

DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2020-24(3)-25

УДК: 611.132.2:616.132.2-007

## ВІНЦЕВІ АРТЕРІЇ: НОРМА, ВАРІАНТИ, АНОМАЛІЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Підвальна У. Є., Матешук-Вацеба Л. Р.

Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького (вул. Пекарська, 69, м. Львів, Україна, 79010)

Відповідальний за листування:  
e-mail: uljaska.p@gmail.com

Статтю отримано 20 серпня 2020 р.; прийнято до друку 24 вересня 2020 р.

**Анотація.** Якісний аналіз стану вінцевих артерій потребує розуміння анатомії, гістології, ембріології та топографічної анатомії вінцевих артерій. При пошуку інформації використовували Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines. Результатами пошуку стали 10 україномовних та 31 англomовних джерел, з яких 25 відповідали умовам запиту. У нормі серце кровопостачається правою та лівою вінцевими артеріями, що починаються від відповідних їм вінцевих пазух аорти. Варіанти та аномалії відходження вінцевих артерій є наслідком порушення морфогенних процесів у різні періоди внутрішньоутробного розвитку. Джерелом розвитку вінцевих артерій є клітини ціломічного епітелію поперечної перегородки. Клітини капілярного сплетення, що оточує цибулину аорти формують вічка вінцевих артерій, шляхом пенетрації стінки аорти. При порушенні процесів ембріогенезу відбувається дислокація формування вічок. Можливе аномальне відходження вінцевих артерій від гілок дуги аорти, легеневого стовбура чи легневих артерій, лівого шлуночка, внутрішньої грудної артерії. У статті подані дані про норму, варіанти та аномалії відходження вінцевих артерій, а також короткий опис ембріології та гістології вінцевих артерій.

**Ключові слова:** вінцева артерія, вічко вінцевої артерії, розвиток, серце.

### Вступ

Динамічний розвиток інтервенційної кардіології та кардіохірургії поряд з широким впровадженням діагностичних ангіографічних процедур вимагає прискіпливого знання анатомії серцево-судинної системи. Невтішно високий рівень захворюваності та смертності внаслідок патології серця та судин змушує зацікавити свою увагу на анатомічні аспекти вінцевого русла [20]. Окрім звичного початку вінцевих артерій від цибулини аорти можливі інші варіанти та аномалії [15]. Аномалії відходження вінцевих артерій є наслідком порушення морфогенних процесів у різні періоди внутрішньоутробного розвитку [22]. Якісний аналіз стану вінцевих артерій є неможливим без розуміння анатомії, гістології, ембріології та топографічної анатомії вказаних судин. Цей огляд літератури спрямований на опис окремих аспектів морфології вінцевих артерій. У статті подані дані про норму, варіанти та аномалії відходження вінцевих артерій, а також короткий опис ембріології та гістології вінцевих артерій.

### Матеріали та методи

При пошуку інформації використовували Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines [14]. Критерії включення: статті англійською та українською мовами, матеріал зі зразками людини, часові межі - 5 років. Критерії виключення: тези, матеріали конференцій, дані про тварин. Опрацьовані наукові джерела в базах даних Pub Med та Google Scholar. Застосовані ключові слова: "вінцева артерія", "вічко", "розвиток", "серце" у Pub Med не дало позитивних результатів, що змусило до пошуку у Google Scholar. Натомість пошук за ключовими словами: "coronary artery", "coronary ostium", "development", "heart" здійсню-

вався виключно у Pub Med. Результати пошуку: 10 україномовних та 32 англomовних джерел. Після огляду анотаций та ознайомлення з текстом 25 відповідали умовам запиту.

**Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами.** Дослідження є фрагментом планової науково-дослідної роботи кафедри нормальної анатомії та кафедри оперативної хірургії з топографічною анатомією "Морфо-функціональні особливості органів у пре- та постнатальному періодах онтогенезу, при впливі опіоїдів, харчових добавок, реконструктивних операціях та ожирінні", № державної реєстрації 0120U002129.

### Результати. Обговорення

**Анатомія.** Серце кровопостачається двома вінцевими артеріями: правою вінцевою артерією (а. coronaria dextra (лат.); right coronary artery, RCA (англ.)) та лівою вінцевою артерією (а. coronaria sinistra (лат.); left main (англ.)). Обидві починаються від відповідних правої та лівої пазух аорти (синусів Вальсальви) [2]. Зазвичай вічка вінцевих артерій розташовані нижче верхнього краю півмісяцевих заслінок клапана аорти. Висота заслінок є меншою, ніж висота відповідних їм синусів Вальсальви. Це розміщення дозволяє максимальному кровонаповненню вінцевих судин, яке відбувається у діастолу лівого шлуночка [3]. Вічка вінцевих артерій у нормі розташовані у середній, верхній третині відповідної їм пазухи аорти [22]. Варіантом норми вважається відходження вінцевої артерії до 5 мм вище від синотубулярного з'єднання [19]. Проксимальна частина артерії курсує під кутом 90° від стінки аорти. Дистальніше діаметр судини поступово зменшується, розгалужуючись до артеріол та капілярів [9].

Право вінцева артерія йде по правій частині вінце-

вої борозни та спускається по задній міжшлуночковій борозні. Права вінцева артерія кровопостачає праве передсердя, міжпередсердну перегородку, правий шлуночок, задньо-нижню частину міжшлуночкової перегородки та частково лівий шлуночок. У 75-90% випадків [23] від правої вінцевої артерії відходить задня міжшлуночкова артерія (ramus intervenstricularis posterior (лат.); posterior descending artery, PDA (англ.)), що свідчить про "правий" (правовінцевий) тип кровопостачання [25].

У 98% випадків [22] ліва вінцева артерія у проксимальній частині загального стовбура розгалужується на дві гілки: передню міжшлуночкову (ramus interventricularis anterior (лат.); left anterior descending artery, LAD (англ.)) та огинаючу (ramus circumflexus (лат.); circumflex artery, Cx (англ.)) [18]. Передня міжшлуночкова гілка спускається по передній міжшлуночковій борозні, кровопостачаючи передніх 2/3 міжшлуночкової перегородки та передньобічну стінку лівого шлуночка. Огинаюча гілка йде по лівій частині вінцевої борозни та кровопостачає задньобічну стінку лівого шлуночка.

Діаметр лівої вінцевої артерії є більший, ніж правої. З віком, зокрема в осіб старше 75 років діаметр правої вінцевої артерії дещо більший, ніж лівої [5].

Розвиток. На третьому тижні внутрішньоутробного розвитку з мезенхіми відбувається формування серця. До кінця третього тижня від переднього відділу S-подібно вигнутої серцевої трубки відходить артеріальний стовбур. Від артеріального стовбура формується висхідна аорта (цибулина аорти). Первинно серце закладається як безсудинна структура, а судини виникають згодом [1]. Основи вінцевих артерій формуються з капілярного сплетення, яке пізніше вростає в пазухи аорти [22]. Джерелом розвитку вінцевих артерій є клітини ціломічного епітелію поперечної перегородки, тобто, проепікарда у дорзальній частині вінцевої борозни біля венозної пазухи [22]. Отож, клітини, які виникли поза серцем проліферують, мігрують, диференціюються в ендотеліальні клітини, гладкі міоцити, фібробласти. Ендотеліоцити вінцевих артерій в основному походять з пазухи аорти та ендокарда. Запускається каскад процесів розвитку судин. Після формування епікардіального шару стінки серця ембріона починається васкулогенез: первинно утворюються судинні канали (мережі), вистелені ендотелієм, наступний етап ангиогенезу супроводжується їхнім вrostанням в орган, далі відбувається формування вінцевих артерій та артеріол, з залученням гладких міоцитів (артеріогенез) [22].

Приблизно на 42 день внутрішньоутробного розвитку відбувається поділ артеріального стовбура на аорту та легеневий стовбур [1, 8]. Навколо цибулини аорти (кореня аорти) розміщується капілярне кільце. Ендотеліоцити, з цього капілярного кільця пенетрують стінку аорти, запускаючи процеси апоптозу. Таким чином, відбувається з'єднання між аортою та капілярним кільцем [23]. Цей процес запускає залучення гладких міоцитів до формування вічок вінцевих артерій. Гладкі

міоцити мігрують до серця з проепікардом з наступною диференціацією. Після участі у формуванні вічок вінцевих артерій, гладкі міоцити просуваються дистальніше, утворюючи середню стінку вінцевих артерій [22].

Гістологія. Вінцеві артерії відносяться до судин еластичного типу. Відповідно, їхня стінка традиційно складається з трьох шарів: внутрішнього - інтими (tunica intima), середнього - медії (tunica media) та зовнішнього - адвентиції (tunica adventitia). Інтиму ще називають люменальним шаром, адже вистилає просвіт судини. Основу інтими складають ендотеліальні клітини (ендотеліоцити), субендотеліальний шар та гладкі м'язові клітини (міоцити). Поздовжня вісь ендотеліоцита орієнтована паралельно поздовжній осі вінцевої артерії [8]. Ендотеліальні клітини забезпечують трансендотеліальний транспорт та синтезують біологічно активні речовини, такі як оксид азоту, ендотелін, простагліцин, тромбомодулін та ін [13]. На межі між інтимою та медією розташована фенестрована структура еластичної тканини - внутрішня еластична мембрана (lamina elastica interna). Цікаво, що власне ця структура зазнає специфічних змін з віком та при патології. Зокрема у новонароджених внутрішня еластична мембрана має хвилясту форму, а старшому віці може бути фрагментованою. Медія складається з шарів гладких міоцитів та сполучної тканини (еластичних та колагенових волокон, протеогліканів). Товщина медії становить в середньому 0,2 нм. Хоча вінцеві артерії є судинами еластичного типу, проте кількість еластичних волокон є значно меншою, ніж в інших судинах цього типу. Натомість збільшується кількість гладких міоцитів, які розташовані циркулярно чи гвинтоподібно (до 40 шарів). На межі медії та адвентиції розташована зовнішня еластична мембрана (lamina elastica externa), яка складається з перерваних шарів еластину. Через ці фенестрації відбувається дифузія нейротрансмітерів до медії для стимулювання гладких міоцитів. Саме до зовнішнього краю зовнішньої еластичної мембрани прилягають аксони немілієзованих нервових волокон, які здійснюють нейронну стимуляцію [1]. Для порівняння, зовнішня еластична мембрана є значно тоншою, ніж внутрішня еластична мембрана. Адвентиція складається з колагенових та еластичних волокон сполучної тканини. Власне ця зовнішня стінка вінцевих артерій оточена судинами судин (vasa vasorum), нервовими волокнами та лімфатичними судинами. Товщина адвентиції становить 0,2-0,4 нм. Адвентиція має здатність "змінювати" діаметр вінцевої артерії, завдяки поздовжньому орієнтуванню колагенових волокон та відносно "пухкій" консистенції сполучної тканини.

Варіанти та аномалії відходження. Вроджені аномалії вінцевих артерій зустрічаються з частотою від 1% до 5,8% [4]. З чим пов'язані аномальне відходження вінцевих артерій? Клітини капілярного сплетення, що оточує цибулину аорти (корінь аорти) у ділянці пазух аорти пенетрують стінку аорти, формуючи вічка вінце-

вих артерій. Якщо ці процеси порушені, відбувається дислокація формування вічок [22]. За таких умов вінцеві артерії можуть відходити від задньої (невінцевої) пазухи аорти, аорти чи гілок дуги аорти, легеневого стовбура чи легених артерій, лівого шлуночка, внутрішньої грудної артерії. Для клініцистів важливо чітко описати просторове та анатомічне співвідношення об'єднаних вічок та хід вінцевих артерій [12].

Аномальне відходження від аорти. У нормі вінцеві артерії відходять від правої та лівої вінцевих пазух аорти. Окрему групу мальформацій вінцевих артерій становить відходження обох вінцевих артерій від одного вінцевого синуса аорти. Це може бути як і два близько чи далеко окремо розташованих вічка, так і одне спільне вічко для обох вінцевих артерій. Ця вада може бути як ізольованою, так і поєднаною з іншими природженими вадами серця та судин [8]. Однією з найчастіших причин раптової коронарної смерті серед осіб молодого віку є власне аномальне відходження вінцевих артерій від аорти (Anomalous aortic origin of coronary arteries, ААОСА (англ.)) [4, 17]. Ця досить рідкісна аномалія характеризується відходженням обох вінцевих артерій з однієї (спільної) вінцевої пазухи аорти. Найбільш типовим шаблоном є відходження правої вінцевої артерії від лівої вінцевої пазухи аорти. Паралельно з цією аномалією, можливим є відходження огинаючої гілки від правої вінцевої пазухи аорти [4].

Спільне вічко вінцевих артерій. Права вінцева артерія може починатися з лівої вінцевої пазухи аорти, маючи спільне вічко з лівою вінцевою артерією. Описано, що у випадку розташування обох вінцевих артерій у лівій вінцевій пазусі спільне вічко набуває овальної форми [1]. Ця аномалія може супроводжуватися іншими вадами серцево-судинної системи, для прикладу чотирьох-стулковим клапаном аорти [11]. Цікавим є факт, що попри аномалію вічок, можлива відсутність стенозів у вінцевих артеріях [11]. Спільне вічко для двох вінцевих артерій є клінічно важливим, особливо при внутрішньостінковому (інтрамуральному) чи міжсудинному проходженні вінцевих артерій (між аортою та легених стовбуром) [8].

Відходження від невінцевої (задньої) пазухи аорти. У нормі жодна вінцева артерія не відходить від задньої пазухи аорти. Саме тому вона носить ще одну назву "невінцева". Та за умов порушення ембріогенезу від задньої пазухи аорти може починатися вінцева артерія. Найчастіше, таким привілеєм користується ліва вінцева артерія [6].

Висота відходження вінцевої артерії. Верхньою межею вінцевих артерій є синотубулярне з'єднання. Рівень вічка вінцевих артерій може варіювати, розташовуючись на рівні синотубулярного з'єднання [22], вище [1] чи нижче [24] від нього. Різне розташування можливе для вічок обох вінцевих артерій, так і лише однієї з них. Тобто, одночасно права та ліва вінцеві артерії можуть відходити вище синотубулярного з'єднання, нижче нього чи

одна вище, інша нижче. Описано, що для правої вінцевої артерії високе відходження більш типове, ніж для лівої [6].

Якщо вінцева артерія відходить вище від синотубулярного з'єднання більше, ніж на 1 см - це номінується "високим відходженням вінцевої артерії". Тобто, це ектопічне вінцеве вічко. Такий варіант може асоціюватися зі зниженим діастолічним наповненням вінцевої артерії. Як результат, спричинена ішемія міокарда є потенційно загрозливим станом.

"Низьке відходженням вінцевої артерії" - це розташування вічка менше, ніж 1 см вище від функціонального кільця аортального клапана [24]. Не вважається критичною аномалією, адже може не проявлятися симптоматично. Попри це надзвичайно важливо врахувати у випадках кардіохірургічних втручань, особливо при маніпуляціях у ділянці аортального клапана.

Зменшена кількість вінцевих артерій. Відсутність відходження правої чи лівої вінцевих артерій від відповідних їм пазух. Часто під цим поняттям описують відсутність стовбура лівої вінцевої артерії (left main, LM (англ.)), що може проявлятися відходженням передньої міжшлуночкової та огинаючої гілок безпосередньо від лівої вінцевої пазухи аорти. Найчастіше ця аномалія зустрічається у пацієнтів з двостулковим аортальним клапаном.

Збільшена кількість вінцевих артерій. Наявність більше, ніж двох вінцевих артерій. У правій вінцевій пазусі аорти часто зустрічаються додаткові устя вінцевих артерій, що дають гілки до правого шлуночка [22].

Змінена форма вінцевої артерії. Найчастіше зміна форми вінцевої артерії є результатом аномалії її відходження [16]. Як результат, щоб досягти свого басейну кровопостачання, вінцева артерія "змушена" обходити структури, що трапляються їй на шляху. Таким чином, змінює кут, кривизну. Вінцева артерія може проходити перед легеним стовбуром, позаду аорти, чи між ними; створювати міокардіальні мости, мати внутрішньоперегородковий чи трансперегородковий напрям [6, 7].

Відходження від легеневого стовбура. Можливе аномальне відходження правої вінцевої артерії від легеневої артерії (Anomalous right coronary artery from the pulmonary artery, ARCAPA (англ.)) чи лівої вінцевої артерії від легеневої артерії (Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery, ALCAPA (англ.)) [6]. Відходження лівої вінцевої артерії від легеневої артерії також відоме як синдром Бланда-Уайта-Гарланда (Bland-White-Garland syndrome), який зустрічається вкрай рідко - приблизно 1:300.000 новонароджених [10].

Вкрай рідко можливе відходження єдиної вінцевої артерії від легеневої артерії (Anomalous origin of a single coronary artery from the pulmonary artery, ASCAPA (англ.)). При цьому, єдина вінцева артерія кровопостачає усю ділянку серця. Ця аномалія практично не сумісна з життям, адже після народження тиск в легених артеріях зменшується, що спричиняє прогресуючу ішемію міокарда [21].

## Висновки та перспективи подальших розробок

1. Попри значні напрацювання, досі деякі питання анатомії вінцевого русла не вирішені. Постійно пропонуються нові системи підходу до класифікації відходження та галуження вінцевих артерій при природжених вадах серця (modified Leiden Convention) [14].

У перспективі важливо детально вивчити механізми формування вінцевих артерій під час ембріогенезу. Подальше прицільне дослідження частоти виникнення варіантів та аномалій вінцевого русла дозволить клініцистам розставляти пріоритети у диференційному ряду захворювань.

## Список посилань

1. Процак, Т., Гуменюк, А., & Хованець, К. (2018). Розвиток та варіантна анатомія вінцевих артерій серця. *Медичний форум*, 15 (15), 55-7. Взято з [http://medicinelviv.org.ua/archive/2018/15\\_2018.pdf#page=55](http://medicinelviv.org.ua/archive/2018/15_2018.pdf#page=55)
2. Agrawal, H., Mery, C. M., Krishnamurthy, R., & Molossi, S. (2017). Anatomic types of anomalous aortic origin of a coronary artery: A pictorial summary. *Congenit. Heart Dis.*, 12 (5), 603-606. doi: 10.1111/chd.12518
3. Akbar, H., Akbar, S., Akbar, S., & Kahloon, R. (2020). An Extremely Rare Case of Anomalous Left Main Coronary Artery Originating From Single Right Coronary Ostium Managed Using Heart Team Approach. *Cureus*, 12 (6), e8879. doi: 10.7759/cureus.8879
4. Amado, J., Carvalho, M., Ferreira, W., Gago, P., Gama, V., & Bettencourt, N. (2016). Coronary arteries anomalous aortic origin on a computed tomography angiography population: prevalence, characteristics and clinical impact. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*, 32 (6), 983-90. doi: 10.1007/s10554-016-0849-5
5. Ambrose, M. B., Avari, S. J. N., Rudokas, M., Bowman, T. M., Murphy, J., & Van Hare, G. F. (2018). Coronary sinus morphology in pediatric patients with supraventricular tachycardia. *J. Interv. Card. Electrophysiol.*, 51 (2), 163-168. DOI: 10.1007/s10840-018-0323-5
6. Azour, L., Jacobi, A. H., Alpert, J. B., Uppu, S., Latson, L., Mason, D., ... & Cham, M. D. (2018). Congenital Coronary Artery Anomalies and Implications. *J. Thorac. Imaging*, 33 (5). doi: 10.1097/RTI.0000000000000338
7. Doan, T. T., Zea-Vera, R., Agrawal, H., Mery, C. M., Masand, P., Reaves-O'Neal, D. L., ... & Molossi, S. (2020). Myocardial Ischemia in Children With Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery With Intraseptal Course. *Circ. Cardiovasc. Interv.*, 13 (3), e008375. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008375
8. Gittenberger-de Groot AC, Koenraadt WMC, Bartelings MM, B?kenkamp R, DeRuiter MC, Hazekamp MG, ... & Jongbloed, M. R. M. (2018). Coding of coronary arterial origin and branching in congenital heart disease: The modified Leiden Convention. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 156 (6), 2260-9.
9. Heitkemper, M., Sivakumar, S., Hatoum, H., Dollery, J., Lilly, S. M., & Dasi, L. P. (2020). Simple 2-dimensional anatomic model to predict the risk of coronary obstruction during transcatheter aortic valve replacement. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, S0022-5223, 30435-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.01.085>
10. Kataoka, G., Nakano, K., Asano, R., Sato, A., Kodera, K., Tatsuishi, W., ... & Sudo, S. (2015). Midterm results of left coronary artery reimplantation through the transverse sinus of the pericardium in adult Bland-White-Garland syndrome. *Surg. Case Reports*, 1 (1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40792-015-0027-3>
11. Kim, D. Y., & Kim, H. W. (2017). Single coronary ostium in a patient with quadricuspid aortic valve combined with aneurysmal ascending aortic dilatation. *J. Cardiothorac. Surg.*, 12 (1), 59. <https://doi.org/10.1186/s13019-017-0622-4>
12. Kops, S. A., Pangburn, S., Barber, B. J., & Seckeler, M. D. (2020). Transcatheter treatment of acquired coronary sinus ostium atresia in a child with complex congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 95 (2), E62-65. Retrieved from [https://pesquisa.bvsalud.org/controlcancer/resource/pt/mdl-31486566?src=similar\\_docs](https://pesquisa.bvsalud.org/controlcancer/resource/pt/mdl-31486566?src=similar_docs)
13. Kruger-Genge, A., Blocki, A., Franke, R-P., & Jung, F. (2019). Vascular Endothelial Cell Biology: An Update. *Int. J. Mol. Sci.*, 20 (18), 4411. doi: 10.3390/ijms20184411
14. Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*, 6 (7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
15. Molossi, S., & Agrawal, H. (2017). Clinical evaluation of anomalous aortic origin of a coronary artery (AAOCA). *Congenit. Heart Dis.*, 12 (5), 607-9. doi:10.1111/chd.12505
16. Molossi, S., Agrawal, H., Mery, C. M., Krishnamurthy, R., Masand, P., Sexson, Tejt, S. K., ... & Fraser, C. D. (2020). Outcomes in Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery Following a Prospective Standardized Approach. *Circ. Cardiovasc. Interv.*, 13 (2). <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008445>
17. Molossi, S., Martinez-Bravo a Luis, E., & Mery, C. M. (2019). Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery. *Methodist Debakey Cardiovasc J.*, 15 (2), 111-121. doi: 10.14797/mdcj-15-2-111
18. Mori, S., Tretter, J. T., Toba, T., Izawa, Y., Tahara, N., Nishii, T., ... & Anderson, R. H. (2018). Relationship between the membranous septum and the virtual basal ring of the aortic root in candidates for transcatheter implantation of the aortic valve. *Clin. Anat.*, 31 (4), 525-34. doi: 10.1002/ca.23071
19. Patzelt, M., Kachlik, D., Stingl, J., Sach, J., Stibor, R., Benada, O., ... & Musil, V. (2019). Morphology of the vasa vasorum in coronary arteries of the porcine heart: A new insight. *Ann Anat - Anat Anzeiger*, 223, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2019.02.006>
20. Taylor, M. D. (2019). Commentary: An unusual case of crossing coronaries. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 158 (3), e111-12. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.04.030
21. Thatte, N., Kirakosian, M., Kaza, A., & Friedman, K. (2019). Echocardiographic Diagnosis of Anomalous Single Coronary Artery from the Pulmonary Artery: Use of Bubble Contrast Echocardiography. *Pediatr. Cardiol.*, 41 (1), 215-216. doi: 10.1007/s00246-019-02265-2
22. Tomanek, R., & Angelini, P. (2019). Embryology of coronary arteries and anatomy/pathophysiology of coronary anomalies. A comprehensive update. *Int. J. Cardiol.*, 15 (281): 28-34. Retrieved from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167527318341627>
23. Villa, A. D., Sammut, E., Nair, A., Rajani, R., Bonamini, R., & Chiribiri, A. (2016). Coronary artery anomalies overview: The normal and the abnormal. *World J. Radiol.*, 8 (6), 537-55. doi: 10.4329/wjr.v8.i6.537
24. Withana, M., Uribe, C., Gregoric, I. D., & Angelini, P. (2019). Low Origin of the Coronary Arteries and a Small Aortic Annulus Complicating Aortic Valve Replacement. *Texas Hear Inst. J.*, 46 (3), 222-24. doi: 10.14503/THIJ-18-6620

25. Young, M-L., McLeary, M., & Chan, K-C. (2017). Acquired and congenital coronary artery abnormalities. *Cardiol. Young*, 27 (S1), 31-35. doi: 10.1017/S1047951116002201

## References

- Protsak, T., Humeniuk, A., & Khovanets, K. (2018). Rozvytok ta variantna anatomii vintsevykh arterii sertsia [Development and variant anatomy of coronary arteries of the heart]. *Medychnyi forum - Medical Forum*, 15 (15), 55-7. Vziato z [http://medicineliv.org.ua/archive/2018/15\\_2018.pdf#page=55](http://medicineliv.org.ua/archive/2018/15_2018.pdf#page=55)
- Agrawal, H., Mery, C. M., Krishnamurthy, R., & Molossi, S. (2017). Anatomic types of anomalous aortic origin of a coronary artery: A pictorial summary. *Congenit. Heart Dis.*, 12 (5), 603-606. doi: 10.1111/chd.12518
- Akbar, H., Akbar, S., Akbar, S., & Kahloon, R. (2020). An Extremely Rare Case of Anomalous Left Main Coronary Artery Originating From Single Right Coronary Ostium Managed Using Heart Team Approach. *Cureus*, 12 (6), e8879. doi: 10.7759/cureus.8879
- Amado, J., Carvalho, M., Ferreira, W., Gago, P., Gama, V., & Bettencourt, N. (2016). Coronary arteries anomalous aortic origin on a computed tomography angiography population: prevalence, characteristics and clinical impact. *Int. J. Cardiovasc. Imaging*, 32 (6), 983-90. doi: 10.1007/s10554-016-0849-5
- Ambrose, M. B., Avari, S. J. N., Rudokas, M., Bowman, T. M., Murphy, J., & Van Hare, G. F. (2018). Coronary sinus morphology in pediatric patients with supraventricular tachycardia. *J. Interv. Card. Electrophysiol.*, 51 (2), 163-168. DOI: 10.1007/s10840-018-0323-5
- Azour, L., Jacobi, A. H., Alpert, J. B., Uppu, S., Latson, L., Mason, D., ... & Cham, M. D. (2018). Congenital Coronary Artery Anomalies and Implications. *J. Thorac. Imaging*, 33 (5). doi: 10.1097/RTI.0000000000000338
- Doan, T. T., Zea-Vera, R., Agrawal, H., Mery, C. M., Masand, P., Reaves-O'Neal, D. L., ... & Molossi, S. (2020). Myocardial Ischemia in Children With Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery With Intraseptal Course. *Circ. Cardiovasc. Interv.*, 13 (3), e008375. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008375
- Gittenberger-de Groot AC, Koenraadt WMC, Bartelings MM, B?kenkamp R, DeRuiter MC, Hazekamp MG, ... & Jongbloed, M. R. M. (2018). Coding of coronary arterial origin and branching in congenital heart disease: The modified Leiden Convention. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 156 (6), 2260-9.
- Heitkemper, M., Sivakumar, S., Hatoum, H., Dollery, J., Lilly, S. M., & Dasi, L. P. (2020). Simple 2-dimensional anatomic model to predict the risk of coronary obstruction during transcatheter aortic valve replacement. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, S0022-5223, 30435-9. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2020.01.085>
- Kataoka, G., Nakano, K., Asano, R., Sato, A., Kodera, K., Tatsuishi, W., ... & Sudo, S. (2015). Midterm results of left coronary artery reimplantation through the transverse sinus of the pericardium in adult Bland-White-Garland syndrome. *Surg. Case Reports*, 1 (1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40792-015-0027-3>
- Kim, D. Y., & Kim, H. W. (2017). Single coronary ostium in a patient with quadricuspid aortic valve combined with aneurysmal ascending aortic dilatation. *J. Cardiothorac. Surg.*, 12 (1), 59. <https://doi.org/10.1186/s13019-017-0622-4>
- Kops, S. A., Pangburn, S., Barber, B. J., & Seckeler, M. D. (2020). Transcatheter treatment of acquired coronary sinus ostium atresia in a child with complex congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 95 (2), E62-65. Retrieved from <https://pesquisa.bvsalud.org/controlcancer/resource/pt/mdl-31486566?src=similardocs>
- Kruger-Genge, A., Blocki, A., Franke, R-P., & Jung, F. (2019). Vascular Endothelial Cell Biology: An Update. *Int. J. Mol. Sci.*, 20 (18), 4411. doi: 10.3390/ijms20184411
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *PLoS Med*, 6 (7), e1000100. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000100>
- Molossi, S., & Agrawal, H. (2017). Clinical evaluation of anomalous aortic origin of a coronary artery (AAOCA). *Congenit. Heart Dis.*, 12 (5), 607-9. doi:10.1111/chd.12505
- Molossi, S., Agrawal, H., Mery, C. M., Krishnamurthy, R., Masand, P., Sexson, Tejt, S. K., ... & Fraser, C. D. (2020). Outcomes in Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery Following a Prospective Standardized Approach. *Circ. Cardiovasc. Interv.*, 13 (2). <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.119.008445>
- Molossi, S., Martinez-Bravo a Luis, E., & Mery, C. M. (2019). Anomalous Aortic Origin of a Coronary Artery. *Methodist Debaque Cardiovasc J.*, 15 (2), 111-121. doi: 10.14797/mdcj-15-2-111
- Mori, S., Tretter, J. T., Toba, T., Izawa, Y., Tahara, N., Nishii, T., ... & Anderson, R. H. (2018). Relationship between the membranous septum and the virtual basal ring of the aortic root in candidates for transcatheter implantation of the aortic valve. *Clin. Anat.*, 31 (4), 525-34. doi: 10.1002/ca.23071
- Patzelt, M., Kachlik, D., Stingl, J., Sach, J., Stibor, R., Benada, O., ... & Musil, V. (2019). Morphology of the vasa vasorum in coronary arteries of the porcine heart: A new insight. *Ann Anat - Anat Anzeiger*, 223, 119-126. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2019.02.006>
- Taylor, M. D. (2019). Commentary: An unusual case of crossing coronaries. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 158 (3), e111-12. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2019.04.030
- Thatte, N., Kirakosian, M., Kaza, A., & Friedman, K. (2019). Echocardiographic Diagnosis of Anomalous Single Coronary Artery from the Pulmonary Artery: Use of Bubble Contrast Echocardiography. *Pediatr. Cardiol.*, 41 (1), 215-216. doi: 10.1007/s00246-019-02265-2
- Tomanek, R., & Angelini, P. (2019). Embryology of coronary arteries and anatomy/pathophysiology of coronary anomalies. A comprehensive update. *Int. J. Cardiol.*, 15 (281): 28-34. Retrieved from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167527318341627>
- Villa, A. D., Sammut, E., Nair, A., Rajani, R., Bonamini, R., & Chiribiri, A. (2016). Coronary artery anomalies overview: The normal and the abnormal. *World J. Radiol.*, 8 (6), 537-55. doi: 10.4329/wjr.v8.i6.537
- Withana, M., Uribe, C., Gregoric, I. D., & Angelini, P. (2019). Low Origin of the Coronary Arteries and a Small Aortic Annulus Complicating Aortic Valve Replacement. *Texas Hear Inst. J.*, 46 (3), 222-24. doi: 10.14503/THIJ-18-6620
- Young, M-L., McLeary, M., & Chan, K-C. (2017). Acquired and congenital coronary artery abnormalities. *Cardiol. Young*, 27 (S1), 31-35. doi: 10.1017/S1047951116002201

## ВЕНЕЧНЫЕ АРТЕРИИ: НОРМА, ВАРИАНТЫ, АНОМАЛИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Підвальна У. Є., Матешук-Вацеба Л. Р.

**Аннотация.** Качественный анализ состояния венечных артерий требует понимания анатомии, гистологии, эмбриологии и топографической анатомии коронарных артерий. При поиске информации использовали Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines. Результатами поиска стали 10 украиноязычных и 31 англоязыч-

ных источников, из которых 25 соответствовали условиям запроса. В норме сердце кровоснабжается правой и левой венечными артериями, которые начинаются от соответствующих им венечных синусов аорты. Варианты и аномалии отхождения венечных артерий являются следствием нарушения морфогенных процессов в разные периоды внутриутробного развития. Источником развития коронарных артерий являются клетки целомического эпителия поперечной перегородки. Клетки капиллярного сплетения, окружающего луковицу аорты, формируют устье венечных артерий путем пенетрации стенки аорты. При нарушении процессов эмбриогенеза происходит дислокация формирования устьев. Возможно аномальное отхождение коронарных артерий от ветвей дуги аорты, легочного ствола или легочных артерий, левого желудочка, внутренней грудной артерии. В статье представлены данные о норме, вариантах и аномалиях отхождения венечных артерий, а также краткое описание эмбриологии и гистологии венечных артерий.

**Ключевые слова:** венечная артерия, устье венечной артерии, развитие, сердце.

#### **CORONARY ARTERIES: NORMAL, VARIANT ANATOMY, ANOMALIES (LITERATURE REVIEW)**

**Pidvalna U.Ye., Mateshuk-Vatseba L.R.**

**Annotation.** Qualitative analysis of the condition of the coronary arteries requires an understanding of the anatomy, histology, embryology, and topographic anatomy of the coronary arteries. Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines were used to search for information. The search results were 10 Ukrainian-language and 31 English-language sources, of which 25 met the conditions of the query. Normally, the heart is supplied with blood by the right and left coronary arteries, which originate from the corresponding coronary sinuses of the aorta. Variants and anomalies of coronary artery discharge are the result of disturbances in morphogenic processes at different periods of intrauterine development. The source of development of coronary arteries is the cells of the coelomic epithelium of the transverse septum. The cells of the capillary plexus surrounding the aortic bulb form the orifice of the coronary arteries by penetrating the aortic wall. In violation of the processes of embryogenesis, dislocation of the formation of the orifices occurs. Possible abnormal discharge of the coronary arteries from the branches of the aortic arch, pulmonary trunk or pulmonary arteries, left ventricle, internal thoracic artery. The article presents data on the norm, variants and abnormalities of coronary artery discharge, as well as a brief description of the embryology and histology of the coronary arteries.

**Keywords:** coronary artery, orifice of the coronary artery, development, heart.

---