

УДК 611.12

*Тетяна Процак, Ольга Забродська, Олексій Герман
(Чернівці, Україна)***ЗДОРОВЕ СЕРЦЕ: МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА**

Людське серце – перший орган, що формується впродовж ембріогенезу. Воно починає битися і перекачувати кров вже на 21 або 22 день – лише через три тижні після запліднення. Це підкреслює вирішальне значення серця в поширенні крові по судинах і життєво необхідному обміні поживних речовин, кисню та продуктів життєдіяльності, у тому числі і у дитини, що розвивається в утробі матері. Ранній розвиток серця починається з появи опуклості на передній поверхні ембріона.

Серце формується з ембріональної тканини, яка називається мезодерма, близько 18-19 дня після запліднення. Мезодерма – один із трьох первинних зародкових листків, що є вже на ранніх стадіях розвитку і в сукупності призводять до утворення всіх наступних тканин та органів.

Ключові слова: *серце, ембріогенез, плід, здоров'я, порушення.*

HEALTHY HEART: MORPHOFUNCTIONAL CHARACTERISTICS

The human heart is the first organ to form during embryogenesis. It begins to beat and pump blood already on the 21st or 22nd day – only three weeks after fertilization. This highlights the crucial importance of the heart in the circulation of blood through the vessels and the vital exchange of nutrients, oxygen and waste products, including in the developing child in the womb. The early development of the heart begins with the appearance of a bulge on the anterior surface of the embryo.

The heart is formed from embryonic tissue called mesoderm around 18-19 days after fertilization. The mesoderm is one of the three primary germ layers, which already in the early stages of development and together lead to the formation of all subsequent tissues and organs.

Key words: *heart, embryogenesis, fetus, health, disorder.*

Вступ. Серце – це один із головних органів, який забезпечує якісну роботу всіх систем організму. Нормальне здорове серце має чотири камери (лівий та правий шлуночки – нижні камери; ліве та праве передсердя – верхні камери) та чотири клапани (мітральний та тристулковий; аортальний та клапан легеневої артерії). Стінки серця складаються з м'язових клітин (міоцитів), а також колагену та маленьких вен та артерій (називаються венулами та артеріолами, відповідно) [1].

Навіть мінімальні відхилення у роботі серця провокують збій всього організму.

Серце починає розвиватися ближче до головного кінця ембріона у так званій кардіогенній ділянці [2]. Після дії хімічних сигналів (факторів) ентодерми (ще один із трьох первинних зародкових листків) у кардіогенній ділянці починають формуватися дві нитки – кардіогенні шнури. З розвитком шнурів усередині них швидко утворюється просвіт. У цей момент вони

називаються ендокардіальними трубками. Трубки мігрують разом та зливаються в одну первинну серцеву трубку [3]. Первинна серцева трубка швидко утворює п'ять різних відділів. Зверху донизу це: артеріальний стовбур, серцева цибулина, первинний шлуночок, первинне передсердя та венозний синус. Спочатку вся венозна кров надходить у венозний синус, і скорочення змушують кров рухатися знизу вгору, або від венозного синуса до артеріального стовбура. Така картина дуже рідко зустрічається у дорослого [4].

У зародків людини серце розвивається з парного зачатка. У головній ділянці з мезенхіми, розміщеної між ентодермою та вісцеральним листком бокових пластинок мезодерми утворюються дві трубочки, що наближені до серединної площини. Згодом вони з'єднуються в непарну закладку у вигляді трубки, що знаходиться вентрально відносно головної кишки. Далі трубчасте серце росте у довжину швидше ніж оточуючі його частини і набуває S-подібної форми [5]. Між венозним і артеріальним відділом формується звуження, так званий атріовентрикулярний отвір. На даній стадії розвитку серця (зародки довжиною 4,0 мм) виділяють венозну пазуху, передсердя, атріовентрикулярний отвір, шлуночок, артеріальний стовбур. Однак ніякого розмежування на праву і ліву половину немає, є поки що єдине передсердя і шлуночок [6].

У 5-тижневих зародків спочатку з'являється перегородка в ділянці передсердя, внаслідок чого утворюються праве і ліве передсердя, проте слід зазначити, що до народження вони сполучаються між собою через овальний отвір. Сполучення між передсердями є нормою для внутрішньоутробного життя, оскільки легеневе дихання в цей період відсутнє [7].

У 6-тижневих зародків з'являється міжшлуночкова перегородка в ділянці шлуночка, внаслідок чого утворюються правий і лівий шлуночок, сполучення між ними до і після народження, як правило, немає. Зразу після народження дитина робить перший вдих і з цього моменту включається легеневе дихання. У цей період настає розмежування крові на рівні серця на венозну і артеріальну внаслідок повного закриття овального отвору в міжпередсердній перегородці. Однак приблизно в 0,5 % новонароджених овальний отвір не заростає і це вважається природженою вадою серця, що призводить до змішування венозної і артеріальної крові, яке негативно впливає на функцію і розвиток всіх органів і систем організму людини [8-9].

У людини серце – непарний орган конусоподібної форми, маса його коливається від 230,0 до 340,0 г. Серце людини чотирикамерне: два передсердя (ліве і праве) і два шлуночки (лівий і правий). Стінка серця складається з трьох оболонок: внутрішня оболонка – ендокард, середня, найбільш товста, м'язова оболонка – міокард, зовнішня оболонка – епікард. Слід зазначити, що м'язову оболонку часто називають серцевим м'язом [10].

Права половина серця (праве передсердя і правий шлуночок) містить венозну (неоксигеновану) кров, ліва половина (ліве передсердя і шлуночок) заповнені артеріальною (оксигенованою) кров'ю. Венозна кров із правого передсердя потрапляє в правий шлуночок через передсердно-шлуночковий отвір, який закривається тристулковим клапаном [11]. Артеріальна кров із лівого передсердя потрапляє в лівий шлуночок через лівий передсердно-шлуночковий отвір, який закривається двостулковим (мітральним) клапаном.

Таким чином, права половина серця – венозна, а ліва – артеріальна. Кров із правого шлуночка, завдяки його скороченню (систола), надходить через легеневий стовбур (артерію) в легені, де відбувається газообмін і вже артеріальна кров по легених венах повертається до серця в ліве передсердя, далі через передсердно-шлуночковий отвір потрапляє в лівий шлуночок. Із лівого шлуночка артеріальна кров надходить в аорту, гілки якої доставляють кров до всіх органів і тканин (без винятку) організму людини [12].

Висновки. Отже, з первинного шлуночка утворюється лівий шлуночок. Первинне передсердя стає передньою частиною правого та лівого передсердь, а також формує вушка передсердь. Венозний синус розвивається у задню частину правого передсердя, синоатріальний вузол та коронарний синус.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Villavicencio-Guzmán L., Sánchez-Gómez C., Jaime-Cruz R., Ramírez-Fuentes T. C., Patiño-Morales C. C., Salazar-García M. Human Heart Morphogenesis: A New Vision Based on In Vivo Labeling and Cell Tracking. *Life*. 2023; 13(1):165. URL: <https://doi.org/10.3390/life13010165>.
2. Calcagni G., Pugnali F., Digilio M. et al. Cardiac defects and genetic syndromes: Old uncertainties and new insights. *Genes*. 2021. 12. 1047.
3. Egbe A., Uppu, S., Lee S., Ho D., Srivastava S. Prevalence of associated extracardiac malformations in the congenital heart disease population. *Pediatr. Cardiol.* 2014. 35. 1239–1245.
4. Arima Y., Fukuoka H. Developmental origins of health and disease theory in cardiology. *J. Cardiol.* 2020. 76. 14–17.
5. Han P. et al. Epigenetic response to environmental stress: Assembly of BRG1-G9a/GLP-DNMT3 repressive chromatin complex on Myh6 promoter in pathologically stressed hearts. *Biochim. Biophys. Acta*. 2016. 1863. 1772–1781.
6. Cui M., Wang Z., Bassel-Duby R., Olson E.N. Genetic and epigenetic regulation of cardiomyocytes in development, regeneration and disease. *Development* 2018. 145. dev171983.
7. Wittig J. G., Münsterberg A. The early stages of heart development: Insights from chicken embryos. *J. Cardiovasc. Dev. Dis.* 2016. 3. 12.
8. Laura V. G., Marcela S. G., Ricardo J. C., Roberto L., Filiberto T.-T., Gómez C. S. Incorporation of the first and second heart fields and prospective fate of the straight heart tube via in vivo labeling of chicken embryos. *PLoS ONE*. 2020. 15. e0234069.
9. Houyel L., Meilhac S. M. Heart development and congenital structural heart defects. *Annu. Rev. Genom. Hum. Genet.* 2021. 22. 257–284.
10. Ivanovitch K., Soro-Barrio P., Chakravarty P. et al. Ventricular, atrial, and outflow tract heart progenitors arise from spatially and molecularly distinct regions of the primitive streak. *PLoS Biol.* 2021. 19. e3001200.
11. Männer J., Yelbuz T. M. Functional morphology of the cardiac jelly in the tubular heart of vertebrate embryos. *J. Cardiovasc. Dev. Dis.* 2019, 6. 12.
12. Lazzarini R., Gómez-Quiroz L. E. et al. The proximal segment of the embryonic outflow (conus) does not participate in aortic vestibule development. *PLoS ONE*. 2018. 13. e0209930.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7575176>