Bewegungsempfindung, bei Rückenmarkskranken nicht selten vorkommt, zeigt sich darin, dass Gewichte als zu leicht geschätzt und dass die Gewichtsunterschiede abnorm unendlich percipirt werden. Eigenbrodt und v. Leyden fanden, dass Kranke mit erheblicher Abschwächung des Drucksinns den Kraftsinn in normaler Schärfe besaßen. Bei Tabes dorsalis lässt sich häufig eine Herabsetzung des Kraftsinns nachweisen.

Die Wahrnehmung des Widerstandes wird durch peripherisch ausgelöste Empfindungen, welche hauptsächlich von den Gelenkenden stammen und durch Hautsensationen unterstützt werden, bedingt. Ueber die krankhaften Veränderungen dieser Wahrnehmung ist wenig bekannt. Bei Tabikern hat man beobachtet, dass dieselbe stark herabgesetzt ist, so dass die Kranken sogar keine Empfindung davon haben, wenn man ihnen die Gelenkenden zusammenpresst (Hitzig, Ziehen), was wir vollkommen bestätigen können.

d) Die Vorstellung von der Stellung und Haltung der Glieder hat eine sensible und eine optische Componente. Mit jeder Lage, beziehungsweise Haltung eine Gliedtheiles verknüpfen sich einerseits eine Mehrheit von sensiblen Merkmalen von Seiten der Haut-, Gelenk-, Sehnen- und Muskelnerven; andererseits geht uns eine optische Wahrnehmung der Lage zu, welche uns über das räumliche Verhältniss derselben zu den Aussenobjecten und zum übrigen Körper Aufschluss gibt. Indem sich der optische Eindruck mit jenen sensiblen »orientirenden Merkmalen«

associirt und diese Association nunmehr auch für die Erinnerungsbilder bestehen bleibt, vermögen die orientirenden Merkmale, falls sie uns für sich zugehen, d. h. auch bei geschlossenen Augen, die optische Vorstellung wachzurufen.

Für die Lagewahrnehmung des Kopfes kommen hauptsächlich die halbzirkelförmigen Canäle, welche durch den achten Gehirnnerven mit dem Sensorium in Verbindung stehen, in Betracht.

Die Untersuchung wird so ausgeführt, dass man der Extremität des Kranken (bei geschlossenen Augen) passiv eine bestimmte Lage im Raum gibt, welche der Kranke nunmehr bezeichnen muss. Dies geschieht durch Beschreibung oder am einfachsten dadurch, dass man ihn die Richtung eines bestimmten Theiles der Extremität angeben lässt. Oder man fordert ihn auf, mit der entsprechenden Extremität der anderen Seite die passiv gegebene Haltung activ zu reproduciren. Der Gesunde hat eine so exacte Lagewahrnehmung, dass er diese Anforderungen mit grosser Präcision ausführt.

Anomalien der Lagewahrnehmung finden sich gewöhnlich bei Störungen der Bewegungsempfindung, demnach ganz besonders bei Tabes dorsalis. Dieselbe kann dabei so herabgesetzt sein, dass die Kranken nahezu gar keine Vorstellung mehr über die Position ihrer Gliedmassen haben.

III. Symptome von Seiten der Reflexe.

Die Störungen der Reflexthätigkeit sind für die Diagnose der Rückenmarkserkrankungen von hervorragender Bedeutung. Dies gilt ganz besonders für die tiefen oder Sehnenreflexe. Die Hautreflexe sind auch beim Gesunden nicht ganz constant und zeigen individuell sehr verschiedene Grade der Ausbildung. Hiezu kommt, dass sie viel inniger mit dem Zustande des Grosshirns zusammenhängen als die Sehnenreflexe, also viel mehr als diese durch Störungen, welche ausserhalb des eigentlichen Reflexbogens gelegen sind, verändert werden können (so fehlen sie z. B. bei Hemiplegie auf der gelähmten Seite, bei hysterischer Anästhesie). Daher kann es nicht Wunder nehmen, dass die pathologischen Veränderungen der Hautreflexe denjenigen der Sehnenreflexe nicht immer parallel gehen. Aufhebung der Sehnenreflexe bei Erhaltensein der Hautreflexe ist sehr gewöhnlich; auch das umgekehrte Verhältniss kommt (bei cerebralen Affectionen) vor. Eine genügende Erklärung für dieses differente Verhalten besitzen wir noch nicht.

Die pathologischen Störungen der Reflexe sind durch drei Kategorien von Veränderungen bedingt; einmal durch locale Affec-

tionen des Reflexbogens selbst; ferner durch Einwirkungen hemmender und bahnender Art, welche von anderen Theilen des Nervensystems her zugeleitet werden; endlich durch gewisse Alterationen, welche das gesammte Nervensystem und damit auch die Reflexthätigkeit im Besonderen betreffen, wie tiefer Schlaf, Koma, Agone, Narkose, Fieber.

Hautreflexe.

Die für die Diagnostik spinaler Erkrankungen in Betracht kommenden Reflexe sind: Fusssohlen-, Handteller-, Cremaster-, Bauchdecken-, Uvula-, Würgreflex; seltener ist der Lid-, Conjunctival-, Cornealreflex gestört. Der Scapula-, Glutäal-, Scrotalreflex können wegen ihrer Unbeständigkeit von der Prüfung ausgeschlossen werden. Von Einigen ist auch auf die Prüfung des Bulbocavernosus- und des Analreflexes Werth gelegt worden. Nach Geigel findet sich beim Weibe ein Aequivalent des Cremasterreflexes (»Obliquus- oder Leistenreflex«): streicht man die Haut des Oberschenkels an der Innenfläche, so erfolgt auf der gereizten Seite eine energische Contraction der untersten Bündel des Obliquus int. oberhalb und entlang des Lig. Pouparti, wie übrigens auch beim Manne. Diese Reflexzuckung zeigt sich auch insofern dem Cremasterreflex analog, als sie bei Hemiplegie auf der gelähmten Seite fehlt. Geigel fand den Leistenreflex bei 100 gesunden Weibern 87mal deutlich, 7mal fraglich, 2mal nur einseitig, 4mal fehlend.

Als Femoralreflex hat E. Remak eine Reflexbewegung bezeichnet, welche er bei Fällen von dorsaler Myelitis, spondylitischer spastischer Paraplegie, Wirbeltumor im Bereiche des Dorsalmarks fand: bei Reizung der Haut an der oberen inneren Fläche des Oberschenkels entstand Plantarbeugung der drei ersten Zehen, weiterhin des Fusses und schliesslich Contraction des Quadriceps femoris.

Der Femoralreflex kann sich somit auch gerade bei solchen Fällen finden, welche den Babinski'schen Zehenstreckreflex (s. unten) zeigen, so dass also beim Bestreichen der Fusssohle Streckung, beim Bestreichen der Oberschenkelhaut Beugung der Zehen eintritt. Die Beugung der Zehen als Erfolgsbewegung des Femoralreflexes tritt häufiger auf als die Streckung des Unterschenkels.

Bei der Untersuchung der Hautreflexe ganz allgemein ist zu beachten, dass dieselben leicht ermüden; es ist daher gerathen, gleich mit einem nicht allzu schwachen Reize zu beginnen.

In neuerer Zeit hat der Plantarreflex in Folge der Entdeckung von Babinski (1897) eine besondere diagnostische Bedeutung gewonnen.

Bei leichter mechanischer Reizung der Fusssohle erfolgt unter normalen Verhältnissen Beugung der äusseren Zehen, mit welcher sich auch eine Beugung der grossen Zehe verbinden kann. Auch anderweitige Muskelcontractionen, so im Gebiete des Oberschenkels (am häufigsten Contraction des Tensor fasciae latae) können sich hinzugesellen; zu diesen »combinirten« Reflexbewegungen gehört auch die Dorsalflexion der Zehen, beziehungsweise des Fusses, welche der Plantarflexion folgen und sie an Stärke übertreffen kann (W. König).

Babinski fand, dass bei Erkrankung der Seitenstränge anstatt der Plantarflexion der Zehen lediglich eine Dorsalflexion, besonders der grossen und zweiten Zehe auftrete, namentlich bei Reizung am äusseren Fussrande. Nach den Untersuchungen W. König's kommt in der That die ausgeprägte Dorsalflexion der Zehen ohne vorangehende Plantarflexion bei normalem Rückenmark äusserst selten vor, während andererseits bei Erkrankung der Seitenstränge der normale Beugereflex sehr selten sich findet, dagegen häufig der Babinski'sche Dorsalreflex; besonders kommt es bei diesem auf die grosse Zehe an; zuweilen ist letztere allein oder wenigstens stärker betheilig als die übrigen Zehen und manchmal combinirt sich die Dorsalflexion der grossen Zehe mit Plantarflexion der übrigen. Auch W. König spricht sich daher dahin aus, dass die ausgesprochene Form der Dorsalflexion der Zehen ohne vorangegangene Plantarflexion, besonders wenn die grosse Zehe allein oder vorzüglich betheilig ist, auch in Fällen, wo sonstige Symptome einer Seitenstrangerkrankung fehlen, uns berechtigt, eine solche mit grosser Wahrscheinlichkeit zu vermuthen. Babinski's Befund wurde von van Gehuchten, Glorieux, O. Kalischer u. A. bestätigt.

Herabsetzung, beziehungsweise Aufhebung der Hautreflexe kann ihren Grund in peripherischer oder spinaler Anästhesie (centripetaler Theil des Reflexbogens) haben (Neuritis, Läsion der hinteren Wurzeln, Tabes), natürlich auch durch Lähmung der in Frage kommenden Muskeln bedingt sein, falls die Lähmung das directe motorische Neuron (centrifugaler Theil des Reflexbogens) betrifft (Neuritis, Poliomyelitis).

Eine Steigerung der Hautreflexe ist gewöhnlich mit der bei gewissen Rückenmarkserkrankungen vorhandenen Hyperästhesie verbunden; findet sich auch bei Neuritis mit Hyperästhesie sowie bei dem mit allgemeiner Steigerung der Reflexthätigkeit einhergehenden Tetanus.

Bei Leitungsstörungen oberhalb des Reflexbogens tritt häufig, aber nicht regelmässig, eine Steigerung der Hautreflexe ein. Am auffälligsten ist dieselbe wohl bei Compressionslähmung.

Wie es scheint, können die Hautreflexe durch hochgelegene Querschnittsaffectionen des Rückenmarks verloren gehen, ähnlich wie die Sehnenreflexe.

Der diagnostische Werth der Hautreflexe für die Localisation im Rückenmark ist ein untergeordneter.

Verspätung der Reflexbewegung wird unter denselben Bedingungen beobachtet, wie die Verspätung der Schmerzempfindung.

Ueber etwaige pathologische Beziehungen des Gänsehautreflexes fehlt es noch an Untersuchungen.

Sehnenreflexe.

Es handelt sich im Wesentlichen um die Patellar-, Achillessehnen-, die Sehnen- und Periostreflexe des Armes, endlich um den Unterkieferreflex. Auf die Art der Untersuchung der Reflexe kann hier nicht näher eingegangen werden.

Von besonderer Wichtigkeit wegen seiner Constanz ist der Patellarreflex. Die Aufhebung desselben (Westphal'sches Zeichen) kommt zu Stande durch:

1. Leitungsunterbrechende Läsion im Bereiche des Reflexbogens (Tabes dorsalis, Neuritis, Myelitis).

2. Lähmung der betreffenden Muskeln, falls dieselbe das Gebiet des directen motorischen Neurons betrifft (Poliomyelitis, Wurzel- oder periphere Läsion).

3. Frische Continuitätsstrennungen des Rückenmarks oberhalb des Reflexcentrums. (Vgl.: »Physiologie«.)

4. Bei Hemmung durch frische reizende Gehirnaffectionen.

5. In der Narkose, im Koma.

6. Noch fraglich ist es, ob bei Kleinhirnaffectionen, wie mehrfach behauptet worden ist, der Patellarreflex benachtheiligt ist.

Die Herabsetzung des Patellarreflexes kommt unter den entsprechenden Bedingungen vor wie die Aufhebung.

Die Steigerung des Patellarreflexes kommt zu Stande durch:

1. Reizzustand im Bereiche des Reflexbogens, und zwar entweder:

a) Im centripetalen Theil (Neuritis, Meningitis) oder:

b) im Bereiche der vorderen Ganglienzellen (Tetanus, Strychninvergiftung).

2. Leitungshemmende Processe in den Seitensträngen des Rückenmarks (absteigende Degeneration, multiple Sklerose, Myelitis transversa). Nach Hemiplegie findet sich oft beiderseits Erhöhung der Sehnenreflexe. Man kann sich dies so erklären, dass die Erhöhung der Erregbarkeit des einseitigen Reflexcentrums sich der anderen Seite durch Commissurfasern mittheilt.

3. Bei gewissen, mit allgemeiner Erregbarkeitssteigerung einhergehenden Neurosen (Neurasthenie, Hysterie u. s. w.), sowie bei psychischer Erregtheit überhaupt (Verlegenheit, Angst u. s. w.).

4. Bei mässiger Herabsetzung der cerebralen Functionen (mässige Erschöpfung, leichter Schlaf, frische Hirnläsion).

Beachtenswerth ist, dass bei manchen erschöpfenden Krankheiten (Typhus, Tuberculose) Steigerung der Sehnenreflexe vorkommt; auch unter dem Einflusse des Fiebers findet sich gelegentlich Reflexsteigerung, andererseits aber auch Herabsetzung der Reflexe; nach Sternberg bei mässigem Fieber Steigerung, bei hohem Herabsetzung.

Bei einem höheren Grade von Steigerung des Patellarreflexes tritt eine mehrfache klonische Zuckung des Quadriceps ein, auch verbreitet sich der Reflex auf die andere Seite. Bei einem noch höheren Grade von Steigerung ist der sogenannte Patellarklonus nachzuweisen. Steigerung des Achillessehnenreflexes führt zum Fussklonus.

Zuweilen kommt eine Ermüdbarkeit des Kniesehnenreflexes vor, darin bestehend, dass die Zuckung bei mehrfachem Beklopfen der Sehne abnimmt und verschwindet; dies findet sich bei denselben Krankheitszuständen wie die Herabsetzung.

Das für den Patellarreflex Gesagte gilt natürlich im Wesentlichen auch für die anderen Sehnenreflexe.

Es kann vorkommen, dass der Patellarreflex aufgehoben und der Achillessehnenreflex gleichzeitig nicht blos vorhanden, sondern klonisch verstärkt ist, nämlich bei Herderkrankungen des Rückenmarks in der Höhe des Patellarsehnenreflexcentrums, durch welche die Seitenstränge gleichzeitig betroffen werden (vgl. Anhang).

Die paradoxe Contraction Westphal's, zuerst von Benedikt beobachtet, welche darin besteht, dass bei passiver Dorsalflexion des Fusses nicht in den Wadenmuskeln, sondern in den vorne gelegenen Muskeln, besonders im Tibialis anticus, eine Contraction entsteht, gestattet keinen bestimmten diagnostischen Schluss (bei multipler Sklerose, Tabes, Paralysis agitans, Alkoholismus, Hysterie beobachtet).

Auch ein paradoxes Kniephänomen ist beschrieben worden (beim Beklopfen der Patellarsehne entsteht ein Beugestoss).

Pupillenreflex.

Auch der Pupillenreflex zeigt bei einigen Rückenmarksaffectionen pathologische Veränderungen.

Regelmässig ist derselbe bei der Tabes dorsalis aufgehoben (reflectorische Pupillenstarre), während die accommodative Ver-

engerung meist erhalten ist. Ferner finden sich Aufhebung oder Herabsetzung des Pupillenreflexes bei Lues cerebrospinalis.

Auch die Weite der Pupille zeigt gewisse Beziehungen zu spinalen Erkrankungen, und zwar solchen des Halsmarks (Centrum cilio-spinale). Bei Tabes dorsalis finden sich häufig auffallend verengte Pupillen (spinale Myosis). Mad. Klumpke-Déjérine hat die Stelle des Halsmarks näher bestimmt, bei deren Erkrankung eine gleichseitige Veränderung der Pupillenweite (meist Verengerung) unter Umständen mit Verengerung der Lidspalte und Relaps des Bulbus verbunden («oculo-pupilläre Symptome») auftritt; dieselbe entspricht der Austrittsstelle des ersten Dorsalnerven.

IV. Ataxie.

Ataxie ist das Symptom einer Störung in dem harmonischen und zweckmässigen Zusammenwirken der Musculatur und kann als solches sowohl durch eine pathologische Veränderung derjenigen Gehirntheile, welche der Sitz des Coordinationsvermögens sind, wie auch durch eine Störung der mit diesen Gehirntheilen in Verbindung stehenden Leitungsbahnen hervorgerufen werden. Da Coordinationscentren höherer Ordnung im Rückenmarke des Menschen nicht enthalten sind, so haben wir es bei den spinalen Erkrankungen im Wesentlichen mit der letztgenannten Form der Ataxie zu thun. Die durch eine Störung der Coordinationscentren selbst bedingte — centrale — Ataxie dagegen kann sich bei Erkrankungen der Med. oblong., des Pons, der Hirnschenkel, des Stammhirns, der Hemisphären selbst und des Kleinhirns bilden, obwohl auch hier ebenso Gelegenheit gegeben ist, die durch Leitungsstörungen bedingte Ataxie zu produciren, wie denn manche hier localisirte Fälle thatsächlich so aufzufassen sein dürften.

Der Verlauf der Contraction und die Kraft jedes einzelnen Muskels für sich ist bei der Ataxie vollkommen der Norm entsprechend, wenn nicht besondere Complicationen vorliegen, so dass es sich in der That um eine reine Störung des Zusammenwirkens der Muskeln, beziehungsweise Muskelgruppen handelt. Demzufolge können die Bewegungen sämmtlich ausgeführt werden, allein sie weichen in ihrer Richtung, in ihrem zeitlichen Verlauf, in der Gleichmässigkeit und Abstufung der Ausführung und in ihrer Kraft von dem Normalen ab, sie sind mit einem Worte ungeordnet.

Bei Bewegungen einfachster Art, Beugung, Streckung u. dgl., zeigt sich die Ataxie darin, dass die Bewegung in Absätzen und mit ungleichmässiger Geschwindigkeit erfolgt, was am meisten dann

hervortritt, wenn dieselbe weder zu schnell noch zu langsam intendirt und ohne Controle der Augen ausgeführt wird.

Bei complicirteren Bewegungen, z. B. dem Erheben eines Beines aus liegender Stellung, Ueberschlagen des Beines, Erheben eines Armes u. dgl. treten ausser den eben genannten Charakteren noch seitliche Schwankungen, Abweichungen in der Richtung überhaupt, oft eine abnorme Rapidität in gewissen Strecken der Excursion hervor.

Handelt es sich um applicatorische Bewegungen, z. B. Zucknöpfen, Einfädeln, Schreiben, Berührung eines bezeichneten Punktes mit der Fussspitze und Aehnliches mehr, so tritt als natürliche Folge der geschilderten Eigenheiten der ataktischen Bewegung eine Ungeschicklichkeit, ja Unmöglichkeit, den intendirten Zweck auszuführen, hervor. Die Nadel gleitet aus der Hand, die Finger vermögen den unsicher gehaltenen Knopf nicht in das Knopfloch zu zwingen, die Fussspitze fährt an dem Punkte vorbei u. s. w.

Sehr charakteristisch ist die ataktische Handschrift, welche Erlenmeyer treffend so beschreibt: »Im wilden ausfahrenden Zuge wird der Haarstrich gezogen; der Grundstrich wird dicker, fester, länger als normal; die Windungen und Biegungen verlieren ihre Rundung, werden eckig, zu gross; der eine Buchstabe wird kleiner als sein Nachbar, der andere grösser; die gerade Richtung wird nicht eingehalten und die einzelnen Worte stehen zu einander in schiefen, sich kreuzenden Linien, die ganze Schrift bekommt mit einem Worte ein ungeschlachtet, unbeholfenes und unordentliches Aussehen.«

Die spinale Ataxie betrifft am häufigsten und stärksten die unteren Extremitäten und dem entsprechend ist es gerade die Gehbewegung, welche in sehr auffälliger Weise verändert wird; der ataktische Gang gehört zu den wichtigsten spinalen Krankheitssymptomen. Der exquisite ataktische Gang bildet sich erst bei einer gewissen Intensität der Ataxie heraus (die nähere Beschreibung der weniger ausgebildeten ataktischen Gehstörungen siehe im speciellen Theil bei Tabes dorsalis) und kennzeichnet sich dann dadurch, dass das nach vorne schwingende Bein sich nicht in ruhiger, leicht gekrümmter Haltung am stehenden vorbeibewegt, sondern in gestreckter, ja auch hyperextendirter Lage heftig nach vorn geschleudert und stampfend mit der Ferse auf den Boden aufgesetzt wird. Der Gang ist zugleich breitbeinig, der Oberkörper wird in starke Schwankungen versetzt, und der Körper geräth leicht in Gefahr, das Gleichgewicht zu verlieren.

Eine oberflächliche Aehnlichkeit mit dem ataktischen Gange bietet die Gangart bei Atrophie der Unterschenkelmuskeln, speciell der vom N. peroneus versorgten Muskeln; der Kranke muss, um beim Gehen nicht mit den Zehen

an den Boden zu stossen, das Bein abnorm hoch erheben, was er in der Regel durch eine seitliche Schleuderbewegung und Hebung der Hüfte und des Knies bewerkstelligt; um den Fuss aufzusetzen, schleudert er ihn stark nach vorne und oben, ohne ihn ordentlich vom Boden abzurollen.

Da die Coordination der Muskeln nicht blos zur Bewegung der Glieder, sondern auch zur Haltung derselben erforderlich ist, so macht sich der ataktische Zustand unter Umständen auch beim Stehen und beim activen Fixiren einer Extremität in einer bestimmten Lage geltend (statische Ataxie nach Friedreich). So haben Ataktische die Neigung, die Beine breit zu stellen, um die Unterstütsungsfläche zu vergrössern. Erschwert man das Balancement, indem man die Füsse schliessen lässt, so tritt ein Schwanken des Körpers, beziehungsweise Hinfallen, ein, besonders wenn man die Augen schliessen lässt und damit den Controlapparat des Gesichtssinnes zum Ausfall bringt (Romberg'sches Symptom). Lässt man einen Arm oder ein Bein activ in der Luft halten, so macht die Extremität alsbald ruckweise Bewegungen nach der einen oder anderen Richtung.

Bei der durch Affection der Coordinationscentren veranlassten Ataxie (centralen oder cerebellaren Ataxie) tritt mehr das Unsichere der Bewegungen als das Excessive derselben hervor; der Gang ist taumelnd-breitbeinig, die Bewegungen und die Haltung ähneln denen eines Betrunknen.

Die spinale Ataxie wird durch eine ganz bestimmte Läsion hervorgerufen, nämlich durch die tabische Degeneration der Hinterstränge, beziehungsweise der hinteren Wurzeln. Auf Grund dieser Thatsache hat v. Leyden seinerzeit eine Theorie der Ataxie aufgestellt, durch welche diese Bewegungsstörung auf die bei der Tabes dorsalis vorhandenen Sensibilitätsstörungen zurückgeführt wurde (sogenannte sensorische Theorie der Ataxie), und diese Ansicht durch den physiologischen und klinischen Nachweis zu stützen gesucht, dass die Coordination der Bewegungen der Integrität der Empfindungssphäre benöthige.

Es wird sich empfehlen, der Erörterung über den Einfluss der Sensibilität auf die Coordination eine Begriffsbestimmung dieser beiden Factoren vorzuschicken.

Unter Coordination der Muskeln versteht man eine Einrichtung des Organismus, vermöge deren ein gemeinsames und in seiner zeitlichen Aufeinanderfolge geregeltes Functioniren der einzelnen Muskeln, beziehungsweise Muskeltheile, zu zweckmässigen Wirkungen herbeigeführt wird. Es sind nun zwei ganz verschiedene Kategorien der Zusammenwirkung von Muskeln zu unterscheiden:

a) Einfache Synergien. Die Mehrzahl der Bewegungen, selbst der scheinbar einfachsten, ist nur durch die combinirte Wirkung einer

Mehrheit von Muskeln zu erzielen, wie z. B. Beugung des Oberschenkels durch die vereinigte Wirkung des Ileopectus und Tensor fasciae latae. Wir wissen ferner, dass bei jeder activen Contraction eines Muskels der Antagonist sich in stärkerem oder geringerem Grade ebenfalls contrahirt, beziehungsweise entspannt, dass also fast ohne Ausnahme jeder Zugwirkung eine antagonistische Bethätigung zugeordnet ist.

Diese Synergien sind nothwendig bestimmt und wahrscheinlich durch anatomische Beziehungen vorgezeichnet, so dass Störungen derselben in der Hauptsache nur durch Lähmung oder Parese einzelner Muskeln oder durch Zerstörung gewisser Kerne herbeigeführt werden. Wahrscheinlich sind schon in der ersten centralen Projection der Muskeln gewisse Ganglienzellengruppen räumlich so zusammengeordnet, dass sie anatomisch getrennte, aber functionell zusammengehörige Muskeln oder Muskeltheile beherrschen.*) Ein sehr prägnantes Beispiel findet sich im Gebiete der Augenmuskelkerne. Ein hart an den sogenannten Abducenskerne angrenzendes, beziehungsweise mit ihm verschmolzenes Kerngebiet innervirt gleichzeitig den gleichliegenden M. rectus ext. und den contralateralen M. rectus int., welche bei der Seitwärtswendung des Auges functionell zusammenwirken. Der M. rectus int. ist aber mindestens noch in einem anderen Kern vertreten, da er auch dem M. rectus int. der anderen Seite functionell zugeordnet ist. Die von Ferrier und Yeo ermittelte Erscheinung, dass auf elektrische Reizung einzelner vorderen Wurzeln des Cervical- oder Lumbalplexus gewisse coordinirte Bewegungen erfolgen, deutet darauf, dass in denselben für verschiedene, functionell zusammengehörige Muskeln Fasern verlaufen, und zwar so, dass zugleich ein einziger Muskel in verschiedenen Wurzeln vertreten ist. Dies kann nicht anders als durch eine schon im Rückenmark gegebene entsprechende räumliche Zusammenordnung der Leitungsbahnen gewisser Muskeln erklärt werden, deren Association besonders häufig ist, beziehungsweise zu besonders wichtigen und elementaren Functionen dient. In derselben Richtung bewegen sich die bekannten Wahrnehmungen E. Remak's über das gleichzeitige Befallenwerden functionell zusammengehöriger Muskeln bei atrophischen Spinallähmungen und Erb's Beobachtung über die combinirte Schulter-Armlähmung bei Läsion des Plexus brachialis, beziehungsweise der fünften und sechsten Cervicalwurzel.

Demgemäss sind gewisse einfachste Muskelsynergien im Rückenmark selbst centralisirt. Man sieht z. B. bei Querlähmung im Dorsaltheil, dass

*) Vgl.: Joh. Gad, Ueber einige Beziehungen zwischen Nerv, Muskel und Centrum. Festschrift zur III. Säcularfeier der Alma Julia Maximiliana, gewidmet von der medicinischen Facultät Würzburg. Bd. II, S. 45. — Einiges über Centren und Leitungsbahnen im Rückenmark des Froches etc. Verhandlungen der physiologisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Bd. XVIII.

Kitzeln der Fusssohle reflectorisches Anziehen des Fusses und Beines erzeugt. Diese Synergien werden zusammengefasst und beherrscht von höheren und höher gelegenen Centren. Letztere sind im verlängerten Mark und Hirnstamme (Kleinhirn?) gelegen und unterstehen in letzter Instanz den Rindencentren: den Organen der Wahl, d. h. der willkürlichen Veränderung und Combination der Muskelassociationen. Durch die Thätigkeit dieser kommt es zu den:

b) Complicirten oder gewählten Coordinationen, welche darin bestehen, dass beliebige intendirte Bewegungen ausgeführt, Bewegungsvorstellungen realisirt werden. Dies geschieht des Näheren so, dass unter den, durch nothwendige Synergien zu gemeinsamer Action verknüpften Muskeln die Erregungsstärken willkürlich vertheilt werden, um durch Ueberwiegenlassen des einen oder des anderen Muskelzuges Variationen der Richtung und, insoweit es sich um antagonistische Muskeln handelt, der Grösse, Schnelligkeit, Kraft der Bewegung herbeizuführen; ferner dadurch, dass während des zeitlichen Verlaufes der Bewegung, selbst wenn die Form derselben sich nicht ändert, die Vertheilung der Innervation variiert wird, weil die mechanischen Bedingungen der Zugrichtungen, Rotations- und statischen Momente andere werden und der bereits verkürzte Muskel relativ stärkerer Impulse bedarf, um in der bisherigen Weise die Locomotion fortzuführen; in noch viel höherem Grade werden die Impulse variiert, wenn die Bewegung während ihres Verlaufes Veränderungen ihrer Form erfährt. Die Wahl der zu ertheilenden coordinatorischen Innervationen ist nun so zu verstehen, dass es darauf ankommt, die auszuführende Bewegung einer vorgestellten Bewegung gleichzumachen. Der psychologische Vorgang bei der Ausführung einer activen Bewegung gestaltet sich etwa folgendermassen: Es taucht eine Bewegungsvorstellung in uns auf, welche zum Theil aus einer optischen Lagevorstellung, zum Theil aus Erinnerungsbildern von Bewegungs- und stereognostischen Empfindungen besteht. Indem durch einen eigenthümlichen Process, welcher den Willensimpuls ausmacht, die Bewegungsvorstellung auf das motorische Feld wirkt, geschehen centrifugale Entladungen, ein Vorgang, von welchem wir keine unmittelbare Empfindung haben, da die von Manchen angenommene Innervationsempfindung wahrscheinlich nicht existirt (s. früher). Allein diese motorischen Entladungen führen zu Muskelcontractionen und peripherischen Locomotionen der Gliedmassen, von welchen uns Sensationen, namentlich Bewegungsempfindungen, deren Substrat hauptsächlich die sensiblen Gelenknerven sind, zugehen; ausserdem entstehen Spannungsempfindungen, welche die antagonistische Widerstandsleistung bezeichnen; endlich stereognostische, die Lagewahrnehmung zusammensetzende sensitive Merkmale und Eindrücke. Vermittelst

dieser Empfindungen werden wir auch unter Ausschaltung des Gesichtsinnes in Stand gesetzt, wahrzunehmen und zu controliren, ob die in Ausführung begriffene Bewegung der vorgestellten entspricht. Selbst schon bei einer sehr einfachen Bewegung wird sich die Vertheilung der Intensitäten der motorischen Impulse fortwährend ändern müssen, da sich durch die Locomotion des bewegten Knochens das Verhältniss der Zugrichtungen und damit die statischen Momente verändern (s. oben). Eine einfache Fortsetzung der anfänglichen Innervationen mit ihrem gegenseitigen Verhältnisse wird daher nicht zum Ziele führen; die eintretenden Veränderungen dieses Verhältnisses werden aber sensitive Merkmale bezüglich des Verlaufes der Locomotion zur nothwendigen Basis haben müssen. Die Sensibilität steht daher einmal zur richtigen Vertheilung der Impulse überhaupt und ferner zur richtigen zeitlichen Folge derselben in engster Beziehung. In noch erhöhtem Masse wird die Sensibilität für die Coordination in Betracht kommen, sobald es sich um Bewegungen mit äusseren Widerständen, wie bei der Mehrzahl der mechanischen Verrichtungen handelt. Das Ueberwinden der Widerstände ist hiebei gewöhnlich bestimmend für den weiteren Fortgang der Bewegung und somit werden wir der Perception des Widerstandes nicht entrathen können, um in zweckmässiger Weise die Impulse auszulösen.

Es ist durch das Experiment und die klinische Beobachtung genügend begründet, dass von allen sensiblen Merkmalen die kinästhetischen die engste Beziehung zur Regulirung der Bewegung zeigen und speciell auch viel näher mit derselben verknüpft sind als die optischen Merkmale. So lange den Coordinationscentren überhaupt noch kinästhetische Eindrücke zugehen, werden dieselben auch verwerthet und können durch die optischen nicht vollkommen verdrängt werden; daher schwindet die Ataxie auch bei optischer Controle nicht völlig, wenn auch freilich die Mitwirkung des Gesichtsinnes die ataktischen Bewegungen zu zügeln vermag, so dass bei geschlossenen Augen umgekehrt die Ataxie stärker hervortritt.

Die im Vorhergehenden bezeichneten Empfindungen laufen bei eingeübten Bewegungen unter der Schwelle des Bewusstseins ab, womit nicht gesagt ist, dass dies nothwendig subcortical geschehen müsse; vielmehr handelt es sich darum, dass häufig geübte Associationen schliesslich unter einem geringeren Grade von Aufmerksamkeit vor sich gehen. Selbst sehr complicirte Bewegungen können schliesslich reflexartig sich abspielen. Gehen, Laufen und andere alltägliche Bewegungen mussten ehemals von uns erlernt werden. Es ist nun nicht zu vermuthen, dass durch fortgesetzte Uebung die Innervation andere Bahnen einschlägt, sondern nur, dass sie die alten schneller durchläuft. Es besteht ein

natürlicher Uebergang von denjenigen Bewegungen, welche wir mit unserer Aufmerksamkeit verfolgen, zu denjenigen, wie Gehen, Laufen u. s. w., welche scheinbar ganz ohne unser bewusstes Zuthun verlaufen. Dieser Uebergang ist im Wesentlichen durch die mehr oder minder energische Betheiligung der Aufmerksamkeit gebildet, und man muss annehmen, dass die Erregungen, welche den für die Coordination in Betracht kommenden Hirnthteilen zugehen, dieselben sind, gleichgiltig ob sie mit Bewusstsein verfolgt werden oder nicht; vielleicht nur, dass für die reflexartige Coordination schon eine geringere, unmerkliche Intensität derselben genügt, wofür Manches spricht.

Es ist hienach leicht verständlich, dass eine Herabsetzung der Sensibilität, speciell der Sphäre des sogenannten Muskelsinns (Bewegungsempfindung), sowie der Spannungsempfindungen zu Coordinationsstörungen führen muss.

In der That findet man bei der spinalen Ataxie (Tabes dors.), ebenso bei der durch Neuritis bedingten, ohne Ausnahme eine Herabsetzung der Sensibilität, mindestens der Empfindlichkeit für Bewegungen.

Man hat gegen diese sensorische Theorie der Ataxie gewisse Fälle von completer Anästhesie angeführt, bei welcher Ataxie fehlte. Allein hiebei kann thatsächlich gar keine Ataxie erwartet werden. Dieselbe beruht ja darauf, dass die vom Subject für die Coordination verwendeten sensiblen Merkmale in vergrößerter und fehlerhafter Weise zugehen; fehlen sie gänzlich, so liegen ganz andere Verhältnisse vor. Hat der gänzlich Gefühllose eine bestimmte Bewegung oft ausgeführt, so wird es ihm gelingen, die mit jeder Phase der Bewegung verknüpften optischen Eindrücke in ihren feinen Unterschieden und mit ihrer zeitlichen Folge in der Erinnerung festzuhalten. Wir dürfen annehmen, dass sich diese Fähigkeit bei ihm mehr ausgebildet hat als bei Fühlenden, weil die optischen Eindrücke für ihn die einzigen Merkmale der Bewegung sind, ebenso wie der Blinde sein Gefühlsvermögen feiner und vielfältiger verwendet.

Der Gefühllose vermag jedenfalls die in der Erinnerung deponirten optischen Eindrücke von dem Verlaufe einer Bewegung mit solcher Schärfe zu reproduciren, dass sich die Muskelassociationen hieran knüpfen können, welche mit den betreffenden optischen Eindrücken beim Einüben der Bewegung verbunden waren. Die reproducirten Vorstellungen nun lässt der Gefühllose mittelst seines Zeitsinnes in der gehörigen zeitlichen Folge sich abspielen, wie sie beim Einüben der Bewegung aufgetreten waren. Eine wie bedeutende Verwendung der Zeitsinn bei diesen Leuten findet, geht daraus hervor, dass die Betreffenden, welche nicht merken,

dass das zu bewegendende Glied passiv festgehalten wird, nach einer gewissen Zeit die Bewegung beendigt zu haben glauben.

Auch experimentell hat es sich erweisen lassen, dass, so lange überhaupt noch sensible Eindrücke zugehen, dieselben mit zwingender Nothwendigkeit für die Coordination verwendet werden, während bei völliger Ausschaltung derselben unter Umständen einfache Bewegungen geregelter ablaufen (Goldscheider).

Bei der Friedreich'schen hereditären Ataxie bestehen keine Sensibilitäts-, auch, wie es scheint, keine Muskelsinnstörungen; allein hier liegt wahrscheinlich überhaupt keine eigentliche spinale Ataxie vor.

Weitere Beweise für die Richtigkeit der v. Leyden'schen Theorie von der sensorischen Ataxie sind durch physiologische Versuche von Goldscheider, neuerdings auch von Hering, Bickel und P. Jacob und Anderen, sowie durch die Erfahrungen über Ataxie in Folge von peripherischer sensibler Neuritis gegeben worden. Näheres s. im Speciellen Theil bei »Tabes dorsalis«.

Einer entgegenstehenden Theorie, nach welcher die spinale Ataxie durch eine Läsion centrifugal leitender coordinirender Fasern entstehen soll, welche in den Hintersträngen verlaufen (Erb, Benedikt), kann eine Berechtigung schon deshalb nicht zuerkannt werden, weil gar nicht einzusehen ist, wozu ein solches spinales centrifugales Coordinationssystem dienen und wie es wirken soll. Auch sind ausser sympathischen in den hinteren Wurzeln motorische Fasern nicht nachzuweisen.

Anhang.

Veränderungen der Cerebrospinalflüssigkeit. Lumbalpunktion.

Die Quincke'sche Lumbalpunktion wird zwischen drittem und viertem Lendenwirbel, bei stark gekrümmter Haltung des in Seitenlage befindlichen Patienten ausgeführt. Die Hohnadel trifft an dieser Stelle nicht das Rückenmark, sondern das untere Ende des Duralsackes mit der Cauda equina, deren Stränge der Nadel ausweichen. Indem wir die Einzelheiten der Technik übergehen, begnügen wir uns damit, die diagnostische Bedeutung der Lumbalpunktion für die Rückenmarkskrankheiten kurz zu besprechen (über die therapeutische Bedeutung vgl. Capitel VI). Vermehrung der Flüssigkeit und Erhöhung des Druckes findet sich ausser bei Hirntumor namentlich bei Meningitis tuberculosa und serosa. Ebenso Zunahme des in der Norm sehr geringfügigen Eiweissgehaltes, und zwar erheblich mehr bei der acuten als bei der chronischen Form (Hydrocephalus chronicus); wie es scheint, ist bei der tuberculösen Meningitis der Eiweissgehalt grösser als bei der acuten serösen Meningitis.

Zellige Beimengungen finden sich unter verschiedenen Umständen. Bei der eiterigen Meningitis wird meist nicht reiner Eiter, sondern nur eine an Eiterkörperchen mehr oder weniger reiche Flüssigkeit entleert; zuweilen wird sogar bei eiteriger Meningitis klare Flüssigkeit herausgezogen.

Während Beimengung von Blut in geringer Menge auf Verletzung kleiner Blutgefäße bei der Punction beruhen kann, deutet reine oder fast reine blutige Punctionsflüssigkeit auf Hämatorrhachis oder Durchbruch von Hirnblutung in die Ventrikel.

Bei Hydrocephalus und Flüssigkeitsvermehrung durch Druck (Hirntumor, Hirnabscess) tritt eine Gerinnelbildung nicht ein, wohl aber bei entzündlichem Erguss, sowie bei Sarkomatose der Rückenmarkshäute.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Beimengung von Mikroorganismen. Bei eiteriger Cerebrospinalmeningitis sind Pneumococcen, beziehungsweise Streptococcen, bei einer Anzahl von Fällen der epidemischen Form der Jäger'sche Meningococcus intracellularis, bei der tuberculösen Meningitis in der Mehrzahl der Fälle Tuberkelbacillen (besonders im Gerinnsel, beziehungsweise Sediment) gefunden worden.

Neuerdings sind von Widal und seinen Schülern eingehendere Mittheilungen über die morphologischen Elemente des Liquor cerebrospinalis gemacht worden, die aber noch der Bestätigung bedürfen. So sollen bei tuberculöser Meningitis fast ausschliesslich Lymphocyten, sehr wenig polynucleäre Zellen sich finden. Jedoch wird dies von anderen Beobachtern nicht bestätigt. Vielmehr kommt es auch vor, dass bei tuberculöser Meningitis polynucleäre Leucocyten überwiegen. Ferner soll die Gefrierpunktserniedrigung der Cerebrospinalflüssigkeit bei tuberculöser Meningitis geringer sein als die der normalen. Während endlich die normale Arachnoidea für Jodnatrium undurchgängig sein soll, wurde bei tuberculöser Meningitis nach innerlicher Einverleibung von Jodnatrium Jod in der Cerebrospinalflüssigkeit gefunden.

Bei Verdacht auf Tumor cerebri und bei Apoplexia sanguinea ist Vorsicht anzurathen und die Lumbalpunktion, wenn überhaupt, nur so auszuführen, dass die Flüssigkeit sich sehr langsam entleert.

V. Symptome von Seiten der vegetativen Sphäre.

Respiration.

Die Respiration wird bei Erkrankungen der Medulla oblongata und des Halsmarks betheiligt. Die Affectionen des Halsmarks oberhalb des fünften Cervicalsegmentes (entsprechend oberhalb des dritten Halswirbels) haben dadurch eine vitale Bedeutung, dass sie, wenn sie die Leitungsfähigkeit hier ganz aufheben, die Athmung lähmen, da die Fasern des N. phrenicus in der Höhe des vierten Cervicalsegmentes austreten. Bei Affection des verlängerten Markes wird bei genügender Aus-

breitung des Processes die Vagusthätigkeit in Mitleidenschaft gezogen, beziehungsweise gelähmt. Es kommt zunächst zu vertiefter und verlangsamter, auch unregelmässiger, oft zu seufzender Athmung.

Auch wenn Vagus und Phrenicus erhalten sind, die übrigen Respirationsmuskeln ausser dem Zwerchfell aber zum Theil gelähmt sind (bei Rückenmarksaffectionen im unteren Hals- und oberen Dorsaltheil), kommt es zu Respirationsstörungen, welche bei vollkommener und dauernder Leitungsunterbrechung im Rückenmark gleichfalls, wenn auch nicht acut, einen bedrohlichen Charakter annehmen können. Die Respiration wird frequent; die Expectoration ist wegen Lähmung der Expirationsmuskeln unmöglich oder insufficient, es bildet sich Hyperämie und Oedem der Lungen aus. Nach Moritz kommt, entsprechend dem Bernard'schen Experimente, eine paralytische Bronchitis vor.

Eigenthümliche Anfälle von krampfartigem Husten (mit Stridor) werden bei Tabes beobachtet (Larynxkrisen).



Die Circulation wird durch Erkrankungen des Rückenmarks wenig beeinträchtigt, wohl aber durch diejenigen der Medulla oblongata; hier kommt es sowohl zur Verlangsamung (Vagusreizung) wie Beschleunigung der Pulsfrequenz (Vaguslähmung). Bei Cerebrospinalmeningitis kann Unregelmässigkeit des Pulses bestehen, zuletzt bedeutende Steigerung der Frequenz; Verlangsamung wie bei der tuberculösen Form ist gewöhnlich nicht zu beobachten. Bei Tabes findet sich häufig eine etwas gesteigerte Pulsfrequenz.

Die Circulation in einzelnen Körpergebieten erscheint namentlich bei Lähmungen gestört; gelähmte Theile sind gewöhnlich blass oder cyanotisch und kühl. Auch abnorme Röthung und Wärme kommt bei frischen spinalen Lähmungen vor. Einseitige vasomotorische Störungen am Kopfe finden sich bei Affectionen des Hals-, beziehungsweise oberen Dorsalmarkes, sowie bei Spondylitis der Halswirbel mit Betheiligung des Sympathicus vor. Ueber die etwaigen Beziehungen des Rückenmarks zur Raynaud'schen Krankheit und zur Erythromelalgie siehe S. 189. Der vasomotorische Reflex scheint bei spinalen Affectionen nicht alterirt zu sein.

Die allgemeine Bluttemperatur ist bei den meisten Rückenmarkserkrankungen nicht verändert. Fieber findet sich ausser bei einzelnen Complicationen (Cystitis, Decubitus) bei der Cerebrospinalmeningitis, Polyneuritis, gewissen Fällen von acuter Myelitis, Landry'scher Paralyse. Von besonderem Interesse ist, dass das Fieber als Localsymptom

auftreten kann. So haben traumatische Zerstörung des Halsmarks, ferner gewisse acute Erkrankungen der Medulla oblongata und der Brücke Temperatursteigerungen zur Folge. Die Temperaturen bei Verletzung des Halsmarks können sub finem eine exorbitante Höhe erreichen (bis 44°C.), ähnlich wie es bei Tetanus sowie bei Cerebrospinalmeningitis (Erb) und beim Status epilepticus beobachtet worden ist. Verletzung tieferer Rückenmarkstheile scheint zur Erniedrigung der Bluttemperatur zu führen.

Die zahlreichen Experimentaluntersuchungen über das Verhältniss der Wärmeregulation zum Rückenmark haben zu allseitig anerkannten Ergebnissen noch nicht geführt; immerhin steht fest, dass Verletzungen des Rückenmarks je nach der Stelle zu Temperaturerhöhung und -Erniedrigung führen kann.

Magen- und Darmthätigkeit.

Der Digestionstractus nimmt in verschiedener Weise an den Rückenmarkserkrankungen Antheil. Der Kau- und Schluckact ist in charakteristischer Weise bei den Affectionen des verlängerten Markes gestört. Ueber das Ausfallen der Zähne bei Tabes s. unten.

Bei Bulbärparalyse sieht man oft den Speichel reichlich aus dem Munde fließen; dies beruht aber wahrscheinlich nicht auf einer neurotischen Hypersecretion, sondern auf dem Offenstehen des Mundes.

Der Appetit leidet meist bei Rückenmarksaffectationen nicht; jedoch kommt bei Tabikern, namentlich solchen, welche an gastrischen Krisen oder heftigen Gürtelschmerzen leiden, auch zwischen den Attacken starke Anorexie vor.

Die bei Tabes sehr häufigen gastrischen Krisen, welche übrigens auch bei chronischer Myelitis (multipler Sklerose) vorkommen und ein sehr bedeutungsvolles Symptom darstellen, bestehen in anfallsweise auftretenden heftigen in der Magengegend localisirten und von hier ausstrahlenden Schmerzen mit Erbrechen, Tachycardie u. s. w.

Bei Erkrankungen des Dorsalmarkes beobachtet man gelegentlich Meteorismus; gewöhnlich besteht Obstipation, es kommt aber auch gesteigerte Darmbewegung und Durchfall vor. Häufig findet sich Obstipation bei Tabes.

Ob die Salzsäuresecretion im Magen durch Rückenmarkserkrankungen wesentlich beeinflusst wird, ist noch nicht genügend untersucht. Bei den gastrischen Krisen kommt sowohl Vermehrung wie Verminderung der Salzsäure vor (v. Noorden).

Bei Läsion des im Sacralmark gelegenen Sphinktercentrums entsteht Incontinentia alvi in Folge von Sphinkterlähmung; ist eine oberhalb des Centrums gelegene Querschnittserkrankung vorhanden, so besteht

in der Regel zunächst Retentio alvi, wahrscheinlich weil die cerebrale Hemmung des intacten Sphinkter-Reflexcentrums aufgehoben ist. Weiterhin kommt es meist zu mehr oder weniger vollständiger Incontinenz; der Drang wird entweder gar nicht gespürt und die Entleerung geht, ohne dass der Patient es merkt, in die Unterlage; oder der Drang wird gespürt, aber ihm folgt sofort die Entleerung, ehe noch das Geschirr erreicht ist; oder beim Husten, bei Lagewechsel tritt Koth aus dem After, während er sonst zurückgehalten wird, oder dünne Fäces gehen unbemerkt ab, während geballte Massen retinirt werden u. s. w.; es kommen hier zahlreiche Uebergänge vor. Diese Incontinenz beruht anscheinend darauf, dass der glatte Sphinkter allmähig gedehnt und durch die Darmperistaltik überwunden wird und gleichzeitig der willkürliche Sphinkter durch die Leitungsunterbrechung gleichfalls gelähmt ist.

Bemerkenswerth sind noch die bei Tabes, gelegentlich auch bei Myelitis und Myelo-Meningitis vorkommenden Crises anales, gewisse äusserst schmerzhaft neuralgische Anfälle im After, beziehungsweise auch nur sehr häufig auftretendes Gefühl des Stuhldranges ohne Vorhandensein von Fäces.



Urogenital-Apparat.

Die Genitalsphäre des Weibes wird so gut wie gar nicht durch Rückenmarksaffectionen alterirt. Die Menstruation erleidet nur in acuten Fällen, beziehungsweise beim Beginne chronischer Affectionen zuweilen eine vorübergehende Cession; im weiteren Verlaufe der chronischen Fälle geht sie regelmässig von statten und eine Beeinflussung der Fruchtbarkeit findet, wie es scheint, nicht statt. Auch bei Tabes läuft der Gebäract ungestört ab, unter Umständen schmerzlos. Ueber Beeinträchtigung der Milchsecretion ist nichts bekannt. Beim Manne dagegen steht die geschlechtliche Thätigkeit in enger Abhängigkeit vom Rückenmarke. Bei Verletzung des Rückenmarks oberhalb der Lendenanschwellung tritt Priapismus (dauernder Erectionszustand des Penis) ein.

Chronische Rückenmarksaffectionen führen gewöhnlich zur Abnahme, beziehungsweise zum Erlöschen der Potenz. Am meisten ist dies bei der Tabes der Fall, bei welcher es ein sehr häufiges Symptom ist und zuweilen schon frühzeitig auftritt. Im Beginne der Tabes kommt übrigens anscheinend gelegentlich auch eine erhöhte geschlechtliche Erregung und gesteigerte Potenz vor; ferner finden sich abnorme Samenverluste.

Bei tabischen Weibern kommen anfallsweise auftretende Wollustempfindungen mit vulvovaginaler Secretion vor (Clitoriskrisen); bei

tabischen Männern gelegentlich Schmerzanfälle, die in den Penis ausstrahlen.

Der Harnapparat wird vielfältig und in bedeutungsvoller Weise bei Rückenmarkskrankheiten in Mitleidenschaft gezogen. Ueber die physiologischen Vorgänge bei der Harnentleerung und die Folgen der Continuitätstrennung s. »Physiologie«.

Es ist möglich, dass das Spinkter- und das Detrusorcentrum getrennt von einander liegen, wenn auch jedenfalls eng benachbart; immerhin ist die isolirte Lähmung des einen oder des anderen Centrums, wie sie vielfach angenommen worden ist, nicht bewiesen und auch nicht wahrscheinlich. Bei Läsion des Sacralmarkes werden jedenfalls beide Centren zerstört und es häuft sich nunmehr der Urin in der schlaffen Blase so weit an, als die mechanischen Bedingungen, d. h. die Körperlage und die Ausdehnungs- und Elasticitätsverhältnisse der Blase gestatten, um, wenn das zulässige Mass der Füllung überschritten wird, abzuträufeln; hiebei wird auch der elastische Verschluss des Harnröhreneinganges durch die Wandung und seine Compression durch die benachbarten Organe*) von Bedeutung sein. Es ist somit bei der Incontinenz auch gleichzeitig eine gewisse Retention vorhanden.

Bei einer Querschnittserkrankung oberhalb des Blasencentrums kommt es zur Retentio urinae; bei traumatischen Fällen kann im Anfang (wahrscheinlich in Folge von gleichzeitiger Erschütterung des Lendentheils) auch Incontinenz bestehen. Durch irgend welche Reize kann es gelegentlich auch bei der Retentio zu plötzlicher Urinentleerung kommen, so z. B. durch die Dehnung der Blasenwandung selbst über ein gewisses Mass hinaus. Eine viel gewöhnlichere Folge anhaltender starker Füllung der Blase besteht darin, dass der Spinkter gedehnt und das Orificium frei wird, so dass nunmehr bei stark gefüllter Blase Harnträufeln eintritt (Ischuria paradoxa). Bei diesem Zustande ist die Gefahr des Eindringens von Mikroorganismen mit ihren Folgen eine ganz besonders nahe liegende. Inwieweit das Gefühl des Harndranges erhalten ist, hängt davon ab, ob und in welcher Ausdehnung die sensiblen Bahnen zum Gehirn restiren.

Eine ganz andere Form der Incontinenz ist durch Anästhesie der Blasenschleimhaut, beziehungsweise der Harnröhre, oder durch Leitungsstörung der sensiblen Bahnen zum Gehirn bedingt; hiebei wird eben der Urin wegen Ausbleibens des Urindranges nicht entleert; von dem sonstigen Zustande des Reflexbogens wird es abhängen, ob es zu gelegentlichen unwillkürlichen Urinentleerungen oder weiterhin zur Incontinenz kommt.

*) Auch in der Leiche enthält die Blase Inhalt.

Als ausdrückbare Blase hat Wagner einen Zustand bezeichnet, bei welchem man am Lebenden durch Druck auf die Blasengegend den Urin zum Abfließen bringen kann, wie von Goltz zuerst im Thierexperiment nachgewiesen ist. Dieselbe soll sich dann finden, wenn die Reflexe herabgesetzt oder aufgehoben sind, und in Folge davon der Sphinktertonus erloschen ist (Tabes, manche Formen von Myelitis, beziehungsweise Rückenmarksverletzungen). Das Ausdrücken der Blase soll rein mechanisch geschehen — wofür die Erklärung nach den vorstehenden Erörterungen leicht abzuleiten ist; in manchen Fällen dürfte vielleicht aber auch ein durch die Compression ausgelöster Detrusorreflex dabei im Spiele sein.

Die Blasenlähmung in jeder Form ist ein für die Prognose bedenkliches Symptom. Es kommt fast immer zur Entwicklung von Cystitis und fauliger Zersetzung des Urins. Derselbe wird in der Blase alkalisch, übelriechend, die Blasenschleimhaut zum Theil nekrotisch. Die Stauung wirkt durch die Harnleiter auf die Nierenbecken zurück, es bildet sich eiterige Pyelitis, abscedirende Nephritis, Pyämie. Auf die Gefahr, welche von Seiten des abträufelnden Urins für die Entwicklung des Decubitus entsteht, ist bereits hingewiesen worden. Eine grosse Menge Rückenmarkskranker geht durch die Entwicklung dieser aus der Blasenlähmung resultirenden Complicationen zu Grunde.

Ueber den Einfluss der Rückenmarksaffectionen auf die Secretion in den Nieren selbst, welchen man nach den vorliegenden experimentellen Ermittlungen annehmen muss, ist klinisch wenig bekannt; bei Affectionen der Medulla oblongata ist vermehrte Harnausscheidung gesehen worden; bei Verletzung des Halsmarks scheint, dem physiologischen Experiment entsprechend, Verminderung der Harnsecretion vorzukommen. Bei Tabes soll anfallsweise gesteigerte Urinabsonderung vorkommen (Féré).

Zuckerausscheidung (Glycosurie) wird gelegentlich bei Tabes und Myelitis beobachtet. Auf gewisse Veränderungen der Zusammensetzung des Urins (der Phosphor-, Chlorausscheidung u. s. w.) ist an dieser Stelle nicht näher einzugehen.

Nierenkrisen, Blasenkrisen kommen bei Tabes dorsalis vor; sie stellen sich als starke Schmerzanfälle in der Nieren-, beziehungsweise Blasengegend mit Harnzwang dar. Auch Urethralkrisen finden sich bei Tabes.

VI. Trophische Störungen.

In Verbindung mit Rückenmarkserkrankungen kommen trophische Störungen mannigfaltiger Art vor. Dieselben betreffen vornehmlich die Muskeln, dann aber auch die Haut mit ihren Adnexen, die Knochen und Gelenke.

Trophische Störungen der Muskeln.

Die Anschauung von der neurotischen Natur gewisser Muskelatrophien ist auf Cruveilhier zurückzuführen, welcher bei der anatomischen Untersuchung des berühmt gewordenen Falles des Seiltänzers Lecomte die vorderen Wurzeln atrophisch fand und auch schon aussprach, dass diese Atrophie wahrscheinlich von der grauen Substanz abzuleiten sei. Die Discussion über den trophischen Einfluss des Nervensystems auf die Muskeln knüpfte sich namentlich an das Studium der progressiven Muskelatrophie (Typus Duchenne-Aran) und der spinalen Kinderlähmung, später der traumatischen und neuritischen Erkrankungen der peripherischen Nerven an. Die älteren Ansichten, welche die progressive Muskelatrophie mit dem Nervensystem in Verbindung zu bringen suchten, theilten sich, indem einige Forscher die vorderen Wurzeln, andere die peripherischen Nerven, andere das Rückenmark selbst, andere endlich den Sympathicus anschuldigten. Speciell letztere Ansicht erfreute sich eine Zeit lang grosser Beliebtheit. Eine sehr eindrucksvolle Wendung gab der Frage Charcot, welcher, auf die Befunde bei spinaler Kinderlähmung gestützt, gleichzeitig im Hinblick auf die Atrophie der Vorderhornzellen bei der progressiven Muskelatrophie, die multipolaren Zellen des Vorderhorns als das durch die berühmten Waller'schen Degenerationsversuche postulierte spinale trophische Centrum hinstellte. Diese Anschauung ist in der Folge durch mannigfaltige Beobachtungen pathologischer und experimenteller Art bestätigt worden, und stellt einen wesentlichen Fortschritt unserer Anschauungen über die Physiologie und Pathologie des Rückenmarks dar. Ob allen vielstrahligen Ganglienzellen oder nur bestimmten Gruppen derselben trophische Functionen zuzuschreiben sind, wissen wir nicht; ebensowenig ist genau ermittelt, ob es sich nur um die multipolaren handelt, oder ob auch die kleinen Ganglienzellen in Betracht kommen. Wir nehmen jedoch wenigstens das als gesichert an, dass die trophischen Nervenzellen der Muskeln identisch sind mit den motorischen. Auch über weitere Einzelheiten der trophischen Beziehungen besteht noch ein Dunkel. So wissen wir nicht, ein wie grosses Territorium eine trophische Ganglienzelle versieht, ob etwa nur eine Muskelfaser oder deren mehrere; ferner ob sich der trophische Einfluss durch Nervenleitung in der Peripherie geltend macht, oder ob es sich nur um eine Fortpflanzung der substantiellen chemischen Vorgänge der Ernährung auf dem Wege der Nervenbahnen handelt. Wie früher bemerkt, glauben wir, dass die trophischen Einflüsse auf den Muskel identisch sind mit den functionellen Erregungen desselben von der Nervenzelle her.

Bei umfänglicher, schnell sich entwickelnder Läsion des Vorderhorns tritt in den von ihm versorgten Nerven und Muskeln eine rapid

vorschreitende, atrophische Degeneration ein; bei langsamem und sich nur allmählig ausbreitendem Vorderhornprocess dagegen ist auch die Veränderung der Nerven und Muskeln von schleichendem Verlauf und daher erst nach längerer Zeit augenfällig.

Charcot hat aufgestellt, dass die trophischen Störungen, auch die Atrophie, auf einer Reizung der trophischen Centren beruhe, nicht auf einem Ausfall derselben. Dass eine Reizung trophischer Centren vorkommen kann und dass sie gleichfalls Ernährungsstörungen wird herbeiführen können, ist zuzugeben: allein die von Charcot zum Beweise der Anschauung, dass auch die Atrophie ein Reizungssymptom sei und dass andererseits beim einfachen Ausfall des trophischen Centrums Ernährungsstörungen ausbleiben sollen, angeführten Momente sind zum Theil nicht stichhaltig, zum Theil hinreichend widerlegt.

Trophische Störungen an der Haut.

Schweisssecretion.

Hyperhidrosis bei Tabes und Syringomyelie kann sehr stark, universell oder unilateral sein, in Anfällen auftreten. Bei Rückenmarkstrauma mit Brown-Séquard'schem Symptomencomplex ist halbseitige Hyperhidrosis beobachtet worden (Adler). Sehr starker Schweissausbruch kommt bei Erkrankung der Medulla oblongata vor.

Anhidrosis. Gleichfalls bei Tabes und Syringomyelie, beiderseitig oder einseitig; kann mit Hyperhidrosis wechseln (Marie). Ferner ist Anhidrosis an den gelähmten Extremitäten bei Kinderlähmung beobachtet worden.

Gefässfüllung. Dass das Rückenmark mittelst seiner vasomotorischen Centren zu bedeutenden Gefäss- und Circulationsstörungen Anlass geben könne, ist wohl anzunehmen. Es ist daher recht wohl möglich, dass der Symptomencomplex der Erythromelalgie und der Raynaud'schen Krankheit vom Rückenmark ausgeht; ein Beweis ist jedoch noch nicht geliefert worden.

Oedeme finden sich häufig bei multipler Neuritis; sie treten ferner in längere Zeit hindurch gelähmten Gliedmassen auf. Von besonderem Interesse ist hier das spinale Oedem (bei Syringomyelie).

Exantheme. Bezüglich des Herpes zoster ist auf das über die Pathologie der Spinalganglien Gesagte zu verweisen. Charcot sah ihn im Gebiete des Plexus brachialis bei Wirbelkrebs. Auch bei andersartigen Wirbelerkrankungen kommt Herpes zoster vor. Herpes zoster facialis wurde bei Erkrankung des Ganglion Gasseri gesehen. Recht oft kommt die Eruption von Herpes zoster bei Meningitis cerebrospinalis vor, und zwar besonders als Zoster facialis. Ferner ist er im

Zusammenhänge mit Tabes, chronischer Myelitis, Syringomyelie beobachtet worden. Nach Head geschieht die Verbreitung der Herpesblasen nach spinalen sensiblen Innervationsbezirken (vgl.: »Pathologische Anatomie der Spinalganglien«).

Von sonstigen Exanthenen bei spinalen Erkrankungen führt Charcot urticariaähnliche, papulöse oder lichenartige, pustulöse oder ekthymaähnliche auf; erstere coincidiren zum Theil mit dem Auftreten der blitzförmigen Schmerzen bei Tabes dorsalis. Auch Hauteckchymosen werden nach den Schmerzanfällen bei Tabes beobachtet. Inwieweit diese Erscheinungen wirklich vom Rückenmark, inwieweit von peripherischen Nervenveränderungen abhängen, ist noch nicht klargestellt. Urticariaähnliche Exantheme sowie Blasenbildungen kommen bei Syringomyelie vor.

Ferner hat man Ichthyosis bei Tabes beobachtet: es ist jedoch nicht wahrscheinlich, dass sie in einem wesentlichen Zusammenhänge mit der Erkrankung des Nervensystemes steht. Eulenburg hat Ichthyosis nach Quetschung des Plexus brachialis auftreten sehen.

Mit Glossy skin, Glanzhaut, wird eine eigenthümliche Atrophie der Haut bezeichnet, bei welcher letztere verdünnt, glatt und glänzend erscheint; die Atrophie der Schweissdrüsen bewirkt gleichzeitig eine Trockenheit. Am Anfange besteht gewöhnlich eine Röthung und Schwellung, so dass die Haut wie lackirt erscheint. Diese Affection findet sich hauptsächlich bei Nervenverletzungen und Neuritis; aber auch bei Tabes und Syringomyelie ist sie beobachtet.

Sklerodermie wurde von Schultze bei Myelitis an den gelähmten Beinen beobachtet, ohne dass ein trophischer Zusammenhang sich nachweisen liess; vielmehr schien die Hautveränderung durch eine Gefässerkrankung bedingt zu sein. Immerhin ist der Beziehung von Sklerodermie zu spinalen Erkrankungen weitere Aufmerksamkeit zu schenken. Wir sahen sie in einem Falle von multipler Sklerose. Auch bei Syringomyelie scheint sie vorzukommen.

Keloidbildung findet man bei Syringomyelie.

Pemphigus ist mehrfach in Verbindung mit Syringomyelie beobachtet worden, anscheinend auch bei anderen nicht ganz aufgeklärten Spinalerkrankungen (Myelitis?).

Panaritien. Die Bildung von Panaritien, schmerzhaft sowohl wie auch schmerzlos, bildet das charakteristische Symptom der sogenannten Morvan'schen Krankheit, welche wahrscheinlich mit der Syringomyelie identisch ist.

Decubitus. Der Decubitus, die bedeutungsvollste trophische Störung, entwickelt sich bei gewissen Spinalaffectionen. namentlich Myelitis, Verletzung des Rückenmarkes, Compression desselben, mit ausser-

ordentlicher Schnelligkeit. Er betrifft zuerst und hauptsächlich diejenigen Stellen der unteren Körperhälfte, mit welchen der gelähmte Kranke aufliegt. Die Haut röthet sich dortselbst; es entwickeln sich blasige, mit blutig gefärbter Flüssigkeit gefüllte Abhebungen der Oberhaut, welche platzen und einen blutig infiltrirten missfarbigen Grund hinterlassen. Dieser wird nekrotisch, so dass sich eine schwärzliche lederartige Decke bildet, welche durch demarkirende Ulceration abgestossen wird. Das Geschwür wird auf diese Weise tiefer und breiter, gewinnt ein zeretztes, buchtiges Aussehen, hat Neigung zur Verjauchung und bildet oft grosse Taschen in die Weichtheile hinein. Die Tiefe und Ausbreitung kann sehr grosse Dimensionen annehmen; der Knochen wird ergriffen, der Wirbelcanal selbst kann eröffnet werden und so kann es zu einer eiterigen Spinalmeningitis kommen.

Vielfach verläuft der Decubitus weniger rapide als diese als »acuter Decubitus« (Samuel) bezeichnete Form. Es bilden sich einfach eingetrocknete, schwärzliche Stellen an der dem Druck ausgesetzten Haut welche weiterhin abgestossen werden und den Beginn einer fortschreitenden Ulceration bilden.

Bei sorgfältiger Behandlung kann der Decubitus bei nicht zu grosser Ausdehnung heilen oder wenigstens auf ein geringeres Mass beschränkt werden.

Sehr gewöhnlich führt der Decubitus zu septischem Fieber.

Zuerst bildet sich der Decubitus gewöhnlich auf dem Kreuzbein, häufig auch an den Trochanteren, zuweilen zwischen den Knien, wenn dieselben gegen einander drücken. Eine seltene Form der Hautgangrän, welche dem Decubitus aber analog ist, entwickelt sich zuweilen bei Tabes und anderen Lähmungen auf der Dorsalfäche der Zehen, besonders der grossen Zehe. Bei andauernder Bettlage und starker Muskelatrophie werden die Füsse und Zehen dieser Kranken durch den Druck der Bettdecke extendirt, die Haut über der grossen Zehe gespannt und gedrückt, so dass es schliesslich zur Verfärbung und Gangrän kommt, ganz ähnlich dem Decubitus, bis endlich das Hautstück abgestossen wird und die Sehnen und Fascien blossliegen; ja es kommt selbst zur Eröffnung und Zerstörung des Gelenks.

Die Ansicht Charcot's, dass der bei gewissen spinalen Affectionen, namentlich Myelitis, vorkommende acute Decubitus eine trophoneurotische Störung darstelle, kann nicht als bewiesen gelten.

Déjérine hat in der Umgebung des Decubitus die Hautnerven degenerirt gefunden. Es ist zunächst nicht zu entscheiden, ob diese Degeneration der Entwicklung des Decubitus vorhergegangen oder gefolgt ist. Gegen eine Abhängigkeit des Decubitus von einem spinalen trophischen Centrum spricht, dass derselbe im Verlaufe der Myelitis bei guter Pflege

sich bessert und heilt, ohne dass die myelitischen Erscheinungen sonst zurückgehen.

Auch entwickelt sich der Decubitus nur an denjenigen Stellen, welche einem dauernden Druck ausgesetzt sind. Wenn derselbe freilich in viel höherem Masse und bei weitem häufiger bei Gelähmten auftritt als bei anderen dauernd liegenden Kranken, so ist doch zu berücksichtigen, dass in Folge der Muskellähmung die Lage eine viel mehr passive und die Belastung der aufliegenden Haut daher stärker und anhaltender ist. Auch die Verunreinigung durch Urin und Koth trägt viel zur Entwicklung des Decubitus bei. Sorgfalt und Reinlichkeit kann zweifellos diese Folge der Lähmung lange Zeit hinausschieben, ja, wie es scheint, in manchen Fällen ganz verhindern. Eine wesentliche Bedeutung für die Entstehung des Decubitus dürfte die Infection der Haut haben, welche bei den ungünstigen mechanischen Bedingungen, unter welchen sich die Haut befindet, besonders leichtes Spiel hat; hiebei kommt wahrscheinlich auch in Betracht, dass die vasomotorische Reaction beeinträchtigt und dadurch ebenfalls eine erhöhte Disposition der Haut für Infection gegeben ist.

Mal perforant. Das Mal perforant hat seinen Sitz hauptsächlich an den Ballen und Zehen des Fußes (Mal perforant du pied), weniger häufig an der Hohlhand.

Das Mal perforant beginnt gewöhnlich mit einer schwieligen Verdickung, unter der eine Ulceration auftritt, welche langsam, aber unaufhaltsam in die Tiefe greift, und Knochen und Gelenke freilegt, dabei jedoch meist — nicht bei allen Formen — schmerzlos ist. Die Eitersecretion ist gewöhnlich gering; in der Tiefe der Ulceration findet sich ein schmieriger nekrotischer Belag. Die Anfänge des Geschwürs entziehen sich meist der Wahrnehmung, ihr Alter wird daher von den Patienten gewöhnlich nicht richtig angegeben. Die Schmerzlosigkeit ist in vielen Fällen sehr ausgesprochen; es ist vorgekommen, dass man den Kranken die betreffenden Zellen ohne Narkose abgenommen hat, ohne dass sie Schmerzen empfunden haben. Daher kommt es auch gelegentlich, dass die Geschwüre nicht beachtet werden, verjauchen und zu Lymphangitis oder Phlegmone führen. Gelegentlich heilen sie spontan.

Das Mal perforant wird bei Tabes, Morvan'scher Krankheit (Syringomyelie), traumatischer Affection des Conus medullaris, Diabetes und Alkoholismus beobachtet.

Von Duplay und Morat ist zuerst die Anschauung ausgesprochen worden, dass das Mal perforant du pied auf neurotischer Grundlage entstehe. Diese Autoren hatten die Wahrnehmung gemacht, dass das Mal perforant meist mit umfangreicher Anästhesie einhergehe und schon

mikroskopische Nervendegenerationen dabei festgestellt. Später wurde von Péraire das Mal perforant palmaire an der Hand beschrieben und gleichfalls auf neurotische Störungen zurückgeführt. Barbier theilte einen Fall mit, wo in Folge einer Nervenverletzung ein Mal perforant entstanden war. Im Jahre 1881 wurden von Hannot und in Deutschland von Bernhardt Fälle von Mal perforant bei Tabes beschrieben. Man findet regelmässig in der Region des Mal perforant ausgedehnte Nervendegenerationen. Dass spezifische trophische Nerven betheiligt seien, ist nicht wahrscheinlich. Aber auch allein auf die Anästhesie kann man das Ulcus nicht zurückführen. Wird wegen Mal perforant eine chirurgische Absetzung des betreffenden Gliedtheiles ausgeführt, so heilt die Wunde gewöhnlich recht gut, obwohl die Nervendegeneration oberhalb fortbesteht. Joffroy und Achard fanden bei Mal perforant der grossen Zehe nicht bloss die Hautnerven an dieser, sondern auch an den anderen Zehen und an letzteren zum Theil sogar stärker degenerirt. Es gibt sehr hohe Grade von Nervendegeneration, bei welchen das Leiden fehlt. Die Gestalt des Geschwürs, seine enge Begrenzung bei grosser Tiefe entspricht durchaus nicht einer Nekrose, welche man auf ein bestimmtes Nervengebiet beziehen könnte, wo die Affection vielmehr flach und breiter sein müsste. Dass das Mal perforant vom Rückenmark direct abhängt, ist gleichfalls keineswegs anzunehmen. Die Anästhesie gibt jedenfalls nur die Disposition für die Entwicklung des Mal perforant ab; Druck, Trauma, Frost, Infection wirken, wie es scheint, bei der Erzeugung des Uebels wesentlich mit. Vielleicht spielt auch die Sklerosirung der Gefässwände, welche sich in der Nähe des Geschwürs findet, eine Rolle.

Möglicherweise existirt eine besondere Ursache des Mal perforant welche aber nur unter ganz bestimmten Bedingungen, zu welchen namentlich Nervendegeneration und die dadurch gesetzte verminderte Gefässreaction, sowie die Erkrankung der Gefässwände selbst gehört, wirksam werden kann.

Nägel. Veränderungen der Nägel sind gleichfalls hauptsächlich bei Tabes beobachtet. Sie betreffen den Nagel der grossen Zehe, seltener die übrigen und nur ganz gelegentlich die Fingernägel. Der Nagel stösst sich ab, meist nach vorangegangenen Schmerzen und nachdem eine Blutung ins Nagelbett vorher eingetreten ist. Jedoch können sowohl Schmerzen wie Blutung fehlen. Nach dem Abfallen des ersten Nagels erscheint ein neuer, welcher in manchen Fällen normal, in anderen rauh und schlecht gebildet ist. Auch dieser kann wieder abfallen und einem neuen Platz machen.

Streifenbildung an den Nägeln, Trübe- und Bröckligwerden derselben kommt auch bei Syringomyelie vor, scheint ferner auch bei

anderen Rückenmarksaffectionen, sowie bei Neuritis und Neurasthenie aufzutreten.

Haare. Störungen der Haarwachsthums bei Rückenmarkserkrankungen sind nicht auffällig. Bei Kinderlähmung wird gelegentlich an der gelähmten Extremität ein abnorm starkes Haarwachsthum beobachtet, in anderen Fällen ein abnorm geringes. Bei Tabes kommt abnorm starker Haarausfall der Kopfhaare vor.

Gelenke, Knochen, Zähne.

Trophische Gelenkveränderungen. Schon Cruveilhier hat eine Beobachtung über Arthropathie gemacht. R. Remak machte auf gewisse trophische Knochenveränderungen (Schwellungen der Mittelhandknochen) bei progressiver Muskelatrophie (Syringomyelie?) aufmerksam und brachte die Arthritis deformans mit dem Nervensystem in Verbindung. Weiterhin beschrieben Charcot und Gubler die nach Hirnapoplexien auftretenden Arthropathien. Zu derselben Zeit wurde dann auch von Charcot (und Ball) die Zugehörigkeit gewisser eigenartiger Gelenkveränderungen zur Tabes erkannt. Charcot fasste dieselben als eine trophische Störung auf, bezeichnete sie als »Arthropathie ataxique« und suchte, in Analogie der trophischen Störungen der Haut und der Muskeln und mit Berücksichtigung der bei Hämiplegischen vorkommenden Gelenkaffectionen, die Ursache in einer Läsion der Vorderhörner des Rückenmarks. Er fand thatsächlich bei drei Fällen eine Atrophie der grossen Ganglienzellen des Vorderhorns auf der Seite der Arthropathie.*) Es erfolgten einige Bestätigungen dieses Befundes, aber viel mehr negative Ergebnisse. Charcot selbst fand in einem späteren Falle nichts; J. Michel stellte 23 negative Fälle zusammen. Gegen die Beziehung der Arthropathie zum Vorderhorn spricht auch, dass sie bei Kinderlähmung nicht gefunden wird.

Pitres und Vaillard (1886) brachten die tabische Arthropathie ebenso wie die Spontanfracturen auf Grund von vier Fällen mit peripherischen Nervendegenerationen in Zusammenhang. Ein ähnlicher Befund wurde bei Spontanfractur von Siemerling (an dem in das Foramen nutritium eintretenden Nerven), bei Arthropathie von Marinesco, bei tabischem Klumpfuss von Münzer gemacht.

Buzzard (1880) glaubte gefunden zu haben, dass auffallend häufig Arthropathie mit Kehlkopf- und gastrischen Krisen zusammenfalle, und

*) Charcot gab das Schema: Trophische Störungen der Muskeln und Gelenke gehen vom Vorderhorn aus; solche der Haut gehen von den centralen und hinteren Theilen der grauen Substanz aus.

nahm deshalb eine Läsion der Medulla oblongata an, welche sowohl die Krisen wie die Arthropathien, wie auch die Knochenbrüchigkeit bei den Spontanfracturen verschulden sollte. Allein die Beweisführung ist in Folge der grossen Häufigkeit der Krisen bei Tabes hinfällig. Auch ist eine auffällige Coincidenz der Arthropathie mit Krisen bei umfangreicheren statistischen Erhebungen nicht bestätigt worden: Weizsäcker fand unter 109 Fällen von Arthropathie nur 30 mit gastrischen Krisen.

Ansichten von jeder Schattirung sind über die tabische Arthropathie aufgestellt worden. Denjenigen Autoren, welche dieselbe als direct von der Tabes abhängige trophische Störung auffassen, stehen Andere gegenüber, welche meinen, dass die Arthropathie gar nichts mit der Tabes zu thun habe, dass sie nichts als eine chronische rheumatische Arthritis oder dass sie eine Arthritis deformans sei oder ein syphilitisches Gelenkleiden bilde.

Als in der Mitte stehend ist die Anschauung zu bezeichnen, nach welcher die Arthropathie durch ein Trauma veranlasst sei oder sich aus einer schon vorher bestandenen Arthritis deformans herausbilde, indem die besonderen Einflüsse der Tabes (Anästhesie, Ataxie) sich hinzugesellen (Virchow, v. Volkmann und Andere). Hiegegen ist eingewendet worden, dass die Arthropathie häufig früher aufträte als die Ataxie, dass sie auch bei Ruhigstellung des Gliedes fortschreite, dass ein Theil der Fälle die oberen Extremitäten betreffe, welche wenig oder gar keine Ataxie zeigen und erheblichen Beschädigungen kaum ausgesetzt sind. Auch fällt für die bei Syringomyelie auftretende Arthropathie das Moment der Ataxie fort — freilich aber nicht das der Anästhesie.

Es ist jedenfalls bemerkenswerth, dass gerade bei den mit ausgeprägten Störungen der Sensibilität einhergehenden Rückenmarksaffectionen, der Tabes und der Syringomyelie, die Arthropathien beobachtet werden. Die Prädisposition zur Erkrankung der Gelenke und der Knochen bildet zweifellos die Alteration des Nervensystems; nicht dadurch, dass spezifische trophische Centren oder Nerven afficirt sind, sondern dadurch, dass die sensiblen Nerven der Gelenke und Knochen betheiligt sind. Dass die Gelenkkapseln sowohl wie die knöchernen Gelenkenden (Goldscheider), wie die Knochen selbst mit sensiblen Nerven versehen sind, ist sicher festgestellt.

Die Sensibilität der Gelenke ist für die normale Synergie der Muskeln zweifellos von grosser Bedeutung; ist sie beeinträchtigt, so wird es leicht zu unzweckmässigen Contractionen der Muskeln, sowohl was die Vertheilung der Impulse wie die Intensität derselben betrifft, kommen. Es brauchen diese motorischen Störungen zunächst noch nicht in dem Grade entwickelt zu sein, dass merkliche Ataxie entsteht; dennoch werden die Gelenke bereits durch ungleichmässige Druckvertheilung, Zerrung,

Spannung schädigenden mechanischen Einwirkungen unterliegen können. Bei Tabes tritt gerade schon sehr früh eine Beeinträchtigung der Gelenksensibilität ein. Bei den Arthropathien der Syringomyelie ist wahrscheinlich das Erlöschensein der Schmerzempfindung von Einfluss, wenn auch freilich in einzelnen Fällen die Gelenkaffection schmerzhaft ist.

Es ist übrigens nicht unwahrscheinlich, dass für die Ernährung der Gewebe überhaupt die centripetalen Nerven in Betracht kommen, indem sie reflectorisch die Gefässweite reguliren. Dies Moment macht sich vielleicht erst in merklicher Weise geltend, wenn besondere Anforderungen an die Widerstandskraft des Gewebes gestellt werden. Die Anpassung der Ernährung an die durch die localen Bedingungen äusserer und innerer Art gestellten Anforderungen kann nur auf dem Wege eines Reflexes gedacht werden, wie Marinesco und Sérieux neuerdings ausgeführt haben. Die auffallende Thatsache der Schmerzlosigkeit der Arthropathien weist in hohem Grade auf die Bedeutung der centripetalen Eindrücke — nicht für die Ernährung überhaupt, aber für die Anpassung der Ernährung — hin.

Der Schmerz ist der Wächter des Organismus, das Signal der Gefahr. Dass die Entwicklung der Arthropathie mit lancinirenden Schmerzen coincidiren kann, spricht natürlich nicht dagegen: denn diese sind ja nicht vom Gelenk her ausgelöst; das Verhältniss entspricht vielmehr der Anaesthesia dolorosa; auch sind die lancinirenden Schmerzen gerade besonders mit heftigen Reflexbewegungen verbunden. Es wird aber auch nicht lediglich auf die Schmerzempfindlichkeit ankommen, sondern auf die centripetale Leitung überhaupt, auf das Ausbleiben der continuirlich wirksamen, leichtesten, zum Theil untermerklichen Reizanstösse. Hienach kann auch nicht ein besonderer Theil der centripetalen Leitung angeschuldigt werden; peripherische Läsionen ebenso wie centrale können die Störung der Nutritionsanpassung bedingen.

Bei Tabes finden sich die Arthropathien vorwiegend an den unteren, bei Syringomyelie an den oberen Extremitäten. Näheres über die Formen und den Verlauf der Arthropathien siehe bei Tabes und bei Syringomyelie im Speciellen Theil.

Fracturen. Die sogenannten Spontanfracturen, welche besonders bei Tabes dorsalis vorkommen, und auf welche zuerst Weir Mitchell die Aufmerksamkeit gelenkt hat, scheinen durch eine abnorme Brüchigkeit der Knochen bedingt zu sein. Die letzteren bieten sowohl histologische wie chemische Veränderungen dar. Die Corticalsubstanz der Röhrenknochen ist verdünnt; die Markräume sind erweitert, der ganze Knochen ist porös. Auch die Havers'schen Canäle sind erweitert, die sie umgebenden Knochenlamellen decalcinirt, wie daraus erschlossen worden ist, dass dieselben sich in Pikrocarmin abnorm tief färben. Dieser Process der

Decalcinirung scheint der Erweiterung vorauszugehen. Die chemischen Veränderungen bestehen nach Regnard in einer Verminderung der anorganischen und Vermehrung der organischen Bestandtheile. Die Spontanfracturen werden bei Tabes und Syringomyelie, und zwar meist nur bei schon mehrjährigem Bestehen derselben beobachtet.

Ein für Tabes specifischer Process liegt jedoch nicht vor, da die Veränderungen des Knochens denjenigen einer rareficirenden Ostitis entsprechen, welche unter sehr verschiedenartigen Umständen vorkommt.

Bei Hemmungsbildungen des Nervensystems (besonders bei Hydro-rhachis congenita) treten oft multiple Spontanfracturen in Folge des Zurückbleibens der Ossificationsvorgänge auf (nach Samuel).

Nekrose von Knochen kommt bei Syringomyelie (Morvan'sche Krankheit) vor, besonders an den Phalangen der Finger.

Akromegalieähnliche Veränderungen der Knochen und der sie bedeckenden Weichtheile sind bei Syringomyelie beobachtet worden — vielleicht nur als Ausdruck jener perversen Anlage, die man bei Syringomyelie in einer Reihe von Fällen sieht.

Ausfallen der Zähne. Bei Tabes kommt schmerzloses Ausfallen der Zähne vor; der Alveolarfortsatz atrophirt dabei. Bei genauerer Untersuchung ist eine Abstumpfung der Sensibilität des Zahnfleisches, Gaumens, der Wangen, bis zu völliger Anästhesie und Analgesie gehend, nachzuweisen. Démange hat in einem solchen Falle Sklerose am Boden des vierten Ventrikels mit Erkrankung der Nervenkerne des Glossopharyngeus und Vagus, der aufsteigenden Trigeminuswurzel und des Corp. restiforme gefunden. Bei einem anderen Falle fand sich Sklerose der beiderseitigen sogenannten aufsteigenden Trigeminuswurzel.

Einfluss der Rückenmarkskrankheiten auf die Ernährung im Allgemeinen.

Ein specifischer Einfluss der Rückenmarkserkrankung an sich auf den allgemeinen Ernährungszustand ist nicht bekannt. Stoffwechseluntersuchungen in dieser Richtung liegen bis jetzt wenig vor. Vorgerücktere Tabiker freilich bieten häufig ein fahles Aussehen, schlaffe, wenig turgescente Haut, welke Musculatur, allgemeine Schwäche dar. Aehnlich bei chronischer Myelitis. Aber in den meisten Fällen von chronischer Rückenmarksaffectio behalten die Kranken doch auffallend lange ihren Appetit, Schlaf, ihre gute Ernährung. Kranke mit Myelitis, mit Tabes, welche sich nur noch wenig fortbewegen können, bieten nicht selten noch ein ziemlich blühendes Aussehen dar. Abgesehen von den ersterwähnten Fällen, wo ein besonderer nicht näher bekannter Einfluss der Nerven-

erkrankung auf den Allgemeinzustand vorzuliegen scheint, wird die Ernährung durch gewisse Complicationen beeinträchtigt; so bei Tabes durch häufig wiederkehrende gastrische Krisen, ferner durch anhaltende starke Schmerzen überhaupt, durch hartnäckige Appetitlosigkeit, endlich durch die febrilerzeugenden, consumirenden Complicationen: Decubitus und Cystitis.

Selbstverständlich ist die Abmagerung, wenn maligne Processe zu Grunde liegen, wie Tuberculose oder Carcinom der Wirbel.

VII. Symptome von Seiten des Gehirns.

Bei einer Reihe von Rückenmarkskrankheiten wird durch den krankhaften Process auch das Gehirn in Mitleidenschaft gezogen. Dies ergab sich ja bereits bei der Erörterung, in welcher wir die Neurone zur Basis unserer pathologischen Anschauung wählten. So finden wir bei Tabes zahlreiche Erkrankungen von Gehirntheilen, beziehungsweise Gehirnnerven: Sehnervenatrophie, Pupillenstarre, Myosis, Augenmuskellähmungen, Hörstörungen, Trigemusanästhesie, Zungenatrophie, Hemigranie, psychische Störungen u. s. w., anscheinend auch Kleinhirnerkrankung.

Die progressive Paralyse kann unter Umständen klinisch zunächst als Rückenmarkserkrankung erscheinen, so z. B. scheinbar den Ausgang einer Tabes bilden. Bei Syringomyelie kommen Schwindel, Kopfschmerz, bulbäre Symptome vor.

Auch die systematischen Erkrankungen des motorischen Systems zeigen eine gemeinsame Betheiligung der beiden Centralorgane, so namentlich bei der sogenannten amyotrophischen Lateralsklerose. Zur Bulbärparalyse können sich Erkrankungen höher gelegener Kerne (Augenmuskelkerne) hinzugesellen. Die Friedreich'sche Krankheit weist Nystagmus und Gleichgewichtsstörungen von cerebralem, beziehungsweise cerebellarem Charakter auf. Einen multiplen, Gehirn und Rückenmark gleichzeitig befallenden Process stellt die multiple Sklerose dar, bei welcher demgemäss die Verbindung von Hirnsymptomen (Nystagmus, Sehnervenatrophie, Sprachstörung, Intelligenzstörung) mit spinalen Symptomen sehr ausgeprägt ist.

Bei acuter Myelitis kommt öfter Neuritis optica mit entsprechenden Sehstörungen vor. Die acute Poliencephalitis Wernicke's ergreift unter Umständen gleichzeitig neben den Augenmuskelkernen auch diejenigen der Medulla oblongata, wie andererseits bei acuter Bulbärparalyse (Thrombose der Basilararterie) die Augenmuskelkerne mitbetheiligt sein können. Rein symptomatisch sind die oculopupillären Phänomene und die vaso-

motorischen Störungen im Gesicht bei Erkrankungen des Hals-, beziehungsweise oberen Dorsalmarks oder der bezüglichen Wurzeln. Die syphilitischen Processe ergreifen mit Vorliebe das gesammte Centralnervensystem und erzeugen daher unter Anderem auch Krankheitsbilder, bei welchen spinale Symptome im Vordergrund stehen und von Gehirnsymptomen (Pupillendifferenz, -starre, Hirnnervenlähmungen u. s. w.) begleitet sein können. Die meningitischen Affectionen greifen leicht vom Rückenmark zum Gehirn und umgekehrt über.

Bei den durch Complicationen spinaler Erkrankungen bedingten fieberhaften pyämischen Zuständen (Cystopyelitis, Decubitus u. s. w.) treten typhöse Hirnerscheinungen auf.

Räthselhaft ist eine eigenthümliche Hirnaffectio, welche sich gelegentlich (sehr selten) bei der Tabes entwickelt; sie führt unter Aufregung zu Delirien und Koma oder unter typhusartigen Symptomen ohne oder mit geringem Fieber zum Exitus letalis (v. Leyden).

Störungen der Sprache treffen wir bei den Erkrankungen der Medulla oblongata (und des Pons) an, und zwar in der Form der Anarthrie, beziehungsweise Dysarthrie, d. h. die Mechanik der Sprachbewegungen (Articulation) ist gestört; Näheres s. bei Bulbärparalyse. Einfach näselnde Sprache in Folge von Lähmung des Gaumensegels kommt bei Polyneuritis vor. Von diagnostischer Wichtigkeit ist auch die skandirende Sprache bei multipler Sklerose, welche in ähnlicher Weise auch bei multiplen acuten encephalitischen Processen (z. B. nach acuten Infectionskrankheiten) vorkommt und wohl vom Pons abhängt.

Sehr gewöhnlich treten zu chronischen Rückenmarkskrankheiten gewisse Symptome hinzu, welche als neurasthenische, beziehungsweise hysterische aufzufassen sind. Der lange Verlauf, die mit spinalen Erkrankungen verbundenen Schmerzen und Sensationen, die Anfälligkeit des Kranken, das Bewusstsein der Kategorie der »Rückenmärker« anzu gehören, die Furcht vor dem Fortschreiten und den Wendungen der Krankheit u. s. w. führen — wie es auch sonst bei chronischen Krankheiten häufig der Fall ist — eine gesteigerte Empfindlichkeit und Reizbarkeit des Patienten herbei. Hiedurch werden nicht bloß das allgemeine Krankheitsgefühl, sondern auch die einzelnen Beschwerden in ungünstiger Weise beeinflusst; Alles wird verschärft gefühlt, Sensationen von mässiger Intensität werden zu Schmerzen, die Kraft der Bewegungen wird durch Herabsetzung des Willensimpulses abgeschwächt u. A. m. Durch Hebung der Stimmung, psychische Beeinflussung verschiedener Art können demnach auch nicht selten die Beschwerden erheblich gemildert werden, so dass sie sich sozusagen auf das objective Mass reduciren. Unter Umständen, bei disponirten Personen, können diese psychischen Begleiterscheinungen zum vollkommenen Bilde der Hysterie ausarten, welche

nun ihrerseits gleichfalls somatische Krankheitszeichen erzeugen kann, wie z. B. Anästhesie, Schmerzen, Contracturen u. s. w. In solchen Fällen entsteht durch die Verquickung der spinalen und der hysterischen Symptome ein unter Umständen recht complicirtes und schwer zu analysirendes Krankheitsbild.

Im Anschlusse hieran möge noch kurz darauf hingewiesen werden, dass die Hysterie Symptomencomplexe erzeugen kann, welche mit spinalen Erkrankungen grosse Aehnlichkeit haben, so z. B. Bilder, welche der multiplen Sklerose oder der Syringomyelie ähnlich sehen, so dass in der That gelegentlich diagnostische Irrthümer hervorgerufen werden können.



Die Symptome in ihrer Abhängigkeit von der spinalen Localisation des Processes.

Für gewisse Formen von Rückenmarkserkrankung ist es von grosser Bedeutung, den Ort und die Ausbreitung des erkrankten Gebietes, namentlich mit Bezug auf die Längsausdehnung (Höhe) des Rückenmarks möglichst genau festzustellen. Gerade in dieser Beziehung verdanken wir den Forschungen der neueren Zeit wichtige Fortschritte.

I. Höhenlocalisation.

Da die Dornfortsätze der Wirbel das einzige Mittel zur genaueren äusserlichen Ortsbestimmung an der Wirbelsäule darstellen, so ist es für die Bestimmung der Rückenmarksregion, namentlich bei chirurgischen Fällen wichtig, das Lageverhältniss der Rückenmarkssegmente, beziehungsweise des Austritts der Nervenwurzeln aus dem Rückenmark zu den Spitzen der Dornfortsätze zu kennen.

Reid, welcher die Beziehung der Dornfortsätze zu den Austrittsstellen der Nervenwurzeln genauer untersucht hat*), gelangt zu dem Resultat, dass der Ursprung der Nervenwurzeln mit Bezug auf die Lage der Spitzen der Dornfortsätze bei den verschiedenen Individuen gewisse Schwankungen zeigt.

Dadurch ist die an und für sich schon schwierige Ortsbestimmung am Rückenmark erschwert und bezüglich der Benützung der Dornfortsätze als Wegweiser Vorsicht geboten.

Die Lageverhältnisse der Wurzeln mit Bezug auf die Dornfortsätze sind auf umstehender Tabelle, welche der Arbeit von Reid entnommen ist, dargestellt. Die Felder links stellen die Ausdehnung der Bezirke dar, innerhalb deren der Ursprung der Nervenwurzeln variiren kann. Die Felder rechts von der Mittellinie entsprechen der Verticalausdehnung der Spitzen der Dornfortsätze.

*) Journal of Anatomy and Physiology. 1889, XXIII.

Immerhin kommt man trotz der Variationen für die Höhenbestimmung in der Praxis mit einer von Chipault folgendermassen formulirten Regel aus. Um die in der Höhe des jeweiligen Dornfortsatzes gelegene Wurzel zu bestimmen, muss man in der Halsgend zur Zahl des Dornfortsatzes eins, in der oberen Hälfte der Dorsalwirbelsäule zwei, vom sechsten Brustwirbeldornfortsatz nach unten bis zum elften drei hinzuzählen; vom Dornfortsatz des elften Brustwirbels bis zu demjenigen des zwölften liegen die dritte bis fünfte Lumbalwurzel; vom Dornfortsatz des zwölften Brustwirbels bis zu dem des ersten Lendenwirbels die sacralen Wurzeln.

Die Vertretung der peripherischen Innervationsgebiete, sowohl der motorischen, wie der sensiblen, im Rückenmark schliesst sich an die Segmente, beziehungsweise richtiger an die Wurzeln des Rückenmarks an, und es ist daher nöthig, zunächst die anatomischen Beziehungen der aus den einzelnen Segmenten austretenden Nerven zur peripherischen Innervation zu erörtern.

Die aus jedem Rückenmarkssegment hervorgehende vordere und hintere Wurzel vereinigt sich, nachdem die hintere je mit einem Spinalganglion in Verbindung getreten ist, zum gemischten Stamm, welcher sich nun weiterhin (dicht am Foramen intervertebrale) in einen ventralen und dorsalen Ast theilt, von welchen der letztere der schwächere ist (ausgenommen am ersten und zweiten Halsnerven) und die Rückenmuskulatur mit zugehöriger Haut versorgt, sich aber an der Innervation der Extremitäten nicht betheiligigt.

Die dorsalen Aeste verbreiten sich ungefähr in ihren zugehörigen Segmenten, jedoch steigen die der oberen (des zweiten und dritten) Halsnerven nach oben, um die Haut des Hinterkopfes bis zum Scheitel zu versorgen. Die Aeste der unteren Cervicalnerven und ebenso der Lumbalnerven haben eine absteigende Richtung.

Die ventralen Aeste des II. bis XII. Dorsalnerven geben je einen lateralen und einen vorderen sensiblen Ast ab (Rm. perforantes laterales und anteriores). Erstere versorgen den lateralen Theil des Rückens, sowie Brust und Bauch, nach vorn bis zur Brustdrüse, beziehungsweise bis zum lateralen Rande des Rectus abdominis.

Ebenso ist die motorische Innervation eine wurzelsegmentäre. Der I. bis VII. Brustnerv versorgen die Intercostalmuskeln, Levatores costarum, Serratus post. sup. (I. bis IV. Nerv), Triangularis sterni, obersten Theil des Rectus abdominis. Der VIII. bis XII. Brustnerv versorgen die Intercostalmuskeln der unteren Intercostalräume, die unteren Levatores costarum, Serratus post. inf., Rectus abdominis und die übrigen Bauchmuskeln.

Die Versorgung des Halses, Nackens, der Schulter- und oberen Brustgegend mit sensiblen Nerven geschieht vom I. bis IV. Cervicalnerven, deren dorsale Aeste, wie bereits erwähnt, zum Theil nach dem Kopf zu ansteigen, während die den Perforantes laterales und anteriores der Brustnerven entsprechenden Zweige der Cervicalnerven bis zum zweiten Intercostalraum absteigen müssen, da die tiefer gelegenen Cervicalnerven zur Innervation des Armes verwendet werden.

Unsere Kenntnisse über die Localisation der motorischen Centren im Rückenmark sind in der neueren Zeit vollkommenere geworden, wenn sie auch noch Manches zu wünschen übrig lassen und bezüglich mancher Einzelheiten noch divergente Angaben der Beobachter vorliegen. Die bekannten Versuche von Ferrier und Yeo hatten gelehrt, dass von den verschiedenen Wurzeln aus verschiedenartige Muskelgruppen durch elektrische Reize zur Contraction gebracht werden. Aehnliche Versuche mit ähnlichem Erfolge sind auch am Menschen (Operation) vorgenommen worden.

Pathologisch-anatomisch hat man das Problem der Localisation verfolgt, indem man das Rückenmark bei Fällen von angeborenem Defect der Extremitäten, ferner nach Amputationen (s. oben) untersuchte. Ferner hat man spinale motorische Nerven reseziert und aus der sogenannten retrograden Degeneration mittelst Nissl'scher Färbungsmethode den centralen Ursprung aus der Vorderhörzelle verfolgt (Marinesco u. A.). Hiezu kam eine Untersuchung einer Reihe von klinischen Fällen von spinaler, scharf localisierter Lähmung. Auf rein anatomischer Methode beruhen die Angaben von Kaiser und Herringham.

Allgemein hat sich ergeben, dass je ein Muskel meist nicht in einem, sondern in mehren Segmenten, also auch in mehreren vorderen Wurzeln, vertreten ist und dass andererseits in einem Segment oder wenigstens auf einem umschriebenen Gebiet mehrere, zum Theil functionell zusammengehörige Muskeln Vertretung finden.

Nach Marinesco setzt sich der Ursprung der motorischen Nerven je aus einem Hauptkern und mehreren Nebenkernen zusammen.

Neuerdings haben Brissaud sowie van Gehuchten die Ansicht aufgestellt, dass die Ganglienzellen im Rückenmark zu Gruppen zusammengelagert sind, welche den einzelnen Extremitätensegmenten entsprechen; jedoch ist diese Theorie nicht genügend begründet und auch an sich unwahrscheinlich (Parhon und Goldstein, Marinesco); wie es scheint, entsprechen vielmehr die spinalen motorischen Kerne zum Theil einzelnen bestimmten Muskeln, zum Theil functionell zusammengehörigen Muskelgruppen: letzteres dürfte vorherrschen. Es ist zu erinnern, dass einige Muskeln die einzigen Vertreter einer bestimmten Function sind, z. B. Diaphragma, Triceps.

Von zwei Autoren sind theils auf Grund eigener casuistischer Beobachtungen, theils nach Literaturangaben Aufstellungen über die Centralisation der Muskeln im Halsmark gegeben worden, von Thorburn und Allen Starr. Die beiden Zusammenstellungen sind hier wieder gegeben.

Zusammenstellung von Thorburn.

Supra- und Infraspinatus	}	IV. Cervicalnerv.
Teres minor		
Biceps		
Brachialis int.		
Deltoideus	}	V. »
Supinator long.		
Supinator brev. (?)		
Subscapularis	}	VI. »
Pronatoren		
Teres major		
Latiss. dorsi		
Pectoral. major		
Triceps		
Serrat. ant. magnus		
Extensoren der Hand		
Flexoren der Hand		
Interossei		
Andere innere Muskeln der Hand	}	VII. »
	}	I. Dorsalnerv.

Zusammenstellung von Allen Starr.

Unterscheidet sich von der von Thorburn hauptsächlich dadurch, dass je ein Muskel meist in mehreren Segmenten vertreten ist.

In den Grundzügen ist das, was wir über die Localisation der Muskelkerne wissen, Folgendes:

In den oberen Cervicalsegmenten ist ein Theil des Cucullaris und der Sternocleidomastoideus vertreten.

Im IV. Cervicalsegment, beziehungsweise in der IV. Wurzel das Zwerchfell.

Im V. und VI. Cervicalsegment sind diejenigen Muskeln localisirt, deren Lähmung den sogenannten Oberarmtypus (E. Remak) darstellt: Deltoideus, Triceps und Brachialis int., Supinator longus und brevis.

Im VII., VIII. Cervicalsegment und I. Dorsalsegment diejenigen Muskeln, deren Lähmung dem Unterarmtypus (E. Remak) entspricht:

Hand- und Fingermuskeln, sowie theilweise Triceps. Letzterer ist somit tiefer localisirt als die Beuger des Unterarms; andererseits ist die Extension sowie die Supination der Hand oberhalb der Flexion und Pronation derselben localisirt.

Die Costal- und Clavicularportion des Pectoralis major haben getrennte Kerne, und zwar ist derjenige für die Costalportion mit dem des Latissimus dorsi und der für die Clavicularportion mit dem des Serratus magnus vereinigt. Der Kern für die Clavicularportion und den Serratus liegt höher (V. Segment) als der andere (VI. bis VII. Segment),

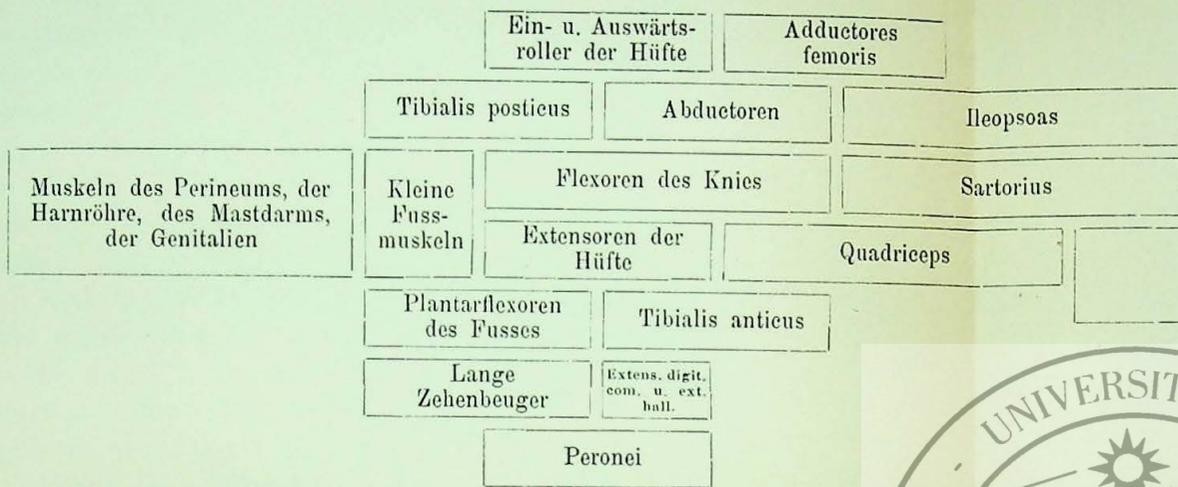
Im unteren Theile des Halsmarks und dem obersten des Dorsalmarks ist das Centrum ciliospinale gelegen (nach L. Jacobsohn wahrscheinlich in einer Zellgruppe des Seitenhorns).

Die rein anatomischen Untersuchungen Kaiser's ergaben: Durch die ganze Länge des Rückenmarks zieht sich als mediale Säule der Rückenmuskelkern. Lateralwärts von demselben liegt im Halsmark von der Medulla oblongata bis zum sechsten oder siebenten Segment herab der Accessoriuskern. Der Phrenicus Kern erstreckt sich vom dritten bis fünften oder sechsten Segment. Der Oberextremitätenkern reicht vom vierten Cervical- bis zum ersten oder zweiten Dorsalsegment.

Weniger bestimmt sind die Ermittlungen bezüglich der Localisation im Lendenmark. In den oberen Segmenten desselben ist Ileopectus localisirt; der Quadriceps cruris tiefer (zweites und drittes Segment). Noch tiefer (?) scheinen die Beuger des Unterschenkels zu liegen.

Dass das Ursprungsgebiet des N. peroneus, wie bereits früher angenommen wurde, tiefer liegt als das des N. tibialis, ist durch neuere Forschungen immer mehr sichergestellt worden. Zwar soll nach Eisler das Peroneusgebiet um ein Segment höher hinauf reichen als das Tibialisgebiet; aber sicher ist es, dass es auch tiefer nach unten sich erstreckt, bis in das zweite Sacralsegment einschliesslich (nach L. Müller, Minor). Da der M. sartorius bei atrophischer Lähmung des Cruralgebietes in auffälliger Weise freibleibt und nach Duchenne functionell zu den Unterschenkelbeugern gehört, so ist sein Kerngebiet wahrscheinlich von dem sonstigen Kernsprung des N. cruralis getrennt und mit dem der anderen Unterschenkelbeuger zusammengelagert (E. Remak). Aehnliches gilt vielleicht für den M. tibialis anticus, dessen Kern, wie es scheint, von der übrigen Peroneusgruppe abgesondert und dem Kerngebiet der Cruralisgruppe beigeordnet ist (E. Remak). Alles Nähere siehe in der Tabelle.

Bei Erkrankungen der langen motorischen Bahnen der weissen Substanz des Rückenmarks ist die gesammte Motilität gelähmt, welche von den unterhalb der afficirten Stelle austretenden Nerven versorgt wird. Dagegen beschränken sich die von Seiten des erkrankten Vorder-



Bauch- und Rücken-Muskeln



Haut der Brust, des Rückens, des Bauches
(die näheren Abgrenzungen siehe in den Abbildungen nach Seiffer, Fig. 8 und 9)

Anus, Perineum, Genitalien	Gesäss, Genitalien, (oberster, innerster Theil des Oberschenkels?)	Hinterer, mittlerer Theil des Oberschenkels (äusserer Fussrand?)	Äusserer Theil der Fusssohle, Hacken, innerer Theil des Fussrückens, äusserer, hinterer Theil des Unterschenkels	Vorderer, äusserer Theil des Unterschenkels (mit erster Sacralwurzel). Äusserer, hinterer Theil des Fussrückens, innerer Theil der Fusssohle	Innere Seite des Unterschenkels und Fusses	Innere Seite des Oberschenkels und der Kniegegend, nach vorn herumreichend, vordere Fläche des Knies und unteren Drittels des Oberschenkels bis zur äusseren Seite des unteren Drittels des Oberschenkels (?)	Vordere und äussere Seite des Oberschenkels der Hüfte,	Inguinalgegend, oberer, äusserer Theil der Hüfte, Mons veneris
----------------------------	--	--	--	--	--	---	--	--

Achillessehnenreflex	Plantarreflex (Blasen- und Rectalreflex?)	Patellarreflex	Cremasterreflex	Mittlerer und unterer Bauchreflex	Epi-gastriumreflex	Scapularreflex
Blasen- und Rectalreflex [Rectal- unterhalb des Blasenreflexes]						
Ejaculationsreflex						
Erectionsreflex (nach L. R. Müller im untersten Theil des Conus)						

1D 8 7 6 5 4 3 2 1C Segment

Latissimus dorsi	Supinator longus	
	Biceps, Brachialis internus	
Pectoralis, pars costal.	Pectoralis, pars clavic.	
Triceps	Rhomboiden	

Interossei und Lumbricales	Supinator brevis	Hals- und Nacken-Muskeln	
	Deltoides		Sternocleidomastoideus
Lange Flexoren der Hand	Teres minor		
Lange Flexoren der Finger	Teres major	Scaleni	
Daumen- und Kleinfingerballen	Lange Extensoren der Hand		Trapezius
	Lange Extensoren der Finger		



	Levator scapulae	
	Diaphragma	
	Supra- und Infraspinatus	
	Serratus magnus	

Ulnarer Theil der Hand bis zur Mittellinie des Mittelfingers und ulnarer Theil des Unter- und Oberarmes (der oberste Theil der ulnaren Seite gehört der 2. Dorsalwurzel an)	Radialer Theil des Unterarms und der Hand bis zur Mittellinie des Mittelfingers	Radiale Seite des Oberarms und des obersten Stückes des Unterarms	Nacken und Hinterkopf bis zum Scheitel empor, nach vorn bis zur vorderen Grenze des Ohres, Gegend des Unterkieferwinkels (»Scheitel-Ohr-Kinnlinie«), abwärts vorn bis zur 2. Rippe, hinten bis zur Spina scapulae. Hinten wird nach R. Wichmann ein medialer Bezirk von der 5.—7. Cervicalwurzel versorgt
---	---	---	---

M o t i l i t ä t
Sensibilität
(vergl. die Abbildungen nach Seiffert)

Localisation der Functionen in den verschiedenen Segmenten des Rückenmarks.
Modificirt nach Edinger, Starr, Koerber, R. Wichmann, Bruns, Seiffert.

Pupillenerweiterung bei Reizung des Nackens

Sehnen- und Periostreflexe der betreffenden Muskeln

R e f l e x e

horns oder der vorderen Wurzeln entstehenden Störungen streng auf das dem Orte der Läsion zugehörige Muskelgebiet. Die Vertretung der Muskeln zeigt hauptsächlich, aber nicht durchwegs das Princip functioneller Zusammengehörigkeit.

Wenn auch unsere Kenntnisse über die spinale Vertretung der Musculatur bereits recht detaillirte sind, so sind dieselben doch keineswegs als abgeschlossen zu betrachten. Namentlich dürfte die scharfe Abgrenzung nach Segmenten, welche wir bis jetzt annahmen, doch nicht ganz der Wirklichkeit entsprechen; es ist vielmehr wahrscheinlicher, dass die Kerne der Muskelgruppen mehr übereinandergreifen und sich nach den Enden hin verzüngen, gleichsam allmählig endigen. Hiefür sprechen einige klinische Erfahrungen (Bruns).

Dass Theile des Muskels zu Grunde gehen, wenn Theile seines Kerns zerstört sind, ist so gut wie sichergestellt. Ebenso scheint es, dass der Muskel erst dann vollkommen gelähmt ist, wenn sein ganzes Kerngebiet erkrankt ist, da wahrscheinlich die aus den einzelnen Theilen des Kerns stammenden Fasern sich weit im ganzen Muskel verbreiten.

Durch diese Momente wird die Sicherheit der Localisation natürlich erschwert; hiezu kommt noch, dass gewisse individuelle Variationen vorzukommen scheinen.

Das spinale Centrum der Interossei der Hand liegt zwar hauptsächlich im ersten Dorsal- und achten Cervicalsegment, erstreckt sich jedoch nach Bruns zum Theil auch noch in das siebente Cervicalsegment.

Die Angabe von Beevor, dass die Claviculaportion des Pectoralis major gemeinschaftlich mit der vorderen Portion des Deltoideus, die Sterno-costalportion zusammen mit dem Triceps im Rückenmark vertreten sei, wird auch durch neuere Beobachtungen bestätigt.

Localisation der Reflexe.

Hautreflexe. Nach Dinkler, welcher einen oberen, mittleren und unteren Bauchreflex unterscheidet (Epi-, Meso-, Hypogastrium), gehört der mittlere und untere Bauchreflex den Gebieten des zehnten, elften und zwölften Intercostalnerven und ihren zugehörigen Rückenmarkssegmenten an, während der obere Bauchreflex wahrscheinlich auf das Gebiet des neunten Intercostalnerven beschränkt ist. Bei Querschnittsaffectionen im unteren Dorsalmark sollen aus dem theilweisen Ausfallen der Bauchreflexe diagnostische Schlüsse gezogen werden können.

Der von E. Remak beschriebene »Femoralreflex« (s.: »Symptomatologie«) ist in der Lendenanschwellung localisirt. Für den Achillessehnenreflex ist die Integrität der ersten Sacralwurzel nöthig (Ziehen).

Um Uebrigen geht die Localisation der Reflexe aus der Tabelle hervor. Vergleiche ferner das im Capitel: »Physiologie« Mitgetheilte.

Sensible Localisation.

Ross*) hat zuerst den Versuch gemacht, einen Plan von der spinalen Vertretung der peripherischen Sensibilitätsbezirke zu entwerfen, indem er die Verhältnisse der Innervation beim Menschen auf diejenige bei niedersten Wirbelthieren zurückführte. Hier theilt sich jeder ein Körpersegment versorgende Nerv in drei Aeste, einen dorsalen, einen seitlichen und einen ventralen. Diesen entsprechen beim Menschen die dorsalen Aeste (der vereinigten vorderen und hinteren Wurzel!) und die von den ventralen Aesten abgehenden Perforantes laterales und Perforantes anteriores (s. oben). Vom zweiten bis bis zwölften Dorsalsegment des Rückenmarks sind die Verhältnisse sehr einfach. Im Bereich der vom Hals- und Lendenmark entspringenden Nerven aber treten, weil ein Theil des Kopfes und die Extremitäten mit zu versorgen sind, complicirtere Umordnungen des Typus ein. Auch diese lassen sich jedoch auf entwicklungsgeschichtliche Verhältnisse zurückführen. An jeder Extremität ist in ihrem embryologischen Zustande eine ventrale und dorsale Hälfte, sowie eine präaxiale**) und postaxiale Seite zu unterscheiden, welche letztere zum Theil der ventralen, zum Theil der dorsalen Hälfte angehören. Die Vertheilung der sensiblen Nerven geschieht nun nach folgenden Gesetzen:

1. Die dorsalen Bezirke werden von denjenigen Antheilen der Plexus versorgt, welche den seitlichen Aesten (Perforantes laterales) entsprechen.

2. In dem präaxialen und postaxialen Bezirk ist die Innervation mit Bezug auf das Niveau der Rückenmarkssegmente eine gegensätzliche. Die präaxiale Zone nämlich wird, je proximaler, von um so höheren, je distaler, von um so tieferen Wurzeln des Plexus versorgt; bei der postaxialen dagegen verhält es sich umgekehrt (Herringham). Vergleiche das Schema.

Dieses zweite Gesetz ist für die Localisation der sensiblen Functionen im Rückenmark grundlegend. Ross führt die Bezirke im Einzelnen aus. Die klinischen Erfahrungen entsprechen im Ganzen diesem Gesetze.

Durch eine Reihe von klinischen und experimentellen Arbeiten sind unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand besonders in den letzten Jahren erheblich detaillirt worden, wenn auch noch viel zu wünschen übrig bleibt. Das, was sich bisher unter Zusammenfassung der Er-

*) Brain. Januar 1888.

**) Präaxial = cranialwärts, also z. B. am Arm radialwärts von der Axiallinie gelegen, postaxial am Arm = ulnarwärts.

fahrungen über die sensible Localisation im Rückenmark sagen lässt, ist in der Tabelle und in dem Seiffer'schen Schema zusammengestellt (s. S. 212 und 213).

Eine wichtige Fortentwicklung unserer Kenntnisse ist durch die ausgezeichneten experimentellen Untersuchungen von Sherrington gegeben. Derselbe stellte bei Frosch, Katze und Affe fest, dass jede spinale hintere Wurzel ein zusammenhängendes Hautgebiet versorgt, dass aber die einzelnen Territorien in ausgedehnter Weise ineinander übergreifen.

Die Folge hievon ist, dass die meisten Stellen der Haut von zwei, beziehungsweise auch drei Wurzeln innerviert werden. Diese Thatsache, welche jedenfalls auch für den Menschen zutrifft, ist von grosser Bedeutung für die Niveaudiagnose einer Läsion. Denn erst dann tritt in einem Gebiete volle Anästhesie ein, wenn auch die höchste und tiefste concurrirende Wurzel zerstört ist; in praktischer Hinsicht, für Querschnittsläsionen, wird es sich meist um die Frage der höchsten beteiligten Wurzeln handeln und es folgt also, dass man den Ort der Läsion bei vorhandener Anästhesie höher zu suchen hat, als man nach unseren bisherigen Vorstellungen nach Massgabe der oberen Grenze der Anästhesie meinen sollte. Hiezu kommt das Herabsteigen der Wurzeln selbst und ihrer Innervationsbezirke, welche sich keineswegs an die Intercostalräume halten; vielmehr sind diese nur etwa von den sieben bis acht oberen Dorsalwurzeln versorgt.

Während am Rumpf die Wurzelgebiete bandartig den Körper umgeben, laufen an den Extremitäten ihre Grenzen im Allgemeinen nahezu parallel zur Längsachse des Gliedes.

Bei Zerstörung hinterer Wurzeln entsteht also eine Anästhesie von charakteristischer segmentaler Ausbreitung, bandartig am Rumpf, längstreifig an den Extremitäten. Dieselbe Form der Begrenzung kann sich bei centralen, d. h. die graue Substanz einnehmenden Erkrankungen des Rückenmarks, z. B. bei Syringomyelie finden (M. Laehr).

Die ältere Lehre, dass jedes Hautterritorium von den hinteren Wurzeln desselben Rückenmarkssegmentes innerviert werde, dessen vordere Wurzeln die darunter gelegene Musculatur versorgen, ist nach Sherrington für die meisten Stellen nicht zutreffend; im Allgemeinen nämlich steigen die Hautnerven mehr herab als die Muskelnerven, so dass ein bestimmtes Hautterritorium meist von einem höher gelegenen Rückenmarkstheil versehen wird, als die darunter gelegene Musculatur.

In sehr origineller Weise hat Head, wie schon vor ihm Ross, die krankhaften Mitempfindungen, beziehungsweise Hyperästhesien bei Eingeweideerkrankungen für das Localisationsproblem verwerthet. Er stellte die den verschiedenen Organen entsprechenden Hautbezirke durch

klinische Untersuchungen fest und fand, dass es sich um 18 scharf abgegrenzte Territorien handle, von denen er meint, dass sie ebenso vielen Rückenmarkssegmenten des Dorsal- und Lumbosacraltheiles entsprechen.

Auch von Kyri liegen gleichzeitige, in ihrer Tendenz ähnliche, aber nicht weiter ausgeführte Untersuchungen vor.

Diese Vorstellung collidirt freilich mit dem von Sherrington erbrachten Nachweise, dass die Wurzelgebiete übereinander greifen; Head sucht diesen Widerspruch dadurch auszugleichen, dass er für Druckempfindung die Sherrington'sche Angabe gelten lässt, für Schmerz- und Temperaturempfindung dagegen und ferner für Trophik scharfe Abgrenzung der Wurzelgebiete annimmt, für die Trophik deshalb, weil seine Zonen auch der Localisation des Herpes zoster entsprechen. — Mackenzie dagegen bestreitet die scharfe Abgrenzung. Head stützt seine Annahme durch den Nachweis, dass einige seiner Bezirke auch in klinischen Fällen von Anästhesie betroffen waren. So construirt er denn eine Tafel, auf welcher die den einzelnen Rückenmarkssegmenten entsprechenden Hautterritorien und zugleich die von eben denselben Segmenten innervirten correspondirenden Organe enthalten sind.

Neuerdings hat Head (mit Campbell) für seine Anschauung und Eintheilung neues überwältigendes Material beigebracht (Brain. 1900), indem er 450 Fälle von Herpes zoster, sowie 21 Sectionsbefunde von Herpes zoster zusammengestellt, welche sein früheres Schema der segmentalen Hautterritorien bestätigen.

Auch in der Kocher'schen Arbeit ist eine werthvolle Bereicherung unserer Kenntnisse über die sensiblen Wurzelzonen der Haut enthalten. Ferner hat Wichmann in seiner bereits erwähnten Monographie die bis dahin bekannten Angaben zusammengestellt und ein Schema der spinalen Sensibilitätsbezirke entworfen. Vergleicht man die Angaben von Starr, Thorburn, Head, Mackenzie, Kocher, Wichmann mit einander, so ergeben sich gewisse Divergenzen, welche erkennen lassen, dass die Forschungen auf diesem Gebiete noch nicht als abgeschlossen zu betrachten sind. Immerhin haben sich unsere Kenntnisse gerade hier in den letzten Jahren so vermehrt, dass man ein der Wahrheit jedenfalls sehr nahe kommendes Schema der spinalen Hautterritorien aufzustellen vermag. Seiffer hat sich dieser sehr dankenswerthen Aufgabe unterzogen.

Beim Gebrauche des Seiffer'schen Schemas darf man, wie der Autor sehr zutreffend hervorhebt, nicht aus dem Auge verlieren, dass die Segment- oder besser Wurzelbezirke nicht scharf von einander abgesetzt sind, sondern übereinandergreifen (s. oben). Besteht also eine Anästhesie bis zu einer bestimmten Höhe, so ist die spinale Läsion

nicht einfach in dem dieser Höhe nach dem Schema entsprechenden Rückenmarkssegment zu suchen, sondern in dem nächst oder zweitnächst höher gelegenen. Seiffer weist ferner noch auf die von den englischen Autoren hervorgehobene Thatsache hin, dass gewisse individuelle Schwankungen der territorialen Beziehungen vorkommen, so dass z. B. ein im Allgemeinen vom vierten Dorsalsegment versorgtes Gebiet gelegentlich einmal vom fünften Dorsalsegment versorgt wird u. s. w.

Das Uebereinandergreifen der Bezirke lässt es verstehen, dass es schwer ist, die den Ausfall der einzelnen Wurzelbezirke entsprechenden Anästhesiegebiete in reiner Form zu beobachten und dass die klinischen Befunde vielfach nicht übereinstimmen. Seiffer geht daher von dem sehr richtigen Grundsatz aus, nur diejenigen Grenzlinien festzulegen, welche einigermaßen sichergestellt sind. Dies sind zunächst (s. Fig. 8 und 9) folgende:

Die Scheitel-Ohr-Kinnlinie, die Grenze zwischen den Cervicalgebieten und dem Trigemineusgebiet.

Die Hals-Rumpfgrenze, welche die Hautzonen der Halssegmente von den Rumpsegmenten trennt und vorn in der Höhe der zweiten bis dritten Rippe, hinten über den siebenten Halswirbel verläuft; die Linie entspricht der Grenze zwischen der zweiten Dorsalwurzel und der vierten Cervicalwurzel, bis auf einen hinteren Bezirk, wo sich die fünfte bis siebente Cervicalwurzel einschleibt, so dass sie hier in die Grenze zwischen zweiter Dorsal- und siebenter Cervicalwurzel übergeht (Wichmann). Dass hier an der Hals-Rumpfgrenze plötzlich fünf Segmente übersprungen sind, erklärt sich dadurch, dass diese für die Innervation des Armes verbraucht werden.

Die Intermammillarlinie, welche mit annähernder Sicherheit der Grenze zwischen der vierten und fünften Dorsalwurzel entspricht.

Die Xiphoidlinie zwischen den Gebieten der sechsten und siebenten Dorsalwurzel.

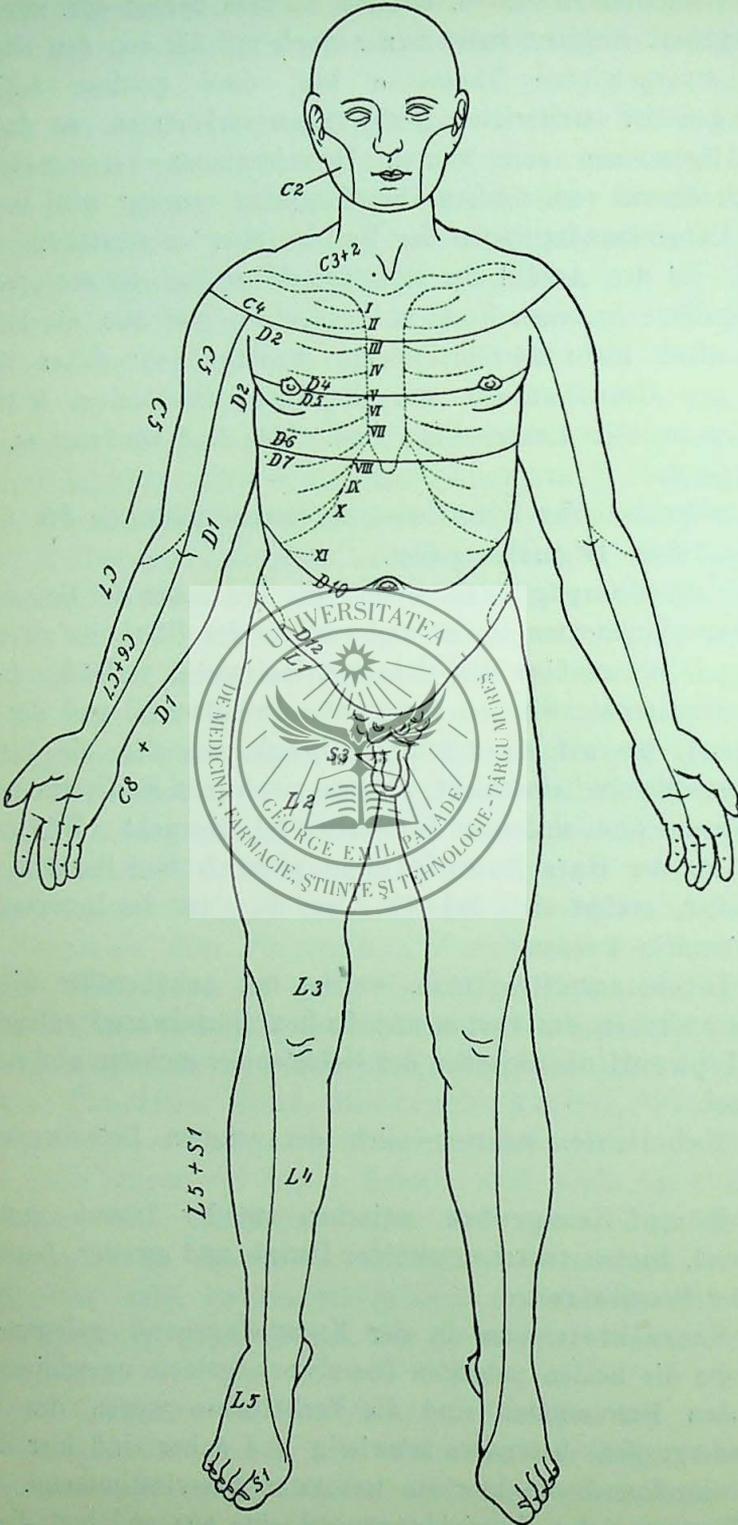
Die Nabellinie, wahrscheinlich der zehnten Dorsalwurzel entsprechend.

Die Rumpf-Beingrenze, zwischen zwölfter Dorsal- und erster Lumbalwurzel, hinten zwischen zwölfter Dorsal- und zweiter, beziehungsweise dritter Sacralwurzel.

Der Sacralkreis, eine in der Kreuzbeingegend gelegene ovale Linie, welche die beiden untersten Sacralwurzelgebiete umschließt.

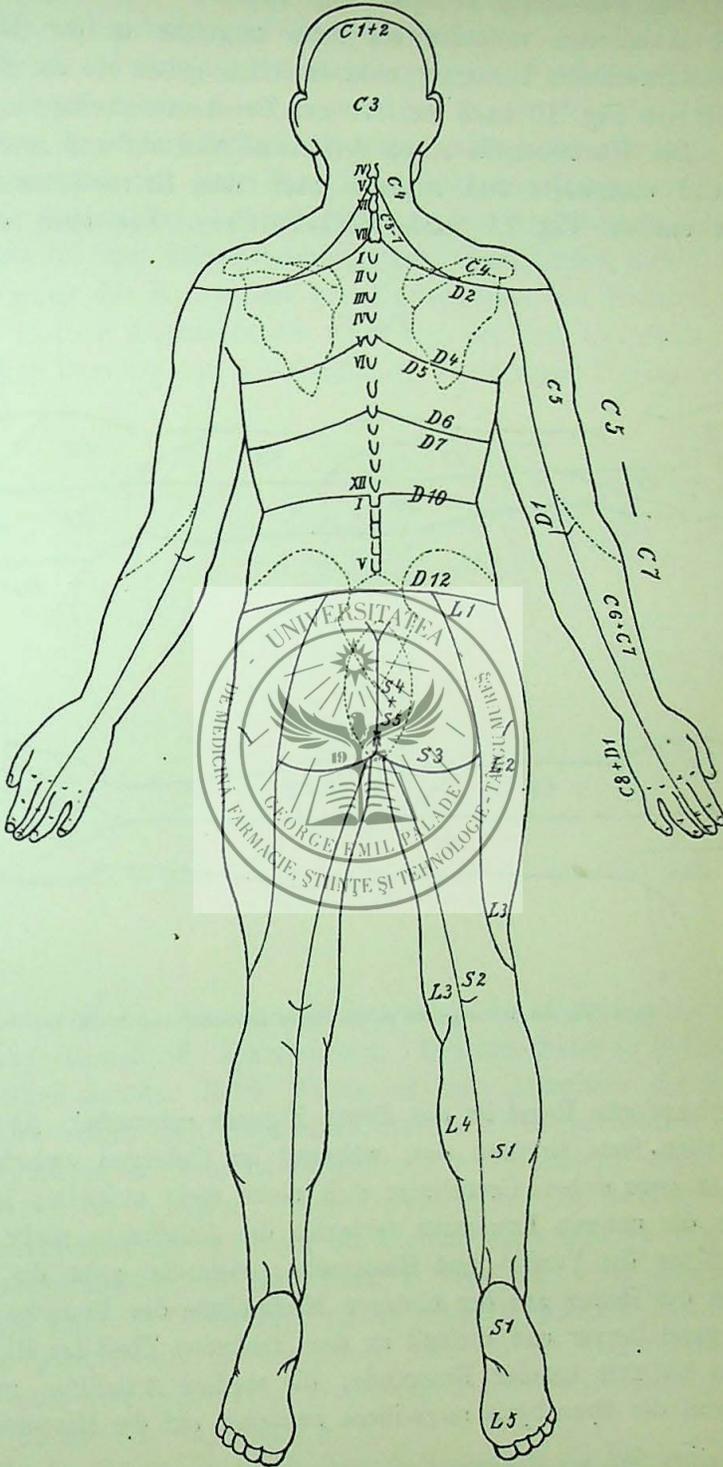
An den Extremitäten sind die Verhältnisse wegen des starken Uebereinandergreifens besonders schwierig und daher sind hier die Angaben der einzelnen Beobachter am wenigsten übereinstimmend. Seiffer geht wie Ross von der Entwicklungsgeschichte aus und legt die Axiallinien zu Grunde. Wir geben hier einige der von Seiffer reproducirten

Fig. 8.



Spinales Sensibilitätsschema nach W. Seiffer.

Fig. 9.

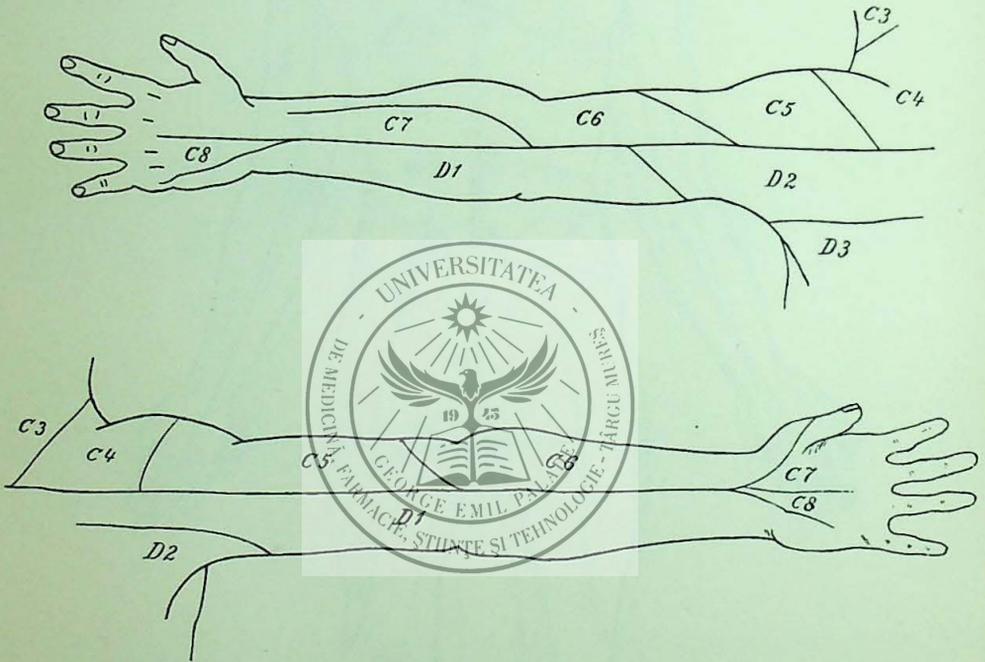


Spinales Sensibilitätsschema nach W. Seiffer.

Figuren von Bolk*) wieder, welche die Verhältnisse in sehr übersichtlicher Art zur Darstellung bringen (Fig. 10).

Die Axiallinien verlaufen am Arm ungefähr in der Mitte der Beuge- und Streckseite herunter; wahrscheinlich gehen sie auf die Hand nicht über (in Fig. 10 nach Seiffer aus Zweckmässigkeitsgründen verlängert). Die Wurzelbezirke sitzen den Axiallinien auf und breiten sich radial- und ulnarwärts und zugleich nach dem Extremitätenende hin gerichtet aus (s. Fig. 11 nach Bolk-Seiffer). Die oben erwähnte

Fig. 10.



Vertheilung der Wurzelgebiete an der oberen Extremität nach Bolk.

Herringham'sche Regel ist aus diesen Figuren erkennbar. Die Axiallinien stellen feste Grenzen dar; während im Uebrigen zwischen den Segmenten ganz sichere Grenzlinien sich meist nicht aufstellen lassen.

An der unteren Extremität verlaufen die Axiallinien nicht einfach in der Mitte der Vorder- und Hinterseite; vielmehr geht die hintere Axiallinie des Beines aus der hinteren Medianlinie des Rumpfes in der Dammgegend hervor und verläuft an dem medialen Theil der Hinterseite des Beins bis zum inneren Fussrande; die vordere Axiallinie geht von der Gegend der Symphysis sacro-iliaca zunächst auf die Hinterseite des

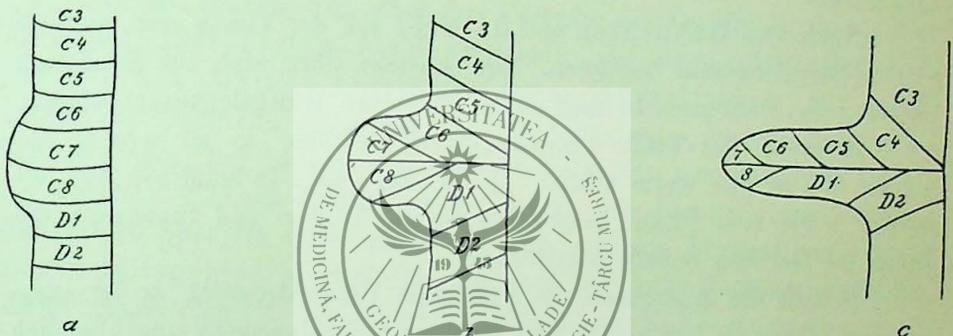
*) Bolk, Die Segmentaldifferenzirung des menschlichen Rumpfes und seiner Extremitäten. Morphologisches Jahrbuch. 1898—1900.

Oberschenkels, um erst in der Gegend des Knies auf die Vorderseite des Beins zu treten; am Unterschenkel nimmt sie die Richtung der vorderen Tibiakante und gelangt zum Grosszehenballen.

Für die Niveaudiagnose ist von grossem Werthe die Berücksichtigung hyperästhetischer Zonen, welche den in der Höhe der Querschnittserkrankung in Mitleidenschaft gezogenen, aber nicht zerstörten Wurzeln entsprechen und also direct das Niveau erkennen lassen.

Die Läsion des untersten Theiles des Rückenmarks, des Conus medullaris bis zum dritten Sacralsegment einschliesslich hinauf, ist durch die Lähmung der Blase und des Mastdarms, der Erection und Ejaculation und die Anästhesie des Anus und der ihm anliegenden Glutäalregion des Dammes und der Genitalien, sowie eines Theiles der inneren

Fig. 11.



Auswachsen der oberen Extremität, und Uebergang der Segmentgebiete auf dieselbe.
Nach Bolk und Seiffer.

Oberschenkelfläche, den Innervationsbezirk des Plexus pudendalis und coccygeus darstellend, charakterisirt. Der anästhetische Bezirk hat die Form eines Sattels. Beim Manne ist trotz Anästhesie der Scrotalhaut der Hoden selbst noch empfindlich, da der Plexus spermaticus mit dem N. spermaticus ext. vom Lumbalgeflecht in Verbindung steht. Der Cremasterreflex ist erhalten. Nach Oppenheim und Schiff fehlen die Achillessehnenreflexe, während die Plantarreflexe erhalten sind (vgl. die Localisationstabelle). In Bernhardt's Fall war auch das Erectionsvermögen und die Wollustempfindung erhalten, während die Ejaculation insofern gestört war, als der Samen zwar in die Harnröhre getrieben wurde, aber dort liegen blieb (Lähmung des Bulbocavernosus). Aehnlich in den Fällen von Raymond u. A.

Reicht die Läsion höher hinauf, so betrifft die Störung auch das Gebiet des Ischiadicus, welcher aus dem fünften Lenden- und dem ersten

bis dritten Sacralnerven entspringt und auch vom vierten Lenden- und vierten Sacralnerven noch Antheile erhält. Bei Erkrankung bis zum ersten Sacralsegment (einschliesslich) hinauf ist Lähmung des Tibialisgebietes und der *Mm. peronei* vorhanden, die Anästhesie betrifft ausser dem vorigen Bezirk noch einen grösseren Theil des Gesässes und die Hinterfläche der Oberschenkel, eventuell auch hintere äussere Fläche des Unterschenkels und Fusses.

Minor hat wegen der besonders charakteristischen Symptome ein Gebiet des »Epiconus« abgegrenzt, welches das zweite und erste Sacral- und das fünfte Lumbalsegment umfasst. Von hier entspringen namentlich die Wurzeln des *N. peroneus*; ist die graue Substanz des betreffenden Gebietes also für sich betroffen, so finden sich Lähmungen im Bereiche der unteren Extremitäten, in Sonderheit der Muskelgruppen der *Nn. peronei*, während Blasen- und Mastdarmstörungen fehlen und die Patellarreflexe intact sind.

Nach van Gehuchten und de Neef soll der Conus erst mit dem vierten Sacralsegment beginnen. Ihre Ansicht stützt sich auf die Untersuchung des Rückenmarks nach einem Falle von Hüftgelenkexarticulation.

Ist auch das fünfte Lumbalsegment befallen, so ist nahezu das ganze — ist das vierte afficirt, so ist das ganze Ischiadicusgebiet ergriffen. Die vom Plexus lumbalis versorgte Vorder- und Innenseite des Beins ist frei von Sensibilitätsstörung.

Betrifft die Anästhesie die gesammte Unterextremität, so ist anzunehmen, dass die Läsion bis zum obersten Lumbalsegment einschliesslich hinaufreicht, beziehungsweise dort überhaupt gelegen ist.

Anhang.

a) Differentialdiagnose zwischen der Läsion des Sacralmarks und der Cauda equina.

Man hat versucht, differentialdiagnostische Kriterien zwischen der Läsion der Cauda equina und derjenigen des untersten Markendes selbst aufzustellen, in der richtigen Erwägung, dass dieser Unterschied in prognostischer Hinsicht von grosser Bedeutung ist. Die mehr oder weniger ausgesprochene Symmetrie der Erkrankung kann nicht herangezogen werden, da sowohl die Affectionen des Marks, wie die der Cauda equina meist symmetrisch sind. Auch in der Vertheilung der Lähmung und Anästhesie macht es natürlich keinen Unterschied, ob die Marksegmente selbst oder die ihnen entsprechenden Wurzeln in der Cauda equina betroffen sind. So werden bei einer Läsion in der Höhe des ersten Lendenwirbels (bis zum oberen Rande desselben), z. B. bei

Trauma desselben, der Sacraltheil des Rückenmarks und das fünfte und vierte Lumbalsegment betroffen, da der dritte Lendennerv nach Schiefferdecker in der Höhe des unteren Theiles des zwölften Brustwirbels, beziehungsweise der Zwischenwirbelbandscheibe zwischen zwölftem Brust- und erstem Lendenwirbel entspringt. Nach den oben gemachten Ausführungen ist somit bei der Läsion in der Ausdehnung des ersten Lendenwirbels das Gebiet des Ischiadicus und des Plexus pudendalis gelähmt.

Wie die Casuistik ergibt (Schultze), kann sogar noch bei Verletzung des zwölften Dorsalwirbels unter Umständen die Affection auf das eben genannte Gebiet beschränkt sein, wenn das Rückenmark in seiner Mitte getroffen ist, während die seitlich gelegenen Wurzeln des Lumbalplexus frei bleiben; hier kommt wohl auch wieder das Sherrington'sche Gesetz in Betracht.

Ebenso können nun aber im Bereiche der Cauda equina, also unterhalb des ersten Lendenwirbels, die dem untersten Abschnitt des Markes entstammenden Wurzelfasern für sich afficirt sein, während diejenigen höheren Ursprunges, welche hier mehr seitlich liegen, frei bleiben. Unterhalb des dritten Lendenwirbels muss die Läsion der Cauda equina, selbst wenn sie sämtliche Fasern derselben betrifft, sich sogar ziemlich auf das Ischiadicus- und Pudendalisgebiet beschränken, da eben der dritte Lumbalnerv nunmehr ausgetreten ist. So in den Fällen von Kahler und von Erb.

Ebenso kann eine Lähmung im Ausbreitungsgebiet des Plexus pudendalis und coccygeus nicht blos durch Läsion des Conus medullaris (s. oben), sondern auch durch eine solche der entsprechenden Wurzelfasern im Kreuzbein (Westphal, Eisenlohr) bedingt sein.

Wir besitzen somit bis jetzt kein ausschlaggebendes Merkmal, um zwischen einer Erkrankung der Cauda equina und des Markes selbst zu entscheiden, wenn nicht äusserlich erkennbare Zeichen (Verletzung, Tumor, Caries), eventuell auch Röntgoskopie uns zu Hilfe kommen. Vielleicht würde gelegentlich das Ausbleiben von Entartungsreaction oder das Auftreten fibrillärer Zuckungen (Strümpell, Schultze) die Wagschale für den Sitz im Mark sinken lassen.

Ferner kommt die Entwicklung und der Verlauf der Krankheitserscheinungen in Betracht. Langsamer Verlauf, lange Zeit hindurch bestehende Schmerzen weisen auf die Cauda equina hin, während schnelle Entwicklung und Ueberwiegen von Anästhesie vor Schmerzen mehr auf Conus medullaris deutet. Fehlen Schmerzen vollständig, so wird man ziemlich sicher eine Conuserkrankung annehmen dürfen; für Cauda equina-

Affection scheinen besonders charakteristisch heftige, nach der Blase, der Nierengegend und dem Kreuz ausstrahlende Schmerzen zu sein. Uebrigens kommt Erkrankung des Conus und der Cauda auch combinirt vor.

b) Ueber die oculopupillären Phänomene.

Eine werthvolle Bereicherung der localisatorischen Diagnostik ist durch die Erforschung der sogenannten oculopupillären Phänomene geliefert worden. Dieselben bestehen in Myosis, Verkleinerung der Lidspalte und Retraction des Bulbus; letzteres Zeichen ebenso, wie die gleichfalls angegebene Verkleinerung des Bulbus ist bei weitem nicht so constant, wie die beiden erstgenannten Symptome, von denen die Veränderung der Pupillenweite wieder am häufigsten beobachtet wird. Einige Male wurde auf der entsprechenden Seite auch Abflachung der Wange beobachtet. Diese Erscheinungen sind durch eine Lähmung derjenigen sympathischen Fasern bedingt, welche, aus dem Centrum ciliospinale entspringend, durch die Rami communicantes zum Halssympathicus gehen, um in diesem und weiter im Geflecht der Carotis interna sich zum glatten M. orbitalis inf., der sich über die untere Augenhöhle ausspannt, zum M. palpebralis sup., der vom oberen Rande des Tarsus zum oberen Fornix conjunctivae zieht, und zum Dilator pupillae zu begeben — Muskeln, deren Lähmung eben die beschriebene Symptomentrias hervorbringt.

Hutchinson sprach zuerst die Ansicht aus, dass die oculopupillären Fasern durch die Rami communicantes zum Sympathicus gelangten. Theils durch klinische Beobachtungen über Lähmungen im Bereiche der unteren Wurzeln des Plexus brachialis, theils durch das Experiment ist diese Vermuthung bestätigt worden. Cl. Bernard fand, dass beim Durchschneiden der vorderen Wurzeln des ersten und zweiten Dorsalnerven Augensymptome auftreten. Unsere jetzigen genaueren Kenntnisse verdanken wir den Untersuchungen der Mlle. Klumpke. Dieselbe ermittelte beim Hunde, dass das Durchschneiden nur des achten Cervical- und besonders ersten Dorsalnerven im Niveau des Intervertebralloches die oculopupillären Phänomene in ihrer Reinheit, ohne begleitende vasomotorische Symptome hervorbringt.

Auch für den Menschen trifft diese Localisation zu, so dass also die oculopupillären Symptome für ein Befallensein des untersten Hals-, beziehungsweise obersten Dorsalsegments sprechen, also derjenigen Region, von welcher der sogenannte Unterarmtypus der Lähmung und die Anästhesie an der ulnaren Seite der Hand und des Arms abhängt.

Zweifellos liegen die oculopupillären Fasern auch beim Menschen vorzugsweise, wenn nicht ausschliesslich, in der ersten vorderen Dorsalwurzel, wie namentlich durch die von Oppenheim gelegentlich einer bezüglichen Operation in der v. Bergmann'schen Klinik ausgeführte elektrische Reizung der oberen Dorsalwurzeln sichergestellt ist. Bei Affection des Rückenmarks selbst treten die oculopupillären Symptome weniger constant auf, als bei echten Wurzellähmungen (Kraus), weil die betreffenden Fasern in letzterem Falle viel leichter in ihrer Gesamtheit betroffen werden, als in ihrem, mindestens zwei Segmenthöhen einnehmenden Ursprungsgebiete innerhalb des Rückenmarks.

Nicht immer besteht das Pupillenphänomen in der Lähmungsform, vielmehr kommt auch Mydriasis als Ausdruck der Reizung der oculopupillären Fasern vor, besonders bei Wirbelcaries.

Bestehen auch ausgeprägte vasomotorische Erscheinungen im Gesicht, so deutet dies darauf, dass der krankhafte Process ausgedehnter ist, speciell in der Richtung nach unten auf das Gebiet der oberen Dorsalwirbel (Cl. Bernard, Dastre und Morat).

Unsere Kenntnisse über die Vertheilung der vasodilatirenden und vasoconstringirenden Centren und Fasern in der Längsausdehnung des Rückenmarks beim Menschen sind noch nicht detaillirt und sicher genug, um die vasomotorischen Symptome — mit Ausnahme der oben erwähnten Verhältnisse — für die genauere Höhenlocalisation bis jetzt verwerthen zu können.

II. Localisation im Querschnitt.

Die Principien der Localisation in der transversalen Ausdehnung des Rückenmarks gehen unmittelbar aus den Thatsachen der physiologischen Bedeutung der einzelnen Querschnittstheile hervor (s.: »Physiologie«).

Die Läsion der Pyramidenbahn hat gleichseitige motorische Lähmung bis zum Niveau der Läsion zur Folge, mit Erhöhung der Sehnenreflexe und hypertotonischer Rigidität der gelähmten Musculatur, beziehungsweise spastischer Contractur.

Die Symptome der Läsion der Kleinhirn-Seitenstrangbahn sind noch nicht vollkommen festgestellt.

Die Unterbrechung der übrigen centripetal leitenden Fasern des Seitenstranges hat wie die Läsion des Hinterhorns (s. unten) eine Aufhebung der Schmerz- und Temperaturempfindung zur Folge.

Die Läsion des Hinterstranges setzt Sensibilitätsstörung, speciell im Bereiche des Drucksinns und des Muskelsinns, und als Folge der-

selben Ataxie. Da der Hinterstrang auch streckenweise Temperatursinnfasern führt, und es schliesslich doch die Fortsetzungen seiner Fasern in der grauen Substanz sind, welche Schmerzempfindung leiten, so müssen auch Temperatursinn- und Schmerzgefühlsstörungen bis zu einem gewissen Grade auftreten. Endlich, da die Collateralen seiner Fasern auch die Reflexe vermitteln, sind Reflexstörungen die natürliche Folge seiner Läsion.

Die Erkrankung des Vorderhorns hat schlaffe Lähmung und Atrophie der von der betreffenden Stelle als Kern versorgten Musculatur zur Folge. Im Gebiete derselben sind auch die Reflexe aufgehoben, da das Vorderhorn das eigentliche Reflexcentrum darstellt. Endlich treten auch vasomotorische Störungen auf, da das Vorderhorn, vielleicht auch die Stilling-Clarke'sche Säule (Gaskell) und das Hinterhorn Gefässnervencentren enthält. Die Symptome im Bereiche der Musculatur gestalten sich übrigens verschieden, je nachdem das Vorderhorn acut befallen wird, oder sich in ihm ein chronischer, langsam sich entwickelnder Process etablirt. In ersterem Falle nämlich überwiegt die Lähmung und erst secundär entwickelt sich die Atrophie; in letzterem Falle dagegen kommt es von vorneherein zur Atrophie und eine eigentliche Lähmung kann ganz ausbleiben. Nur bei der acuten Läsion kommt es auch zu deutlichen Erscheinungen von Entartungsreaction. Endlich führt die Vorderhornerkrankung zu fibrillären Zuckungen.

Beim Reizzustande der Ganglienzellen entsteht Tetanus, beziehungsweise Contractur und Reflexsteigerung.

Bei Erkrankung des Hinterhorns kommt es zu den charakteristischen Sensibilitätsstörungen: Aufhebung der Temperatur- und Schmerzempfindung.

Wahrscheinlich beruhen viele Schmerzen und speciell auch Neuralgien auf Reizzuständen der Hinterhornzellen; ferner beruhen die krankhaften Irradiationen der Empfindungen (Mitempfindungen) auf eben dieser Veränderung.

Ob Erythromelalgie, symmetrische Gangrän, trophische Störungen der Hinterhornläsion zukommen, ist noch zweifelhaft.

Dass die Erkrankung der hinteren Wurzeln, wenn es sich um Zerstörung handelt, Anästhesie, wenn Reizung vorliegt, Schmerz und Hyperästhesie, sowie reflectorische Zuckungen und Contracturen bedingen, bedarf nur kurz der Erwähnung. Die Reizzustände der hinteren Wurzeln (Meningitis, Compression durch Tumor, Caries etc., bei Tabes) spielen eine wichtige Rolle in der Symptomatologie (Wurzelsymptome); im Bereiche der dorsalen Wurzeln kommt es zu dem charakteristischen Gürtelgefühl, im Bereiche der lumbosacralen und cervicalen Wurzeln zu den in die Extremitäten ausstrahlenden lancinirenden Schmerzen.

Die hyperästhetische Zone durch Wurzelreizung ist für die Diagnose des Niveaus einer Läsion von Wichtigkeit (s. oben).

Die Läsion der vorderen Wurzeln macht schlaffe Lähmung mit nachfolgender Atrophie und Entartungsreaction, eventuell auch vasomotorische und in der Höhe des achten Cervical- und ersten Dorsalnerven oculopupilläre Symptome (s. oben). Durch entzündliche Reizung scheint es zu Contractur kommen zu können (Goldscheider; dieselbe beruht möglicherweise nur auf Reizung der Fasern der rückläufigen Sensibilität).



Fünftes Capitel.

Aetiologie.

Die in neuerer Zeit so lebhaft hervorgetretene ätiologische Richtung der Forschung ist auch den Rückenmarkskrankheiten gerecht geworden.

Die positive Ausbeute an gesicherten Thatsachen ist allerdings bis jetzt nicht sehr erheblich. Gerade die so aufklärend wirkende und fruchtbare Bacteriologie und Epidemiologie hat zu den spinalen Erkrankungen nur in mässigem Grade Beziehung; um so mehr jedoch haben wir die grosse Bedeutung der Intoxicationen, der Lues, der Heredität kennen gelernt. Nur wenig bis jetzt in Angriff genommen ist die Frage nach der Bedeutung der functionellen Anspannung für die Erkrankung (s. unten).

Ein besonders schwieriges und noch völlig dunkles Problem betrifft die Ursache des progressiven Charakters mancher spinaler Erkrankungen.

A. Disposition.

Was die Disposition für Rückenmarkserkrankungen betrifft, so kommen hier Einflüsse des Alters, Geschlechtes und der Vererbung in Betracht.

1. Alter. Wenn auch die meisten Rückenmarkskrankheiten im erwachsenen Alter vorkommen, so ist doch das Kindesalter keineswegs frei von Rückenmarksaffectionen. Schon im intrauterinen Leben kann durch Entwicklungshemmungen Anlass zu schweren Anomalien gegeben werden (Spina bifida, Hydromyelus, Agenesie des Rückenmarks oder gewisser Fasersysteme). Während der Geburt können Verletzungen oder Blutungen eintreten. Im frühen kindlichen Alter ist die tuberculöse Meningitis häufig, auch die eiterige kommt vor.

Syphilitische Erkrankungen des Rückenmarks kommen auf hereditärer Basis bei Kindern vor; auch Sklerosen (Tabes?) sind angegeben.

Ferner sind die so häufigen tuberculösen Wirbelerkrankungen zu nennen, welche zu Compressionslähmung führen können. Auch Rückenmarkstumoren (Gliome, Tuberkel) werden beobachtet.

Eine ganz eigenartige Disposition besitzt das Kindesalter für die acute Poliomyelitis anterior (spinale Kinderlähmung). Auch disseminirte Myelitis (Encephalomyelitis) kommt bei Kindern nicht selten vor, besonders im Anschlusse an Infectionskrankheiten. Die Entwicklung der multiplen Sklerose, welche nach Strümpell eine angeborene Disposition voraussetzt, beginnt, wie es scheint, nicht selten im Kindesalter.

Im erwachsenen Alter tritt die grosse Mehrzahl der für die Entstehung der Rückenmarkserkrankungen wichtigen Ursachen in Wirksamkeit: Trauma, Erkältung, Ueberanstrengung, Syphilis, Intoxication, Infection u. s. w. Hiemit hängt es zusammen, dass das reife Alter am meisten befallen wird; Tabes, Myelitis, spinale und bulbäre Muskelatrophie sehen wir in dieser Zeit sich entwickeln. Auch Tumoren finden wir meist im erwachsenen Alter.

Im höheren Alter entwickeln sich namentlich gewisse mit Arteriosklerose in Beziehung stehende atrophische Processe (siehe: »Pathologische Anatomie«), ferner Wirbelcarcinom als Metastase bei Magen-, Oesophagus-, Mamma- und Bronchialcarcinom.

2. Das Geschlecht hat keinen sehr hervorstechenden Einfluss auf die Erkrankung des Rückenmarks. Traumatische und Intoxicationserkrankungen sind beim männlichen Geschlecht in Folge des Einflusses der beruflichen Schädigungen natürlich häufiger als beim weiblichen. Auch von Tabes werden mehr Männer als Frauen befallen.

3. Hereditäre, beziehungsweise congenitale (familiäre) Anlage. Die congenitalen Anomalien sind bereits unter 1 erwähnt worden.

Es ist hier hinzuzufügen, dass gewisse angeborene Abnormitäten des Nervensystems sich darin äussern, dass eine Anlage zu späterer Entwicklung von Nerven-, beziehungsweise speciell Rückenmarkskrankheiten gegeben ist. Diese congenitale Disposition kann hereditär, d. h. durch gleiche oder ähnliche Abnormitäten in der Ascendenz bestimmt sein, ist es aber nicht immer. Hieher gehört die Entwicklungsstörung des Centralcanals, welche zum späteren Entstehen der Syringomyelie Anlass gibt. Ferner diejenige, in ihrem Wesen noch nicht näher bekannte Constitutionanomalie, welche die »neuropathische Disposition« darstellt. Vielleicht bestehen bei derselben wirkliche anatomische Alterationen feinerer Art, wie denn auch gelegentlich durch äusserlich nachweisbare begleitende Organveränderungen (Degenerationszeichen) die perverse Anlage sich kundthut.

Diese neuropathische Belastung zeigt bezüglich der bei den einzelnen Individuen auftretenden Erkrankungen eine erhebliche Polymorphie. Es ist hier an das Auftreten von verschiedenartigen Neurosen und Neuropsychosen (Epilepsie, Hysterie u. s. w.) im Zusammenhang mit Psychosen, Alkoholismus, Moral insanity zu erinnern. Tabes, progressive Paralyse, vielleicht gewisse diffuse Erkrankungen des Rückenmarks scheinen unter dem Einfluss einer solchen neuropathischen Disposition aufzutreten.

In neuerer Zeit gehen manche Autoren in ihren Anschauungen über die Bedingungen der hereditären Disposition so weit, dass sie auch für gewisse erworbene Krankheiten annehmen, dass sie eine hereditäre Disposition für gleichartige Erkrankungen zurücklassen; so sollen die Descendenten von Leuten, welche an Metalllähmungen gelitten haben, für die Acquisition der gleichen Intoxication besonders disponirt sein. Auch der Heredität der Lues wird als Ursache erst später auftretender Krankheiten jetzt ein weites Feld eingeräumt.

Nicht ganz identisch mit der congenitalen, beziehungsweise hereditären Disposition sind die Fälle, bei denen es sich um die Vererbung oder das familiäre Auftreten ganz bestimmter Krankheitstypen handelt (s. unten).

4. **Erworbene Disposition.** Die Disposition zu Rückenmarkserkrankungen kann auch erworben werden. So wird durch schlechte Ernährung, Excesse, Ueberanstrengung, Alkoholismus, Syphilis u. s. w. zweifellos die Widerstandskraft des Nervensystems geschwächt, so dass dasselbe nun leichter von krankmachenden Einflüssen afficirt wird; dies gilt auch für das Rückenmark.

In der neueren Zeit ist mehrfach die Annahme ausgesprochen worden, dass die schädliche Einwirkung eines Giftes auf das Rückenmark oder überhaupt Nervensystem eine Steigerung erfahre, beziehungsweise unter Umständen überhaupt erst sich geltend mache, nachdem bereits ein anderer Giftstoff sozusagen den Boden vorbereitet habe. So sollen Alkoholiker leichter als Andere Bleilähmung bekommen u. s. w.

B. Specielle Krankheitsursachen.

1. **Trauma.** Trotz seiner geschützten Lage wird das Rückenmark doch nicht allzu selten von Verletzungen betroffen. Meist handelt es sich dabei gleichzeitig um Verletzungen der Wirbel selbst. So bei den Beschädigungen durch Schuss und durch Quetschung. Bei letzterer kann es zu einer vollständigen winkelligen Abknickung der Wirbelsäule kommen. Stichwunden können durch die Intervertebrallöcher oder Bandscheiben in das Rückenmark eindringen.

Bei Contusionen des Rückens, Nackens, Kreuzes u. s. w. kann es einerseits zur sogenannten *Commotio spinalis*, andererseits zu wirklichen Quetschungen der Rückenmarkssubstanz, Blutungen in und um das Rückenmark (*Hämatomyelie*, *Hämatorhachis*) kommen.

Schmaus fand bei Kaninchen, bei welchen er experimentell Rückenmarkserschütterung herbeigeführt hatte, feinkörnige Degeneration der Ganglienzellen, Quellungen und Zerfall der Achsencylinder, beziehungsweise Marksheiden, gelegentlich Erweichungsherde. Nach diesem Forscher handelt es sich dabei um eine directe traumatische Nekrose des Achsencylinders, auf molecularer Veränderung, nicht etwa auf Zerreißung beruhend. Aehnliche Befunde erhob Kirchgässer, welcher die Versuche wiederholte. Auch beim Menschen sind als Folgezustände nach *Commotio spinalis* einestheils Erweichungsherde und Höhlenbildungen, andernteils Strangdegenerationen beobachtet worden, und die Auffassung, dass es sich hiebei um directe traumatische Nekrosen handelt, welche entweder blos zu einer Degeneration gewisser Neuronbündel oder zu einer Erweichung mit secundären interstitiellen Veränderungen führen, dürfte viel für sich haben.

In der Mehrzahl der Fälle, wo nach Contusionen der Wirbelsäule Lähmungen und andere Rückenmarkssymptome auftreten, dürfte es sich nicht um blosse traumatische moleculare Nekrose, sondern um Blutungen und gröbere Substanzverletzungen des Rückenmarks handeln; in diesen Fällen ist, wie es scheint, meistens eine gleichzeitige Wirbelverletzung vorhanden; die ohne solche auftretenden Rückenmarksblutungen entstehen vielleicht vielfach durch Zerrung des Rückenmarks (*Stolper*).

Auch Körperanstrengung ungewöhnlicher Art, namentlich Heben einer schweren Last, kann zu Blutungen in die Rückenmarkshäute Anlass geben. Hervorzuheben sind die Blutungen um und in das Rückenmark bei schweren Entbindungen (*Wendungen*, *Extractionen*).

Die traumatischen Blutungen in die Substanz des Rückenmarks können so stark sein, dass sie zu einer Höhlenbildung führen, besonders in der centralen Rückenmarkssubstanz (*centrale Hämatomyelie*) und namentlich im unteren Theile des Halsmarks beobachtet. Durch diese Localisation können syringomyelieähnliche Symptome erzeugt werden (*Minor*). Ob echte Syringomyelie durch Trauma entstehen kann, muss bezweifelt werden; jedenfalls ist ein einwandfreier Beweis noch nicht geliefert.

Bemerkenswerth ist, dass bei einer Rückenmarkscontusion noch weit entfernt vom Hauptherd der traumatischen Beschädigung sich histologisch nachweisbare Ganglienzellen- und Wurzelerkrankungen finden können (*Hartmann*), zugleich ein weiterer Beweis für das Vorkommen traumatischer Erschütterungs-Nekrose.

Erb hat interessante Fälle von *Poliomyelitis anterior chron.*, beziehungsweise progressiver Muskelatrophie nach Erschütterung und Zerrung

mitgetheilt. Der eine dieser Fälle betraf sogar nur eine Zerrung der Arme und Schultern ohne directe Betheiligung der Wirbelsäule. Auch von anderen Autoren sind derartige Fälle beobachtet worden. Amyotrophische Lateralsklerose nach Trauma sah M. Laehr.

Ob sich echte Syringomyelie an peripherische Verletzungen anschliessen kann (Eulenburg), erscheint zweifelhaft.

Die Frage, ob eine traumatische Neuritis aufsteigen und zu secundärer Erkrankung des Rückenmarks führen könne, bedarf noch der weiteren Erforschung; neuerdings ist diese Möglichkeit durch eine Beobachtung von Marinesco wieder neu begründet worden.

Eine in ihrem Wesen ganz andere Möglichkeit der Betheiligung des Rückenmarks an traumatischen peripherischen Nervenerkrankungen eröffnet sich durch die Thatsache der sogenannten retrograden Degeneration (s.: »Pathologische Anatomie«).

Ueber die Beziehung der disseminirten Myelitis und speciell der multiplen Sklerose zum Trauma gehen die Ansichten noch sehr auseinander; immerhin kommt letzteres für manche, allerdings wohl seltene Fälle von multipler Sklerose sicherlich in Betracht, wie wir mit Mendel annehmen. Als unsicher ist die Gliombildung nach Trauma zu bezeichnen.

Unzweifelhaft aber vermag sowohl Trauma wie acute Ueberanstrengung bei der Entwicklung der Tabes mitzuwirken; ob als auslösende Ursache, steht noch dahin; sicherlich aber verschlimmernd, beschleunigend, beziehungsweise die schlummernde Krankheit manifestirend.

Durch Contusionen und Verletzungen der Wirbel können unzweifelhaft chronische, entzündliche, adhäsive Processe in den Rückenmarkshäuten ausgelöst werden (Schmaus, Hartmann). Auch für die Entstehung der tuberculösen Meningitis spinalis darf in Analogie zur Meningitis tuberculosa durch Kopfverletzungen das Rückentrauma herangezogen werden, ebenso wie es gesichert erscheint, dass Wirbeltuberculose im Anschluss an Trauma sich entwickeln kann. Die chronische Ankylose der Wirbelsäule ist gleichfalls von traumatischen Einflüssen nicht unabhängig.

2. Infection. Gewisse Erkrankungen des Rückenmarks sind direct durch Infection bedingt; andere treten secundär nach acuten Infectionskrankheiten auf. a) Zu den ersteren gehören die eiterige Cerebrospinalmeningitis (Myelomeningitis), welche auf Infection mit *Diplococcus lanceolatus* oder Streptococcen beruht; der Tetanus, die tuberculösen und syphilitischen Erkrankungen des Rückenmarks, der Rückenmarkshäute und der Wirbel mit secundärer Betheiligung des Rückenmarks. b) Die Kenntniss von den nach acuten Infectionskrankheiten auf-

tretenden Rückenmarkserkrankungen wurde begründet durch Ebstein's und Westphal's Beobachtungen über disseminirte Myelitis nach Pocken und Typhus; weiterhin wurde dieselbe nach Erysipel (v. Leyden), Dysenterie, Lyssa, Influenza, Diphtheritis (Henschen), ferner als anscheinend primäre Localisation einer eigenartigen Affection von infectiösem Charakter gesehen (Küssner und Brosin, Achard und Guinon u. A.). Auch die chronische Form der disseminirten Myelitis (multiple Sklerose) schliesst sich in einer Reihe von Fällen an Infektionskrankheiten (Keuchhusten, Masern) an. Die spinale Kinderlähmung ist wahrscheinlich stets die Folge einer Infection. Hier ist die Myelitis nach Malaria, sowie die gonorrhoeische Myelomeningitis (v. Leyden) anzureihen.

Auch experimentell hat man durch Bakterieninfection Rückenmarkserkrankung erzeugen können: Roger hat mittelst Streptococcen, Gilbert und Lyon mittelst *Bacterium coli comm.* Muskelatrophie und Degeneration der Vorderhornanglienzellen erzeugt; Bourges mittelst Erysipelcoccen eine acute Myelitis, Vincent mittelst Typhusbacillen in Verbindung mit einer anderen Bacillenart Poliomyelitis ant. und Lähmung in aufsteigendem Verlauf produciren können. Eine Reihe von anderen Autoren hat diese Ergebnisse bestätigen können. Bezüglich der etwaigen Bakterienbefunde bei Myelitis des Menschen ist an die durch Hömön sowie Hoche gemachte Beobachtung zu erinnern, dass in das Rückenmark gelangte Bakterien schon am neunten bis zehnten Tage nicht mehr aufzufinden sind, obwohl die von ihnen hervorgerufenen myelitischen Veränderungen noch bestehen.

Ob die Degenerationen des Rückenmarks, welche bei pernicioser Anämie (Lichtheim, Minnich), Addison'scher Krankheit, Carcinose, Diabetes, Tuberculose beobachtet sind, auf Rechnung der Kachexie oder einer Auto-Intoxication kommen, ist zur Zeit noch nicht klar gestellt.

3. Intoxication. Giftstoffe verschiedenster Art stellen zweifellos eine sehr häufige Ursache von Rückenmarkserkrankungen dar. Ein classisches Beispiel ist die Wirkung des Strychnins, welches eine besondere Affinität gerade zum Rückenmark besitzt. Eine ähnliche Wirkung besitzt das Toxin der Tetanusbacillen. Die metallischen Gifte scheinen vorwiegend auf das peripherische Nervensystem, aber doch auch auf das Rückenmark selbst schädlich zu wirken (Blei, Arsen, Phosphor, Zink, Zinn u. s. w.). Unzweifelhaft ist der schädigende Einfluss des *Secale cornutum* (Ergotintabes), des Alkohols, des der Pellagra zu Grunde liegenden Giftes. Nach Kohlenoxydvergiftung ist disseminirte Myelitis beobachtet worden. Zu den Intoxicationserkrankungen des Nervensystems darf man auch die Landry'sche Paralyse rechnen.

Dass das Blei gelegentlich eine ausgesprochene Poliomyelitis anterior hervorrufen kann, ist durch sichere Fälle bewiesen. Ebenso das Arsen.

Bei Thieren hat Stieglitz künstlich durch Einathmen von Bleistaub Lähmung und die der Poliomyelitis anterior entsprechenden Veränderungen erzeugen können.

In neuerer Zeit ist namentlich durch Oppenheim, die Aufmerksamkeit darauf gelenkt worden, dass Personen, welche im Gewerbebetriebe mit metallischen Giften zu thun haben, besonders häufig an disseminirter Myelitis (multipler Sklerose) erkranken (Maler, Schriftsetzer, Gürtler, Graveure, Steindrucker, Kupferschmiede, Zinngiesser u. s. w.).

Von grossem Interesse ist endlich die durch Schlockow bekannt gewordene, vermuthlich spinale Erkrankung der Arbeiter in Zinkhütten, welche eine gewisse Aehnlichkeit mit multipler Sklerose zeigt.

4. Erkältung. Die Bedeutung der Erkältung für die Entstehung von Rückenmarkserkrankungen kann nicht wohl in Abrede gestellt werden. Manche Fälle von Myelitis schliessen sich unmittelbar an Erkältungen, namentlich starke Abkühlungen der Füsse, an. Auch die ersten Erscheinungen der Tabes können nach Erkältung auftreten. Feinberg und neuerdings Hochhaus haben experimentell nachgewiesen, dass sich durch starke Abkühlung des Rückenmarks Myelitis erzeugen lässt. Die sogenannte Refrigerationslähmung ist meist neuritischer Natur.

Wie die Abkühlung der Körperoberfläche auf das Rückenmark wirkt, ist noch ganz unbekannt. Es ist nicht anzunehmen, dass das Rückenmark selbst direct abgekühlt wird; eher würde man an Circulationsstörungen in demselben zu denken haben. Auch die Vermuthung, dass es sich um einen Reflex von Seiten der sensiblen Hautnerven auf das Rückenmark handle, ist aufgestellt worden. Möglicherweise bilden sich bei der Erkältung durch die Veränderung der Drüsenthätigkeit der Haut Toxine, welche auf das Rückenmark wirken.

5. Anstrengung. Starke Anstrengung der Muskeln scheint bei der Entwicklung der spinalen Muskelatrophie eine, wenn auch vielleicht nur accessorische, ätiologische Bedingung abzugeben. Im Verein mit Erkältungen, Durchnässungen u. s. w. kann starke Anstrengung des ganzen Körpers zu Tabes, beziehungsweise acuter Verschlimmerung derselben, und Myelitis führen (im Feldzuge nach anstrengenden Märschen mit Bivouaks beobachtet; ferner nach anstrengendem Reiten, Radeln, Bergsteigen u. s. w.). Heben schwerer Lasten kann zu Blutungen um oder in das Rückenmark führen.

In neuerer Zeit hat Edinger, wie übrigens vorher schon in ähnlicher Weise O. Rosenbach, die Aufmerksamkeit auf die Frage hingelenkt, inwieweit das Nervensystem durch die mit der Function verbundene Abnützung zu erkranken vermöge. Die Thätigkeitsleistung

wird eine Schädigung des »Neurons« dann herbeiführen, wenn dem mit der Function verbundenen Verbrauch kein genügender Ersatz entspricht und, wie Edinger meint, wird diese Schädigung schliesslich bis zur Atrophie gehen können. Es ergeben sich aus dieser Betrachtung zwei Reihen von schädigenden Momenten: Die eine umfasst jene Bedingungen, welche den Ersatz ungenügend machen, die andere bezieht sich auf das Uebermass von functionellen Anforderungen. Es ist wahrscheinlich, dass diese Umstände als Hilfsmomente bei der Entwicklung nervöser Erkrankungen eine Rolle spielen und speciell für die Localisation einiger pathologischer Processe von Bedeutung sind (z. B. Beschäftigungslähmungen).

Auch die Art des Fortschreitens chronischer degenerativer Erkrankungen, namentlich der Tabes, plötzliche schubweise Verschlimmerungen derselben, Localisation einzelner Symptome u. s. w. hat sicherlich zu dem Masse functioneller Leistungen enge Beziehung. Schonung hält die Degeneration auf, Uebermass von Reiz und Leistung beschleunigt sie. Die Beachtung dieser Umstände ist sowohl für das Verständniss der Pathogenese wie auch für die Therapie wichtig und fruchtbar.

Edinger hat im Verein mit Helbing seine Theorie auch experimentell zu begründen versucht. Er machte Ratten durch Pyroding anämisch und liess sie lange schwer arbeiten; es fand sich, dass auf diese Weise bei denselben eine Degeneration der hinteren Wurzeln und Hinterstränge neben leichtesten Veränderungen in anderen Theilen des Rückenmarks entstand. Selbst ohne Pyroding-Anwendung konnte dies Ergebniss erzielt werden, während Pyroding ohne Arbeitsleistung so gut wie keine Alterationen erzeugte.

Vielleicht erklären diese Gesichtspunkte auch das Manifestwerden und Fortschreiten gewisser congenitaler Anomalien und Krankheitsanlagen in späterer Lebenszeit (Pubertät) durch die nunmehr gesteigerten functionellen Anforderungen.

6. Erkrankungen der Wirbel, der Rückenmarkshäute oder benachbarter Organe können durch Fortleitung des Processes oder Druckwirkung das Rückenmark schädigen. So geschieht es z. B. bei Spondylitis, Pachymeningitis, bei Tumoren, Aortenaneurysma u. s. w., ferner bei den Verletzungen der Wirbel.

7. Erkrankungen des Urogenitalsystems können zu Rückenmarksaffectionen, speciell Myelitis, führen. Diese früher als Reflexlähmungen aufgefassten Zustände sind wahrscheinlich durch Neuritis ascendens bedingt. Eine besonders interessante Stellung nimmt hier die gonorrhoeische Myelitis (v. Leyden) ein.

8. Das Rückenmark wird nicht selten zusammen mit dem Gehirn ergriffen, so bei der Cerebrospinalmeningitis, der multiplen Sklerose, Syphilis, progressiven Paralyse.

Secundär vom Gehirn aus wird das Rückenmark bei der absteigenden Degeneration betheiligt. Gewisse bei Hirntumoren eintretende Rückenmarksveränderungen sind früher im Capitel III erwähnt worden. Die beim Hydrocephalus sich in den spinalen Duralsack verbreitende Flüssigkeit scheint das Rückenmark nicht zu schädigen. Dass ein im extracerebralen Leben, namentlich im erwachsenen Zustande, erworbener Hydrocephalus int. zur Erweiterung des Centralcanals (Hydromyelia, Syringomyelia) führen könnte, ist nicht anzunehmen.

9. Auch die Erkrankung des Circulationsapparates kann Rückenmarkserkrankungen mit sich führen. Die Arteriosklerose setzt unter Umständen diffuse Degenerationen der weissen Substanz (vgl. Capitel III). Ferner können bei Herzfehlern Embolien des Rückenmarks vorkommen, freilich äusserst seltene Ereignisse.

10. Sexuelle Excesse. Der Einfluss der sexuellen Excesse auf die Erzeugung von Rückenmarkserkrankungen ist früher überschätzt worden; jedoch sprechen sowohl klinische Erfahrungen wie auch die unter Nr. 5 hervorgehobenen Gesichtspunkte dafür, dass die sexuelle Ueberanstrengung keineswegs gleichgültig ist, vielmehr bei der Entwicklung und dem Fortschreiten der Tabes gleichfalls in Betracht kommt.

Da Gehirn-Apoplexien nach Coitus beobachtet sind, dürfte auch die Möglichkeit des Entstehens von spinalen Blutungen nicht von der Hand zu weisen sein.

11. Psychische Ursachen. Hieher gehört die Schrecklähmung. Es liegen einige Fälle vor, bei denen sich in Folge von Schreck eine wirkliche Myelitis (v. Leyden, Kohts, Brieger), nicht blos eine funktionelle Lähmung entwickelt hat.

12. Heredität. Die neuere Zeit hat uns ausser den früher bereits bekannten immer mehr Erkrankungen des Nervensystems auf hereditärer, beziehungsweise familiärer Basis kennen gelehrt: so auf dem Gebiete der erblichen Muskelatrophie die »progressive neurotische Muskelatrophie« (Hoffmann), Bernhardt's »hereditäre Form der progressiven spinalen mit Bulbärparalyse complicirten Muskelatrophie«, die »chronische spinale Muskelatrophie im Kindesalter« (Hoffmann). Hier ist auch die hereditäre Chorea (Huntington'sche Krankheit) mit anzuführen. Es sind ferner verschiedene andere Krankheitsbilder, zum Theil von complicirter Art, in hereditärem oder familiärem Auftreten beobachtet worden: bei der einen Familiengruppe handelte es sich um das Bild der spastischen Spinalparalyse, bei einer anderen um ein der amyotrophischen Lateral-

sklerose nahestehendes, bei anderen um schwer zu deutende Combinationen von Coordinationsstörungen mit motorischer Schwäche, beziehungsweise Rigidität, Sprachstörungen, Nystagmus, Opticusatrophie u. A. m. Ob eine erbliche, beziehungsweise congenitale Anlage zur Tabes und zur multiplen Sklerose vorkommt, ist noch strittig.

Es ist anzunehmen, dass wir noch mehr Arten von erblicher Erkrankung des Nervensystems kennen lernen werden. Aber schon jetzt ist die Mannigfaltigkeit, in welcher eine hereditäre pathologische Anlage des Nervensystems sich äussern kann, erstaunlich.

Jedenfalls kommt der Erbllichkeit, beziehungsweise congenitalen Anlage eine hohe Bedeutung für die Entstehung und Entwicklung der verschiedensten Nervenkrankheiten zu.



Sechstes Capitel.

Allgemeine Therapie der Rückenmarks- krankheiten.

I. Medicamentöse Therapie.

a) *Specifiche Therapie.* Unter den Medicamenten sind einige, welche als Specifica bei syphilitischen Rückenmarksaffectionen in Anwendung kommen: Quecksilber, Jod. Letzteres findet aber auch ausserdem eine allgemeinere Verwendung bei den verschiedenartigsten, namentlich chronischen Rückenmarksaffectionen. Neuerdings hat sich namentlich das Jodipin per os und in Injectionen eine gewisse Beliebtheit erworben.

Dem Arsen wird eine besondere Einwirkung auf die Chorea nachgerühmt. Das Argentum nitricum, welchem eine besondere Wirkung auf das Nervensystem zugeschrieben wird (besonders für Tabes), hat sich immer noch in der ärztlichen Praxis erhalten; über die neueren Silberpräparate (Argent. colloid. etc.) liegen noch wenig Erfahrungen vor. Auro-Natrium chloratum und Phosphor sind ziemlich verlassen, jedoch wird zur Zeit die Glycerinphosphorsäure-Behandlung namentlich bei Neurasthenie vielfach empfohlen.

Der »physiologischen« Therapie entstammen Ergotin, welches die Gefässe des Rückenmarks zur Contraction bringen soll, daher bei Rückenmarkscongestion, frischer Myelitis empfohlen wird, und Belladonna, welches die Gefässe erweitern soll.

Mittel, welche die Erregbarkeit des Rückenmarks, wie sie sich in der Reflexthätigkeit ausspricht, steigern, sind die aus der Brechnuss hergestellten Alkaloide Strychnin und Brucin, sowie die Opiumalkaloide Thebain, Laudanin.

Zur therapeutischen Verwendung gelangt von diesen fast ausschliesslich das Strychnin, beziehungsweise das Extractum strychni

(spir.). Das Strychnin wirkt, wie es scheint, vorwiegend auf die Ganglienzellen, besonders auf die motorischen; aber auch eine verschärfende Einwirkung auf die sensiblen Nerven und Sinnesfunctionen (Gesichts-, Geruchs-, Tastsinn) ist vorhanden, welche wahrscheinlich mittelst einer Erregbarkeitssteigerung der sensiblen Ganglienzellen zu Stande kommt. Das Strychnin — bei uns ist meist das salpetersaure Salz gebräuchlich, in Frankreich und England auch das schwefel-, beziehungsweise salzsaure Salz — wird bei Lähmungen und Anästhesien verwendet, sowohl spinalen, wie peripherischen, wie cerebralen. Eine Besserung motorischer und sensibler Functionsherabsetzung ist nicht selten zu beobachten, namentlich Steigerung der Reflexthätigkeit (Blasenschwäche), während anatomische Läsionen nicht beeinflusst werden. Das Mittel ist demnach als Unterstützung für die gymnastische, elektrische und Compensationstherapie nicht ohne Werth. Bei spastischen Lähmungen ist es nicht indicirt. Zuweilen treten beim Strychningebrauch Schmerzen, unangenehme Parästhesien, Reizerscheinungen von Seiten der höheren Sinnesnerven (Ohrensausen u. s. w.), nervöse Unruhe, auch Muskelzuckungen auf. Bestehende Schmerzen werden, wie es scheint, manchmal durch Strychnin gesteigert. Man gibt Strychnin. nitr. innerlich zu 0·003—0·005 pro Dosi zweimal täglich; subcutan 0·0005.

Einen sedativen Einfluss auf das Rückenmark hat das Physostigmin (oder Eserin, Alkaloid der Calabarbohne). Auf Grund der Beobachtung, dass dasselbe bei Thieren hauptsächlich spinale Lähmung, und zwar zunächst motorische, weiterhin auch sensible und Lähmung der Reflexaction bewirkt, hat man das Mittel für Tetanus und für spastische Contracturen in Anwendung gezogen. Der Erfolg entspricht jedoch nicht den theoretischen Erwartungen.

b) *Tonica und Sedativa.* Als allgemein tonisirende Mittel kommen Eisen, China, Arsen zur Anwendung. Sedative Wirkung auf das gesammte Nervensystem besitzen: Opium, Morphinum, Brom, Hyoscin, Atropin, Cannabis, Chloralhydrat, Cocain u. a. m. Ausserdem wird eine sehr ausgedehnte Anwendung von den zahlreichen antineuralgischen Mitteln gemacht: Antipyrin, Antifebrin, Phenacetin, Phenocollum, Exalgin, Lactophenin, Aspirin, Methylenblau u. s. w.

c) Die äusserliche Application von Medicamenten ist sehr vielfältig im Gebrauch: zum Theil in der Absicht, Stoffe zur Resorption und in den Kreislauf zu bringen, so bei der Schmiercur, zum Theil um Hautreize zu erzeugen, wie Jodtinctur, Einreibungen von reizenden spirituösen Mischungen (Spir. sinapis., formic., Angelicae comp., Kampher etc.) oder um local beruhigend zu wirken (Chloroformliniment, Ol. hyoscyami etc.). Hier ist auch die subcutane Application von Medicamenten anzureihen.

II. Hydro- und Balneotherapie.

Die Bäderbehandlung hat ausser bei den Neurosen auch bei den chronischen Rückenmarkserkrankungen ihre Domäne. Schon von Alters her erfreuen sich die warmen Bäder eines grossen Rufes. Und zwar einmal die indifferenten warmen Bäder, welche ebensowohl in Form einfacher häuslicher Wannenbäder in Anwendung kommen, wie auch in den bekannten Curorten Teplitz, Wildbad, Ragaz, Gastein, Johannisbad u. A. von einer grossen Zahl von Rückenmarkskranken aufgesucht werden; ferner stehen salzhaltige Bäder (Kochsalz, Seesalz, Stassfurter Salz u. s. w.), sowie die natürlichen Solbäder, vor Allem die kohlenensäurehaltigen Solquellen (Oeynhausen, Nauheim, Kissingen, Homburg u. s. w.) in Ansehen.

Weiter sind die Schwefelbäder zu nennen, künstlich mit Kali sulph., oder in Aachen, Nenndorf u. A. Es ist fraglich, ob der Schwefelgehalt wirklich eine Einwirkung hat, ob es sich nicht vielmehr nur um die Wirksamkeit des warmen Wassers handelt.

Auch dem Eisengehalte der Bäder (Franzensbad, Cudowa, Schwalbach u. A.) dürfte eine besondere Einwirkung auf das Rückenmark kaum zukommen. Besonders in Aufnahme sind Eisen-Moorbäder, deren Wirkung im Wesentlichen ihrer Wärme und Consistenz zuzuschreiben ist und bei Rückenmarkskranken hauptsächlich eine calmirende ist.

In neuerer Zeit sind die künstlichen kohlenensäure-, beziehungsweise kohlen-sauren Solbäder, wie für Neurosen, so auch für Rückenmarkskranke beliebt.

Eine umfangreiche Verwendung verdienen die prolongirten warmen Bäder mit gleichzeitigen Bewegungsübungen (kinetotherapeutische Bäder nach v. Leyden und Goldscheider, vgl. unten) bei spinalen Lähmungen sowohl wie auch bei Tabes.

Die eigentlichen hydrotherapeutischen Proceduren kommen bei Rückenmarkserkrankungen sehr vielfach und in allen ihren Abarten, kalten und warmen Douchen, Uebergiessungen, Abreibungen, Umschlägen, Einpackungen u. s. w., in Anwendung. Es ist kein Zweifel, dass diese Proceduren in vielen Fällen Nützlichendes leisten. Sie äussern vielfach eine allgemein und local erfrischende Wirkung, entfalten theils anregende, theils herabsetzende, calmirende Einflüsse. Die Wahl der hydriatischen Procedur hat sich nach den allgemeinen Grundsätzen der Hydrotherapie zu richten. Wo abnorme Reizzustände bestehen (Parästhesien, Schmerzen, reflectorische Zuckungen, Hypertonie), werden die warmen beruhigenden Applicationen platzgreifen; bei Anästhesien, Atonie u. s. w. die erregenden Wasseranwendungen (Douchen, Güsse, erregende Umschläge u. s. w.). Unter Umständen können die letzteren durch Hemmungswirkung sich

gleichfalls bei Erregungszuständen bewähren. Bezüglich der physiologischen Wirkungen, näheren Indicationen und der Technik vgl.: Handbuch der physikalischen Therapie.

Römisch-irische, beziehungsweise russische Bäder kommen besonders für chronisch-syphilitische und neuritische Affectionen in Betracht.

So empfehlenswerth und gebräuchlich die Bädereuren sind, so ist doch vor einer schematischen Anwendung zu warnen. Eingreifende Kälte- wie Wärme-Proceduren können bei Rückenmarkskranken Schaden anrichten. Da die unmittelbar heilende Einwirkung der hydriatischen, beziehungsweise balneologischen Behandlung auf den Process im Rückenmark jedenfalls für viele Fälle unsicher ist, so soll man auch mit der Gefahr der Verschlimmerung rechnen und im Allgemeinen milde Eingriffe, welche lange Zeit ertragen werden können, bevorzugen. Besonders im Anfang richte man sich bezüglich der Fortsetzung der Cur und der weiteren Anordnungen nach dem Effecte des eingeschlagenen Verfahrens. In manchen Schriften findet man den Versuch, durch rein theoretisirende Ideen von Veränderung der Blutcirculation, Erzeugung von Hyperämien und Anämien im Innern des Rückenmarks in scheinbar exacter Weise den hydriatischen Heilplan zu begründen. Die Erfahrung wird jedoch auch auf diesem Gebiete immer das letzte Wort zu sprechen haben.

Bei stärkerer Herabsetzung der spinalen Functionen, z. B. Anästhesien, sexueller Asthenie u. s. w. wird man, unter Berücksichtigung des Allgemeinzustandes, zu stärker erregenden Proceduren greifen, heissen und kalten Applicationen, Douchen, Sitzbädern u. s. w.

Zuweilen ist man auf den »Versuch« angewiesen. Rückenmarkskranke, auf welche die gasreichen Thermalsolen zu stark reizend einwirken, welche z. B. Schmerzen bekommen u. s. w., befinden sich oft im indifferenten Bade besser.

Die Seebäder passen seltener für Rückenmarkskranke. Ihre hauptsächlichste Wirkung besteht in der kräftigen Irritirung des Nervensystems, der Anregung des Stoffwechsels, der Muskelübung und dem aus ihr erwachsenden Kraftgefühl, der allgemein kräftigenden Einwirkung der Luft und der Aufenthaltsbedingungen. Für ein organisch erkranktes Nervensystem wirkt das Seebad zu irritirend: auch können bei erheblicherer Beeinträchtigung der spinalen Functionen (Lähmung etc.) die Vortheile des Seebades gar nicht ausgenützt werden. Bei frischen Fällen von Tabes kann der Gebrauch der Seebäder Nutzen bringen. Jedenfalls aber ist grosse Vorsicht von Nöthen; eventuell ist nur der Aufenthalt an der See oder der Gebrauch von Seewasserwaschungen, Wannensitzbädern zu rathen.

Die Wahl des Badeortes selbst, innerhalb der Kategorie gleichartiger Bäder, richtet sich nach persönlichen und äusseren Verhältnissen, Jahreszeit, Entfernung u. s. w. Es ist unmöglich, für jeden Badeort bestimmte Indicationen aufzustellen. Der persönlichen Erfahrung fällt in dieser Beziehung eine massgebende Rolle zu.

Ueberhaupt sind für die Balneotherapie der spinalen Erkrankungen feste Normen schwer aufzustellen; es kommt gerade auf diesem Gebiete viel mehr auf den ärztlichen Tact und die Erfahrung des Einzelnen an.

III. Mechanotherapie.

a) Massage. Die Heileffecte der Massage sind bei den Erkrankungen des Rückenmarks sicherlich mehr als zweifelhaft. Sie wird sowohl allgemein wie local angewendet, zur Milderung von Contracturen, von Schmerzen, bei Muskelatrophie, Obstipation, Blasenschwäche u. s. w. Bei den Lähmungen, sowohl den atrophischen wie den spastischen, muss die Massage mit passiver, beziehungsweise auch activer Gymnastik verbunden werden. Sie bezweckt, der Muskelatrophie vorzubeugen oder ihren Fortschritt zu verlangsamen, spastische Muskeln zu erweichen, Contracturen zu mobilisiren, Gelenksteifigkeit entgegenzuarbeiten und sollte, wenn auch ihre Wirkungen nicht immer sehr merkliche sind, doch nie neben anderweitigen Massnahmen versäumt werden. Am wirksamsten dürfte sie bei Muskelatonie, z. B. der tabischen sein. Dass die Massage bei spinalen Schmerzen und Parästhesien, wie z. B. denjenigen der Tabiker, oft sehr nützlich ist, steht ausser allem Zweifel. Auch die Thermomassage (Goldscheider) bewährt sich für diesen Zweck. Als besondere Modification der Massage verdient die Douche-Massage (Aix les Bains) Erwähnung. Die Behandlung der Obstipation durch Massage ist nicht selten von ausgezeichneter Wirkung; gerade für die Bauchmassage gilt es übrigens, dass sie richtig und von erfahrener Hand ausgeführt werden muss. In einzelnen Fällen von spinaler Obstruction bewährt sich die Vibration des Unterleibes. Auch bei den tabischen Hyperästhesien und Anästhesien verdient die Vibration versucht zu werden.

b) Gymnastik. Die gymnastische Behandlung, deren Resultate bei richtiger Anwendung jedenfalls erheblich bedeutendere sind als die der Massage, kommt für drei Indicationen in Anwendung:

1. Es handelt sich darum, gelähmt gewesene oder paretische, beziehungsweise atrophische, aber noch für den Willensimpuls zugängliche Muskeln zu kräftigen und zu üben. Demnach bilden das Anwendungsgebiet die Kinderlähmung, die leichteren Fälle von Myelitis und multipler

Sklerose, die Rückstände nach spinalen Blutungen, Spinalmeningitis etc., während bei vollständigen Lähmungen und fortschreitenden Atrophien die Gymnastik nur wenig leisten kann.

Die Uebung der Muskeln muss je nach dem vorliegenden Falle individualisirt, der afficirten Muskelgruppe speciell angepasst werden. Die Bewegungen sind theils passive, theils active, theils frei, theils mit Widerstand.

Die passiven Bewegungen, welche theils dazu dienen, um Contracturen vorzubeugen, theils um den Willensimpuls zu bahnen und so die active Bewegung vorzubereiten und zu erleichtern, werden hauptsächlich durch eine zweite Person, geschickt, sanft und langsam, vorgenommen, unter Umständen aber auch durch den Kranken selbst, indem derselbe mittelst Bindenzügel direct oder unter Benützung einer Rollenübertragung den gelähmten Theil mit den Armen bewegt (vgl.: Handbuch der physikalischen Therapie. 2. Theil, Bd. II, S. 421 ff.). Besonders geeignet sind sowohl für die active wie passive Gymnastik die »kinetotherapeutischen« Bäder, bezüglich deren Technik auf das Handbuch der physikalischen Therapie, 2. Theil, Bd. II, S. 418 ff., zu verweisen ist, sowie die Aquilibrirungsmethode (ebendort S. 422). Ferner ist sowohl für die activen wie passiven Bewegungsübungen die durch Zander inaugurierte Apparatgymnastik (besonders die Apparate für passive und Förderungsbewegungen) heranzuziehen (Näheres s.: Handbuch der physikalischen Therapie. 1. Theil, Bd. II, Capitel X, Gymnastik). Die active Gymnastik bei abklingenden Lähmungen der unteren Extremitäten beginnt mit einfachen Erhebungen und Senkungen der Beine, geht dann zu Gehübungen im Liegen, dann im Sitzen über, weiterhin zu Stehübungen und zu Gehübungen im Gehstuhl oder mit Unterstützung und schreitet so stufenmässig fort (Näheres s.: »Specieller Theil« bei der compensatorischen Uebungsbehandlung der Ataxie, sowie: Handbuch der physikalischen Therapie, 2. Theil, Bd. II, S. 431 ff. und 479 ff.) Sowohl bei der Gymnastik wie bei der Massage ist vor einem »Zuviel« dringend zu warnen und auf häufiges und genügendes Ausruhen, sowie individualisirende Anpassung zu achten.

2. Als compensatorische Behandlung tritt die Gymnastik ein, wenn es sich darum handelt, diejenigen motorischen Leistungen zu kräftigen und zu entwickeln, welche die vorhandenen krankhaften Functionsstörungen zu ersetzen im Stande sind. In vielen Fällen, wo die der Krankheit zu Grunde liegenden anatomischen Läsionen nicht mehr rückgängig zu machen sind, ist es doch noch möglich, die schädlichen Folgen derselben mehr oder minder auszugleichen. Ein vollständiger und dauernder Ausgleich der functionellen Störungen würde im klinischen Sinne für den Patienten fast einer Heilung gleich kommen,

ohne dass der Process, beziehungsweise das anatomische Substrat verändert ist. Hauptsächlich kommt dieses Princip der Compensation bei der Behandlung der Tabes dorsalis in Betracht (s.: »Spezieller Theil«).

3. Endlich wird die Gymnastik zum Zwecke allgemeiner Muskelstärkung und Belebung verwendet.

Hier schliesst sich die operative und die orthopädische Behandlung der Rückenmarkskrankheiten an.

IV. Die operative Chirurgie

hat in der neueren Zeit, durch die Vortheile der Anti- und Asepsis aufgemuntert, bei gewissen Affectionen des Rückenmarks eine lebhaftere Thätigkeit entfaltet.

Die chirurgischen Eingriffe beziehen sich auf folgende Gruppen von Rückenmarkserkrankungen:

a) Lähmungen in Folge von Wirbelfractur.

Schon im Alterthum (Paulus von Aegina) war das operative Eingreifen bei diesen Fällen in Erwägung gezogen, und Heister (Mitte des vorigen Jahrhunderts) empfiehlt die Herausnahme, beziehungsweise Elevation von Wirbelfragmenten bei Quetschung des Rückenmarks. Wirklich ausgeführt scheint die Operation bei Wirbelbrüchen aber erst von Cline im Jahre 1814 zu sein. Sein Fall verlief unglücklich; dieser und andere Fälle gaben zu bewegten Debatten Anlass, welche namentlich zwischen Astley Cooper und Charles Bell geführt wurden; ersterer trat für die Berechtigung der Operation ein, letzterer war ein Gegner derselben. Da die Erfolge schlecht blieben, so kam man allmählig von dem chirurgischen Eingreifen bei Wirbelfracturen ab. Später, in den Sechziger-Jahren, wurde von Brown-Séquard diese Operation, auf Grund rein theoretischer Ueberlegungen, wieder empfohlen, und zwar als eine möglichst bald nach der Verletzung vorzunehmende. Die Anschauungen und Gründe von Brown-Séquard sind von Gurlt 1864 treffend widerlegt worden. v. Leyden empfahl in seiner »Klinik der Rückenmarkskrankheiten« für gewisse Fälle, namentlich Fracturen der Wirbelbögen, den Versuch eines chirurgischen Eingriffes. Aber seit 1886 erst, nach dem Vorgehen des englischen Chirurgen Macewen, welcher an einem Falle von Wirbelbogenfractur mit Paraplegie eine von glücklichem Erfolge begleitete Bogenresection ausführte, fing man wieder an, die durch Wirbelbruch veranlassten Lähmungen operativ zu behandeln. Seit der Mittheilung Macewen's sind über 100 Fälle von Wirbelfractur mittelst Resection der Bögen (Laminektomie) behandelt worden, namentlich in England und Amerika. Jedoch sind die Erfolge der Operation im Allgemeinen sehr wenig befriedigende und es dürfte bereits ein Rückgang des operativen Eifers auf diesem Gebiete zu verzeichnen sein.

Die Operation ist sowohl bei frischen wie bei alten Fällen ausgeführt worden, in der Absicht, die durch den Wirbelbruch vermuthlich bedingte Compression des Rückenmarks durch Hinwegräumung von Wirbelfragmenten,

Callusmassen, Blutcoagulis, fibrösen Verdickungen, Redressement von Knochenverbiegungen zu beheben. Jedoch liegt, wie die Erfahrung gelehrt hat, eine dauernde Compression des Rückenmarks meist gar nicht vor. Die Wirbel-fracturen betreffen meist den Körper, viel seltener den Bogen des Wirbels. Während in Folge der einwirkenden Gewalt der Wirbelkörper gebrochen wird und in den Wirbelcanal vorspringt, erleidet das Rückenmark eine heftige Quetschung oder unter Umständen völlige Zerreiſung. Meist bleibt nun der Wirbel, beziehungsweise das Fragment nicht in demselben Grade dislocirt, sondern schnell mehr oder weniger in seine Lage zurück. In solchen Fällen liegt natürlich für ein chirurgisches Eingreifen kein Grund vor, da eben eine dauernde Compression nicht besteht. Aber auch wenn eine dauernde Verengerung des Wirbelcanales zurückbleibt, so stellt diese doch in der Mehrzahl der Fälle nicht die wahre Ursache der Lähmung dar, welche vielmehr meist auf der bei der Verletzung selbst erlittenen Läsion des Rückenmarks beruht. In der That haben die Operateure, welche den Wirbelcanal eröffnet haben, nicht selten gar nichts gefunden, was auf das Rückenmark drückte. Andererseits ist es äusserst schwierig, eine wirklich bestehende Deformität des Wirbelkörpers zu beseitigen. Das Redressement des Wirbelkörpers hält nicht vor. Man begnügt sich gewöhnlich damit, durch Entfernung der Wirbelbögen dem nach hinten gedrängten Rückenmark Raum zu schaffen. Neuerdings hat man die in den Canal hinein vorspringende Kante des Wirbels abgemeisselt (Urban).

Hiezu kommt, dass es sehr schwer und unsicher zu sagen ist, ob eine Compression des Rückenmarks besteht oder ob die Lähmung durch eine Veränderung der Rückenmarksubstanz selbst bedingt ist. In frischen Fällen besteht Shock des Rückenmarks; es herrscht, gleichgiltig ob das Rückenmark wirklich gequetscht oder nur wenig zusammengedrückt oder gar nicht verletzt ist, Paraplegie mit Blasen- und Mastdarmlähmung. Daraus ergibt sich schon, dass man in frischen Fällen nie operativ eingreifen soll. In der That beweist auch die Casuistik der frisch operirten Fälle keineswegs, dass aus der Operation den Kranken ein Vortheil erwachsen ist. Nur bei Fracturen der Wirbelbögen kann die Frühoperation in Frage kommen. Später, nachdem der Shock abgeklungen ist, macht es, wie bereits bemerkt, Schwierigkeit, zu entscheiden, ob myelitische Degeneration oder Compression des Rückenmarks vorliegt. Die bis jetzt vorgenommenen Spätoperationen sind in ihren Erfolgen sehr verschiedenartig ausgefallen und mit Vorsicht zu beurtheilen, da die traumatischen Paraplegien auch spontan einen schwankenden Verlauf und oft noch nach geraumer Zeit Besserungen zeigen. Die Fälle, bei denen die Trepanation der Wirbelbögen günstig eingewirkt zu haben scheint, sind einmal solche, wo der Wirbelbogen fracturirt war; ferner die Fracturen der Lendenwirbel; dies hängt damit zusammen, dass unterhalb des obersten Lendenwirbels die Cauda equina liegt, welche gegenüber Verletzungen eine grosse Regenerationsfähigkeit besitzt. Man hat die Trepanation der Wirbelsäule auch zu dem Zwecke ausgeführt, um Blutergüsse aus dem Wirbelcanal zu entfernen; dies erscheint aber nicht angebracht, da die Entfernung der Blutergüsse durch eine so enge Oeffnung nicht möglich ist und ausserdem die Bluteoagula an und für sich das Rückenmark wenig schädigen.

b) Lähmungen bei Wirbelcaries.

Die Lähmungen bei Wirbelcaries entstehen dadurch, dass das Rückenmark durch die extrameningeale Eiteransammlung oder durch fungöse

Wucherungen comprimirt wird. Man hat deshalb in solchen Fällen den Wirbelcanal mittelst Bogenresection eröffnet und das Exsudat abgelassen, beziehungsweise die fungösen Wucherungen ausgekratzt. Die ersten Fälle, gleichfalls von Macewen operirt, erschienen sehr vielversprechend. Aber weiterhin sind die Resultate entmuthigend ausgefallen. Nach einer vorübergehenden Erleichterung pflegt der alte Zustand sich wieder herzustellen. Die Eiterung geht fast immer vom tuberculös erkrankten Wirbelkörper aus; der Herd ist also schwer zu erreichen und noch schwerer zu entfernen und zu behandeln; daher bilden sich Eiteransammlung und fungöse Wucherungen von Neuem. Zuweilen bestehen auch ausser dem einen Herde noch an anderen Theilen der Wirbelsäule Erkrankungsherde, oder mehrere Wirbel sind theiligt oder das eiterige Exsudat erstreckt sich über ein grösseres Stück des Wirbelcanals hin oder das Rückenmark selbst ist tuberculös erkrankt. Endlich bestehen bei diesen Kranken häufig noch anderweitige Localisationen der Tuberculose, Lungentuberculose u. s. w. Dazu die Gefahr der Dissemination des Processes in Folge der Operation im tuberculösen Gewebe. Also Gründe genug, um das operative Einschreiten bei diesen Fällen als misslich und wenig aussichtsvoll erscheinen zu lassen. Günstiger liegen die Verhältnisse für die Operation bei den freilich sehr seltenen Fällen von Tuberculose des Wirbelbogens. Wenn ferner ein Congestionsabscess vorhanden ist, welcher so gelegen ist, dass man von ihm aus an den Herd im Wirbelkörper gelangen kann, so wird der Versuch, den letzteren direct zu behandeln, gerechtfertigt sein. Das Calot'sche Redressement des Pott'schen Buckels kann den Anspruch einer Behandlungsmethode der Compressionslähmung nicht erheben, dürfte vielmehr bei bestehender Paraplegie überhaupt contraindicirt sein. Dagegen kommt die orthopädische Behandlung für die Fälle von Wirbelcaries in Betracht (s. unten).

c) Geschwülste des Rückenmarks.

Geschwülste des Rückenmarks sind in früheren Zeiten schon öfter chirurgisch entfernt worden, aber nur solche, die aus dem Wirbelcanal nach aussen oder von aussen in den Wirbelcanal hineingewachsen waren. Occulte Tumoren sind erst in neuerer Zeit entfernt worden, und zwar zum ersten Male im Jahre 1887 von Horsley und Gowers. Diese glänzende Operation kam nicht ganz überraschend. v. Leyden hatte bereits in der »Klinik der Rückenmarkskrankheiten« auf die Möglichkeit der Exstirpation von Rückenmarkstumoren hingewiesen und zu der Vornahme einer solchen in geeigneten Fällen aufgefordert. Es ist bereits eine stattliche Anzahl von Operationen occulter Rückenmarkstumoren genauer mitgetheilt worden (Näheres s.: »Spezieller Theil«). Wenn auch bis jetzt nur die Minderzahl der operirten Fälle zur Heilung gebracht worden ist, so haben doch gerade die Erfahrungen der letzten Jahre gezeigt, dass die in der ersten Auflage dieses Werkes von uns ausgesprochene Hoffnung, dass »bei Verbesserung der Technik und Vervollkommnung der localisirenden Diagnostik sich voraussichtlich noch bessere Resultate werden erzielen lassen«, sich thatsächlich erfüllt hat. Namentlich ist die neuerdings so fein ausgestaltete Segmentdiagnose für den Erfolg der operativen Therapie der Rückenmarkstumoren sehr nutzbringend geworden. An und für sich sind die Geschwülste des Rückenmarks für eine operative Entfernung sehr wohl geeignet, da sie gewöhnlich hinten, respective hinten-

seitlich gelegen sind und sich glatt ausschälen lassen. Das Rückenmark kann sich nach Entfernung des Tumors erholen, da es die Compression lange erträgt, ohne in Degeneration zu verfallen. Die intramedullären Tumoren dagegen sind ein *Noli me tangere*. Die Diagnose des Rückenmarkstumors ist freilich immer noch schwierig, die Bestimmung des Höhensitzes auch jetzt noch nicht immer ganz sicher. Ist jedoch die Diagnose gestellt, so sollte die Exstirpation der Geschwulst stets versucht werden, da ohne Operation der Verlauf ein aussichtsloser ist.

d) Meningitis.

Man hat mehrfach bei eitriger Cerebrospinalmeningitis die Trepanation und Drainage des Wirbelcanals ausgeführt; jedoch ohne Erfolg.

e) Anderweitige Operationen.

Nur beiläufig sei erwähnt, dass auch bei Tabes und bei Syringomyelie in je einem Falle ein operativer Eingriff (Duradurchschneidung, Punction der intramedullären Höhle) vorgenommen worden ist, was natürlich verwerflich ist.

Von ernsterer Bedeutung ist vielleicht die einige Male bei schweren Neuralgien ausgeführte Durchschneidung hinterer Wurzeln.

Die Nervendehnung, eine Zeit lang bei Tabes vielfach ausgeübt, ist jetzt fast ganz verlassen worden.

f) Lumbalpunktion (Quincke).

Die therapeutischen Erfolge der Lumbalpunktion haben nicht den grossen Erwartungen entsprochen, welche von Manchen an dieselbe geknüpft worden sind; immerhin wollen wir über dieselben nicht ganz absprechend urtheilen. Das Gebiet, auf welchem die Lumbalpunktion therapeutische Wirkungen entfalten kann, ist ein eng begrenztes: nämlich dort, wo es sich darum handelt, einen das Leben bedrohenden Hirndruck zu vermindern, welcher auf der Grundlage von Affectionen, die der Heilung fähig sind oder wenigstens an sich das Leben nicht augenblicklich gefährden, entstanden ist. So z. B. bei chronischem Hydrocephalus mit acuten Exacerbationen, Meningitis serosa chronica und acuta, sehr langsam wachsenden Tumoren der hinteren Schädelgrube (nach Beobachtungen von Goldscheider und F. Brasch). Bei der tuberculösen Meningitis ist die Lumbalpunktion wirkungslos. Mehrfach ist über günstige Einwirkung bei Encephalopathia saturnina berichtet.

Die Einverleibung von medicamentösen Stoffen durch Einspritzung in den Duralsack ist namentlich von P. Jacob (v. Leyden'sche Klinik) und Bier studirt worden. Ersterer fand, dass chemische Substanzen, z. B. Jod, auf diese Weise injicirt, sich nach kurzer Zeit in verhältnissmässig grossen Mengen im Centralnervensystem nachweisen lassen, in viel grösseren als nach subcutaner Application. Lewandowsky hat gleichfalls gefunden, dass subdural applicirte Stoffe

direct in das Centralnervensystem einzudringen vermögen, z. B. Strychnin und Natrium ferrocyanatum, und zwar durch die mit dem Arachnoidealraum (Subarachnoidealraum) in Verbindung stehenden perivascularären Lymphcanäle, welche zu den pericellulären Räumen führen. Es sind bisher Anwendungen dieser Methode bei Lues cerebrospinalis, Meningitis, Tetanus geschehen. Bei letzterer Erkrankung ist ein Erfolg nicht zu bestreiten, wie namentlich ein auf der Leyden'schen Klinik behandelter Fall von schwerem Tetanus puerperalis, ferner ein solcher von F. Schultze in Bonn beweist. Bier machte die Entdeckung, dass man durch eine subdurale Cocaïninjection eine vollständige Analgesie der unteren Extremitäten und des Rumpfes bis zum Nabel erzeugen und so für bezügliche operative Eingriffe die Narkose sparen könne. Indem wir auf die Frage, inwieweit dies Verfahren sich als Ersatz für Chloroformnarkose eignet, nicht näher eingehen, möchten wir die Verwendbarkeit kleiner Cocaïn-, beziehungsweise Eucain-Injectionen auf dem Wege der Lumbalpunktion für die Bekämpfung starker tabischer Schmerzen und Krisen (z. B. gastrischer) hervorheben. Man injicirt ein bis mehrere Milligramm Cocaïn und sieht in einzelnen Fällen unzweifelhafte Erfolge, während solche in anderen Fällen allerdings ausbleiben. Wie es scheint, lassen sich auch spastische Zustände bei spinalen Paraplegien hiedurch günstig beeinflussen. Um die unangenehmen Nebenwirkungen, welche bei stärkeren subduralen Cocaïn-injectionen auftreten, zu vermeiden, hat man dieselben auch epidural applicirt. Die Erfahrungen über diese sub- und epiduralen Einverleibungen anästhesirender Substanzen sind noch nicht abgeschlossen.

V. Orthopädische Chirurgie.

Ein grösseres und in der Praxis noch bei Weitem nicht genügend ausgenütztes Wirkungsgebiet als der operativen fällt bei den Rückenmarkskrankheiten der orthopädischen Chirurgie zu. Dieselbe dient einmal zur Behandlung der Rückenmarkskrankheiten selbst, beziehungsweise einzelner ihrer Symptome und ferner zur Behandlung ihrer Residuen. In erstere Kategorie fällt: die Behandlung der Wirbelcaries und der ihr folgenden Rückenmarkscompression durch Extension mittelst Gewichten, Extensionsbrett, Gypscorsett, Gypsbett u. s. w. (Näheres s.: »Spezieller Theil«), die Suspension bei Tabes, die forcirte Beugung bei Tabes (s.: »Spezieller Theil«). Die zweite Gruppe umfasst den Ersatz gelähmter Muskeln durch elastische Züge (s. Handbuch der physikalischen Therapie. 2. Theil, Bd. II, S. 443 ff.) und durch Sehnentransplantationen. Letztere, von Nicoladoni (1881) zuerst, weiterhin von Hacker, Parrish, Ghillini ausgeführt, wurde durch Drobnik (1896) allgemeiner bekannt und in

die Praxis eingeführt. Das Verfahren besteht darin, dass die Sehne des gelähmten Muskels an einen zweckmässig gewählten gesunden Muskel oder an einen abzuspaltenden Theil desselben oder an eine gesunde benachbarte Sehne angenäht wird. Ein modificirtes Verfahren ist die periostale Sehnenüberpflanzung von Lange, bei welcher ein gesunder Muskel ganz oder zum Theil von seiner Insertion losgelöst und an einer anderen Stelle mit dem Periost vernäht wird. Bezüglich der Erfolge vergleiche die Zusammenstellung von Nöhte (Zeitschrift für physikalische und diätetische Therapie. 1901, S. 490). Ferner die Tenotomie, die gewaltsame Dehnung und die redressirenden Apparate bei Contracturen; die fixirenden Bandagen und die künstliche Ankylosirung (Arthrodesen) bei Schlottergelenk.

VI. Elektrotherapie.

Der früheren Ueberschätzung der Elektrotherapie ist in der Neuzeit eine Reaction gefolgt, welche der Electricität jede unmittelbare Heilkraft abspricht und nur auf psychischem Wege (»Suggestion«) eine solche zulassen möchte (Möbins). Dies ist jedoch nach unserer Meinung zu weit gegangen. Die Elektrotherapie stellt vielmehr einen wichtigen Theil unter den Behandlungsmethoden dar.

Zunächst muss freilich ausgesprochen werden, dass ein unmittelbar heilender Einfluss auf den krankhaften anatomischen Process der Nervensubstanz überhaupt nicht erwiesen und auch nicht wahrscheinlich ist. Die sogenannten katalytischen Wirkungen R. Remak's existiren nicht. Die Electricität wirkt vielmehr nur indirect auf die krankhaften Vorgänge dadurch ein, dass sie die Nerven erregt, beziehungsweise ihre Erregbarkeit verändert, d. h. steigert oder abschwächt (elektrotonisirt).

Hieraus ist zu entnehmen, dass eine directe heilende Einwirkung auf die Centralorgane nicht angenommen werden kann. Man hat den Nachweis geführt, dass der elektrische Strom bis in das Rückenmark oder Gehirn eindringen kann, und daraus die Möglichkeit gefolgert, dass er auch Heilungseffekte in der Rückenmarks- oder Gehirnschubstanz hervorbringen könne. Aber es ist bis jetzt keine Thatsache bekannt geworden, welche dies auch nur wahrscheinlich machte. Gewisse Krankenbeobachtungen, die hiefür ins Feld geführt worden sind, lassen nach mehreren Richtungen hin, namentlich bezüglich der Diagnose, begründeten Zweifel zu.

Auch die Behauptung, dass der elektrische Strom zwar nicht direct, aber durch Vermittlung der Blutgefässe (»indirecte katalytische«

Wirkung, R. Remak), deren Lichtung er zu verändern im Stande ist, auf die Centralsubstanz im Sinne der Heilung wirke, ist in keiner Art erwiesen.

Es kann also nur die eine Art der Wirkung auf die Centralorgane für die Heilung in Frage kommen, nämlich mittelst der vom Strom gereizten oder elektrotonisirten Nervenbahnen.

Die elektrotherapeutischen Erfahrungen über die Beeinflussung der Hirn- und Rückenmarkserkrankungen sind nun gar nicht derartig, um uns die Nothwendigkeit aufzuerlegen, nach Erklärungen suchen zu müssen; denn wirkliche durch die Electricität bewirkte Heilungen oder auch nur Besserungen der centralen Erkrankung selbst sind nicht sicher gestellt. Vielmehr handelt es sich durchweg nur um die vorübergehende Beschwichtigung gewisser Symptome und um die Kräftigung der von der Erkrankung nicht direct betroffenen Functionen; auch lag wahrscheinlich in manchen Fällen, wo man eine Besserung spinaler Erkrankungen durch Electricität zu sehen meinte, nur Neuritis vor.

Die vielfältigsten Heilresultate mit der Electricität werden bei den Neurosen erzielt, wo die Verquickung mit psychischen Einflüssen freilich eine so innige ist, dass ein Beweis für die unmittelbare, nicht suggestive Wirkung der Electricität eben schwer geführt werden kann.

Die Schwierigkeiten, welche sich der exacten Beurtheilung und Abwägung therapeutischer Leistungen entgegenstellen, sind bei der Elektrotherapie jedenfalls nicht geringer als bei anderen therapeutischen Methoden und wie gross sie sind, geht schlagend daraus hervor, dass selbst über die Wirkung bei peripherischen Lähmungen, wo doch wirklich gleichartige und ziemlich einfache Bedingungen obwalten, die Ansichten immer noch getheilt sind.

Duchenne hatte der localen Faradisation nach seinen langjährigen und sorgfältigen Beobachtungen eine entschiedene Einwirkung auf die Heilung traumatischer, peripherischer Lähmungen zugeschrieben. Er erörtert in seinem Buche über die Electrification localisée speciell den Einwand, ob diese Lähmungen nicht auch von selbst ebenso schnell heilen und bemerkt, dass er Lähmungen von der leichten Form (mit Erhaltensein der faradischen Erregbarkeit) bis zu Jahresdauer den (damals) üblichen Mitteln widerstehen und dann mittelst Faradisation in wenigen Sitzungen heilen gesehen habe.

Eingehende statistische Beobachtungen über den Nutzen der Electricität bei peripherischen Radialislähmungen durch Druck (Drucklähmung) verdanken wir E. Remak, welcher zu dem Resultate gelangt, dass bei denjenigen Formen, welche an und für sich zur Heilung tendiren, eine Abkürzung des natürlichen Krankheitsverlaufes durch unmittelbare heilende

Einwirkung des constanten Stromes auf die Nervensubstanz, nicht auf dem Wege des psychischen Einflusses, zu constatiren ist.

Der Umstand, dass Duchenne vom faradischen, Remak vom constanten Strome Erfolge sieht, erscheint weniger ins Gewicht fallend, als die Thatsache, dass Beide den Erfolg der Elektrizität unter gleichen pathologischen Bedingungen finden, nämlich bei Lähmungen, welche an und für sich zur Heilung tendiren.

Von anderen Beobachtern ist selbst dies Resultat der elektrischen Behandlung in Zweifel gezogen worden. Es ist natürlich sehr schwierig, eine therapeutische Einwirkung auf Lähmungsformen, welche an und für sich heilen, aber doch individuell eine recht verschiedene Dauer des Verlaufes zeigen, zu beweisen. Die Zusammenstellungen E. Remak's sind jedoch in dieser Hinsicht sehr überzeugend.

Gegen dies Resultat der Elektrotherapie, welches schon bescheiden genug ist, hat man nun noch den Einwand erhoben, dass auch dieses vielleicht bloß durch psychische Einwirkung bedingt sei, in der Art, dass die Manipulationen und Reize der Elektrisation den Kranken zu activen Innervationen anregen. Allein, lediglich diesem Moment die Wirkung zuzuschreiben, ist kein genügender Grund vorhanden. Die traumatisch afficirte Stelle des Nerven ist leitungsunfähig geworden, und zwar nicht in Folge von Continuitätstrennung, sondern in Folge eines veränderten, »inactiven« Zustandes der Substanz, einer veränderten »molecularen Anordnung«, welche man sich nach der Analogie eines absoluten Anelektrotonus vorstellen kann; so kann man z. B. bei der künstlichen Compression eines Nervenstammes, sowohl Verlangsamung der Leitung wie schliesslich völlige Aufhebung derselben, wie beim Anelektrotonus, nachweisen. Dieser abnorme Zustand geht allmählig von selbst wieder in den normalen über; wenn man nun überhaupt zulässt, dass dieser Uebergang durch psychisch vermittelte, active Innervationsimpulse beschleunigt wird, so darf man mit demselben Rechte auch zugeben, dass elektrische Durchströmung des Nerven dies bewirke, denn die Fortleitung der Nervenerregung beruht sicherlich stets auf demselben inneren Prozesse, gleichgiltig, ob dieselbe durch einen centralen Willensimpuls oder künstlich durch Elektrizität gesetzt wird. Hiezu kommt, dass bei unmittelbarer Einwirkung des constanten Stromes auf die Druckstelle (E. Remak) eine elektrotonisirende Wirkung auf den Nerven nicht ausbleiben kann, welche, wenn die Bedingungen so getroffen werden, dass an der Druckstelle die Wirkung auf Erzeugung von Katelektrotonus überwiegt, geeignet sein wird, den inactiven Zustand der Nervensubstanz in den leitenden zu überführen. Für diese Erklärung spricht, dass nach E. Remak die Art der Application des Stromes keineswegs gleichgiltig ist.

Immerhin mag, was Remak selbst zugibt, zur Beförderung der Heilung beitragen, dass die beim Elektrisieren empfundene Erleichterung der activen Bewegungsfähigkeit den Kranken weiterhin zu activen Innervationen anreizt. Es bleibt dennoch die Thatsache bestehen, dass der elektrische Strom durch Erregung und Elektrotonisirung den Naturheilprocess im motorischen Nerven unmittelbar zu unterstützen im Stande ist.

Für die Wirksamkeit der Elektrizität pflegen auch die Versuche Heidenhain's über die erfrischende Wirkung des galvanischen Stromes auf das Nerv-Muskelpräparat angeführt zu werden. In neuerer Zeit hat Mann gefunden, dass regelmässig wiederholtes Faradisiren nach einer Reihe von Tagen eine Steigerung der Erregbarkeit des Muskels, beziehungsweise des Nerven bewirke.

Allein wir dürfen eine Einwirkung des elektrischen Stromes in dem oben angegebenen Sinne nicht erwarten, sobald eine wirkliche Continuitätstrennung oder locale Degeneration der Nervenfasern vorliegt, denn hier entwickelt sich die bekannte trophische Störung derselben, welche durch Reize nicht aufgehoben werden kann, weil die normale Constitution des Achseneylinders lediglich von der Continuität mit der Nervenzelle abhängig ist. Bei entsprechender Regeneration dagegen wird der Strom wieder den Naturheilprocess unterstützen können, und dies entspricht der Erfahrung Duchenne's, wenn er sich dahin ausspricht, dass man bei den schweren Formen der Lähmung mit aufgehobener, faradischer Erregbarkeit abwarten müsse, bis die Nervenalteration heilt, dann aber durch Anwendung der Elektrizität die Heilung zu befördern im Stande ist.

Bei der schweren und Mittelform der Lähmung werden die Erfolge der Elektrotherapie stark in Zweifel gezogen. Wenn auch manchen Beobachtern der Eindruck erwachsen ist, als ob dieser oder jener Fall eine nützliche Einwirkung seitens der elektrotherapeutischen Proceduren erfahren hätte, so ist doch bei den in grosser Breite schwankenden Verschiedenheiten, welche der Verlauf dieser Lähmungen aufweist, ein sicheres Urtheil schwer zu gewinnen. Die Degeneration des Nerven und der Muskeln tritt trotz frühzeitiger und regelmässiger Application des elektrischen Stromes ein und nimmt ihren weiteren Verlauf. Auch der Thiersuch lehrt, dass der Degenerationsprocess sich nicht aufhalten lässt.

Da functionelle Reize für die Trophik des Muskels von integrierender Bedeutung sind, so sollte erwartet werden, dass die Entwicklung der Muskelatrophie bei degenerativen Lähmungen durch die Elektrizität sich aufhalten liesse; allein der motorische Nerv ist eben nicht mehr erregbar und ob die idiomusculäre Contraction, welche wir durch den galvanischen

Strom hervorrufen können, für die Trophik dasselbe leistet, wie der auf den Muskel treffende Nervenstrom, ist sehr fraglich; es kommt anscheinend gar nicht so sehr auf wirkliche Zusammenziehungen des Muskels an, als auf die continuirlich zuströmenden, grösstentheils nur auf Erhaltung des Tonus wirkenden Innervationen.

Wir sind jedoch weit entfernt, behaupten zu wollen, dass die Galvanisirung des in der Atrophie begriffenen Muskels gänzlich unnütz sei, und die gewöhnlich aufgestellte Indication, den Muskel durch Galvanisiren so lange vor gänzlicher Atrophie zu schützen, bis Regeneration eintritt, ist zwar durch sichere Erfahrung nicht gestützt, auch theoretisch nicht begründet, immerhin aber statthaft, da auch ihre Unrichtigkeit nicht nachgewiesen ist.

Sehr wohl theoretisch begründet erscheint die Idee, durch sensible Erregungen reflectorisch auf die motorischen Nervenzellen zu wirken und dadurch mit ihrer Function zugleich ihre für das Neuron massgebende nutritive Kraft anzuregen. Auch hiefür gilt, dass die Wirkung dieses Vorgehens für die Beförderung der Reparationsvorgänge keineswegs sicher erwiesen, aber auch die Unnützlichkei nicht dargethan ist.

Freilich, selbst wenn eine Wirksamkeit dieser Art des Eingreifens bestände, würde es sich immerhin nicht um eine spezifische Einwirkung der Elektrizität handeln, vielmehr würden anderweitige Reize dasselbe leisten müssen. Aber die Elektrizität wirkt eben überhaupt nur als reizendes, beziehungsweise elektrotonisirendes Agens ein; eine spezifische Wirkung, wenn man von der für das Nervensystem kaum in Betracht kommenden elektrolytischen abieht, kommt ihr nicht zu.

Einer weniger getheilten Anerkennung, als für die Lähmungen, erfreut sich die Heilwirkung der Elektrizität für die Alterationen der sensiblen Sphäre, speciell für die Neuralgien. Auch hier kommt theils die elektrotonisirende Wirkung (Anodenapplication), theils die reizende in Betracht, welche letztere als »Gegenreiz« den neuralgischen Schmerz mildert. Ohne auf die Theorie der Wirkung der Gegenreize näher eingehen zu wollen, sei nur darauf hingewiesen, dass dieselbe in gewissen Fällen eine psychische ist, in anderen jedoch als eine hemmende in den sensiblen Bahnen der grauen Substanz sich abspielt.

Also auch auf diesem Gebiete, in welchem freilich die suggestiven Einflüsse eine dominirende Rolle spielen, ist die Elektrizität doch nicht ganz ihrer rein neurodynamischen Einwirkung zu entkleiden. Die Frage, ob letztere anzuerkennen ist, fällt mit derjenigen zusammen, ob überhaupt Reize und Erregbarkeitsveränderungen der sensiblen Nerven im Stande sind, eine Heilwirkung bei Alterationen der peripherischen Nerven oder Centralorgane zu entfalten. Dies muss aber sowohl für den Zustand der Hypärästhesie, wie der Hypästhesie zugegeben werden. Dass die

elektrotonisirenden Eigenschaften des galvanischen Stromes auch für die sensiblen Nerven des Menschen Geltung haben, ist nachgewiesen. Es ist ferner bekannt, dass stärkere faradische Reize eine Herabsetzung der Empfindlichkeit machen, welche bis zu fast völliger Anästhesie geht. Eine momentane erregbarkeitserhöhende Wirkung lässt sich namentlich für die Funken der statischen Elektrizität mit voller Deutlichkeit nachweisen (Goldscheider). Es ist ferner daran zu erinnern, dass die sensiblen Nervenzellen anscheinend im Stande sind, Erregungen in sich aufzuspeichern und dass sie durch gehäuften Reize in einen höheren Zustand der Erregbarkeit übergeführt werden; endlich dass sensible Erregungen theils hemmend und theils bahnend auf anderweitige sensible Erregungen wirken. Es ist somit eine genügende Grundlage für die Annahme vorhanden, dass durch peripherische Elektrisation sowohl auf Anästhesie, wie auf Hyperästhesie und Schmerz günstige Wirkungen zu erzielen sind. Dies will natürlich nur besagen, dass, falls uns klinisch eine Heilwirkung der Elektrizität in dieser Richtung entgegentritt, wir nicht genöthigt sind, Alles nur auf psychische Einwirkung zu beziehen.

Solche klinische Beobachtungen existiren namentlich für Neuralgien, weniger für Anästhesien, und hier ist es hauptsächlich das Schmerzgefühl, welches gelegentlich eine Verbesserung nach elektrotherapeutischen Eingriffen aufweist; weniger sicher ist dies für die Druck- und Temperaturempfindungen zu behaupten, obwohl auch diese, z. B. bei Tabes, günstig beeinflusst werden können. Auch bei physiologischen Versuchen hat sich ergeben, dass als Nachwirkung, z. B. der Franklinisation, eine Steigerung der Schmerzempfindlichkeit auftreten kann.

Im Gebiete der sensiblen Sphäre vermag die Elektrizität somit gleichfalls nur im Sinne functioneller Umstimmungen der Nerven zu wirken, und zwar vorübergehend; eine an und für sich zur Heilung nicht tendirende Alteration vermag sie nicht zu heilen, vielmehr nur den Naturheilprocess zu fördern und das subjective Krankheitsgefühl dabei günstig zu beeinflussen; eine directe Einwirkung auf den pathologisch-anatomischen Process ist auch hier nicht nachzuweisen und durchaus unwahrscheinlich.

Was den psychischen Einfluss betrifft, welchen die Elektrizität ausübt, so ist derselbe unbestreitbar; er wird übrigens durch den Begriff Suggestion, bei der engen Begrenzung, in welcher letzterer gewöhnlich gefasst wird, keineswegs erschöpft; vielmehr sind die psychischen Einwirkungen mannigfaltig.

Die Grundlage derselben ist in der physiologischen Thatsache gelegen, dass die willkürliche Bewegung durch sensorische Eindrücke regulirt wird. Dies Moment spielt nicht blos bei der Coordina-

tion eine Rolle, sondern in höherem Sinne auch bei der Richtungsgebung der Intention. Das Bewusstwerden gewisser Empfindungen leitet die Aufmerksamkeit und damit den Willensimpuls nach einer eben durch den Ort und die Art der Empfindung bestimmten Richtung (Sensomobilität, Exner). So veranlasst uns ein plötzlicher Gesichtseindruck, das Auge der Richtung des Objectes zuzuwenden.

Empfindungen, welche den Kranken von seiner motorisch gelähmten Extremität aus zugehen, veranlassen denselben, die Willensintentionen dorthin zu dirigiren, was ganz ausserhalb von reflectorischen Wirkungen steht; namentlich werden Bewegungsempfindungen und künstlich erweckte Lagevorstellungen in dieser Richtung wirken.

Dass dies in der That und sogar recht häufig vorkommt, lässt sich leicht an Gelähmten, bei welchen die Lähmung nicht auf einer complete Continuitätstrennung beruht, beobachten (Hemiplegie, Neuritis). Nach Application peripherischer Reize durch Electricität, Reiben und Drücken oder passive Bewegungen vermag der Kranke nicht selten einige Bewegungen auszuführen, welche ihm vorher unmöglich waren, weil es gelungen ist, die motorische Innervation in das gelähmte Glied zu dirigiren. Der motorische Impuls erfolgt eben nicht spontan oder automatisch, sondern auf Reize hin, seien es sinnliche, seien es Vorstellungen (Erinnerungsbilder).

Zweifellos beruhen hierauf viele augenblickliche Wirkungen des Elektrisirens, Massirens oder blossen Zuredens (Suggestionsgymnastik).

Die Electricität ist zur Hervorbringung dieser Eindrücke ganz besonders geeignet, da sie umfangreiche Hautsensationen, Gelenk- und Muskelpfindungen, Lagevorstellungen hervorbringt. Aber auch hier handelt es sich nicht um eine spezifische Einwirkung dieser Naturkraft, sondern nur um die Erzeugung functioneller Erregungen.

In dieser Wirkung auf die Psyche ist nichts Mystisches gelegen, es ist ein einfacher psychologischer Vorgang, welcher aber, sozusagen, ein Prototyp der Suggestionwirkung darstellt.

Die durch die künstliche Erzeugung merklicher sensibler Erregungen bewirkte Hinlenkung der Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Körperregion dürfte auch geeignet sein, bei Hypästhesien (nicht blos hysterischer Art) bessernd zu wirken. Empfindungen von sehr schwacher, untermerklicher Intensität werden durch den centralen Process der Aufmerksamkeitsspannung über die Schwelle gehoben. Auch dieser Vorgang wird bei wirklich organischen Störungen für die Reparation des anatomischen Krankheitsprocesses nichts leisten, aber eine functionelle Besserung der Symptome hervortreten lassen.

Complicirter ist schon ein weiterer psychologischer Vorgang, der sich hier anschliesst: In Folge der durch elektrische Reizung erzeugten

Bewegungen wird in dem Kranken die Vorstellung geweckt, er könne diese nun auch selbst vollbringen, und auf Grund dieser Ueberzeugung vollführt er nunmehr kräftige Innervationen. Im Wesentlichen kommt auch dies auf ein moralisches Anfeuern der motorischen Energie hinaus, was nichts Geheimnissvolles an sich hat. Der Kranke sieht und begreift, dass in seinen gelähmten dem Willen bisher entzogenen Gliedmassen noch Leben ist, noch Bewegung angefaht werden kann.

Erst bei denjenigen Kranken, bei welchen die Lähmung überhaupt auf einer Vorstellungskrankheit beruht (Hysterie), tritt die Suggestionwirkung der Elektrizität in jener engen terminologischen Begrenzung, wie sie zur Zeit in Fachkreisen für den Begriff der »Suggestion« üblich ist, in Frage.

Eine allgemeine psychische Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Patienten, welche namentlich bei den chronischen Erkrankungen des Nervensystems in Betracht kommt, besteht darin, dass gerade diese Naturkraft, welche auch auf rein technologischem Gebiete fast unbegreifliche und ans Wunderbare grenzende Wirkungen entfaltet, ganz besonders geeignet ist, die Freudigkeit der Hoffnung, die Spannung der Geduld, die Festigkeit im Ausharren anzuspornen. Der Wunderglaube ist tief in der Natur des Menschen begründet; in der Seele auch des hochgebildeten Kranken treibt von dieser ursprünglichen Neigung der naiven Menschenseele, welche durch die Kritik des rüstigen Geistes zurückgedrängt wird, ein Spross hervor. Wo die realen Bedingungen, wie sie sich dem vernünftigen Urtheile darstellen, im Stiche zu lassen scheinen, da regt sich die Hoffnung auf das Aussergewöhnliche, auf das Wunderbare. Ist nicht der Weltenraum über uns, der Erdball unter uns mit Wundern erfüllt, sind wir nicht aus Wundern geboren, fühlen wir uns nicht selbst als Theil und als Spielball geheimnissvoll waltender Naturkräfte?

Die Erhaltung der moralischen Widerstandskraft des Kranken bei lang dauernden Leiden ist aber kein blosser frommer Betrug, wie es vielfach aufgefasst wird, sondern von eminent praktischer und nützlicher Bedeutung; denn die Energie des Kranken erhalten, heisst die Willkürbewegungen der Seele erhalten, wie sie sich in der rastlos und hoffnungsfreudig wiederholten Uebung der motorischen Impulse und in der überlegenen Ablenkung der Apperception von den pathologischen Sensationen ausdrücken. Es wird ferner die Ausdauer des Kranken für die Durchführung auch anderweitiger, langdauernder therapeutischer (diätetischer, gymnastischer u. s. w.) Massnahmen gestärkt. Die Elektrizität dient uns somit auch zugleich als ein Mittel des »Traitement moral«, dessen Bedeutung nur von Denjenigen unterschätzt werden kann, welche von dem Geiste der Medicin nur den Geist der Apotheke erfasst haben.

Es sei schliesslich noch einer rein mechanischen Wirkung der Elektrizität gedacht. Die künstlich erzeugte Contraction gelähmter Muskeln und Production passiver Bewegungen wirkt zweifellos günstig auf Steifigkeiten der Gelenke und Adhäsionen der Sehnen, die elektrische Reizung der Hautnerven auf die Blutgefässe. Schon Duchenne hat hervorgehoben, dass die Faradisation die Kühle und Cyanose gelähmter Theile zu bessern vermögen. Objectiv ist dies in manchen Fällen, aber doch nicht sehr häufig zu beobachten; aber auch das angenehme subjective Gefühl der Erwärmung und Belebung, welches man durchaus nicht auf blosser Suggestion zurückzuführen genöthigt ist, bildet einen wenn auch kleinen Gewinn.

Was nun die Elektrotherapie der Rückenmarkskrankheiten speciell betrifft, so sind nach den vorausgeschickten allgemeinen Erörterungen hierüber folgende Sätze zu formuliren:

Eine heilende Einwirkung auf den anatomischen krankhaften Process im Rückenmark ist nicht anzunehmen. Jedoch können die denselben begleitenden functionellen Störungen der Nervensubstanz günstig beeinflusst werden.

Eine directe Durchströmung des Rückenmarks ist eine überflüssige Procedur, vielmehr muss sich die Application des Stromes auf die Peripherie concentriren.

Bei spinalen Lähmungen, namentlich den atrophischen (Poliomyelitis), ist der elektrische Strom möglichst frühzeitig anzuwenden, sowohl der constante, um die motorischen Nerven und die Muskeln zu durchströmen, als auch der faradische, um reflectorisch auf die motorischen Nervenzellen zu wirken; endlich sind beide Stromarten geeignet, um durch psychische Vermittlung Innervationsimpulse anzuregen.

Bei spinaler progressiver Muskelatrophie hat die Elektrizität bis jetzt keine Erfolge zu verzeichnen.

Die Contracturen bei Läsion der Pyramidenbahnen und nach Myelitis werden durch Elektrizität nach den bisherigen Erfahrungen nicht gebessert. Die hiefür angegebenen Methoden sind folgende:

Stabile Einwirkung des galvanischen Stromes auf das betreffende Nerv-Muskelgebiet, und zwar Anode auf den Nerven, beziehungsweise umgekehrt (R. Remak, Erb). Auch wird empfohlen, häufige Unterbrechungen und Wendungen eintreten zu lassen.

Ferner Faradisation der Muskeln am besten mit an- und abschwellenden Strömen (Erb, Frommhold).

Bei spinalen Anästhesien (Tabes, Syringomyelie) ist die peripherische Faradisation indicirt.

Die Schmerzen bei Tabes und Syringomyelie werden durch Faradisation oder auch Galvanisation, besonders Anodenwirkung, zuweilen

günstig beeinflusst. Bei der Paraplegia dolorosa dürfte der elektrische Strom kaum etwas gegen den Schmerz ausrichten. Auch bei den »Krisen« der Tabiker sieht man nur geringfügige und schnell vorübergehende Erfolge. Am zweckmässigsten ist die locale Application des Stromes an den sogenannten Schmerzdruckpunkten.

Ferner dürfte die Elektrizität mit einigem Erfolge bei den neuritischen Complicationen spinaler Erkrankungen anzuwenden sein.

Das Nähere über die Behandlung der einzelnen Symptome, die Application und Wahl des Stromes ist im speciellen Theile einzusehen.

In neuerer Zeit ist mehrfach behauptet worden, dass man mit einem besonderen und constanten Mass von Dichtigkeit des Stromes elektrisiren müsse. Diese Behauptung, welcher hauptsächlich Beobachtungen aus dem subjectiven Gebiete zu Grunde liegen, kann schon deshalb nicht richtig sein, weil nicht anzunehmen ist, dass bei der so sehr verschiedenartigen Intensität und Qualität der vorkommenden pathologischen Alterationen der Strom bei gleicher Dichtigkeit immer den gleichen Einfluss auf das Nervensystem ausüben sollte.

Es sei noch hinzugefügt, dass die Benützung des elektrischen Stromes in der Form der Elektrodiagnostik therapeutische Dienste leistet, da diese uns über das Stadium, das Fort- oder Rückschreiten des Processes belehrt und dadurch Handhaben für die Wahl der Therapie gewährt.

Im Ganzen kann kein Zweifel darüber obwalten, dass die Elektrotherapie auch bei spinalen Erkrankungen unentbehrlich ist, wenn auch ihre Erfolge keine eclatanten sind.

VII. Allgemeine Behandlung.

a) Die Klimatherapie kommt mehr für Neurosen, als gerade für die Erkrankungen des Rückenmarks in Betracht. Allein auch bei letzteren, namentlich den sehr chronischen (Tabes), ferner den auf Tuberculose beruhenden, ist die Unterbringung des Kranken in gesunden und schön gelegenen Orten für die Euphorie und auch für die wirkliche Besserung von Bedeutung, insofern als günstige klimatische Verhältnisse die Einwirkung der auf die Ernährung, Stärkung der Muskelkraft u. s. w. gerichteten Heilbestrebungen, namentlich durch den anregenden Einfluss auf die Lebenslust und moralische Kraft unterstützen. Je nach Umständen wird man sich mit der Empfehlung von Landaufenthalt begnügen, oder Höhenklima, Seeklima u. s. w. anrathen.

b) Die Ernährungstherapie spielt auch bei den Rückenmarkskrankheiten eine massgebende Rolle. Die Erhaltung des Ernährungs-

zustandes und die Hebung desselben bei schon heruntergekommenen Kranken ist eine unumgänglich nothwendige Bedingung für die gymnastische und compensatorische Therapie und auch für den Verlauf des Krankheitsprocesses selbst von Bedeutung. Ohne gute Ernährung und guten Ernährungszustand keine physische Muskelkraft, keine seelische Energie zur Ausführung der Uebungen! Die mit dem schlechten Allgemeinzustande des Körpers einhergehende Schwächung der Widerstands- und Willenskraft bringt es mit sich, dass der Kranke unter seinen Beschwerden mehr »leidet«, die Schmerzen stärker fühlt. Die Degeneration des Rückenmarks, sowie die oft begleitenden Degenerationen der peripherischen Nerven nehmen unter dem Einfluss der Inanition zu. Endlich trägt die Erhaltung der Widerstandskraft des Körpers viel dazu bei, die Gefahr der Complicationen und intercurrenten Krankheiten, welchen die chronisch Rückenmarkskranken in so hohem Grade ausgesetzt sind, zu vermindern.

c) Allgemeines Verhalten. Ob Rückenmarkskranken mehr Ruhe zu empfehlen oder ob sie mehr zur Bewegung anzuhalten seien, ist allgemein nicht zu entscheiden. Bei frischen entzündlichen Processen ist Ruhe einzuhalten; namentlich bei Myelitis und Blutungen. Denn sehr leicht kommt es hierbei durch Bewegung und Anstrengung zu Nachschüben. Andererseits wirkt bei chronischen Processen eine dauernde Bettlage ungünstig ein, durch Erschlaffung und Atrophie der Muskeln, Störungen der Circulation, Verstimmung u. A. m.

Die Durchführung der Therapie bei chronischen Rückenmarkserkrankungen erheischt die active Mitwirkung des Patienten; derselbe muss sich auf das Genaueste dem Heilplan anpassen, in Befolgung der diätetischen und allgemein hygienischen Vorschriften, in Ausübung der gymnastischen Uebungen nicht erlahmen, auch wenn der Fortschritt nur langsam sich bemerkbar macht. Ihm seine Energie hiefür zu erhalten, ist eine der wichtigsten Aufgaben des »Traitement moral«.

VIII. Behandlung einiger besonderer Zustände.

a) Contractur. Die bei Rückenmarkskranken häufig auftretenden Contracturen sind leider sehr wenig der Behandlung und Besserung zugänglich.

Man pflegt dieselben in regelmässigen täglichen Wiederholungen durch Streckung und Dehnung auszugleichen, was jedoch meist nur von vorübergehendem Erfolge ist. Durch Tenotomie und Apparate ist unter Umständen das Redressement zu unterstützen. Vor der Anwendung der Electricität (s. S. 251) in diesen Fällen ist zu warnen. Dagegen kann

man durch laue und warme Bäder unterstützend einwirken. Weitere Versuche, den Contracturen therapeutisch beizukommen, wären sehr erwünscht.

b) Behandlung des Decubitus und der Cystitis. Wegen der grossen Bedeutung dieser beiden Complicationen bei vielen Rückenmarkskrankheiten soll hier ihre Therapie mitbesprochen werden.

Der Decubitus wird hauptsächlich durch den Druck und die Infection von der Oberfläche der Haut aus (Beschmutzung mit Urin und Fäcalien) bedingt. Es ist daher in Fällen, wo Decubitus zu befürchten ist oder sich bereits entwickelt hat, in erster Linie für möglichsten Wechsel der Lage zu sorgen, so dass nicht eine und dieselbe Hautstelle beständig dem Druck ausgesetzt ist. Man muss versuchen, den Kranken zeitweise in Seitenlage zu bringen und in derselben durch geeignete Stützung zu erhalten, vielleicht auch sitzen zu lassen. Zur Herbeiführung eines öfteren Lagewechsels ohne Erschütterung des Patienten eignet sich die Dittmar'sche verstellbare Bettmatratze (s.: Handbuch der physikalischen Therapie. II. Theil, Bd. II, S. 502). Man mildert den Druck durch Gummikränze, Luftkissen, Watte- und Jutepolster, Holzwolle und am besten grosse Wasserkissen. Unterlagen von Wildleder sind zur Schonung der Haut sehr zweckmässig.

Der Maceration und Infection der Haut durch Urin und Koth beugt man vor durch Reinlichkeit, Bäder. Sorge für öftere Stuhlentleerung bei Retention. Unterlegen eines Gummisteckbeckens, von Torfmoos, häufige Reinigungen bei Incontinentia alvi, Dauerkatheter bei Blasenincontinenz.

Ferner schützt man die Haut durch Einfetten, Bepinseln mit Bleiessig, dünne Höllensteinlösungen, spirituöse Waschungen (Kampherspiritus, Spiritus mit Essig), Einreibungen mit Citronensaft.

Entwickelt sich Decubitus, so ist ein Verband anzulegen (kein Pflaster); die geschwürige Fläche pinselt man mit Höllensteinlösung, Kampherwein, oder besprüht sie mit Jodoformäther (besonders wenn Sinuositäten bestehen), verbindet mit Creolin, Wismuth, Jodoformgaze u. s. w. Sehr zweckmässig ist auch die Irrigation mit heissem Wasserstrahl.

Die Behandlung im permanenten Wasserbade, welche sich für schwerere Fälle von Decubitus sehr empfiehlt, erfordert, dass das Badewasser auf gleicher Temperatur erhalten und erneuert wird, was im Krankenhause z. B. mittelst des Schaffstädt'schen Gegenstromapparates zu erreichen ist, bei welchem fortwährende Wassercirculation stattfindet und die Mischung von warmem und kaltem Wasser vor dem Einfließen in die Wanne geschieht. Steht ein solcher Mischapparat nicht zur Verfügung, so muss durch Nachgiessen und Ablaufenlassen von Wasser die Temperatur annähernd erhalten werden. Die Lagerung im Wasser ge-

schiebt auf einer Vorrichtung, deren Beschreibung wir nach Merke (Handbuch der Hygiene von Th. Weyl. Bd. V, S. 401) geben: »Sie besteht aus einem eisernen Rahmen, der, der Form der Wanne entsprechend, längsoval ist und sich in der letzteren, ihrer Wand anliegend, auf und nieder bewegen lässt. Dieser Rahmen ist zu etwa einem Viertel mittelst Charniere beweglich gemacht, so dass dieser Theil (Kopftheil) höher und niedriger gestellt werden kann; das Ganze mit einem doppelten Leinenbezug nach Art des Bettbezuges überzogen. Getragen wird dieser Rahmen durch Gurten, die am oberen Ende mit Knopflöchern versehen sind, die an den am Rand der Wanne befindlichen knopfartigen Vorsprüngen befestigt werden, während das untere Ende des Gurtes um den Rahmen, dessen Ueberzug an diesen Stellen Schlitze besitzt, in einer Schleife herumgeschlungen wird und so den Rahmen trägt. Da jeder Gurt mehrere Knopflöcher hat, so kann der Rahmen und mit ihm der auf ihm ruhende Kranke nach Bedarf mehr oder weniger tief in das Wasser der Wanne herabgelassen werden.« Auch die von Goldscheider angegebene »Badeschwebe« (s.: Handbuch der physikalischen Therapie. II. Theil, Bd. II, S. 420) bewährt sich für diesen Zweck.

Um den gelähmten Kranken aus dem Bett zu heben und in das Bad zu transportiren, hat man Krankenhebeapparate verschiedener Art construirt; besonders praktisch ist das von P. Jacob angegebene »Heberahmen-Fahrgestell« (Handbuch der physikalischen Therapie. II. Theil, Bd. II, S. 500); dasselbe, auf Rollen gehend, wird unmittelbar über das Bett des Kranken gefahren, der Rahmen gesenkt, der Patient hochgekurbelt, das Fahrgestell über die Wanne gefahren, der Rahmen mit dem Patienten in das Wasser gesenkt.

Bei der Urinretention ist das Ausdrücken der Blase zu versuchen; gelingt dasselbe nicht, so muss Katheterismus angewendet werden, natürlich unter den grössten Cautelen, da diese Zustände von Urinretention in hohem Grade geeignet sind, eine etwaige Infection der Blase zur Niere fortzuleiten. Wenn möglich, muss man den Kranken wenigstens zeitweise eine sitzende oder halbsitzende Lage einnehmen lassen, um der Stauung des Urins und Verbreitung der Infection nach den Nieren vorzubeugen, beziehungsweise zur Urinentleerung aufrichten. Die Ermahnung, den Urin freiwillig zu lassen, hat zuweilen einen bessernden Erfolg. Tritt Incontinenz ein, so pflegt man bei Männern durch Vorlegen einer sogenannten Ente, bei Frauen durch Mooskissen, Gummisteckbecken, Dauerkatheter die Verunreinigung zu verhüten, beziehungsweise zu mildern.

Zuweilen kann die Achtsamkeit des Patienten selbst dazu beitragen, die unwillkürliche Entleerung des Urins auf ein geringes Mass zu beschränken.

Entwickelt sich Blasenkatarrh, so ist alsbald mit Blasenausspülungen (Borsäurelösung [30:1000], Salicylsäure- und Boraxlösung [Acid. salicyl., Natr. biborac. aa. 20·0:1000·0], Höllensteinlösung [1:1000—500]) vorzugehen. Bezüglich der Diät sind diejenigen Substanzen zu vermeiden, welche geeignet sind, den Harn alkalisch zu machen (Pflanzensäure); von innerlichen Medicamenten sind Kali chloricum, Tannin, vor Allem Urotropin in Dosen von 2 g pro die, Salol (1—3 g pro die 8—10 Tage lang, dann pausiren), Wildunger Wasser üblich.

Bei Stuhlretention bilden das einzige Mittel öfter wiederholte Eingiessungen, während man die Folgen der Incontinenz gleichfalls durch regelmässige Ausspülungen des Mastdarms zu vermindern sucht.

