УДК 611.12/16.013.9

С. В. КОЗЛОВ, О. О. ЯКОВЕЦЬ
м. Дніпропетровськ

ЕМБРІОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ВРОДЖЕНИХ АНОМАЛІЙ СУДИН СЕРЦЯ

Метою було визначення етапів розвитку і формування вінцевої судинної системи у людини. Для дослідження формування венечного кровообігу було використано 8 сердець ембріонів та 10 сердець плодів людини. Абортивний матеріал для роботи отримували в гінекологічних клініках м. Дніпропетровська. Виявлення ендотелію судин і гладко-м'язової тканини в стінці судин на гістопрепаратах проводили з використанням цитоспецифічного маркера CD-34 і маркера гладкої м'язової тканини – α-sma. Враховуючи виявлену етапність розвитку та формування вінцевої судинної системи в ембріональному періоді розвитку людини, який має на кожній стадії характерні морфологічні риси, а саме, різна ступінь і строки експресії маркерів ендотелію і гладкою м'язової тканини, слід вважати, що подальше дослідження ембріологічних передумов вроджених вад серця потрібно розглядати в невід'ємному зв'язку з вінцевим васкуло- і ангіогенезом. Використання імунногістохімічного маркера α-sma, який є маркером гладкою м'язової тканини дало можливість відстежити диференціювання первинних судин, і місце їх розташування.

Ключові слова: серце, людина, судини, ембріогенез.

Робота є фрагментом НДР «Розвиток та морфофункціональний стан органів і тканин експериментальних тварин та людини в нормі, в онтогенезі, під впливом зовнішніх чинників» (№ державної реєстрації 011U009598).

Постановка проблеми. Вроджені вади серця, зокрема аномалії вінцевого кровообігу, є найбільш розповсюдженою аномалією розвитку у дітей і становлять близько 30% від усіх вроджених вад розвитку. В Україні щороку за даними Верновського [1] народжується близько 5–6 тисяч дітей з вродженими вадами серця і майже 1,5 тисяч новонароджених дітей потребують невідкладної кардіохірургічної допомоги.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Формування вінцевого кровообігу є одним із критичних етапів в період пренатального розвитку серця у людини. Тільки в останні роки було досягнуто значного прогресу в поясненні шляхів контролю розвитку судин серця та морфологічних подій, які відбуваються в ембріональному періоді. Становиться все більш зрозумілим, що розвиток судин серця залежить від взаємовідношень, в першу чергу, між епікардом та міокардом. За допомогою факторів росту координуються дії в процесі росту міокарду та формуванні судинної сітки серця.

Розвиток вінцевої судинної системи – це складний багатоетапний процес, який відбувається упродовж ембріонального періоду онтогенезу [2]. Спочатку вінцеві судини формуються шляхом васкулогенезу з ангіобластів з утворенням первинного судинного сплетення на поверхні серця [3]. Наступний етап формування вінцевої судинної сітки пов'язаний з розвитком нових судин, зокрема капілярної мережі, з первинного судинного сплетення [5]. Пізніше ці ендотеліальні канали трансформуються та розвиваються в дефінітивні вінцеві судини з гладко-м'язевими клітинами. Гладко-м'язеві клітини та фібробласти в вінцевих судинах є похідними клітин епікарду, які трансформуються шляхом епікардіально-мезенхімальної перебудови [4].

Питанням структурної організації шляхів кровопостачання серця людини присвячена досить велика кількість робіт як фундаментального, так і клінічного профілю. Але на цей час залишається низка невирішених проблем щодо морфологічного обґрунтування деяких положень, пов'язаних з появою, розвитком, диференціацією та становленням судинних елементів серця.

Постановка завдання. Метою дослідження було визначення етапів розвитку та формування вінцевої судинної системи у людини.

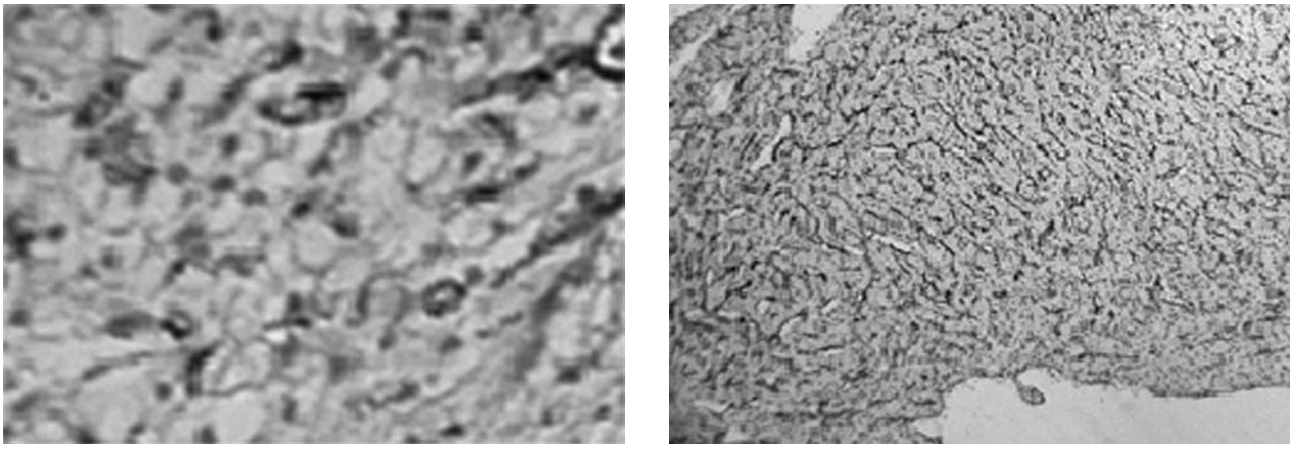
Матеріали та методи досліджень. Для дослідження формування вінцевого кровообігу було використано 8 сердець ембріонів та 10 сердець плодів людини. Абортивний матеріал для роботи отримували в гінекологічних клініках м. Дніпропетровська. Після його вилучення відокремлювали серця та фіксували

їх в нейтральному 5% розчині формаліну. Для подальшого імуногістохімічного дослідження використовували парафінові блоки з цілими серцями. Виявлення ендотелію судин та гладко-м'язової тканини в стінці судин на гістопрепаратах проводили з використанням цитоспецифічного маркеру CD-34 та маркеру гладкої м'язової тканини – α-sma.

Результати дослідження та їх обговорення. В дефінітивному форматі судинна система серця складається з артеріальної, венозної ланок, мікроциркуляторного сегмента, лімфатичної мережі. В ембріональному періоді розвитку серця на 6-му тижні в компактній частині стінки шлуночків серця та в міжшлуночковій перегородці нами було виявлено тільки гемомікроциркуляторне русло без ознак диференціювання на артеріальні та венозні мікросудини. Виявлені ендотеліальні клітини формували судинні, переважно капілярні, трубки, які зливалися між собою або розгалужувалися в товщі компактного міокарду (рис. 1).

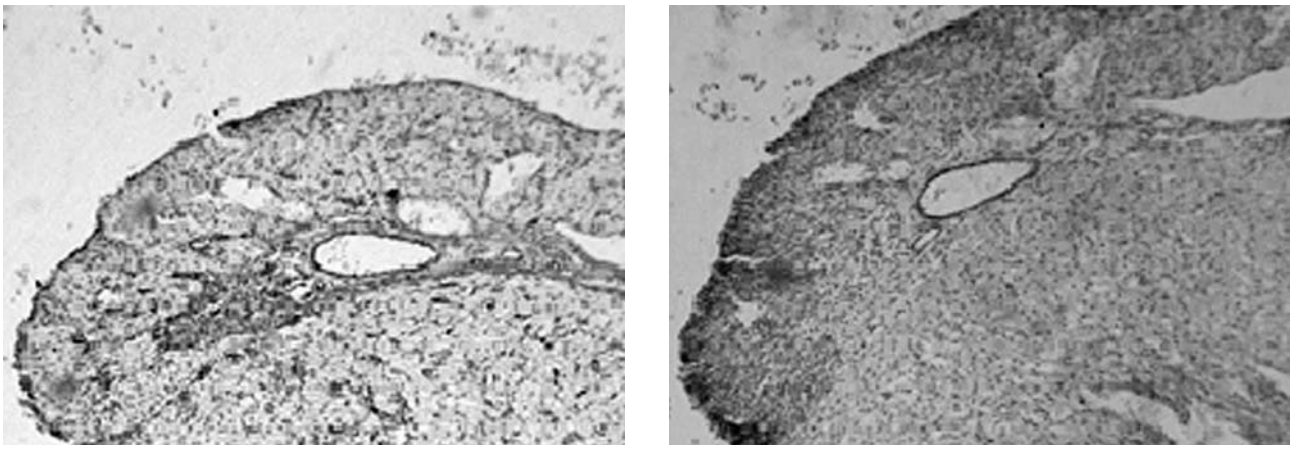
Судинні канали з елементами морфологічної спеціалізації на артеріальні та венозні ланки в серці нами виявлялися вже починаючи з 8-го тижня ембріонального періоду розвитку людини. Імуногістохімічна реакція з маркером α-SMA в стінках окремих судинних каналах може вказувати на появу артеріальної ланки вінцевого кровообігу (рис. 2).

На 12–14 тижнях плодного періоду судинна сітка міокарду вже представлена численними капілярами, які переважно орієнтовані вздовж м'язових волокон. За характером орієнтації ядер м'язових та сполучнотканинних клітин в стінці судин до їх довгої вісі вже чітко визначається приналежність до артеріолярної або венулярної ланок гемомікроциркуляторного русла. На 16–18 тижнях плодно-



А *Б*

Рис. 1. Міжшлуночкова перегородка серця ембріона людини на 6-му тижні ембріогенезу. Реакція з маркером CD-34. *А* – зб. ×400, *Б* – зб. ×100



А *Б*

Рис. 2. Атріовентрикулярна борозна серця ембріона людини на 8-му тижні ембріогенезу. *А* – реакція з маркером CD-34; *Б* – реакція з маркером α-SMA

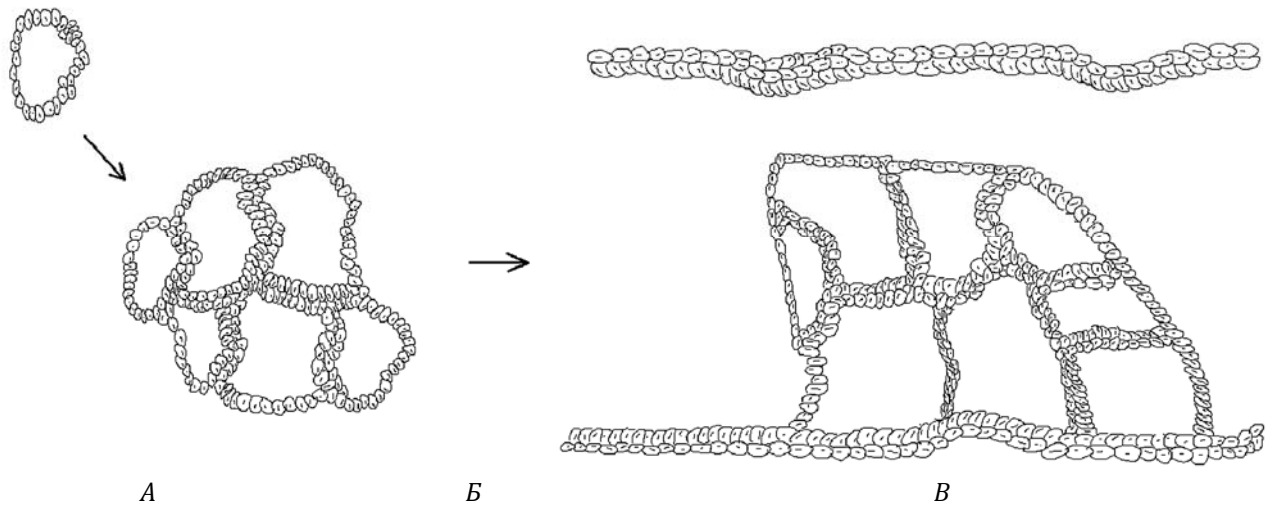


Рис. 3. Схема етапів формування вінцевого судинного русла в ембріональному періоді розвитку людини: *А* – васкулогенез, *Б* – ангіогенез, *В* – реконструкція

го періоду також вже чітко простежується нерівномірність розподілу елементів мікроциркуляторного русла вздовж товщі міокарду. За щільністю гемомікроциркуляторного русла домінують зовнішні шари міокарду, причому це, в першу чергу, стосується венулярного сегменту. Регіональні особливості торкаються також і тривимірної будови судинної сітки, а саме, у внутрішньому та середньому шарах міокарду артеріоли та капіляри орієнтовані вздовж міокардіальних волокон, венули – поперечно або косопоперечно, тоді як у зовнішньому шарі судинна сітка має коміркову будову.

Таким чином, після появи судин в товщі компактного міокарду починаються послідовні етапи розвитку, розгалуження, реконструкції та диференціювання кровоносних судин, які мають певну послідовність (рис. 3).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Враховуючи відповідну етапність розвитку та формування вінцевої судинної системи в ембріональному періоді розвитку людини, яка має на кожній стадії характерні морфологічні риси, а саме, різний ступінь та терміни експресії маркерів ендотелію та гладкої м'язової тканини, слід вважати, що подальше дослідження ембріологічних передумов вроджених вад серця потрібно розглядати в невід'ємному зв'язку з вінцевим васкуло- та ангіогенезом. Використання імуногістохімічного маркеру α-sma, що є маркером гладкої м'язової тканини дало можливість відстежити диференціювання первинних судин, та місто їх розташування.

Список використаних джерел

1. Верновський Г. Дослідження в перинатології. Серцево-судинні захворювання новонароджених. / Г. Верновський, С. Д. Рубенстайн. — К. : Молодь, 2004. — С. 5—96.
2. Reese D. E. Development of the coronary vessel system / D. E. Reese, T. Mikawa, D. M. Circ. Bader // Res. — 2002. — V. 91. — P. 761—768.
3. Tomanek R. J. Role of growth factors in coronary morphogenesis / R. J. Tomanek, W. Zheng // Tex. Heart Inst. J. — 2002. — V. 29. — P. 250—254.
4. Wada A. M. Coronary vessel development: aunique form of vasculogenesis. / A. M. Wada, S. G. Willet, D. Bader // Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol. — 2003. — 23, 2138—2145.
5. Yue X. Effects of VEGF(165) and VEGF(121) on vasculogenesis and angiogenesis in cultured embryonic quail hearts. / X. Yue, R. J. Tomanek // Physiol. Heart Circ. Physiol. — 2001. — V. 280. — P. H2240—H2247.

S.V. KOZLOV, O. O. YAKOVETS
Dnipropetrovsk

EMBRYOLOGICAL BACKGROUND OF CONGENITAL ANOMALIES OF THE HEART VESSELS

The aim was to determine the stages of development and formation of coronary vascular system in humans. To study the formation of coronary blood flow was used 8 hearts of embryos and 10 hearts of human fetuses. Abortive material received from gynecological clinics in Dnipropetrovsk. Detection of vascular endothelial and smooth-muscle tissue in the wall of blood vessels on the histopreps performed using cytospecific marker CD-34 and markers of smooth muscle tissue – α-sma. Given the appropriate stages of development and formation of coronary vascular system during the embryonic period of human development,

which has at each stage characteristic morphological features, namely, the different degree and timing of expression of markers of endothelial and smooth muscle tissue, it must be assumed that further study of congenital embryological preconditions of heart disease should be considered in the integral connection with the coronal vascular- and angio-genesis. Using of immunohistochemical marker α-sma, which is a marker of smooth muscle differentiation, has made it possible to trace the original vessels and their location.

Keywords: heart, people, vessels, embryogenesis.

С. В. КОЗЛОВ, Е. А. ЯКОВЕЦ
Днепропетровск

ЭМБРИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ВРОЖДЕННЫХ АНОМАЛИЙ СОСУДОВ СЕРДЦА

Целью было определение этапов развития и формирования венечной сосудистой системы у человека. Для исследования формирования венечного кровообращения было использовано 8 сердец эмбрионов и 10 сердец плодов человека. Абортивный материал для работы получали в гинекологических клиниках г.Днепропетровска. Выявление эндотелия сосудов и гладко-мышечной ткани в стенке сосудов на гистопрепаратах проводили с использованием цитоспецифического маркера CD-34 и маркера гладкой мышечной ткани – α-sma. Учитывая выявленную этапность развития и формирования венечной сосудистой системы в эмбриональном периоде развития человека, который имеет на каждой стадии характерные морфологические черты, а именно, разная степень и сроки экспрессии маркеров эндотелия и гладкой мышечной ткани, следует считать, что дальнейшее исследование эмбриологических предпосылок врожденных пороков сердца нужно рассматривать в неотъемлемой связи с венечным васкуло- и ангиогенезом. Использование иммунногистохимического маркера α-sma, который является маркером гладкой мышечной ткани дало возможность отследить дифференцирование первичных сосудов, и место их расположения.

Ключевые слова: сердце, человек, сосуды, эмбриогенез.

Стаття надійшла до редколегії 28.07.2014 р.

УДК 528.32

О. С. КОМІСАР
м. Миколаїв

МАТЕРІАЛИ ДО БРІОФЛОРИ РЕГІОНАЛЬНОГО ЛАНДШАФТНОГО ПАРКУ «ПРИІНГУЛЬСЬКИЙ»

В статті розглянуто 36 видів мохоподібних регіонально ландшафтного парку «Приінгульський». Проаналізовано бріофлору за екологічними, таксономічними, екологічними характеристиками та життєвими формами. Специфічними рисами данної бріофлори, порівняно з іншими, є досить значна кількість космополітних видів.

Ключові слова: мохоподібні, мезоксерофіти, гігрофіти, ксерофіти, геліофіти.

Регіональний ландшафтний парк (РЛП) «Приінгульський» – складова природно-заповідного фонду України, що є загальнонаціональним надбанням. Парк створений рішенням Миколаївської обласної ради від 17 грудня 2002 р. № 6 на площі 3152,7 га. Він розташований неподалік від м. Новий Буг на ділянці долини р. Інгул [10].

Регіональний ландшафтний парк «Приінгульський» – це природоохоронна рекреаційна установа. Мета його створення – збереження в природному стані ділянки долини р. Інгул з її типовими та унікальними природними комплексами фрагментами цілинного степу, гранітними відслоненнями, водотоками, лісовими насадженнями та ін.) [10].

Парк розташований на південно-західній околиці Інгульського блоку Українського кристалічного щита. Вапняки, глини і піски тут лежать на докембрійських утвореннях – гнейсах, гранітах, які в долинах річок Інгул та його приток – Березівка, Сагайдак, Столбова – місцями виходять на поверхню, створюючи неповторно привабливі ландшафтні утворення, ізотопний вік яких визначається геологами в 1,8–2,2 мільярда років.

Флора території парку «Приінгульський» налічує бл. 600 видів рослин, у тому числі