

DOI: 10.26693/jmbs07.01.056

УДК 611.132.013.018-053.13/.15

Стельмах Г. Я.

СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА РОЗВИТОК АОРТИ І СТАНОВЛЕННЯ ТОПОГРАФІЇ ОКРЕМИХ ЇЇ ГІЛОК У РАНЬОМУ ПЕРІОДІ ОНТОГЕНЕЗУ ЛЮДИНИ

Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

Незважаючи на впровадження новітніх методів пренатальної діагностики та лікування аномалій судин, пов'язаних із порушенням розвитку аортальних дуг, на теперішній час актуальними питаннями ембріології залишаються закономірності нормального морфогенезу і становлення топографії аорти у внутрішньоутробному періоді людини.

На основі проведеного аналізу джерел сучасної наукової літератури наведено відомості щодо пренатального морфогенезу і становлення топографо-анатомічних взаємовідношень аорти та окремих її гілок. Розглянуті деякі аномалії аорти, а саме детально проаналізовані передумови виникнення уроджених аневризм грудної частини аорти. Проведений аналіз літературних джерел показав, що персистенція та зникнення певних сегментів вентральної і дорсальної аорт, а також аортальних дуг створюють передумови для розвитку різних аномалій аорти. Серйозні клінічні наслідки можуть мати стеноз або атрезія різних частин аортальної дуги.

На основі даних літератури можна зробити припущення про те, що етіологічними чинниками виникнення атрезії стравоходу та трахео-стравохідної нориці є недостатнє кровопостачання стравоходу на ранніх стадіях ембріогенезу та генетичні мутації.

Однією з причин виникнення короткого стравоходу є тривале утримання шлунка у плевральній порожнині передчасно врастаючими у нього судинами аорти. Також дана етіологічна причина може призвести до розвитку стравоходу Барретта.

Однією із причин пролонгації або затримки процесу реканалізації просвіту стравоходу, особливо в критичний період його морфогенезу (7 тиждень внутрішньоутробного розвитку), яка може в подальшому призводити до атрезії та стенозу є облітерація стравохідних гілок грудної частини аорти на ранніх стадіях ембріогенезу.

Тому детальне вивчення пренатального морфогенезу аорти та її топографо-анатомічних взаємовідношень із суміжними органами та структурами є вкрай важливим для розуміння формування вад її розвитку та способів хірургічної корекції.

Ключові слова: аорта, аортальні дуги, грудна аорта, морфогенез, топографія, людина.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження є фрагментом планової комплексної міжкафедральної теми кафедри анатомії людини імені М.Г. Туркевича і кафедри анатомії, топографічної анатомії та оперативної хірургії Буковинського державного медичного університету «Особливості морфогенезу та топографії систем і органів у пре- та постнатальному періодах онтогенезу людини», № державної реєстрації 0115U002769.

Вступ. Аналіз доступних джерел наукової літератури свідчить про те, що проблемі формування судинної системи внутрішніх органів присвячені окремі дослідження [1-3], однак питання становлення топографії різних ланок вісцеральної судинної системи органів висвітлені недостатньо. Між тим, одними з морфологічних передумов формування варіантів і аномалій будови і топографії внутрішніх органів можуть бути вади розвитку їхніх судин. Не дивлячись на те, що впродовж останніх років покращилася пренатальна діагностика аномалій судин, пов'язаних із порушенням розвитку аортальних дуг, на теперішній час актуальними питаннями ембріології залишаються закономірності нормального морфогенезу і становлення топографії окремих частин аорти, передусім грудної аорти, на ранніх стадіях внутрішньоутробного розвитку (ВУР) людини.

Етіологія аневризм грудної аорти є різною. Вони можуть бути наслідком запальних і інфекційних захворювань, дуже частою причиною аневризми є атеросклероз. Окрему групу становлять травматичні і несправжні післяопераційні аневризми. Аневризми спостерігаються і при деяких уроджених захворюваннях (кістозний медіонекроз, синдром Марфана, уроджена звивистість дуги і коарктація аорти) [4], при деяких ендокринологічних захворюваннях, цукровому діабеті. За формою уроджені аневризми грудної аорти розділяють на дві групи: а) мішкоподібні – являють собою локальний випин стінки, який займає не більше половини діаметра аорти; б) веретеноподібні, що утворюються внаслідок рівномірного розширення стінки аорти по всій або більшій частині обводу її певного сегмента [5].

Отже, сучасний розвиток ангіохірургії вимагає від морфологів більш детального з'ясування топографо-анатомічних особливостей артеріальних

судин з врахуванням закономірностей їхнього морфогенезу.

Мета дослідження. Провести аналіз джерел сучасної наукової літератури щодо розвитку і становлення топографо-анатомічних взаємовідношень аорти на ранніх стадіях пренатального періоду онтогенезу людини.

Результати дослідження та їх обговорення. Вважаємо, що не можливо встановити передумови виникнення варіантів та уроджених вад окремих частин аорти та її гілок без врахування відомостей про особливості їхнього пренатального морфогенезу та становлення ембріотопографії.

Як наголошує О.В. Цигикало [6], у зародка людини 6,0 мм ТКД процеси ангиогенезу протікають паралельно з закладкою та диференціюванням бронхолегеневої системи.

Відомо, що основними кровоносними судинами ембріонів на ранніх стадіях розвитку є парні поздовжні артерії – дорсальна і вентральна аорти, які зливаються між собою. В ділянці злиття вентральних аорт утворюється серце, а дорсальні – перетворюються на низхідну аорту. Спереду місця злиття розміщені судини, що з'єднують вентральну і дорсальну аорти, які називаються аортальними дугами. Всього утворюється шість пар дуг, дві з яких перестають функціонувати ще до сформування решти чотирьох пар. Аортальні дуги відходять від аортального мішка, найдистальнішої частини артеріального стовбура. Аортальні дуги занурюються в мезенхіму глоткових дуг і закінчуються в правій та лівій спинних аортах. Аортальний мішок сприяє появі гілки кожної нової дуги, що формується, і таким чином дає початок п'яти парам дуг. Причому п'ята пара дуг або взагалі не утворюється, або залишається рудиментарною, і тільки III, IV і VI пари беруть активну участь у формуванні судин [7-10]. Через це п'ять дуг нумеруються I, II, III, IV і VI. На подальших стадіях ВУР картина змінюється, і деякі судини піддаються повній інволюції [11].

На 27-у добу ВУР I аортальна дуга зникає майже повністю, але залишається її незначна частина, з якої розвивається верхньощелепна артерія. Також досить швидко зникає і II аортальна дуга. Із залишкових частин цієї дуги утворюються під'язикова і стремінцева артерії. III аортальна дуга велика; IV та VI дуги перебувають у процесі розвитку. Слід підкреслити, хоча VI (легенева) дуга несформована, основна гілка її вже наявна – примітивна легенева артерія [12].

До 29-ї доби ВУР в ембріона повністю зникають I та II аортальні дуги, при цьому III, IV та VI дуги широкі. Стовбурово-аортальний мішок поділений так, що VI дуги є продовженням легеневого стовбура [11, 13].

Зазначимо, що висхідна аорта утворюється внаслідок поділу навіл артеріального стовбура, дуга аорти формується з частини вентральної аорти, що не злилася, а також IV лівої аортальної дуги і відрізка лівої дорсальної аорти, який розміщений між місцями відходження IV і VI аортальних дуг.

Згідно з дослідженнями О.В. Цигикало [6] у зародків 8,0 мм ТКД відбувається поділ артеріального стовбура на аорту і легеневи стовбур та трансформація VI пари аортальних дуг, похідними якої є легеневі артерії та артеріальна протока. У зародків цієї вікової групи збільшується кількість внутрішньоорганих первинних судинних утворень у вигляді щілин, які вистелені ендотелієм і містять елементи крові. Локалізуються вони, переважно навколо росткових бруньок бронхів. Однак, трапляються і такі судини, проясвіт яких не містить гемангіобластів. Цей факт може свідчити про можливість неангіобластичного шляху розвитку судин із недиференційованої мезенхіми легеневого зачатка, клітини якої перетворюються в ендотелій, минаючи стадію кров'яних острівців. Наприкінці 5-го – на початку 6-го тижня ВУР відбувається остаточний поділ артеріального стовбура на аорту і легеневи стовбур та трансформація аортальних дуг, внаслідок чого у зародка 9,0 мм ТКД чітко виявляються дві легеневі артерії та артеріальна протока.

За даними окремих авторів [14], дуга аорти як анатомічне утворення визначається з 7-го тижня ВУР людини.

Низхідна аорта формується з дорсальних аорт, що злилися [8, 15].

У 7-тижневих передплодів людини від дуги аорти в напрямку до зачатка тимуса, який розміщений у передньому середостінні, прямує судина, діаметром 52 ± 2 мкм, яка на цій стадії ВУР ще не досягає закладки органа та переривається на відстані 64 ± 4 мкм від заградниної залози. При чому стінка вище вказаної артеріальної судини малодиференційована і представлена ендотелієм, зовні від якого розміщені 2-3 ряди щільно та циркулярно розміщених мезенхімальних клітин. На подальших стадіях ВУР розвиток кровоносних судин тимуса відбувається у двох взаємно перпендикулярних напрямках: з одного боку, вони формуються з «кров'яних острівців», а з іншого – врастають у закладку тимуса ззовні. Наприкінці 8-го тижня ВУР ретикулоепітеліальна закладка заградниної залози перетворюється на лімфоепітеліальну. На початку плодового періоду онтогенезу кровопостачання заградниної залози забезпечується артеріями, що відходять від дуги аорти і внутрішньої грудної артерії [16].

У подальшому відбуваються такі онтогенетичні перетворення: III аортальна дуга формує

загальну сонну артерію і першу частину внутрішньої сонної артерії, решта внутрішньої сонної артерії утворюється з черепної частини спинної аорти. Зовнішня сонна артерія формується з III аортальної дуги. IV аортальні дуги зберігаються з обох боків, при цьому з правої IV аортальної дуги утворюється проксимальний сегмент правої підключичної артерії, а її дистальна частина формується з частини правої спинної аорти і VII міжсегментної артерії. Ліва IV дуга утворює частину дуги аорти між лівою загальною сонною та лівою підключичною артеріями. Слід підкреслити, що ліва підключична артерія розвивається із частини лівої дорсальної аорти, яка розміщена на рівні IV аортальної дуги. Проксимальна частина правої VI аортальної дуги перетворюється на проксимальний сегмент правої легеневої артерії, а дистальна частина цієї дуги втрачає зв'язок зі спинною аортою і зникає. Дистальна частина лівої VI аортальної дуги зберігається впродовж ВУР [12]. З лівої VI аортальної дуги розвивається артеріальна протока Боталла і проксимальний відділ лівої гілки легеневої артерії.

Персистенція та зникнення різних сегментів вентральної і дорсальної аорт і аортальних дуг створюють передумови для відхилень від нормогенезу.

До серйозних наслідків може призвести стеноз або атрезія різних частин аортальної дуги, зокрема: 1) відсутність відділу лівої вентральної аорти між IV і VI аортальними дугами [17, 18]; 2) відсутність IV пари аортальних дуг [19]; 3) відсутність частини дорсальної аорти між гілками лівої підключичної артерії і VI лівої аортальної дуги [20, 21] тощо. У першому випадку висхідна аорта закінчується безіменною артерією, а ліві загальна сонна і підключична артерії отримують кров, що тече через артеріальну протоку Боталла у дистальну частину дуги. При другому типі аномалії кровопостачання безіменної і сонних артерій відбувається через висхідну аорту, а підключичних і низхідної аорти – через артеріальну протоку Боталла. При третьому варіанті низхідна частина аорти є продовженням протоки Боталла [21, 22].

Роздвоєний задній кінець дорсальної аорти представлений початковими частинами пупкових артерій, які стають у подальшому загальними клубовими артеріями і від яких відходять артеріальні стовбури судин нижніх кінцівок. Ембріогенез дорсальної аорти, формування і перерозподіл у процесі розвитку її гілок також пояснює багаточисельні варіанти їхньої топографії [23].

Висловлюється також припущення, що причиною появи атрезії стравоходу та трахео-стравохідної нориці є недостатнє кровопостачання стравоходу на ранніх стадіях ембріогенезу, дефіцит вітамінів в організмі, генетичні фактори [24].

Визначено чотири судинних регіони в межах стравоходу новонародженого: міжреброво-бронховий, щитоподібний, аортальний і лівошлунковий. Перший регіон дуже варіабельний як за розмірами, так і за джерелами кровопостачання [25, 26].

Існують різні думки про причини виникнення короткого стравоходу. Згідно з однією з них короткий стравохід виникає внаслідок утримання шлунка в плевральній порожнині передчасно врослими у нього судинами аорти. Це є причиною появи і стравоходу Барретта [27, 28].

Заслужують уваги дані, отримані під час макромікропрепарування грудної частини стравоходу та грудної аорти в межах заднього середостіння. Із досліджених 70 плодів, у 42 випадках кровопостачання грудного трахео-аортального і ретроперикардального сегментів стравоходу здійснюється однією стравохідною артерією, яка відходить від аорти в проміжку від V до X грудних хребців. Частіше ця артеріальна гілка визначається на рівні VIII грудного хребця. У 16 плодів вищезазначені сегменти стравоходу отримували 2 стравохідні артерії, які відходили від грудної аорти, а у 6 плодів виявлено 3 стравохідні артерії, які також брали початок від грудної частини аорти. Діаметр стравохідних артерій у місці їх відходження від грудної аорти становить $0,9 \pm 0,02$ мм. Ці дані наведені у дослідженнях К. Hanneman, В. Newman, F. Chan [29].

Облітерація стравохідних гілок грудної частини аорти на ранніх стадіях ембріогенезу може бути однією із причин пролонгації або затримки процесу реканалізації просвіту стравоходу і, як наслідок, виникнення таких уроджених вад органу як атрезії, стенози. Тому, одним із критичних періодів морфогенезу стравоходу є 7-ий тиждень ВУР – це період реканалізації стравоходу [30].

Отже, в процесі формування судин, які в подальшому забезпечують кровопостачання ділянок голови і верхніх кінцівок, відбувається зникнення I, II і V пар аортальних дуг і розсмоктування більшої частини правої VI дуги.

Цікавим є той факт, що впродовж пренатального періоду онтогенезу постійно спостерігається зміна, як топографії, так і корелятивних взаємовідношень артеріальних судин із суміжними органами. В розвитку судин виявляється краніо-каудальний градієнт, але при цьому артеріальна система ділянок голови, тулуба і кінцівок розвивається дещо пізніше венозної. Першими розвиваються сегментарні судини тулуба, а судини внутрішніх органів формуються дещо пізніше, при цьому вени внутрішніх органів запізнюються у своєму розвитку в порівнянні з артеріями. Ембріогенез дорсальної аорти, формування і перерозподіл у процесі розвитку її гілок також пояснює багаточисельні варіанти їхньої топографії [31].

Заключення. Поглиблені дані щодо джерел і термінів закладки та пренатального морфогенезу аорти та її гілок стають тим чинником, що інтегрує зазвичай роз'єднані відомості з анатомії і фізіології об'єкта дослідження в єдине морфофункціональне знання про нього, і дозволяє встановити морфологічні передумови виникнення уроджених вад розвитку артеріальних судин та є підґрунтям для

подальших пошуків нових методів та способів оперативних втручань.

Перспективи подальших досліджень. Проведений аналіз літературних джерел щодо пренатального морфогенезу і становлення топографо-анатомічних взаємовідношень аорти засвідчує потребу подальшого з'ясування морфологічних передумов виникнення аномалій судин, пов'язаних із порушенням розвитку аортальних дуг.

References

- Potente M, Gerhardt H, Carmeliet P. Basic and therapeutic aspects of angiogenesis. *Cell*. 2011;146(6):873-87. PMID: 21925313. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2011.08.039>
- Augustin HG, Koh GY. Organotypic vasculature: From descriptive heterogeneity to functional pathophysiology. *Science*. 2017;357(6353):eaal2379. PMID: 28775214. <https://doi.org/10.1126/science.aal2379>
- Raybaud C. Normal and abnormal embryology and development of the intracranial vascular system. *Neurosurg Clin N Am*. 2010;21(3):399-426. PMID: 20561492. <https://doi.org/10.1016/j.nec.2010.03.011>
- Shmydt EYu, Prylutska EYu, Grytsay AO. Rasslayvayushchaya anevryzma aorty kak odna yz vedushchykh prychyn letalnosti pry syndrome Marfana na primere klynycheskogo sluchaya [Stratifying aortic aneurysm as one of the leading causes of mortality in Marfan syndrome on the example of a clinical case]. *Medytsyna neotlozhnykh sostoyanyy*. 2020;16(1):95-99. [Russian]. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.1.2020.196936>
- Kuzmychev DE, Chyrkov SV, Ylyna MR, Vyltsev YM. K voprosu dyagnostyky anevryzmy grudnoy chasty aorty [On the diagnosis of thoracic aortic aneurysm]. *Problemy ekspertyzy v medytsyne*. 2013;3:40-42. [Russian]
- Tsygykalo OV. *Rozvytok i stanovlennya topografiyi golovnykh komponentiv koreniv legen lyudyny v prenatalnomu periodi ontogenezu* [Development and formation of topography of the main components of human lung roots in the prenatal period of ontogenesis]. Chernivtsi: BDMA; 2002. 108 s. [Ukrainian]
- Panagouli E, Tsoucalas G, Papaioannou T, Fiska A, Venieratos D, Skandalakis P. Right and left common carotid arteries arising from the branchiocephalic, a rare variation of the aortic arch. *Anat Cell Biol*. 2018;51(3):215-217. PMID: 30310716. PMCID: PMC6172589. <https://doi.org/10.5115/acb.2018.51.3.215>
- Vaillancourt C, Lafond J. Human embryogenesis: overview. *Methods Mol Biol*. 2009;550:3-7. PMID: 19495694. https://doi.org/10.1007/978-1-60327-009-0_1
- Kadir S. *Regional anatomy of the thoracic aorta*. In: *Atlas of normal and variant angiographic anatomy*. 1st ed. Philadelphia: Saunders; 1991, p.19-54.
- Udan RS, Culver JC, Dickinson ME. Understanding vascular development. *Wiley Interdiscip Rev Dev Biol*. 2013;2(3):327-46. PMID: 23799579. PMCID: PMC4146572. <https://doi.org/10.1002/wdev.91>
- Schoenwolf GC, Blel SB, Brauer PR, Francis-West PH. *Larsen's Human Embryology*. 5th ed. 2015. p. 304-327.
- Besh LV, Matsyura OI, Yaskiv VB, Konyk MV, Petrov VF, Dvorchyn LV, et al. Dosvid dyagnostyky pryrodzhenoyi anomaliiy arterialnoyi systemy v dytyny z bronkhialnoyu obstruktsiyeyu: klinichnyy vypadok ta informatsiyna dovidka [Experience in the diagnosis of congenital anomalies of the arterial system in a child with bronchial obstruction: a clinical case and information]. *Zdorove rebenka*. 2017;12(5):113-118. [Ukrainian]. <https://doi.org/10.22141/2224-0551.12.5.2017.109283>
- Suh YJ, Kim GB, Kwon BS, Bae EJ, Noh CI, Lim HG, et al. Clinical Course of Vascular Rings and Risk Factors Associated With Mortality. *Korean Circ J*. 2012;42(4):252-258. PMID: 22563338. PMCID: PMC3341422. <https://doi.org/10.4070/kcj.2012.42.4.252>
- Lopushnyak LYa, Khmara TV, Marchuk OF, Boychuk OM. Osoblyvosti embriotopografiiy dugy aorty ta yiyi gilok [Features of embryotopography of the aortic arch and its branches]. *Materialy VII Kongresu naukovogo tovarystva anatomiv, gistologiv, embriologiv, topografoanatomiv Ukrayiny. Odesa, 2-4 zhovtnya 2019 r.* Odesa: Bondarenko MO; 2019. s. 106-107. [Ukrainian]
- Szpinda M. Length growth of the various aortic segments in human fetuses. *Folia Morphol (Warsz)*. 2008;67(4):45-250. PMID: 19085863
- Rezzani R, Nardo L, Favero G, Peroni M, Rodella LF. Thymus and aging: morphological, radiological, and functional overview. *Age (Dordr)*. 2014;36(1):313-351. PMID: 23877171. PMCID: PMC3889907. <https://doi.org/10.1007/s11357-013-9564-5>
- Szpinda M, Brazis P, Elminowska-Wenda G, Wiśniewski M. Morphometric study of the aortic and great pulmonary arterial pathways in human fetuses. *Ann Anat*. 2006;188(1):25-31. PMID: 16447909. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2005.08.014>

18. Szpinda M. The normal growth of the thoracic aorta in human fetuses. *Folia Morphol (Warsz)*. 2007;66(2):131-137. PMID: 17594672
19. Gielecki JS, Wilk R, Syc B, Musiał-Kopiejka M, Piwowarczyk-Nowak A. Digital-image analysis of the aortic arch's development and its variations. *Folia Morphol (Warsz)*. 2004;63(4):449-454.
20. Tapia-Nañez M, Landeros-Garcia GA, Sada-Treviño MA, Pinales-Razo R, Quiroga-Garza A, Fernandez-Rodarte BA, et al. Morphometry of the aortic arch and its branches. A computed tomography angiography-based study. *Folia Morphol (Warsz)*. 2021;80(3):575-582. PMID: 32844389. <https://doi.org/10.5603/FM.a2020.0098>
21. Tawfik AM, Sobh DM, Ashamalla GA, Batouty NM. Prevalence and Types of Aortic Arch Variants and Anomalies in Congenital Heart Diseases. *Acad Radiol*. 2019;26(7):930-936. PMID: 30266547. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2018.08.023>
22. Hirata K. [A metrical study of the aorta and main aortic branches in the human fetus]. *Nihon Ika Daigaku Zasshi*. 1989;56(6):584-591. [Japanese]. PMID: 2606949. <https://doi.org/10.1272/jnms1923.56.584>
23. Akgun V, Battal B, Sari S. Bronchial arteries: normal anatomy, variation and radiologic evaluation. *Surg Radiol Anat*. 2014;36(1):103-104. PMID: 23716139. <https://doi.org/10.1007/s00276-013-1141-1>
24. van Lennep M, Singendonk MMJ, Dall'Oglio L, Gottrand F, Krishnan U, Terheggen-Lagro SWJ, et al. Oesophageal atresia. *Nat Rev Dis Primers*. 2019;5(1):26. PMID: 31000707. <https://doi.org/10.1038/s41572-019-0077-0>
25. Geboes K, Geboes KP, Maleux G. Vascular anatomy of the gastrointestinal tract. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2001;15(1):1-14. PMID: 11355897. <https://doi.org/10.1053/bega.2000.0152>
26. Davidović L, Koncar I, Marković D, Sindjelić R, Colić M. [Injuries of the thoracic aorta and its branches]. *Vo-jnosanit Pregl*. 2011;68(3):257-265. [Serbian]. PMID: 21526554. <https://doi.org/10.2298/VSP1103257D>
27. Mohy-Ud-Din N, Krill TS, Shah AR, Chatila AT, Singh S, Bilal M, et al. Barrett's esophagus: What do we need to know? *Dis Mon*. 2020;66(1):100850. PMID: 30808502. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2019.02.003>
28. Berrocal T, Madrid C, Novo S, Gutiérrez J, Arjonilla A, Gómez-León N. Congenital anomalies of the tracheobronchial tree, lung, and mediastinum: embryology, radiology, and pathology. *Radiographics*. 2004;24(1):e17. PMID: 14610245. <https://doi.org/10.1148/rg.e17>
29. Hanneman K, Newman B, Chan F. Congenital Variants and Anomalies of the Aortic Arch. *Radiographics*. 2017;37(1):32-51. PMID: 27860551. <https://doi.org/10.1148/rg.2017160033>
30. Geboes K, Geboes KP, Maleux G. Vascular anatomy of the gastrointestinal tract. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2001;15(1):1-14. PMID: 11355897. <https://doi.org/10.1053/bega.2000.0152>
31. Nishimura Y, Hsu HH, Wang PC. Detection of initial angiogenesis from dorsal aorta into metanephroi and elucidation of its role in kidney development. *Regen Ther*. 2016;4: 7-35. PMID: 31245485. PMCID: PMC6581801. <https://doi.org/10.1016/j.reth.2016.01.003>

UDC 611.132.013.018-053.13/15

Modern Views on the Development of the Aorta and the Formation of the Topography of its Individual Branches in the Early Period of Human Ontogenesis
Stelmakh G. Ya.

Abstract. Despite the introduction of the latest methods of prenatal diagnosis and treatment of vascular abnormalities linked with impaired aortic arch, currently, relevant issues of embryology are the regularity of normal morphogenesis and topography of the aorta in utero.

The purpose of the study. To analyze the sources of modern scientific literature on the development and formation of topographic and anatomical relationships of the aorta at the early stages of the prenatal period of human ontogenesis.

Results and discussion. Based on the analysis of sources of the modern scientific literature, the information about prenatal morphogenesis and the formation of topographic and anatomical relationships of the aorta and its individual branches is given. Some aortic anomalies were considered, namely the preconditions of congenital aneurysms of the thoracic aorta were analyzed in details. The analysis of literature references demonstrated that the persistence and disappearance of the particular segments of the ventral and dorsal aorta, as well as aortic arches, form the preconditions for the development of different aortic anomalies. Stenosis or atresia of various parts of the aortic arch can have severe clinical consequences.

Based on the information from literature sources, it can be presumed that the etiological factors of esophageal atresia and tracheoesophageal fistula are poor esophageal blood supply at the early stages of embryogenesis and genetic mutations.

One of the reasons for the short esophagus is the prolonged retention of the stomach at the pleural cavity by prematurely growing aortic vessels. This etiological cause can also lead to the development of Barrett's esophagus.

One of the causes for prolongation or delay of recanalization of the esophageal lumen, mainly in the critical period of its morphogenesis (7 weeks of fetal development), which can lead to atresia and stenosis, is obliteration of the esophageal branches of the thoracic aorta in early embryogenesis.

Conclusion. In-depth data on the sources and timing of laying and prenatal morphogenesis of the aorta and its branches become a factor that combines usually disparate information on the anatomy and physiology of the object of study into a single morpho-functional knowledge about it, and allows to designate morphological conditions for birth defects development of arterial vessels and is the basis for further research of new methods and ways of surgical interventions.

Keywords: aorta, aortic arches, thoracic aorta, morphogenesis, topography, human.

ORCID and contributionship:

Galyna Ya. Stelmakh : 0000-0001-5551-3733^{A-F}

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,
E – Critical review, F – Final approval of the article

CORRESPONDING AUTHOR

Galyna Ya. Stelmakh

Bukovinian State Medical University,

Human Anatomy Department

2, Hadyatska St., apt. 2, Chernivtsi 58006, Ukraine

tel: +380952433947, e-mail: galina.stelmakh2019@gmail.com

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 20.12.2021 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування