

VARIANTE ANATOMICE ALE SISTEMULUI VENELOR AZIGOS LA OM

FRANCISC GRIGORESCU SIDO¹, ANCA ZIMMERMANN²,
DANA BLIDARU¹, ADELA MATEI¹

¹Catedra de Anatomie și Embriologie, UMF “Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca
²Dept. de Endocrinologie și Diabetologie, Clinica Medicală I, Universitatea
“Johannes Gutenberg”, Mainz, Germania

Rezumat

Variantele anatomice ale sistemului venelor azigos au fost studiate prin disecție, la un total de 674 de cadavre (328 bărbați și 346 femei, cu vârste cuprinse între 61 și 89 de ani), provenite din sălile de disecție ale Catedrei de Anatomie și Embriologie, UMF Iuliu Hațieganu, Cluj, între anii 1976-1989. Au fost înregistrate: originile venelor azigos, prezența sau absența unor componente (sistem pereche, azigos unic), locul de tranzit prin diafragmă, traiectul (rectiliniu, oblic, sinuos) și raporturile față de coloana vertebrală (la dreapta, anterior median, la stânga), esofag și aortă și modul de terminare ale venelor sistemului azigos. S-a revăzut biologia dezvoltării sistemului vascular, cu accent pe cea a sistemului venelor azigos, pe variantele întâlnite în literatură, comparativ cu cele din studiul prezent. Variantele anatomice ale sistemului venelor azigos, fiind întâlnite la persoane adulte, au evoluat probabil asimptomatic. Pe lotul investigat nu au fost întâlnite anomalii ale sistemului (absența unui segment al venei cave inferioare și continuarea acesteia cu vena azigos sau/și hemiazigos, lobul venei azigos, care pot evolua asimptomatic, retur venos anormal pulmonar sau/și port în vena azigos etc.), anomalii prezente cu precădere în literatura imagistică.

Cuvinte cheie: venele sistemului azigos, variante anatomice, dezvoltare.

ANATOMICAL VARIANTS OF THE AZYGOS VENOUS SYSTEM IN MAN

Abstract

Anatomical variants of the azygos venous system were studied through dissection in 674 cadavers (346 female and 328 male with ages ranging from 61 to 89 ages) at the Department of Anatomy and Embryology of the “Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy, Cluj, between 1976- 1989. During this period we recorded: the origin of the azygos veins, the presence or absence of some components (pairs system, single, unpair azygos vein), the place of transit through the diaphragm, the course and direction (rectilinear, sinuous), the relation with the vertebral column (at right, anterior median, at left), esophagus and aorta and the modality of ending of these veins. We reviewed the developmental biology of the vascular system, with accent to the azygos venous system and the variants described in literature in comparison with our results.

Anatomical variants of the azygos venous system in adults probably did not lead to any symptoms. In our cases we did not meet anomalies of the system, like those described especially in imagistic literature (interruption of the inferior vena cava with azygos/hemiazygos continuation, azygos vein lob, abnormal backflow of the pulmonary or portal veins in azygos or hemiazygos veins etc.).

Keywords: veins of the azygos system, anatomical variants, development.

Prescurtări: SVAz. Sistemul venelor azigos. VAz. Vena azigos. VHAz. Vena hemiazigos. VHAzA. Vena hemiazigos accesorie. VCS. Vena cavă superioară. VCI. Vena cavă

inferioară. VIS. Vena intercostală superioară. VISp. Vena intercostală supremă. VSC. Vena subcostală. VLA. Vena lombară ascendentă. VL. Venă lombară. TRAL. Trunchiul reno-azigo-lombar. VR. Venă renală, St. Stânga. Dr. Dreapta.

Anatomia normală a SVAz

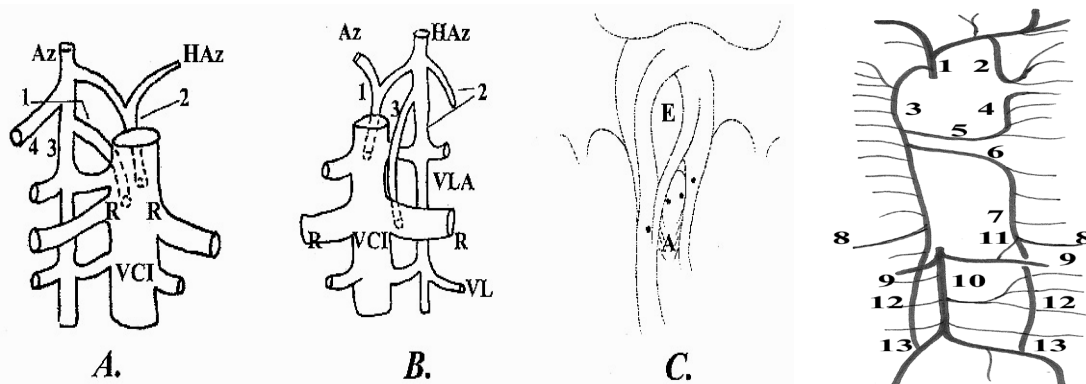


Fig. 1. A. SVAz în întregime. 1. VCS. 2. VISSt. 3. VAz. 4. VHAzA. 5, 6. În dreptul vertebrelor T₆-T₈, VHAz și VHAzA drenează în VAz prin vene interazigos, retroaortice. 7. VHAz. 8. VSC. 9. VR. 10. VCI. 11. TRAL. 12. VLA. 13. Anastomoze ale VLA (inconstante) cu venele iliace comune. **B și C.** Originea SVAz. **B.** 1. Rădăcina intermediară a VAz. 2. Rădăcina medială a VAz comună cu cea a VHAz. 3. VLA. 4. VSC împreună cu VLA alcătuiesc rădăcina laterală a VAz, respectiv a VHAz. **C.** 1. Rădăcina medială a VAz și VHAz. 2. VSC și VLA formează rădăcina laterală a VHAz. 3. Rădăcina intermediară a VHAz cu origine în VRSt (modificat după Seib GA, 1934 [1]). **D.** Locuri posibile de traversare prin partea posterioară a diafragmei de către VAz și VHAz (marcate cu puncte negre). **E.** Esofag. **A.** Aorta [2].

SVAz reprezintă un complex de canale venoase toraco-abdominale, considerate de Cruveilhier J (1877) [3], ca vene extrarahidiene anterioare, care drenează în special sânge parietal toraco-abdominal și care constituie importante anastomoze cavo-cave și porto-cave. Venele azigos se consideră că acționează ca by-pass între sistemul cav superior și inferior și porto-cav, între aceste vene existând anastomoze, atât superficiale (parietale), cât și profunde, importante în cazul unei obstrucții pe traiectul uneia din venele amintite.

Venele care compun acest sistem sunt: VAz (marea venă azigos), VHAz (mica venă azigos inferioară), VHAzA (mica venă azigos superioară sau mica venă hemiazigos superioară), VISDr și St, VISp, VSC și VLA (inconstant, vena azigos lombară, echivalentă cu rădăcina intermediară [1] cu originea pe fața posterioară a VCI, la nivelul sau sub nivelul VR) [3,4,5,6,7]. Practic, alți autori consideră că au importanță doar din cele trei vene mari: VAz, VHAz și VHAzA [8]. O altă definiție este că SVAz este format din vene mediastinale posterioare verticale, perechi, rectilinii, neînsoțite de artere [9].

Istoric

Denumirea de azigos (a - nu, zyg - pereche; impar, nepereche, asimetric, în greacă; vena sine pari, în latină) este dată din antichitate, fiind menționată încă în sec. III

de către Galen [10]. Terminologia este potrivită la om, câine și pisică, dar este nepotrivită la bovine și ovine, la care este sistem pereche, simetric [11]. VAz este destul de corect descrisă în anatomia lui C Stephanus (1504-1564), intitulată "De dissectione partium corporis humani libri tres" [12,13,14,15]. A Vesalius (1555) o descrie cu exactitate și atrage atenția asupra anastomozelor cu venele vertebrale interne și VCI [10]. Eustachio (1722) face observații asupra originii VHAz în VRSt, fără alte comentarii, origine etichetată ca TRAL în 1888 de către Lejars și considerat prezent în 80% din cazuri [10]. Winslow (1776) descrie VAz cu multă precizie. Poirier P și Charpy A, 1902 [4]; Testut L și Latarjet A, 1929 [5], își bazează descrierile pe lucrările bine documentate ale lui Breschet (1829) și Walther (1885). Seib GA, 1934 [1], într-un studiu anatomic pe 200 cadavre arată că în 83% din cazuri, SVAz este conectat cu VCI și VRSt. Studiul SVAz pentru colaterale, în caz de obstrucție a VCI, a fost făcut de Sappey și Dumontpallier, 1861, Pleasants, 1911, Batson, 1940, etc. -cit. Bowsher D, 1954 [10].

Descriere

VAz este un canal venos abdomino-toracic, dispus anterior dreapta față de coloana vertebrală, al cărui calibru crește spre terminația sa în VCS.

Originea (în abdomen, sub vertebra T₁₂) sa cea mai constantă este reprezentată de un trunchi format din unirea VLADr cu VSCDr (rădăcina laterală în 94%, după Seib GA, 1934 [1]) sau doar VSCDr (6%, [1]).

Rădăcina intermediară, numită și vena azigos

lomboară [6,11], cu origine pe fața posterioară a VCI, poate exista în 45% din cazuri [1]. *Rădăcina medială*, cu origine tot pe fața posterioară a VCI, se desparte în două ramuri, una dreaptă spre VAz și una stângă, spre VHAz, a cărei rădăcină medială o formează (39%, [1]). VLA se poate uni, în unele cazuri, cu vena iliacă comună dreaptă [12,13,14].

Traiectul VAz este de obicei rectiliniu. Străbate diafragma (posterior de stâlpul drept, prin acesta sau/și prin hiatul aortic) [2], urcă prin mediastinul posterior, anterior dreapta față de vertebrele toracice, până în dreptul vertebrelor T₃ sau T₄, se curbează anterior (*arcul VAz*), conturează pediculul pulmonar drept și se deschide în VCS, înainte ca aceasta să străbată pericardul [16].

Afluenți. Primește venele intercostale posterioare drepte, dispuse segmentar sau uneori, două dintre ele, formând un trunchi comun. Primele 2-4 sau 5 VIS pot forma un trunchi comun (*VISDr*), ce drenează spre partea terminală a VAz. *Vena intercostală supremă (VISp)* drenează primul spațiu intercostal și se termină variabil: în trunchiul brahiocervical drept, vena subclaviculară, vena vertebrală. Mai primește ramuri de la măduva spinării și plexul vertebral intern, mediastinale, esofagiene, bronșice, pericardice, pericardicofrenice. Din partea stângă primește VHAz și VHAZA.

VHAz are originea în stânga asemănător cu VAz, doar că *rădăcina intermediară*, care provine în dreapta de pe fața posterioară a VCI, în stânga apare mai frecvent ca *trunchi reno-azigo-lombar* (Tuffier și Lejars, [5]), prezent în 28% din cazurile investigate de Seib GA, 1934 [1]. Străbate diafragma (stâlpul stâng în dreptul vertebrei T₁₂, împreună cu marele splanhnic sau/și micul splanhnic sau prin hiatul aortic) și urcă la stânga coloanei vertebrale, prin mediastinul posterior [2]. Ajungând în dreptul vertebrei T₈, se curbează spre dreapta, trecând anterior de coloana vertebrală și posterior de aortă, esofag și ductul toracic, pentru a se termina în VAz. VAz poate primi una sau mai multe vene intercostale posterioare stângi inferioare independente, în 12,5% din cazuri [1]. VHAz se conectează direct cu VHAZA în 46% din cazuri [1] și poate lipsi în 15% din cazuri [1].

VHAZA. Venele intercostale posterioare superioare stângi, de la a 4-a sau a 5- a la a 8-a formează prin unire VHAZA, care coboară la stânga coloanei vertebrale, se curbează spre dreapta la nivelul vertebrei T₇ și se termină în VAz. Mai primește laterale vene esofagiene, mediastinale, bronșice stângi, din plexul vertebral intern și măduva spinării. Se poate conecta cu VHAz; poate drena și ascendant spre VIS (31,5%, [1]) sau ambele conexiuni pot lipsi (22,5%, [1]). Când lipsește, teritoriul VHAZA este drenat prin ramuri independente, segmentare, care se deschid în VAz.

VISSt, care drenează venele intercostale 2-4 sau 5, poate drena în VHAZA sau se poate deschide direct în VAz.

VISp drenează spațiul intercostal unu în ambele părți și se poate termina, fie în VIS, fie într-o venă de la baza gâtului.

Variante anatomice

Variantele anatomice ale SVAz sunt tratate în lucrările publicate de Adachi B, 1910 [17]; Lindsay HC, 1925 [18]; Seib GA, 1934 [1]; Russu IG, 1934 [19]; Butler H și Balankura K, 1952 [20]; Hollinshead, 1971 [7]; Vakaet L și col., 1958 [21]; Hilel Nathan, 1960 [22]; Andreassi G, 1962 [23]; Wenestrand JR, 1963 [24]; Anita Falla și col., 1963 [25]; Caggiati A și col., 1996 [26]; Trubač R și col., 2002 [27]; Pyrzowski J și col., 2007 [28]; Gesase AP și col., 2008 [29] etc.

VAzSt, unică a fost observată, în special în asociație cu VCSSt, de către Butler H și Balankura K, 1952 [20]; Vakaet L și col., 1958 [21]; Hilel Nathan, 1960 [22]; Uemura M și col., 2009 [30].

Raporturile VAz față de linia mediană, importante pentru imagiști și chirurghi, au fost investigate de mulți autori [22,31,32].

O clasificare și apreciere procentuală a SVAz, realizată pe baza studierii a 32 de feți umane [32] evidențiază 5 categorii: 1. VHAz și VHAZA se deschid separat în VAz; 2. Cele două vene din stânga se deschid în VAz printr-un trunchi comun; 3. VHAz lipsește; 4. VHAZA lipsește;

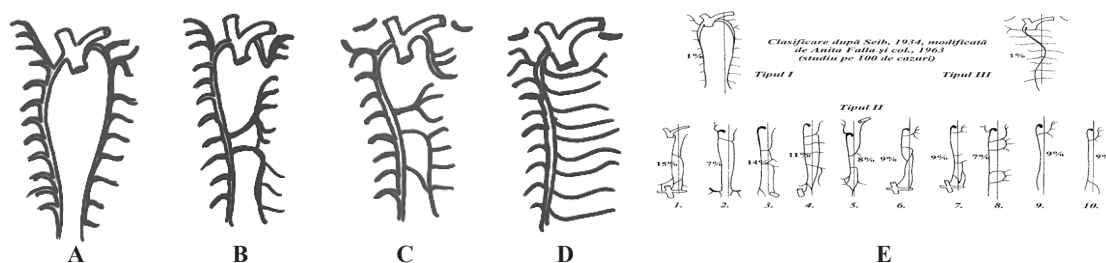


Fig. 2. A, B, C, D. Patru variante ale SVAz, din cele 21 întâlnite de Seib GA, 1934, pe 200 de cadavre investigate. A. VAz dublă. B. VHAz și VHAZA unite între ele. C. VHAz și VHAZA se deschid separat în VAz. D. VAz unică. E. Bazați pe clasificările lui Seib GA, 1934 [1], Anita Falla și col., 1963 [25], prezintă aprecieri procentuale originale. Tipurile I și III sunt foarte rare (câte 1% fiecare). Tipul II, considerat normal anatomic apare în 98% din cazuri. Cazurile 1-4 (47%) conțin SVAz complet, bilateral, VHAz și VHAZA fiind unite, cu drenare stânga-dreapta, retroaortic, la diferite nivele vertebrale. Cazurile 5-10 (51%) sunt, fie incomplete, lipsind una dintre VHAz sau/și VHAZA, fie VHAz și VHAZA nu se unesc, drenând separate în VAz.

5. VAz unică, mediană. VAz era localizată la dreapta liniei mediane în 90,6% din cazuri; terminarea în VCS era în dreptul vertebrei T_4 în 81,25%; deschiderea VHAz în VAz se făcea în dreptul vertebrei T_8 în 35,7% din cazuri, iar deschiderea VHAzA în VAz se realiza în dreptul vertebrei T_4 în 41,6% din cazuri.

În cazul *absenței VAz*, VISSt, care drenează în trunchiul brahiocefalic stâng, urmărind conturul butonului aortic, se va dilata și va apare pe o imagine AP sub forma a ceea ce în imagistică este etichetat ca “*mamelon aortic sau aortic nipple*” [26]. Fenomenul este cunoscut și în situațiile continuării VCI cu VAz și mai ales cu VHAz, lărgită în aceste situații [33,34,35,36 etc.].

Existența *TRAL* descris de Tuffier și Lejars [4,5] este subiectul unor studii anatomice și imagistice [37,38].

Un tip de variantă, foarte rar întâlnită în articolele publicate, este prezența *conexiunilor venoase interazigos preaortice* (vena azigos preaortică, vena interazigos) [20, 28,39,40,41,42,43], știindu-se că asemenea conexiuni sunt bine reprezentate în perioada embrionară [6,44,45 etc.].

În SVAz, ca și în venele vertebrale interne, nu există *valve*, doar la nivelul arcului VAz [10]. Foarte puține publicații tratează subiectul prezenței valvelor în SVAz [42,46,47].

Biologia dezvoltării. Generalități

Sistemul cardiovascular este primul sistem funcțional care se dezvoltă în perioada embrionară, datorită nevoilor progresiv crescânde de substanțe nutritive și oxigen, necesare unui anabolism pozitiv accelerat în această

etapă de viață, nevoi care nu pot fi satisfăcute doar prin fenomene de difuziune. *Hipoxia* guvernează dezvoltarea vaselor, iar destinul arterelor și venelor este hotărât genetic [48,49,50].

Dezvoltarea sistemului vascular se face din *mezoderm* și debutează prin *vasculogeneza (formarea de novo a vaselor din angioblaste splanhnopleurale)* și *angiogeneza (dezvoltarea vaselor din cele preexistente, în special din angioblaste somatopleurale)* [51,52,53], descrisă și la organele cu origine *endodermală* [52].

Începutul dezvoltării *sistemului vascular sanguin* are loc timpuriu în viața embrionară. *Primele vase* ale embrionului apar în ziua 6,5 de gestație, în *mezodermul splanhnic perivitelin (extraembrionar)* prin *vasculogeneză* iar în ziua 8,5 de gestație debutează și *angiogeneza* în *mezodermul somatic (intraembrionar)* [54,55]. Vasculogeneza și angiogeneza au loc, atât în mezodermul extraembrionar, cât și în cel intraembrionar. Ambele procese au un ritm accelerat în perioada embrionară și fetală timpurie și își încetinesc ritmul spre vârsta adultă [56,57].

Prin *vasculogeneză*, celulele mezodermale splanhnopleurale *extraembrionare* formează *hemangioblaste*, din care derivă *angioblaste* (celulele endoteliale ale pereților vasculari primitivi) și *hemocitoblaste* (viitoarele elemente figurate ale sângelui). *Angioblastele* prin agregare și fuziune edifică *insule angiogenetice (Wolff și Pander)*, care se organizează într-o *rețea (plex) de cordoane celulare* și care se vor tuneliza, edificând un *plex vascular capilar primitiv cu pereți endoteliali*.

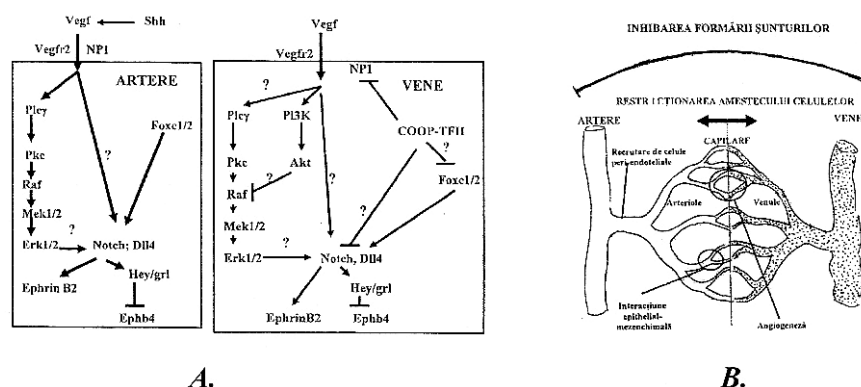


Fig. 3. A. Model al specificării arterio-venoase la embrioni. Shh secretat de notochord și placa bazală (planșeul tubului neural) induce nivelul Vegf în somite, care la rândul său activează angioblastele ce provin din mezodermul plăcii laterale. În angioblastele destinate **arterial**, Vegf interacționează cu complexul de receptori Vegfr2 (Vegfr2)-neuropilin1 (NP-1) pentru a activa căile fosfolipază $C\gamma-1$ (Plc- γ)- semnalul extracelular- kinază reglată (Erk) și semnalul Notch, astfel inducând expresia markerilor arteriali, ca ephrinB2 (efnb2). Proteinele Forkhead box c1 (Foxc1)/Foxc2 sunt activate de calea Notch prin inducerea exprimării Delta-like 4 (Dll4), care conduce spre un destin arterial. Invers, ovoalbumina de pui suprareglată COUP-TFII și semnalul fosfatidilinositol-3 kinază (PI3K)-Akt, inițiază soarta **venoasă** prin supresia căii Notch și semnalului Erk, respectiv, astfel reprimă destinul arterial. COUP-TFII nu numai că suprimă calea Notch, ci inhibă exprimarea NP-1, astfel atenuând activarea Vegf și Notch [58,59]. **B.** Organizarea și stabilirea rețelei și identității arteriale, capilare și venoase. Identitatea moleculară arterială și venoasă distinctă joacă roluri diferite în perioada morfogenezei vasculare timpurii. Semnalele Eph/ephrin și alte căi, pot restricționa deplasările celulare peste granița arterio-venoasă și inhiba formarea de șunturi între vasele sanguine de calibre mai mari. Formarea patului capilar prin angiogeneză trebuie stimulată la interfața arterio-venoasă. Proprietățile moleculare distincte ale arterelor și venelor pot contribui la recrutarea de pericite și celule musculare netede vasculare și probabil intermedia interacțiuni specifice între celulele endoteliale și mezenchimul adiacent. Factorii hidro dinamici contribuie, de asemenea la diferențierea arterială și venoasă [60,61].

După vasculogeneză se declanșează și *angiogeneza*, care debutează prin *apoptoza* pereților vasculari [62], urmată de activarea proliferării și migrării celulelor endoteliale (înmugurire a pereților endoteliali). Acestea se dispun în structuri tubulare endoteliale în jurul cărora, tot din mezoderm, se formează restul structurilor pereților vasculari (membrana bazală, pericite, fibre musculare netede, țesut conjunctiv adventițial). Maturarea rețelei vasculare se face prin fuziunea capilarelor în vase mai mari, artere și vene. Astfel, pereții vaselor au la origine două tipuri de celule: *endoteliale și celule murale* [49].

Cercetări de biologie a dezvoltării, afirmă că: „Vasele noastre sunt un organ dinamic, ce se reorga-

nizează permanent și se ajustează la modificările locale ale nevoilor de O_2 și substanțe nutritive“ [63], fapt mai evident în perioadele dezvoltării embrionare și fetale timpurii. După instalarea circulației, plexul capilar primar se remodelează de mai multe ori până la apariția unui sistem vascular matur, format din vase de calibre și funcții diferite [64].

Adams RH și col., 1999 [60] au precizat existența unor factori moleculari cu rol în delimitarea teritoriilor arteriale de cele venoase. Astfel, ephrinB1 este coexprimat cu ephrinB2 în artere, EphB3 (receptor de membrană) se exprimă doar în unele artere și că ephrinB1 și EphB3 se coexprimă cu EphB4 în celulele endoteliale venoase.

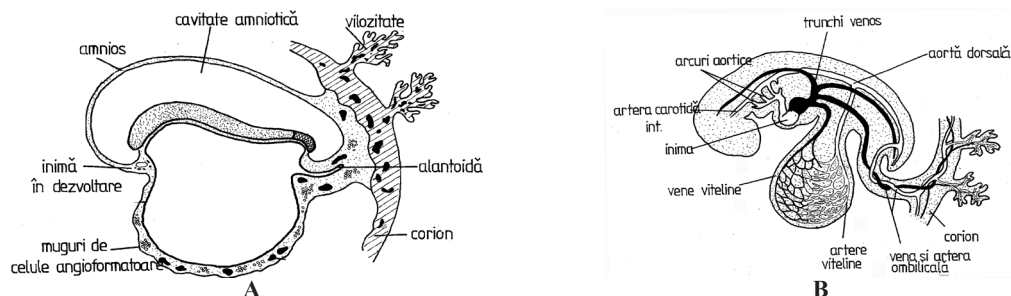


Fig. 4. A. Apariția insulelor angiogenetice în teritoriul extraembrionar (săptămâna 2,5). **B.** Vasele intraembrionare în săptămâna 3,5 de dezvoltare embrionară. CA. V. Cardinală anterioară. CP. Venă cardinală posterioară [71,72,73].

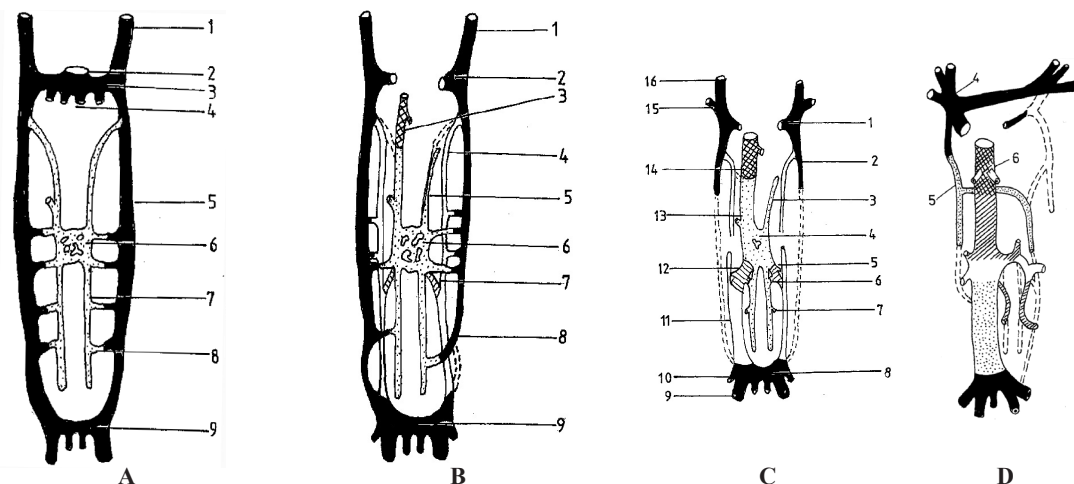


Fig. 5. Una dintre cele mai acceptate, mai vehiculate și mai complete descrieri privind dezvoltarea sistemului venos (inclusiv SVAz) este cea prezentată mai jos. Etape diferite în dezvoltarea sistemului venos (A. Săptămâna a 6-a. B. Săptămâna a 7-a. C. Săptămâna a 8-a. D. Adult). A. 1. Venă precardinală. 2. Sinus venos. 3. Venă cardinală comună. 4. Venele viteline (medial) și ombilicale/alantoidiene (lateral). 5. Venă postcardinală. 6. Anastomoze intersubcardinale în teritoriul mezonefrosului. 7. Venă subcardinală. 8. Anastomoze în teritoriul mezonefrosului între vena subcardinală și postcardinală. 9. Anastomoză interpostcardinală (intersacrocardinală) sau iliacă. B. 1. Venă precardinală. 2. Venă cardinală comună (Cuvier). 3. Venă subcardinală. 4. Venă supracardinală. 5. Venă subcardinală. 6. Anastomoze intersubcardinale. 7. Anastomoză subcardino-supracardinală stângă (parte a VRSt). 8. Venă postcardinală. 9. Anastomoză iliacă. C. 1. Venă cardinală comună. 2. Venă postcardinală. 3. Venă supracardinală stângă. 4. Anastomoze intersubcardinale. 5. Anastomoză subcardino-supracardinală (parte a VRSt). 6. Locul de drenare a venei gonadale. 7. Vena gonadală stângă. 8. Anastomoză interiliacă. 9. Vena iliacă internă. 10. Vena iliacă externă. 11. Venă supracardinală (segmental postrenal al VCI). 12. Anastomoză supracardino-subcardinală dreaptă (segmental renal al VCI). 13. Vena subcardinală (segmental prerenal al VCI). 14. Segmentul hepatic al VCI. 15. Vena subclaviculară. 16. Venă precardinală. D. Sistemul venos cav la adult și echivalentele sale embrionare. 1. Trunchiul brahiocervical stâng. 2. Vena subclaviculară stângă. 3. Vena oblică a inimii (Marshall). 4. VCI. 5. Venele hepatice. 6. VHAz. 7. Vena suprarenală stângă. 8. VRSt. 9. Vena gonadală internă stângă. 10. Vena iliacă comună stângă. 11. Vena sacrată medie. 12. Vena iliacă internă dreaptă. 13. Vena iliacă externă dreaptă. 14. VCI. 15. Vena gonadală internă dreaptă. 16. VRDr. 17. Vena suprarenală dreaptă. 18. VAz. 19. VCS. 20. Vena jugulară externă. 21. Vena jugulară internă [44].

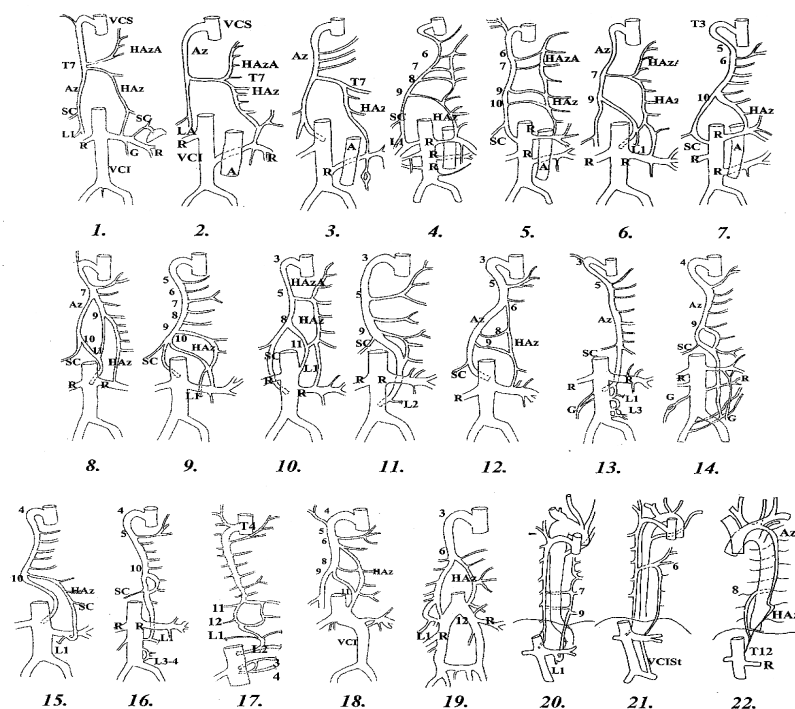


Fig. 6. Scheme ale SVAz în întregime, în care sunt reprezentate doar VAz, VHAz, VHAzA și originile acestora, fără celelalte componente. Denumirea originilor este cea folosită de Seib GA, 1934 [1]. **1.** SVAz complet cu drenaj separat în VAz ale VHAz și VHAzA. Originea VAz este într-o rădăcină laterală (VSCDr și VLA). VHAz are originea în VSCSt și VRSt. **2.** SVAz complet, cu drenaj al VHAz și VHAzA printr-o venă interazigos retroaortică comună. Originea VAz este într-o rădăcină laterală, iar cea a VHAz într-o VRSt retroaortică tip II (clasificare după Koc Z și col., 2006 [74]). **3.** VHAzA absentă. VAz are originea într-o rădăcină laterală și o rădăcină intermediară (pe fața posterioară a VCI). VHAz are originea într-o VRSt retroaortică tip II. **4.** SVAz complet. VHAz și VHAzA drenează spre VAz prin 4 vene interazigos retroaortice. VAz are originea în VRDr superioară (există 3VRDr și 3VRSt), în VSC și VL1. VHAz cu origine în VRSt printr-un trunchi comun cu vena diafragmatică inferioară stângă. **5.** SVAz complet. VHAz și VHAzA drenează spre VAz prin 4 vene interazigos retroaortice. VHAz cu origine în VRSt și VSCSt. **6.** SVAz complet. VHAz și VHAzA drenează printr-o venă interazigos comună în VAz. Originea VAz este într-o rădăcină laterală și o rădăcină medială comună cu o VHAz suplimentară. VHAz are originea în VRSt, VL1 și o rădăcină medială comună cu VHAz suplimentară. **7.** VAz unică, cu arcul în dreptul vertebrei T3. În dreptul vertebrei T10 există două rădăcini de origine. VAz are originea în VSCDr și o rădăcină intermediară. VHAz, foarte scurtă (între VRSt și vertebra T10), are originea în VRSt și VSCSt. **8.** SVAz triplu. VAz cu origine în VSCDr și o rădăcină medială comună cu o VHAz suplimentară. VHAz are originea în VRSt și o rădăcină medială comună cu VAz. VHAzA absentă. **9.** SVAz triplu. VAz unică între T4 și T10. VHAzA absentă. VAz are originea în VSCDr, o rădăcină intermediară și o rădăcină stângă în VL1, comună cu o VHAz suplimentară stângă. VHAz are originea în VRSt și în rădăcina stângă a VAz, comună cu cea a VHAz suplimentară. **10.** SVAz triplu. VAz are arcul în dreptul vertebrei T3. VHAz și VHAzA drenează în VAz printr-o venă interazigos retroaortică, unică. VAz are originea în VSCDr și o rădăcină intermediară pornită de pe fața posterioară a VCI sub nivelul VRDr și o rădăcină medială comună cu o rădăcină medială a VHAz. VHAz are originea în VRSt și în rădăcina medială comună cu cea a VAz. **11.** VAz unică, sinuoasă, cu arcul în dreptul vertebrei T3. Are originea ca o VHAz, pe fața posterioară a VCI, în dreptul VL2, care se unește cu această rădăcină. Există o dedublare supradiafragmatică între vena T9 și VSCSt. **12.** SVAz fără VHAzA. Arcul VAz în dreptul vertebrei T3. VAz sinuoasă, cu origine în VSCDr și o rădăcină intermediară. VHAz are originea în VRSt și drenează în VAz prin trei vene interazigos retroaortice, în dreptul vertebrelor T6, 8 și 9. **13.** VAz stângă, unică, având arcul în dreptul vertebrei T3. Originea sa este în două VSC, dreaptă și stângă și o rădăcină intermediară stângă, unită cu venele L1, 2, 3 și 4 prin trei arcade paravertebrale. **14.** VAz sinuoasă, unică (există 2VRDr și 4VRSt), dedublă în dreptul vertebrelor T9 și VSCDr. Originea este în cele două VSC, în VRSt2 și 4, printr-o anastomoză verticală, paravertebrală. VHAzA absentă. **15.** VHAzA absentă. VAz sinuoasă. Originea se găsește pe fața posterioară a VCI, în partea stângă. VHAz are origine în VSCSt și într-un TRAL tipic, format din unirea venei L1 cu o origine a VHAz în VRSt în formă de cârlig. **16.** VAzSt, unică, dedublă în dreptul vertebrelor T10-12. Originea în VSCDr și St și în VL1St. **17.** VAz oblică, unică, cu o dedublare între vertebrelor T11-12. Originea este în ambele VSC, VL1 și VL2, care se deschide și pe fața posterioară a VCI. **18.** VCISt în segmental subrenal. VHAzA absentă. VAz are originea în VSCDr, VLADr și o rădăcină medială comună cu VHAz, pornită de pe fața superioară a segmentului renal al VCI, cea care corespunde VRSt. VHAz are originea în rădăcina medială comună cu cea a VAz și VSCSt. VHAz drenează spre VAz prin trei vene interazigos, retroaortice (T6, 8 și 9). **19.** VCI dublă. VHAzA absentă. VAz are originea prin două rădăcini pe flancul drept al VCI dr și VL1. VHAz are originea într-un trunchi comun format de VSCSt și o rădăcină intermediară de pe flancul stâng al VCI (partea unică, segmentul hepatic). VHAz drenează în VAz în dreptul vertebrei T6. **20.** Arc aortic drept și arteră subclaviculară stângă retroesofagiană cu diverticul Kommerell la origine. SVAz complet. VAz în dreapta coloanei vertebrale, are originea în VSCDr și o rădăcină intermediară. VHAz are originea în VSCSt și un TRAL tipic. VHAz și VHAzA unite, drenează în VAz prin două vene interazigos retroaortice (T7 și T9). **21.** Arc aortic drept cu arteră subclaviculară stângă retroesofagiană. SVAz complet. VHAz și VHAzA drenează spre VAz printr-o venă interazigos unică, retroaortică, în dreptul vertebrei T6. Originea VAz este în VSCDr și o rădăcină intermediară de pe flancul stâng al VCI. VHAz are origine în VSCSt și VRSt. VRSt este unită cu vena iliacă comună stângă printr-o anastomoză verticală (o VCI stângă subțire, persistentă). **22.** Arc aortic stâng (normal) și VAz stângă, unică. Două vene intercostale posterioare, superioare drepte drenează preaortic spre VAzSt. În dreptul vertebrei T8, VAz are o rădăcină dreaptă și una stângă. Cea stângă ar fi un fel de VHAz, dar originea sa este comună cu rădăcina dreaptă a VAz, de pe flancul stâng al VCI. În cele două rădăcini se deschid și cele două VSC.

Dezvoltarea embrionară a SVAz

Dezvoltarea SVAz, în special ale cazurilor de variante sau/și anomalii, prezintă și în prezent aspecte controversate [36], fapt ce îngreunează sau fac imposibilă înțelegerea unora dintre acestea. Un alt motiv de îndoieli este încercarea identificării dezvoltării la animale [10,45, 65,66,67,68,82] cu cea de la om, fapt neacceptat de mulți autori [1,6,7,44,69,70 etc.].

Din *insulele angiogenetice* se organizează mai multe grupe de vene: unele asigură legătura fătului cu membranele fetale (vene viteline, venele ombilicale), iar altele asigură circulația de reîntoarcere a sângelui din corpul fetal (vene cardinale anterioare, vene cardinale posterioare, venele pulmonare, sinusul coronar al inimii).

Venele cardinale posterioare se dezvoltă în raport cu mezonefrosul pe care îl deservesc și se atrofiază

împreună cu acesta. Ventromedial față de *vene cardinale posterioare*, paralel cu ele, se formează *vene subcardinale*, iar dorso-medial, tot paralel, se formează *vene supracardinale*. Venele sub- și supracardinale sunt tributare venelor cardinale posterioare. Între aceste trei perechi de vene se organizează numeroase anastomoze homo- și heterolaterale, transversale și longitudinale, care realizează veritabile *plexuri venoase*. Proceele de modelare, regrupare și resorbție duc la dispariția majorității acestor vene. Astfel din venele cardinale posterioare rămân cele două vene iliace comune, iar din vena cardinală posterioară dreaptă mai persistă și segmentul terminal (ostial) al VAz, care se varsă în VCS. Restul VAz și VHAzA se formează din venele supracardinale, iar VHAz se mai formează și dintr-o anastomoză retroaortică, ce leagă venele supracardinale între ele.

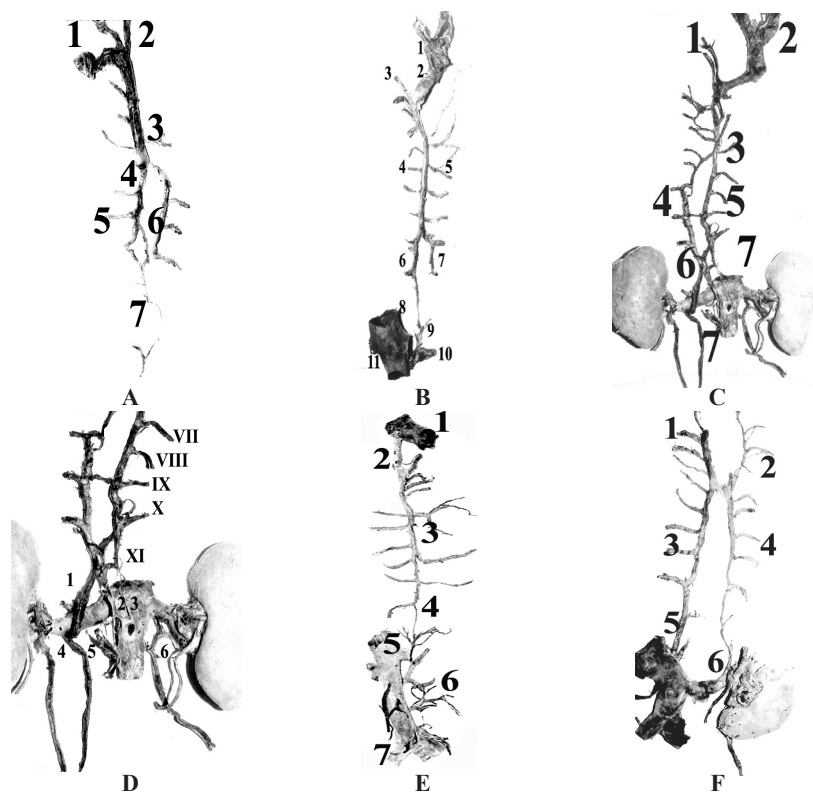


Fig. 7. A. VAz începe prin unirea VLA cu VSC, se dedublează, apoi ramurile se reunesc, formând un trunchi ce urcă până la terminația sa. VHAz are originea în VSCSt, urcă până în dreptul vertebrei T₈, traversează coloana vertebrală spre dreapta și se termină în VAz. 1. VCS. 2. VISDr. 3. VAz. 4. T₈. 5. VAz. 6. VHAz. 7. Rădăcina VAz. B. VAzSt, unică (vedere posterioară). 1. VCS. 2. Arcul VAz. 3. VIS. 4. Vene intercostale posterioare drepte, care se termină independent în VAz. 5. Vene intercostale posterioare stângi. 6. VHAz. 7. VAz care se unește cu VHAz în dreptul vertebrei T₉, pentru a forma VAz. 8. VCI. 9. TRAL. 10. VRDr. C. VAz cu origine particulară (Vedere posterioară). 1. VISSSt (1 și 2) care se deschid în arcul VAz. 2. VCS. 3. În dreptul vertebrei T₆, VHAz se unește cu VAz. 4. VHAz. 5. VAz. 6. Originea VHAz este triplă, în sens latero-medial: TRAL (în locul de unire cu vena renală stângă vine și vena gonadală stângă), ca rădăcina laterală, rădăcina intermediară, în continuarea VLA și rădăcina medială, subțire, anastomozată cu fața posterioară a VCI. 7. VCI și VRDr. D. Detaliu din incidență posterioară a originii VAz și VHAz a preparatului anterior. VII-XI. Vene intercostale drepte care drenează în VAz. 1. Rădăcina laterală a VHAz (TRAL). 2. Rădăcina intermediară a VHAz, care se continuă cu VLAST. 3. Rădăcina (subțire) medială a venei HAz, care se anastomizează cu peretele posterior al VCI în dreptul VR. 4. Vena gonadală stângă. 5. VLA. 6. Vena gonadală dreaptă se termină prin două ramuri în VCI și în VRDr. E. 1. VCS. 2. Arcul VAz. 3. VAz spre care drenează venele intercostale posterioare drepte și stângi. 5. VCI. 6. Vene lombare stângi (1, 2, 3, 4), care drenează spre VCI. 7. Vena gonadală dreaptă, care se termină prin două ramuri în VCI. F. 1. VAz. 2. VHAzA. 3. Vene intercostale drepte. 4. VHAz spre care drenează venele intercostale stângi T₆-T₁₁, care formează un trunchi comun, care traversează vena vertebrală anterior de vertebra T₅, pentru a se termina în VAz. 5. Rădăcina VAz se anastomizează cu fața posterioară a VCI. 6. VHAz pornește din TRAL.

Scopul lucrării

Prezentarea unor variante anatomice ale SVAz pe un lot de 674 de preparate anatomice.

Obiectivele: Revederea literaturii, inventarierea și compararea rezultatelor personale cu cele din literatură și evidențierea importanței practice a subiectului.

Materialul este reprezentat de 674 trunchiuri (328 bărbați și 346 femei) conservate în formol 6%.

Metodele au constat din disecție clasică, întocmirea unui protocol scris, fotografii, scheme și calculul procentual al unor variante.

Rezultate

Variantele anatomice ale SVAz sunt atât de diferite de la o persoană la alta, încât pot fi considerate chiar individuale. Câteva exemple schematizate și fotografii sunt edificatoare:

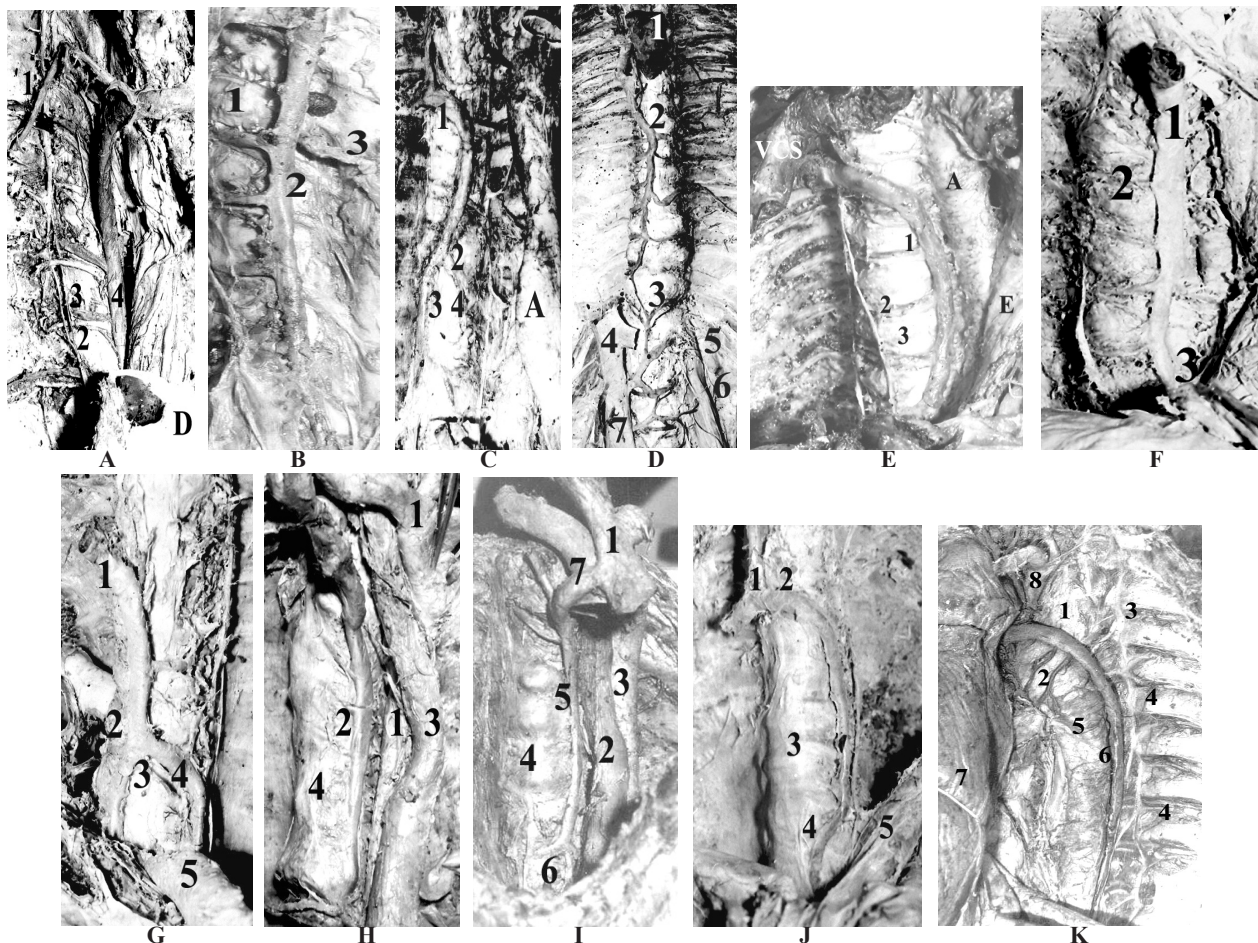


Fig. 8. A. VAs unică, anterior-stânga față de coloana vertebrală. 1. VIS. 2. Lanțul simpatic. 3. Vase intercostale posterioare din Dr. 4. VAs. D. Diafragma. B. VAs unică, dispusă anterior-median față de coloana vertebrală. 1. Vene intercostale posterioare Dr. 2. VAs cu traiect rectiliniu. 3. Vene intercostale posterioare St. C. VAs unică. Traiectul este curb, convex spre St. 1. Arcul VAs. 2. Locul de origine al VAs (T8). 3. Rădăcina Dr a VAs. 4. Rădăcina St a VAs. A. Aorta. D. VAs unică situată anterior-median față de coloana vertebrală. 1. VCS. 2. VAs. 3. Originea VAs din VSDr și vena VLASt anastomozată cu vena L₁. 4. VCI. 5, 6 și 7. Venele L₁, 2 și 3. E. VAs unică ce urcă la stânga coloanei vertebrale. 1. VAs. 2. Esofagul. 3. Aorta descendentă. 4. Coloana vertebrală și venele intercostale posterioare drepte. F. VAs unică dispusă la St coloanei vertebrale. 1. VAs. 2. Vene intercostale Dr, care traversează coloana vertebrală. 4. Originea VAs se găsește în St, din VSC și VLASt. G. VAs unică, voluminoasă, situată anterior-dreapta față de coloana vertebrală. 1. VAs. 2. Originea VAs se găsește în dreptul vertebrei T8 prin două rădăcini: Dr (3) și St (4)... Aorta răsfrântă în jos. H. VAs unică, cu traiect la St coloanei vertebrale. 1. Arcul aortei și aorta descendentă. 2. VAs. 3. Esofagul. 4. Coloana vertebrală. I. VAs unică la St coloanei vertebrale. 1. VCS. 2. Esofagul. 3. Aorta descendentă. 4. Coloana vertebrală. 5. VAs. 6. Originea VAs prin două ramuri, Dr și St. 7. Arcul VAs în care se deschide VISDr. Venele intercostale stângi se deschid independent în VAs (lipsește VHAz și VHAzA), după un curs retroaortic și retroesofagian. J. VAs unică, cu traiect anterior-median de coloana vertebrală, apoi trece pe flancul stâng al coloanei vertebrale iar în dreptul vertebrei T4 formează arcul VAs, care traversează coloana vertebrală pentru a se deschide în VCS. 1. VISDr. 2. Arcul VAs. 3. Coloana vertebrală. 4. T10, locul de schimbare a traiectului VAs. 5. Aorta răsfrântă. K. VAs unică, la stânga coloanei vertebrale. 1. Arcul VAs încrucișează anterior aorta pentru a ajunge la VCS, în care se termină. 2. Două vene intercostale posterioare Dr. 3. Lanțul simpatic. 4. Vene intercostale posterioare St, care se deschid independent în VAs. 5. Aorta descendentă. 6. VAs. 7. Plămânul stâng răsfrânt. 8. VISSt.

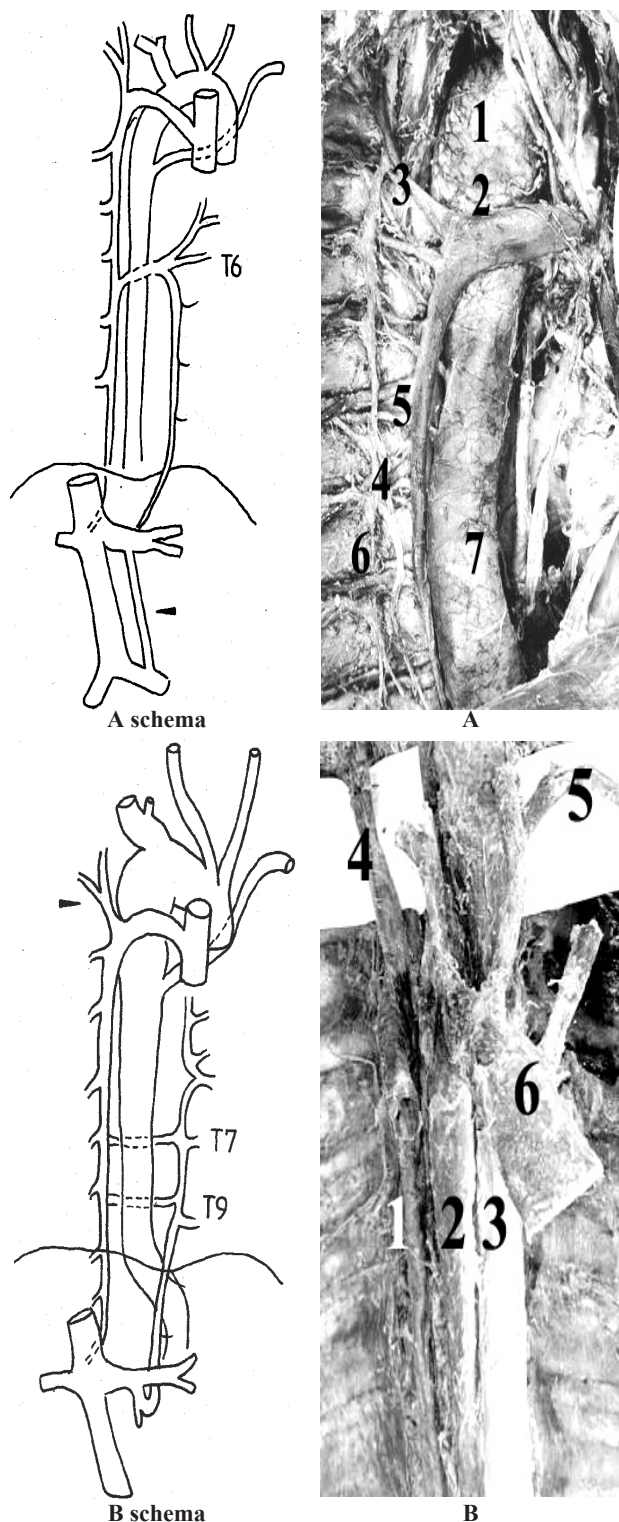


Fig. 9. A. Arc aortic drept (și schema) cu artera subclaviculară stângă retroesofagiană, diverticul Kommerell la origine și VAz normal situată. 1. Arcul aortei. 2. Arcul VAz. 3. VIS. 4. Lanțul simpatic. 5. VAz. 6. Vene intercostale posterioare drepte. 7. Aorta descendentă la dreapta coloanei vertebrale. **B.** Arc aortic drept (și schema) și arteră subclaviculară stângă retroesofagiană. 1. VAz. 2. Aorta descendentă. 3. Esofagul. 4. Vena intercostală superioară dreaptă. 5. Artera subclaviculară stângă retroesofagiană. 6. Aorta ascendentă.

Discuții

Pe baza observării și prelucrării celor 674 de cazuri disecate, au fost identificate următoarele situații ale SVAz:

Dispoziție descrisă classic- 228 - 33,82%; *variante* - 446 - 66,17%;

Numărul componentelor (sunt luate în considerare VAz, VHAz și VHAzA):

- SVAz - complet - 299 - 44,36%; incomplet - 375 - 55,63%;

- VAz unică - 22 - 3,26%; dublă - 0 - 0%; absentă - 0 - 0%;

- VHAz prezentă - 549 - 81,45%; absentă - 125 - 18,54%;

- VHAzA prezentă - 424 - 62,90%; absentă - 250 - 37,09%;

Raporturile VAz față de coloana vertebrală:

- Anterior-median - 350 - 51,92%; anterior-dreapta - 41 - 6,08%; anterior-stânga - 47 - 7,05%; oblic, sinuos - 20 - 2,96%; stânga, unică - 4 - 0,59%;

Vena interazigos:

- retroaortică unică (VHAz și VHAzA unite) - 116 - 17,21%; separate (independente) - 183 - 27,15%; multiple - 18 - 2,67%;

- preaortică - 1 - 0,14%;

SVAz la cazuri cu arc aortic în dreapta: 2 - 0,29%;

SVAz în cazul VCIS: 1 - 0,14%;

SVAz în cazul VCI duble: 2 - 0,28%;

Variante de origine ale SVAz: expunem (fig. 6) 22 de variante diferite care nu se repetă, dintre care unele nu se pot încadra în clasificarea lui Seib GA, 1934 [1], fără a exclude, însă și alte posibilități și combinații.

VAz unică (Anita Falla și col., 1960 -1% [25]), considerată de la nivelul vertebrei T₁₁ în sus, până la terminația sa în VCS, a fost întâlnită în 22 de cazuri (3,26%).

VAz dublă, așa cum apare în publicațiile lui Seib GA, 1934 [1]; Anita Falla și col., 1960 (1%, [25]); Glasgow EF, 1963 ([75], un caz), nu a fost întâlnită la nici un caz din cele 674 disecate.

Traiectul și raporturile VAz cu coloana vertebrală (față de linia mediană), sunt puse pe seama osteopatiilor coloanei vertebrale, care predomină în dreapta, (Hilel Nathan, 1960 [22], disecții pe 150 cadavre, din care 130 adulți și 30 nou născuți), respectiv, datorită alungirii aortei la vârstnici. Desigur, constatarea are relevanță, dar observațiile autorilor prezentei lucrări sugerează că majoritatea variantelor apar în perioadele timpurii ale dezvoltării (viața prenatală), cărora li se pot adăuga și cauze postnatale, fie fiziologice (tranzitul esofagian, pulsațiile inimii și aortei, expansiunea respiratorie a plămânilor etc.), fie patologice. Pe cazurile personale au fost întâlnite doar trei situații de alterări ale staticii vertebrale (scolioză, osteofite de corpi vertebrali), care prezentau modificări ale raporturilor SVAz față de coloana vertebrală. Nu a fost întâlnită nici situația de *imagine în oglindă*, cu situs visceral toracic normal și

VCS dublă, așa cum apare în publicația lui Howden R, 1886 [76]. Câteva exemple ale raporturilor VAz cu coloana vertebrală schematizate mai jos, pot fi considerate *unicate* (fiecare 0,15%).

Numărul mare de variante anatomice ale SVAz explică ușurința cu care aceasta se adaptează la modificările circulatorii. Vena L_2 este capabilă să joace rolul de „placă turnantă” între cele două vene cave și să direcționeze fluxul sanguin spre un sistem preferențial. În cazul hipertensiunii portale s-a observat un flux inferior omfalo-azigos prin vena lombară ascendentă dreaptă. Venele din stânga, pot constitui elementul major al SVAz (printr-o mare venă lombară ascendentă) sau să formeze două fluxuri separate spre VAz. **În unele cazuri, nu puține, SVAz apare format dintr-un trunchi unic, ce leagă direct cele două vene cave** (date confirmate la feți) [77].

Dezvoltarea

SVAz, după datele existente în diferitele publicații, conțin și azi afirmații discutabile [36]. Majoritatea autorilor sunt de acord cu opiniile lui McClure CF și Butler EG, 1925 [44], cu toate că acestea nu pot explica unele variante, respectiv anomalii. În unele publicații se afirmă că VAz și VHAz ar proveni din venele cardinale posterioare [78] sau din vena subcardinală dreaptă, respectiv stângă [9,34], opinie infirmată chiar și în manualele de embriologie [69,70,71,72,73,79,80 etc.]. Alte publicații adaugă, pe lângă venele cardinale posterioare, subcardinale și supracardinale, canale venoase suplimentare ca: linia venoasă azigos, linia venoasă toraco-lombară, linia venoasă simpatică medială și laterală, liniile venoase precostale și lombocostale, venele subcentrale [6,45,68].

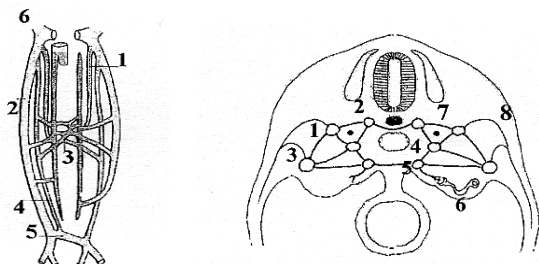


Fig. 11. A. În săptămâna 7 (etapa simetrică) în regiunea mezonefrosului 4 perechi de vene, anastomozate transversal între ele. 1. Linia venei hemiazigos sau simpatică medială.

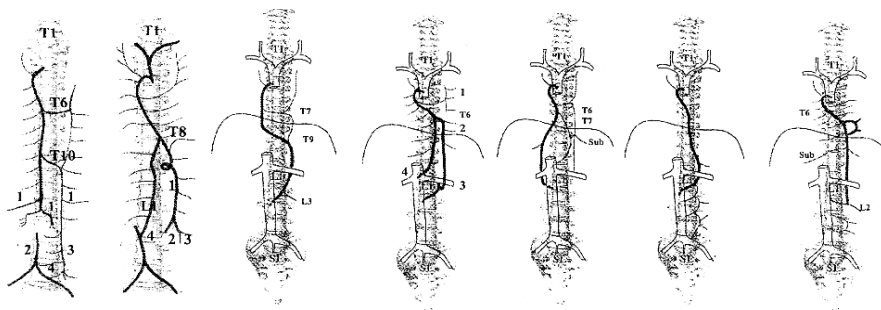


Fig. 10. Exemple de raporturi ale SVAz cu coloana vertebrală.

2. Vena cardinală posterioară. 3. Anastomoze intersubcardinale. 4. Vena supracardinală. 5. Anastomoză interpostcardinală. 6. Vena cardinală anterioară. B. Secțiune transversală prin regiunea mezonefrosului (6) la un embrion de 6-7 săptămâni. 1. Vena supracardinală (linia venoasă toraco-lombară). 2. Linia venoasă azigos, respectiv hemiazigos (linia venoasă simpatică medială). 3. Vena postcardinală. 4. Vena subcentrală. 5. Vena subcardinală. 6. Mezonefrosul și creasta gonadală (medial) în care există tubuli mezonefrici de la care pleacă venele revehente spre vena subcardinală. 7. Lanțul simpatic (în negru). 8. Vene parietale. În jurul aortei, canalele venoase amintite mai sus realizează anastomoze transversale homo- și heterolaterale, încât se formează o vastă rețea venoasă din care vor persista venele definitive [6].

Toate aceste linii venoase se anastomozează între ele prin canale transversale, generând structuri (matrice) complicate, care permit explicarea mai multor variante și anomalii ale SVAz. Pentru a putea fi explicate, ar fi necesar să se coboare în timp, la dispoziția mai primitivă a venelor, cea *plexiformă periaortică și perisimpatică*, dispoziție plexiformă păstrată periesofagian, perimedular și ca plex vertebral intern, cu care SVAz are anastomoze importante, considerând că VAz se dezvoltă dintr-un *plex supracardinal* [7,45,65,81,82,68,83,84 etc.].

Pentru a avea o imagine mai sugestivă asupra sistemului *plexiform* prezent în perioadele embrionare timpurii, din care pot apărea variante anatomice ale SVAz, se poate recurge la un experiment simplu: suprapunerea schematică într-un singur plan, pe o secțiune transversală prin regiunea toracică ale schemelor *descrise de diferiți autori la embrioni, chiar și de animale* și respectiv, într-un plan frontal, ale tuturor traseelor venoase găsite la adult. Se vor obține rețele venoase complicate, care reprezintă matricea „embrionară” care a stat la baza formării variantelor anatomice ale SVAz, folosite în „experiment”.

Exprimarea procentuală a unor variante poate fi expusă (ex: Seib GA, 1934 [1], 200 preparate disecate; Anita Falla și col., 1963 [25], 100 preparate etc.), dar având în vedere caracterul morfologic aproape individual al preparatelor, acest fapt devine inexact și deci, derutant.

Clasificările sunt și ele destul de puțin relevante, cu toate acestea cele ale lui Seib GA, 1934 [1], Anita Falla și col., 1963 [25] și Krakowiak-Sarnowska E și col., 2003 [32], rămân bune repere didactice de orientare.

Concluzii

1. SVAz este un complex de vene parietale abdomino-toracice, care constituie anastomoze cavo-cave și porto-cave, cu mare importanță clinică, imagistică și chirurgicală.

2. Variantele anatomice ale SVAz sunt atât de numeroase, încât sunt dificil de clasificat și de apreciat procentual. Ar fi necesară aprecierea statistică la un număr mult mai mare de cazuri investigate în toate detaliile. Fiind un complex venos cu foarte multe componente, orice abatere a uneia dintre acestea, de la dispoziția "standard" poate conferi un caracter unic, individual persoanei investigate.

3. Biologia dezvoltării SVAz a realizat progrese mai marcante în privința biologiei moleculare și geneticii, decât a embriogenezei, unde mai persistă aspecte controversate. Acestea persistă datorită faptului că dezvoltarea embrionară la om nu este identică cu a animalelor studiate, iar unele publicații, chiar recente, conțin informații foarte vechi sau chiar greșite.

4. Observațiile anatomice, cele din sălile de disecție au inconvenientul că sunt subordonate scopurilor didactice (disecția toracelui și a abdomenului se fac la intervale destul de mari în timp, fapt ce îngreunează formarea unei imagini de totalitate); constatările necroptice și chirurgicale sunt dificile din rațiuni de timp și scopul activităților respective; supremația rămâne investigațiilor imagistice, în special 3D și 4D, care pot oferi informații destul de complete, informații fără de care ar suferi orice act medical actual.

5. Cunoașterea și înțelegerea existenței variantelor anatomice ale SVAz, care evoluează asimptomatic, are importanță teoretică și practică. Ele deschid o cale de interpretare a anomaliilor, care sunt situații mult mai serioase, decât surprizele sau descoperirile întâmplătoare pe care le oferă majoritatea variantelor.

Bibliografie

1. Seib GA, The azygos system of veins in American Whites and American Negroes, including observations on the inferior caval venous system, Am J Phys Anthropol; 1934; 19: 39- 47.
2. Grigorescu Sido Fr, Anatomia clinică a diafragmei, Ed. Dacia, Cluj, 1990: 164.
3. Cruveilhier J, Traite d'Anatomie Descriptive, TIII, P Asselin, Paris, 1877.
4. Poirier P, Charpy A, Traite d'Anatomie Humaine, TII, L Battille, Paris, 2nd ed., Tome II, Fasc. 3. Paris: Masson et Cie. 1902: 1063-1074.
5. Testul L, Latarjet A, Traite d'Anatomie Humaine, TII, Doin, Paris, 1929: 514-520.
6. Gladstone RJ, Development of the inferior vena cava in the light of recent research, with especial reference to certain abnormalities, and current descriptions of the ascending lumbar and azygos veins, J Anat. 1929; 64 (1): 70-93.
7. Hollinshead WH, Anatomy for Surgeons, 1971, Volume 2. New York: Harper and Row: 519-580, 542-546, 579-580, 584-

595.

8. Julie E. Takasugi, J. David Godwin, CT Appearance of the retroaortic anastomoses of the azygos system, AJR, 1990; 154: 41-44.
9. Lydia S Quadros, Bhagath Kumar Potu, Anitha Guru, Thejodhar Pulakunta, Biswabina Ray, Suhani Sumalatha D'Silva, Sylvia Sequeira and Huban Thomas, Anomalous azygos venous system in a south Indian cadaver: a case report, Cases Journal, 2009; 2: 6746.
10. Bowsheer D, A comparative study of the azygos venous system in man, monkey, dog, cat, rat and rabbit, J Anat. 1954; 88 (3): 400-406.
11. Williams PL, Warwick R, Dyson Mary, Banister LH, Gray's anatomy, 37th Ed, Churchill Livingstone, Edinburg, New York, 1989; 256-258, 1407-1409.
12. Albu I, Grigorescu Sido Fr, Mureșan D, Zamora Elana, Variante de origine și traiect ale sistemului venelor azigos, Al III-lea Simpozion de Embriologie și Patologie Prenatală, Timișoara, 14 octombrie 1977.
13. Albu I, Grigorescu Sido Fr, Mureșan V, Zamora Elena, Sistemul venelor azigos. Ontogeneză și variante, A III-a Consfătuire de Chirurgie Vasculară, Cluj, 7 octombrie 1978.
14. Albu I, Grigorescu Sido Fr, Zamora Elena, Mureșan V, Bortos Marioara, Iancu Gheorghita, Oprea A, Studiu anatomic al sistemului venelor azigos, Al III-lea Simpozion de Anatomie, Craiova, 1980.
15. Ionescu M, Dicționar de anatomiști, Ed. Litera, București, 1991: 128.
16. Smathers RL, Buschi AJ, Pope TL, Brenbridge AN, Williamson BR, The azygos arch: normal and pathologic CT appearance. AJR, 1982;139: 477-483.
17. Adachi Buntaro. Das Venensystem der Japaner, vol. II. Kyoto: Druckanstalt Kenkyusha Tokyo, 1910: 92.
18. Lindsay HC, An abnormal vena hemiazygos, J Anat., 1925; 59 (4): 438.
19. Russu IG, Anomalie de traiect al mării vene azigos, Clujul Medical, 1934; 15 (7): 439- 441.
20. Butler H, Balankura K, Preaortic thoracic duct and azygos veins, Anat Rec.1952; 113 (4): 409-419.
21. Vakaet L, Poppelier G, Vermiere P, Sur un cas d'anomalie combine de la veine cave superieure et du system azygos, Acta Anat, 1958; 38: 255-239
22. Hilel Nathan, Anatomical observations on the course of the azygos vein (vena azygos major), Thorax, 1960; 15: 229- 232.
23. Andreassi G, L'origine des venes azygos et hemiazygos et sa valeur embriologique, Compt Aend Ass Anat, 1962; 111: 69-74.
24. Wennestrand JR, A case with a vena cava superior on both sides, Acta Anat, 1963, 112 (4): 338-343.
25. Falla A, Preston F, Anson B, Classification and calibration of the azygos venous system in 100 specimens. Surg Gynecol Obstet, 1963; 116: 405-412.
26. Caggiati A, Barberini F, Partial agenesis of the azygos vein: a case report, Ann Anat., 1996; 178 (3): 273-275.
27. Trubač R, Hribenik M, Pač L, Congenital interruption of the inferior vena cava with hemiazygos continuation, Scripta Medica (Brno), 2002; 75 (6): 291- 301.
28. Pyrzowski J, Spodnik JH, Lewicka A, Popławska A, Wójcik S, A case of multiple abnormalities of the azygos venous system: a praeaoortic interazygos vein, 2007; 66 (4): 353-355.
29. Gesase AP, Fabian FM, Ngassapa DN, Double superior vena cava presenting with anomalous jugular and azygos venous

systems, *Indian Heart J.* 2008; 60 (4): 352-358.

30. Uemura M, Takemura A, Ehara D, Yasumitsu H, Ohnishi Y, Suwa F, Left superior vena cava with left azygos vein, *Okajimas Folia Anat Jpn.* 2009; 86 (2): 55-60.
31. Kagami H, Sakai H, The problems in the arrangement of the azygos vein, *Okajimas Folia Anat Jpn.* 1990; 67 (2-3): 111-114.
32. Krakowiak-Sarnowska E, Wiśniewski M, Szpinda M, Krakowiak H, Variability of the azygos vein system in human foetuses, *Folia Morphol (Warsz)*. 2003; 62 (4): 427-430.
33. Godwin DJ and Chen JTT, Thoracic Venous Anatomy, *AJR*, 1986; 147: 674- 684.
34. Hatfield MK, Vyborny CJ, MacMahon H, Chessare JW, Congenital absence of the azygos vein: a cause for "aortic nipple" enlargement., *AJR Am J Roentgenol.*, 1987; 149 (2): 273-274.
35. Christine M. Dudiak, Mary C. Olson, Harold V. Posniak, CT evaluation of congenital and acquired abnormalities of the azygos system, *RadioGraphics*, 1991; 11: 233-246.
36. Demos TC, Posniak HV, Pierce KL, Mary C. Olson, Muscato M, Venous anomalies of the thorax, *AJR*, 2004; 182: 1139-1150.
37. Plaisant O, Uhl JF, Orvoen G, Sarrazin JL, Gillot C, Verdeille S, Martin-Bouyer Y, Sourice S, Mercier P, The lumbar vein at L2 and the reno-azygo-lumbar arch: anatomic and radiologic studies, *Morphologie.*, 1999; 83 (260): 75-81.
38. Plaisant O, Chung CS, Uhl JF, Sourice S, Verdeille S, Martin-Bouyer Y, Gillot C, Mercier P, The origin of the azygos venous system, as deduced from an anatomical and radiological study employing a corrosion technique, *Eur J Morphol.* 2001; 39 (4): 193-201.
39. Smathers RL, Lee JKT, Heiken JP, Anomalous preaortic interazygos vein., *J Comp Assist Tomogr*; 1983; 7: 732-733.
40. Celik HH, Sargon MF, Aldur MM, Cumhur M, An anomalous course of the interazygos vein, 1996; 18 (1): 61-62.
41. Ozbek A, Dalçik C, Colak T, Dalçik H, Multiple variations of the azygos venous system. *Surg Radiol Anat.*, 1999; 21 (1): 83-85.
42. Ozdemir B, Aldur MM, Celik HH, Multiple variations in the azygos venous system: a preaortic interazygos vein and the absence of hemiazygos vein, *Surg Radiol Anat.*, 2002; 24 (1): 68-70.
43. Nishie A, Barloon T, Schreiber A, Preaortic interazygos vein; mimicker of other pathologies, *Clin Imaging.* 2009; 33 (2): 144-145.
44. McClure CF, Butler EG, The development of the vena cava inferior in man, *Am J Anat*, 1925, 35: 331-383.
45. Butler H, The development of the azygos veins in the albino rat., *J Anat.*, 1950; 84 (2): 83-94.
46. Yeh BM, Coakley FV, Sanchez HC, Wilson MW, Reddy GP, Gotway MB, Azygos arch valves: Prevalence and appearance at contrast-enhanced CT, *Radiology*, 2004; 230: 111-115.
47. Steinke K, Moghaddam A, Azygos arch valves at computed tomography angiography and pitfalls related to its variety in appearance and function, *J Comput Assist Tomogr.* 2009; 33 (5): 721-724.
48. Freeburg PB, Abrahamson DR, Hypoxia-inducible factors and kidney vascular development, *J Am Soc Nephrol*, 2003; 14: 2723-2730.
49. Karamysheva AF, Mechanisms of angiogenesis, *Biochemistry (Moscow)*, 2008; Vol. 73; No. 7: 751-762.
50. Sonia Prado-Lopez, Ana Conesa, Ana Armiñán, Magdalena Martínez Losa, Carmen Escobedo-Lucea, Carolina Gandia et al, Hypoxia promotes efficient differentiation of human embryonic stem cells to functional endothelium, *Stem Cells.*, 2010; 28 (3): 407-418.
51. Pardanaud L, Yassine F, Dieterlen-Lie`vre F, Relationship between vasculogenesis, angiogenesis and haemopoiesis during avian ontogeny., *Development*, 1989; 105: 473-485.
52. Alda Tufro, Victoria F Norwood, Carey RM, R Ariel Gomez, Vascular endothelial growth factor induced nephrogenesis and vasculogenesis, *J Am Soc Nephrol*, 1999; 10: 2125-2134.
53. Pudliszewski M and Pardanaud L, Vasculogenesis and angiogenesis in mouse embryo studied using quail/mouse chimeras, *Int J Dev Biol*, 2005; 49: 355-361.
54. Risau W, Mechanisms of angiogenesis, *Nature*, 1997; 386: 671-674.
55. Harikrishna Tanjore, Elisabeth M Zeisberg, Behzod Gerami-Naini, Raghu Kalluri, β_1 Integrin expression on endothelial cells is required for angiogenesis but not for vasculogenesis, *Developmental Dynamics*, 2008; 237: 75-82.
56. Risau W, Differentiation of endothelium, *FASEB J*, 1995; 9: 926-933.
57. Merks RMH, Erika D Perryn, Abbas Shirinifard, James A Glazier, Contact-Inhibited chemotaxis in de novo and sprouting blood-vessel growth, *Plos Comput Biol*, Sept 2008; Vol. 4; Issue 9: 1- 16.
58. Fu-Jung Lin, Ming-Jer Tsai & Sophia Y. Tsai, Artery and vein formation: a tug of war between different forces, *EMBO reports*, 2007; 8: 920-924.
59. Aitsebaomo J, Portbury AL, Schisler JC, Patterson C, Brothers and sisters molecular insights into arterial-venous heterogeneity, *Circ. Res.*, Oct. 2008; 103: 929-939.
60. Adams RH, Wilkinson GA, Weiss C, Diella F, Gale NW, Deutsch U, Risau W, Klein R, Roles of ephrinB ligands and EphB receptors in cardiovascular development: demarcation of arterial/venous domains, vascular morphogenesis, and sprouting angiogenesis, *Genes & Development*, 1999; 13: 295-306.
61. Adams RH, Molecular control of arterial-venous blood vessel identity, *J. Anat*; 2003; 202: 105-112.
62. Fatma Tertemiz, Umit A Kayisli, Aydin Arici, Ramazan Demir, Apoptosis contributes to vascular lumen formation and vascular branching in human placental vasculogenesis, *Biology of Reproduction*, 2005; 72: 727-735.
63. Jeanette Astorga, Carlson P, Hedgehog induction of murine vasculogenesis is mediated by Fox1 and Bmp4, *Development*, 2007; 134: 3753- 3761.
64. Flamme I and Risau W, Induction of vasculogenesis and hematopoiesis, *Development*, 1992; 116: 435-439.
65. Hochstetter F, Beitrage zur Entwicklungsgeschichte des Venensystems der Amnioten, III. Sauger., *Morph. Jb.*, 1893; 20: 543-648.
66. Huntington GS and McClure CFW, Development of the postcava and tributaries in the domestic cat, *Anat. Rec.* 1907; 1: 29-30.
67. Reagan FP, On the development of the azygos veins of swine, *Anat. Rec.* 1919; 17: 111-125.
68. Butler EG, The relative role played by the embryonic veins in the development of the mammalian vena cava posterior, *Amer. J. Anat*, 1927; 39: 267-353.
69. Arey LB, *Developmental Anatomy*, 6th edn, W. B. Saunders, Philadelphia, 1971: 342-344; 347-350; 360-370; 371-374.
70. Moore KL, Persaud TVN, *The developing human*, 6th Ed.,

WB Saunders Co, Philadelphia, 1998: 349-401.

71. Langman J, Medical Embriology, 4th. Ed., Williams & Wilkins, Boltimore, 1981: 191-197.

72. Sadler TW, Langman's medical embryology, 7th Ed., Williams& Wilkins, Baltimore, 1995: 183-231.

73. Grigorescu Sido Fr, Embriologie. Generală și specială, Casa Cărții de Știință, Cluj, 2006: 198-232.

74. Koc Z, Ulsan S, Tokmak N, Oguzkurt L, Yildirim T, Double retroaortic left renal veins as a possible cause to pelvic congestion syndrome: imaging findings in two patients, The British Journal of Radiology, Oct. 2006; 79: e152- e155.

75. Glasgow EF, Persistent left superior vena cava with bilateral azygos system in an adult, Br Heart J., 1963; 25: 264-266.

76. Howden R, Case of double superior vena cava with left-sided arrangement of the azygos veins, J Anat Physiol. 1886; 21(1): 72-75.

77. Leborgne J, Pannier M, Resche F, Duveau B, The azygos system, Bull Assoc Anat (Nancy). 1976; 60 (170): 567-581.

78. Giroud A, Lelièvre A, Elements d'embryologie, Paris, 1938: 262-267.

79. Philipps E. Embryology, normal anatomy and anomalies. In: Ferris FJ, Hipona FA, Kahn PC, Philipps E, Shapiro JH, eds. Venography of the inferior vena cava and its branches. Baltimore: Williams & Wilkins, 1969: 1-32.

80. Brookes M, Zietman A, Clinical embryology, CRC Press, London, 2000: 112-120.

81. Cunningham DJ, The significance of anatomical variations, J Anat Physiol., 1898; 33 (1):1-9.

82. Huntington GS, McClure CFW, The Development of the veins in the domestic cat (*Felis domestica*), Anatomical Record, 1920, 20: 1-30.

83. Edwin Beer, Azygos venous system in its relation to sepsis, Ann Surg., 1932, 96 (4): 687-690.

84. Groen RJM, Groenewegen HJ, Van Alphen AM, Hoogland PVJM, Morphology of the human internal vertebral venous plexus: A cadaver study after intravenous araldite CY 221 injection, Anat Rec., 1997; 249:285-294.