

Clinica de neurologie (cond.: prof. dr. L. Popoviciu, doctor în medicină)
și Catedra de anatomie umană și operatorie (cond.: prof. dr. T. Maros, doctor-
citant, profesor emerit, membru corespondent al Academiei de științe medicale)
din Tirgu Mures

CERCETARI ONTOGENETICE ASUPRA RELAȚIILOR DINTRE ARTERA VERTEBRALĂ ȘI COLOANA CERVICALĂ

dr. B. Așgian, dr. L. Popoviciu, dr. M. Ionescu

Apariția și dezvoltarea arborelui circulator are loc încă din primele zile ale ontogenezei, în directă legătură cu procesul de nutriție. Astfel, la embrionul de 1 mm iau naștere din mezenchimul veziculei ombilicale insulele lui *Wolff* și *Pander* (Clara, 4; Dubreuil, 5), care evoluează apoi spre stadiul de hemangioblasti și hemocitoblasti, celule din care se vor dezvolta vasele sanguine și elementele figurate ale singelui. În această perioadă însă, are loc doar *formarea și dezvoltarea* vaselor și elementelor figurate, fără a exista o circulație în sens dinamic, acest fapt survenind abia la embrionul de 3—5 săptămâni (5—6 mm). În acest cadru, la embrionul de 1—2 mm lungime, anatomia sistemului cardio-aortic constă dintr-un *sinus venos* în care se deschide vena vitelină și un *bulb arterial* din care pornesc arterele aorte primitive, dreaptă și stângă; acestea se inflectează înapoi, luând o direcție caudală și se unesc la nivelul coloanei dorsale, formând trunchiul aortei descendente. Acest aspect reproduce aproape identic sistemul de circulație cunoscut de la clasa peștilor (1, 2).

Imediat după această etapă, la nivelul inflexiunii aortelor primitive, de o parte și de alta a faringelui, iau naștere cele 6 arcuri arteriale aortice, câte unul în dreptul fiecărui arc branhial. Evoluția celor VI arcuri aortice nu se face simultan; așa cum am arătat la dezvoltarea sistemului arterial al batracienilor (2), arcurile I, II și V se atrofiază repede, din arcul III iau naștere arterele carotide, din arcul IV stâng se dezvoltă crosa aortei și din cel drept ia naștere trunchiul brahiocefalic, iar din arcurile arteriale VI evoluează arterele pulmonare. Între timp intervine fuziunea rădăcinilor aortice, întreg acest proces având loc între a 22-a și a 29-a zi, adică la embrionul de 2,5—5 mm lungime.

Concomitent începe să se dezvolte și rețeaua vasculară cerebrală. S-a stabilit (Kaplan, 8) că, la embrionul de 1—2 mm se formează în regiunea creierului anterior și mijlociu o rețea endotelială care constituie *plexul primar*. Simultan, sau imediat după aceasta, în dreptul creierului posterior se dezvoltă niște canale subțiri, numite *artere neurale*. Arterele neurale comunică rostral cu plexul primar și caudal cu venele cardinale anterioare (fig. 1. a). Comunicarea celui de al III-lea arc aortic cu plexul primar, anastomoza plexului primar cu arterele neurale și legătura arterelor neurale — prin vena cardinală și canalul Cuvier — cu sinusul venos, asigură un circuit vascular simplu, primul circuit vascular al creierului, care începe să funcționeze la embrionul de 3—5 săptămâni. Deci, în această etapă a circuitului primitiv, singele din aortă trece prin arcul III aortic și artera carotidă în plexul primar, apoi în arterele neurale și se varsă în vena cardinală superioară.

Într-o perioadă imediat următoare de dezvoltare și anume la embrionul de 29 de zile și 5—6 mm lungime (Padget, citat de Kaplan, 8), arterele neurale de pe fața ventrală a creierului posterior fuzionează, dând naștere unui trunchi vascular unic, dispus longitudinal pe linia mediană, care este artera bazilară (fig. 1. b). Deci, la embrionul de 29 de zile artera bazilară constituie o entitate anatomofiziologică; el primește singele din plexul primar și-l transmite mai departe în sistemul venos, după schema de circulație cerebrală descrisă la batraciene și reptile (2).

Se ajunge astfel la stadiul embrionului de 32 de zile și 7—12 mm lungime (fig. 1. c), stadiu în care se termină faza „branhială” a sistemului cardio-aortic (*Padget*, citat de *Kaplan*, 8); arcurile aortice sînt atrofiate, sînt deja formate arterele carotide, pulmonare, trunchiul brahio-cefalic drept și crosa aortei, iar fuzionarea celor 2 arte primitive este terminată. La nivelul creierului anterior și mijlociu artera carotidă internă și-a dezvoltat ramurile sale principale, iar prin cerebrala posterioară proximală (comunicanta posterioară) singele carotidian trece în artera bazilară și mai departe în plexurile venoase durale, dezvoltate între timp.

Din ziua 33-a de dezvoltare a embrionului începe faza „postbranhială”; arterele vertebrale, formate în prealabil din anastomozarea longitudinală a ramurilor antero-posterioare ale arterelor inter-segmentale, încep să-și piardă rădăcinile aortice, menținându-se doar rădăcina intersegmentară a 7-a, din care se formează ulterior artera subclaviculară, pierderea rădăcinilor fiind datorită deplasării caudale a sistemului cardio-aortic și blocării de către somite a terminațiilor arterelor intersegmentale; acest proces este analog celui pe care l-am întilnit la formarea arterei vertebrale la păsări (2).

Mai tîrziu și anume la embrionul de 35 de zile și 12—14 mm lungime (fig. 1. d) se produce anastomozarea arterelor vertebrale cu artera bazilară. Această anastomoză este inițial subțire și prin ea se suplimentează doar aportul singelui din carotidele interne spre circulația bazilară a creierului posterior. În zilele următoare însă (fig. 1 e și 1. f), pe măsură ce debitul și volumul arterelor comunicante posterioare scade, pe aceeași măsură legătura dintre cele două artere vertebrale și artera bazilară devine din ce în ce mai puternică, aportul sanguin la artera bazilară fiind asigurat în cea mai mare măsură prin sistemul vertebralelor (fig. 1. g): această dispoziție anatomică o mai întilnim doar la maimuțe (2); la toate celelalte mamifere, între circulația arterei bazilare și aceea a arterei vertebrale nu există o legătură anatomofuncțională valabilă. Aceste date moderne contrazic afirmațiile lui *Dubreuil* (5) și *Broman* (3) care susțineau că artera bazilară ia naștere din unirea celor 2 artere vertebrale, la nivelul veziculei cerebrale a 4-a. Conform cercetărilor lui *Kaplan* și *Padget*, în ziua 40-a de dezvoltare a embrionului, care are acum lungimea de 16—18 mm, configurația arborelui arterial al creierului este identică cu cea a adultului, arterele cerebrale la embrionul de 40 de zile fiind ajunse la schema definitivă.

Din analiza datelor existente în literatură rezultă deci că, artera bazilară este o formațiune vasculară primitivă și principală, care ia naștere simultan cu sistemul arterial silvian și este constituită anatomic uneori încă înainte de instalării funcției circulatorii definitive. Ea precede ontogenetic apariția arterei vertebrale, care se formează ca arteră de sine stătătoare abia la embrionul de 34—35 de zile, iar stabilirea legăturii vertebro-bazilare este complet realizată funcțional abia la embrionul de 40 zile.

În ceea ce privește dezvoltarea relațiilor arterei vertebrale cu coloana cervicală în general și cu gaura transversală în special, notăm apariția punctelor de osificare a nivelului vertebrelor cervicale abia la embrionul de 55—60 de zile (*V. Papilian*, 9); deci, abia după această dată se produce osificarea apofizelor transversale și determinarea găurii transversare (*Hertwig*, 6. 7). Sudarea părților componente ale vertebrei cervicale necesită un timp îndelungat, care nu se termină în perioada dezvoltării intrauterine, ci se continuă și după naștere, fiind terminată abia în jurul vârstei de 6 ani.

Din analiza acestor date reiese că, între apariția arborelui circulator cerebral și cea a sistemului osos există un decalaj de timp, astfel încît atunci cînd sistemul de circulație al creierului este deja definitivat, coloana cervicală nu are nicu măcar începută activitatea punctelor de osificare. Această activitate începe abia la aproximativ 20 de zile după ce circulația cerebrală este definitivă și la aproximativ 30 de zile după formarea arterei vertebrale. Cercetările ontogenetice nu au stabilit perioada din care artera vertebrală este dispusă în canalul trans-



Fig. nr. 1 a

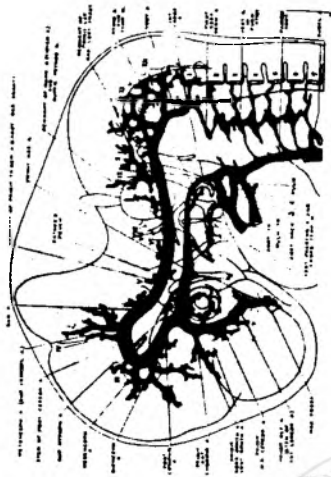


Fig. nr. 1 b

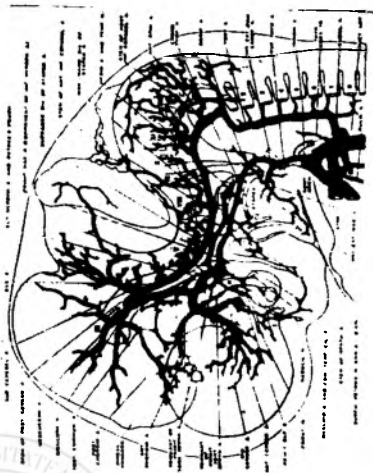


Fig. nr. 1 d



Fig. nr. 1 c



B. AȘGIAN ȘI COLAB.: CERCETĂRI ONTOGENETICE ASUPRA RELĂȚIILOR
DINTRE ARTERA VERTEBRALĂ ȘI COLOANA CERVICALĂ



Fig. nr. 1 e

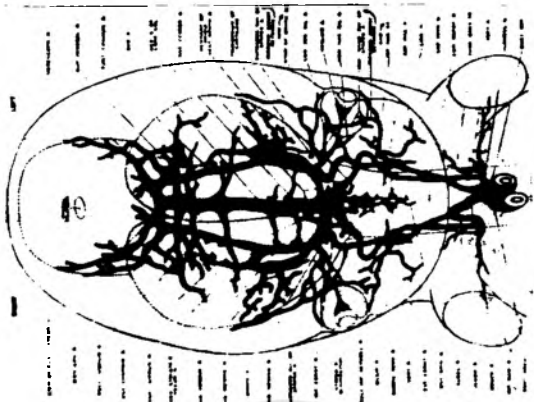


Fig. nr. 1 g

Fig. nr. 1 a—g Dezvoltarea arterelor creierului după Padget. Diagramele numerotate 1 a, 1 b, 1 c, 1 d, 1 e, 1 f, 1 g, reprezintă dezvoltarea circulației cere-





Fig. nr. 2: Secțiunea transversală a gâtului la nivelul vertebrei C₅ la un făt de 8 luni. Săgețile indică secțiunile arterelor vertebrale dispuse în găurile transversare

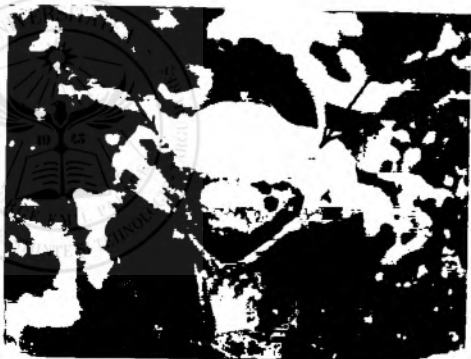


Fig. nr. 3: Acțeași secțiune (detaliu). Săgețile indică arterele vertebrale dispuse în găurile transversare



Fig. nr. 4: Același preparat: vertebra C₅ izolată. Săgețile indică găurile transversare închise din toate părțile

B. AȘCIAN ȘI COLAB.: CERCETĂRI ONTOGENETICE ASUPRA RELĂȚIILOR
DINTRE ARTERA VERTEBRALĂ ȘI COLOANA CERVICALĂ



Fig. nr. 5: Preparat de la făt de 5 luni, văzut din partea anterioară. Săgețile indică arterele vertebrale pornind din arterele subclaviculare și pătrunzând în canalele transversare ale coloanei cervicale



Fig. nr. 6: Același preparat văzut din partea antero-superioară. Săgețile de jos indică arterele vertebrale la intrarea în canalul transversar al coloanei cervicale, iar săgețile de sus indică arterele vertebrale secționate în gaura transversară

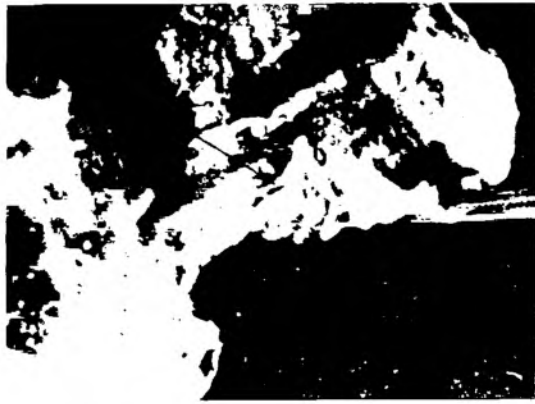


Fig. nr. 7: Preparat de la un făt de 4 luni. Săgeata indică emergența arterei vertebrale din artera subclaviculară și pătrundera ei în canalul transversar al coloanei cervicale

versar, intrucit in perioada de stabilire a traseului arterial, găurile transversare — ca formațiuni osoase — nu sînt încă constituite. Din sintetizarea datelor dezvoltării ontogenetice a arborelui circulator cardio-aortic și magistral cerebral, se poate deci observa că diferitele etape ale dezvoltării embrionare ale acestora, corespund in mod succesiv și imitînd aproape pînă la identitate aspectele cunoscute ale circulației cardio-aortice și cerebrale de la pești, amfibii, reptile și păsări (1, 2). În problema care ne interesează, aspectul cel mai important — după părerea noastră — îl constituie formarea embrionară precoce a arterei bazilare din fuziunea arterelor neurale, care sînt legate anatomic și funcțional de sistemul carotidian, anastomozarea cu sistemul arterial vertebral făcîndu-se mai tîrziu în decursul dezvoltării ontogenetice, fapt ce corespunde cu aspectele similare cunoscute la păsări și mamifere — la care artera bazilară ia naștere din unirea ramurilor posterioare ale arterelor carotide interne — apariția sistemului vertebrobazilar pe scara filogenetică constituind o formă anatomo-fiziologică ultrarecentă, constatată exclusiv la maimuță și la om. În acest sens considerăm că lucrările lui Kaplan și Padget sînt întemeiate, deoarece — ca și considerațiile noastre de mai sus — ele se încadrează și verifică vechea asertiune care arată că „ontogenia urmează filogenia“.

Cît despre dezvoltarea vertebrelor cervicale, datele cunoscute sînt puține și ele nu permit raportarea relațiilor arteră vertebrală — gaură transversară din ontogenie, la fazele cunoscute și descrise ale acestei relații din obiective evoluției filogenetice. Stabilirea acestor relații a constituit unul dintre obiectivele cercetărilor noastre.

Material și metodă

Cercetările le-am făcut pe feți la termen, născuți morți sau morți imediat după naștere; apoi pe feți cu vîrste din ce în ce mai mici, născuți (prematur) morți sau prelevați prin operația cezariană sau pe cale operatorie la Clinica de obstetrică și ginecologie din Tîrgu Mureș. După fixare în formol, feților li s-a ridicat plastronul sterno-costal și li s-a injectat în artera aortă masă Teichmann preparată cu miniu, după metoda lui C. C. Velluda, în prealabil fiind ligaturate aorta descendentă, arterele carotide și arterele subclaviculare — sub urgența vertebralelor —, astfel încît masa colorantă să nu se poată răspîndi decît în arterele vertebrale și în ramurile lor. Preparatele erau apoi lăsate 48 de ore în formol, pentru întărirea masei colorante. După această pregătire am trecut la disecarea feților. Am preparat: 7 feți în vîrste de 9, 8, 7, 6 luni, 2 de cite 5 luni, iar ultimul de 4 luni.

Rezultate și discuții

La toți cei 7 feți am pus în evidență artera vertebrală, pătrunzînd în canalul transversar, iar pe secțiunea transversară practică la nivelul vertebrelor C₃—C₅, orificiul arterelor vertebrale a fost găsit în cadrul găurilor transversare. Astfel, fig. 2 reprezintă o secțiune transversală a gîtului la nivelul vertebrei C₃ la un făt de 8 luni, se observă pe linia mediană, înainte-înapoi: tegumentul anterior al gîtului, traheea, esofagul, corpul vertebrei, măduva spinării, lamele vertebrale, apofiza spinoasă și tegumentul posterior al gîtului. De o parte și de alta a corpului vertebral se observă secțiunea arterelor vertebrale, dispuse în găurile transversare. Figura 3 reprezintă la același făt, o imagine mai detaliată a regiunii; se observă mai bine arterele vertebrale secționare, dispuse în găurile transversare, de o parte și de alta a corpului vertebral; în partea stîngă a preparatului se observă rădăcinile spinale, anterioară și posterioară, formînd nervul rahidian, la nivelul șantului nervului spinal. Pe fig. 4, este reprezentată numai vertebra C₃ al aceluiași făt, se observă că gaura transversară este închisă din toate părțile, numai că în partea anterioară nu are o consistență osoasă ci o consistență cartilagineasă. Următoarele 2 figuri reprezintă preparatul unui făt de 5 luni, văzut din

partea anterioară (fig. 5) și din partea antero-superioară (fig. 6). Se observă emergența arterelor vertebrale din arterele subclaviculare, pătrunderea lor în coloana cervicală și dispoziția lor în găurile transversare, de o parte și de alta a corpului vertebral. Artera vertebrală este înconjurată de un țesut dens, care nu are peste tot o consistență osoasă, ci o consistență cartilagineasă. Figura 7 reprezintă preparatul unui făt de 4 luni și se observă emergența arterei vertebrale din artera subclaviculară și pătrunderea ei în canalul transversar. Cercetările noastre nu s-au putut extinde la feți mai mici de 4 luni și la embrioni, aceștia fiind de obicei dilacerati cu ocazia intervențiilor chirurgicale afectuate. Nu am găsit necesar să repetăm disecția la mai mulți feți de aceeași vîrstă, datele constatate fiind convingătoare.

Din rezultatele acestor cercetări se poate conchide că dispunerea arterei vertebrale în canalul transversar al coloanei cervicale se face foarte de timpuriu și în orice caz *înaintea apariției punctelor de osificare ale vertebrelor*, în stadiul cartilagos al acestora. Cu alte cuvinte, dezvoltarea arterei vertebrale — care este terminată la embrionul de 40 de zile — se face *concomitent* cu dezvoltarea vertebrelor cervicale în stadiul lor cartilagos, dispunerea arterelor vertebrale în canalele transversale făcîndu-se probabil de la început, ca atare. Din cercetările noastre nu am putut stabili *cînd anume* are loc schimbarea direcției circulației în artera bazilară, deoarece acest fapt are loc într-o perioadă mult mai timpurie decît a celui mai tînăr făt disecat de noi și anume înaintea zilei a 40-a de viață embrionară.

Din cercetările noastre asupra evoluției arterei vertebrale, a coloanei cervicale precum și a raporturilor dintre ele pe scara filogenetică (1, 2) și în decursul dezvoltării ontogenetice, se pot trage următoarele concluzii:

1. Artera vertebrală apare ca o cale importantă de aport sanguin la creier numai pe treptele cele mai superioare ale scării filogenetice, existînd ca atare doar la maimuțe și la om.

2. Pînă la aceste trepte ale dezvoltării filogenetice, artera vertebrală constituie la toate speciile de vertebrale o cale de irigare a țesuturilor osoase, musculare și a altor țesuturi ale regiunii cervicale, aportul său sanguin pentru irigarea cerebrală fiind inexistent sau de o importanță minoră.

3. Din acest motiv, studiul arterei vertebrale și a vertebrelor cervicale pe scara filogenetică, nu furnizează date importante pentru înțelegerea anatomo-fiziologiei și fiziopatologiei sistemului vertebrobazilar de circulație de la om.

4. În timpul dezvoltării ontogenetice, sistemul circulator vertebro-bazilar al omului reproduce succesiv toate fazele filogenetice ale circulației respective de la pești, amfibii, reptile, păsări și mamifere inferioare, definitivarea aspectului caracteristic de la om fiind — ca și în filogeneză — una dintre cele mai „tîrzii“ faze ale ontogenezei, fapt ce verifică încă o dată aserțiunea că „ontogenia urmează filogenia“.

5. În ceea ce privește irigarea creierului, ar fi logic să presupunem că porțiunile filogenetic mai vechi ale encefalului sînt irigate de formațiuni vasculare de asemenea filogenetic mai vechi, și viceversa. Studiul nostru arată însă că circulația vertebrobazilară — ca aport la irigarea creierului — este mai recentă din punct de vedere filogenetic, decît circulația carotidiană, aceasta din urmă reprezentînd circulația cerebrală primară, iar sistemul vertebrobazilar constituind o apariție tardivă atît filogenetic cit și ontogenetic. Pe baza acestor date, putem afirma că în circulația creierului, formațiunile nervoase cele mai vechi din punct de vedere filogenetic și anume formațiunile rombencefalice, sînt irigate de sistemul arterial filogenetic cel mai tînăr, și anume sistemul vertebrobazilar, iar formațiunile cerebrale cele mai noi filogenetic și anume formațiunile telencefalice, sînt irigate de sistemul arterial cu vîrsta filogenetică cea mai mare și anume de sistemul carotidian.

Sosit la redacție: 18 februarie 1970.

Bibliografie

1. B. AȘGIAN, L. POPOVICIU, N. MIHAIL: Rev. Med. (1970), XVI, 2, 216;
2. B. AȘGIAN, L. POPOVICIU, N. MIHAIL: Rev. Med. (1970), XVI, 3—4, 422;
3. I. BROMAN: Normale und abnorme Entwicklung des Menschen, Ed. Bergman, Wiesbaden, 1911;
4. M. CLARA: Entwicklungsgeschichte des Menschen, Ed. Quelle et Major, Leipzig, 1943;
5. G. DUBREUIL: Leçons d'embriologie humaine, Ed. Vigot, Paris, 1929;
6. O. HERTWIG: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen un der Wirbeltiere, Ed. G. Fischer, Jena, 1898;
7. O. HERTWIG: Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere, Ed. G. Fischer, Jena, 1906;
8. H. KAPLAN: Embriology and anatomy of the blood vessels of the brain. Din „Pathogenesis and treatment of cerebro-vascular disease“, Ed. Charles C. Thomas., Springfield, Illinois, USA, 1961;
9. V. PAPILLIAN: Tratat de anatomie, Ed. Dacia Traiană, Sibiu, 1942.