

Гура Т. Є., лікар-кардіолог дитячий відділення ультразвукової та функціональної діагностики, <https://orcid.org/0009-0002-0500-3262>

Стичинський О. С., д-р мед. наук, завідувач відділу координації наукових досліджень, впровадження та захисту прав інтелектуальної власності, підготовки та підвищення кваліфікації кадрів, <https://orcid.org/0000-0001-5829-6746>

Тетерін О. В., завідувач відділення пренатальної діагностики, <https://orcid.org/0000-0002-9094-5002>

Таммо Р., канд. мед. наук, в. о. завідувача відділення променевої діагностики, <https://orcid.org/0000-0001-7506-9449>

ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України», м. Київ, Україна

Синдром відсутності клапана легеневої артерії з незливними гілками: клінічний випадок та огляд літератури

Резюме. Синдром відсутності клапана легеневої артерії (СВКЛА) – рідкісна вроджена вада серця. Випадки поєднання цієї вади з незливними гілками легеневої артерії трапляються вкрай рідко. У таких випадках кровотік в одну з гілок легеневої артерії забезпечує відкрита артеріальна протока (ВАП), відповідно клінічний перебіг, стан дитини та потреба в кардіохірургічних втручаннях залежать від функції артеріальної протоки. Одним з можливих паліативних методів збереження кровотоку через артеріальну протоку є стентування. Проте у доступній періодичній літературі опубліковано вкрай мало даних про подібний підхід у лікуванні цієї патології.

Представлено власний досвід оптимізації легеневого кровотоку та проведено літературний огляд проблеми ендovasкулярного лікування синдрому відсутності клапана легеневої артерії з незливними гілками.

Клінічний випадок. Згідно з аналізом різних методів хірургічного лікування СВКЛА, у нашому клінічному випадку першим етапом обрано ендovasкулярний метод лікування. Новонароджена дитина (3 кг) з пренатальним діагнозом: СВКЛА та незливою лівою гілкою легеневої артерії, що заповнювалась через ВАП. Враховуючи складну анатомію вади серця, вирішено провести стентування ВАП з метою відтермінування радикальної корекції до оптимального віку та ваги пацієнта. Надалі проведено стентування ВАП створило умови для кровопостачання однієї з легень, а також росту ізольованої гілки легеневої артерії. Другим етапом виконано радикальну корекцію з хорошими віддаленими результатами.

Висновки. Лікування СВКЛА може мати декілька варіантів хірургічної допомоги, що відрізняються один від одного залежно від анатомічних особливостей вади та віку пацієнта. Варіанти паліативного лікування допомагають дитині вийти з періоду новонародженості та створити оптимальні умови для радикальної корекції. Проаналізувавши дані літератури, відзначено, що пренатальна діагностика є важливим етапом для вирішення питання екстреності та вибору тактики лікування СВКЛА з незливними гілками легеневої артерії.

Ключові слова: вроджені вади серця, стентування, відкрита артеріальна протока, новонароджені, хірургічна корекція, пренатальна діагностика, сучасні тенденції.

Вступ. Синдром відсутності клапана легеневої артерії (СВКЛА) є рідкісною формою вродженої вади серця, яка характеризується гіпоплазією кільця та несформованими рудиментарними стулками клапана легеневої артерії (ЛА) [1]. Він проявляється вираже-

ною дилатацією стовбура та гілок ЛА, причиною якої є поєднання стенозу і недостатності клапана ЛА [2].

В окремих випадках стінка дилатованої ЛА патологічно змінена і гістологічно подібна до змін, що характерні при синдромі Марфана (цистомедіанекроз) [3], проте у більшості пацієнтів не виявлено аномалії її архітектури. У дуже рідкісних випадках зустрічається поєднання СВКЛА з незливними гілками легеневої артерії із заповненням однієї з гілок через відкриту артеріальну протоку (ВАП), що більше

ускладнює тактику хірургічного лікування в неонатальному періоді [4,5].

Із закриттям артеріальної протоки припиняється кровотік в атрезовану гілку, що може призвести до значного зниження сатурації (SatO₂) киснем артеріальної крові та критичного погіршення клінічного стану пацієнта. Окрім цього відсутність кровотоку в гілку легеневої артерії призводить до її різкої гіпоплазії та неможливості анастомозування зі стовбуром легеневої артерії при радикальній корекції вади у старшому віці. Одномоментна радикальна корекція та паліативні кардіохірургічні операції в новонароджених супроводжуються високим ризиком [6,7]. Ми представляємо унікальний клінічний випадок лікування тетради Фалло із СВКЛА та незливою лівою гілкою ЛА, який був діагностований пренатально. Пацієнт переніс успішне етапне лікування з використанням ендovasкулярних методів оптимізації легеневого кровотоку.

Клінічний випадок. Вагітна віком 31 рік була направлена до ДУ «НПМЦДКК МОЗ України» з метою проведення пренатального скринінгу на 21-му тижні вагітності. Під час пренатального ультразвукового дослідження було діагностовано: помірну декстропозицію аорти та підоральний дефект міжшлуночкової перегородки (ДМШП) Ø 4,3 мм. З особливостей привернули увагу: гіпоплазовані рудиментарні стулки клапана ЛА, зі стенозом та вираженою недостатністю клапана легеневої артерії при кольоровій доплерографії (рисунок 1); виражена дилатація правої гілки ЛА – 10,2 мм (Z-score +4,53) та незливна ліва гілка ЛА діаметром 3 мм, що заповнювалась через ВАП (рисунок 2). Встановлено діагноз: синдром відсутності клапана легеневої артерії, виражений стеноз та недостатність клапана легеневої артерії. Незливі гілки легеневої артерії (ліва гілка легеневої артерії заповнюється

через артеріальну протоку). Виражена дилатація правої гілки легеневої артерії. Підоральний ДМШП. На 26-му тижні проведено повторну пренатальну консультацію та МРТ-дослідження плода. За даними магнітно-резонансної томографії, діагноз підтверджено, права гілка легеневої артерії (ПГЛА) – 11 мм, ліва гілка легеневої артерії (ЛГЛА) – 4,4 мм, заповнюється через ВАП (діаметр 1,6 мм). Правий головний бронх здавлений розширеною ПГЛА на 10–20 %. Наступну консультацію проводили на 36-му тижні вагітності (ЛГЛА – 5,4 мм, ПГЛА – 13,8 мм (Z-score +7,6)), помірний стеноз (Δр клапана ЛА – 47 мм рт. ст.) та виражена недостатність на клапані ЛА. Враховуючи наявність дуктус-залежного кровотоку в ліву гілку ЛА та високий ризик розвитку дихальної недостатності, після народження пологи планували поблизу кардіохірургічного центру з подальшою консультацією дитини у 1-у добу життя.

Пацієнт С., народився на 41-му тижні гестації шляхом фізіологічних пологів, з вагою 3 кг, за шкалою Апгар 7/8 балів. При поступленні: SatO₂ – 90 %, частота дихання – 52 за 1 хв, частота серцевих скорочень – 136 за 1 хв, артеріальний тиск – 65/40 мм рт. ст.

За даними ехокардіографії: підоральний ДМШП Ø 9 мм. Виражена недостатність клапана легеневої артерії. Незливі гілки легеневої артерії. Ліва гілка заповнюється через ВАП. Виражена дилатація ПГЛА (Z-score +4,53).

За даними дослідження комп'ютерної томографії: синдром відсутності клапана легеневої артерії. Гілки легеневої артерії незливі. Діаметр стовбура легеневої артерії – 1,2 см, права гілка в проксимальних відділах Ø 9 мм, середній третині – 17 мм, у воротах – 18 мм. Ліва гілка заповнюється через ВАП, візуалізується у воротах, діаметром 5 мм. ВАП – 3 мм, відходить від сегмента «В» дуги аорти – «вертикальна» ВАП (рисунок 3).

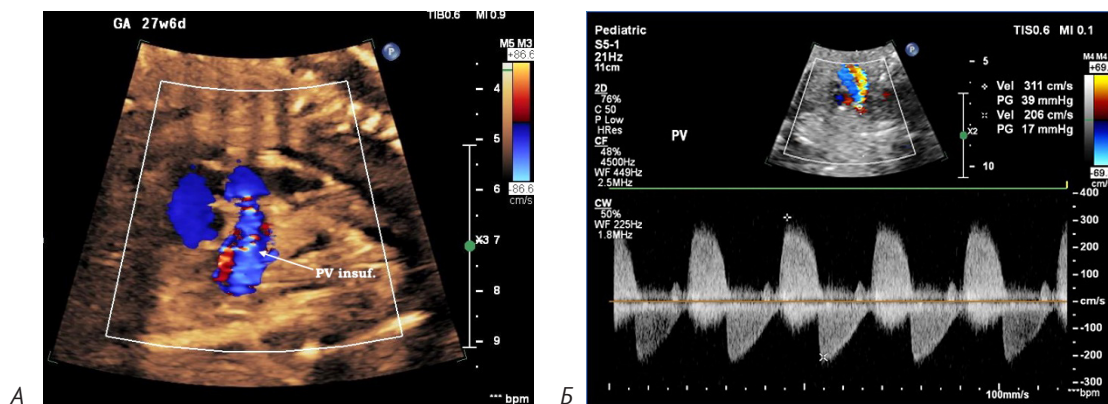


Рисунок 1. Пренатальне ехокардіографічне дослідження пацієнта С. з діагнозом: синдром відсутності клапана легеневої артерії, підоральний ДМШП, незливі гілки легеневої артерії: А – кольоровий доплер: недостатність клапана легеневої артерії – *pulmonary valve insufficiency (PV insuf.)*; Б – безперервно-хвильова доплерографія зворотного потоку та стенозу клапана легеневої артерії

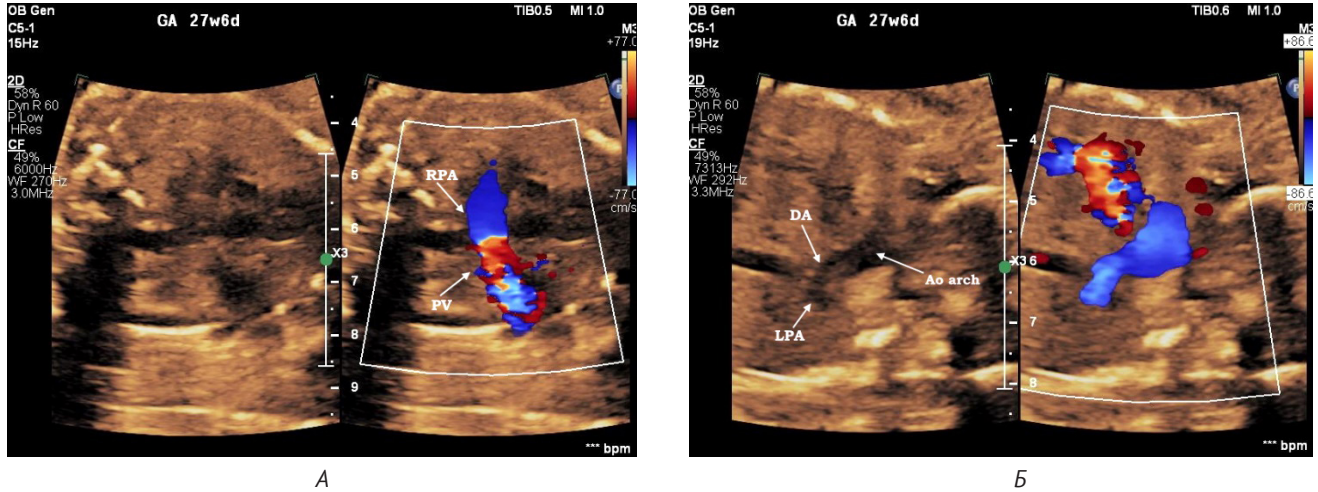


Рисунок 2. Пренатальна ехокардіографія: незливні гілки легеневої артерії: А – клапан легеневої артерії – pulmonary valve (PV) та права гілка легеневої артерії – right pulmonary artery (RPA); Б – ліва гілка легеневої артерії – left pulmonary artery (LPA), що заповнюється через артеріальну протоку – ductus arteriosus (DA), яка відходить від дуги аорти – aortic arch (Ao arch)

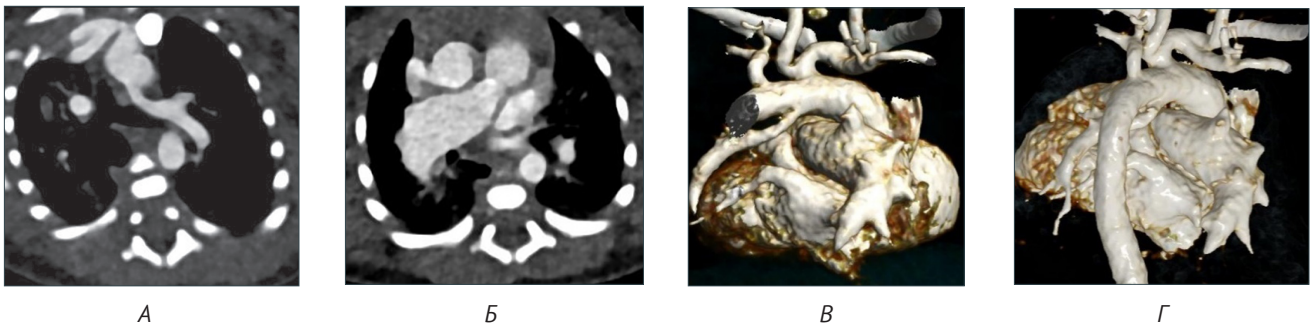


Рисунок 3. Комп'ютерна томографія легеневого русла: А – ліва гілка легеневої артерії, що заповнюється через «вертикальну» ВАП; Б – дилатована ПГЛА; В, Г – права та ліва гілки легеневої артерії в одній площині

Враховуючи малу вагу пацієнта, період новонародженості та високу ймовірність протезування ЛГЛА через великий діастаз між гілками (20 мм), прийнято рішення про етапну корекцію вади. Першим етапом виконано стентування ВАП для забезпечення надійного джерела кровотоку в ліву легень з можливістю проведення радикальної корекції у більш старшому віці. Ендоваскулярне втручання виконано на рентгенангіографічній установці Axiom Artis Q, (Siemens, Німеччина). Під час аортографії візуалізовано нативну ЛГЛА, що локалізується лише у воротах легені діаметром 5 мм, заповнюється через ВАП. Протока – «вертикальна», має гострий кут відходження від сегмента В дуги аорти, діаметром 2,2 мм, завдовжки 11,5 мм. Спроба стентування ВАП артеріальним доступом – невдала (кривизни кінчика катетера JR 4Fr було недостатньо для канюляції устя протоки). Стентування виконано венозним доступом, антеградно стент-системою Architect RX 3 × 14 мм (iVascular, Іспанія).

Стент позиціоновано та роздуто до діаметра 3 мм. При контрольній аортографії стент імплантовано правильно, кровотік добрий, ознаки набряку лівої легені відсутні. SatO₂ з 91 % зросла до 94 %.

У палаті інтенсивної терапії дитина перебувала 10 діб. Штучна вентиляція легень – 72 години. Симптоматична підтримка – допамін 5 мг/кг/год. Дитину виписали на 17-у добу в задовільному стані під нагляд кардіолога за місцем проживання, антиагрегантна терапія – аспирин 5 мг/кг 1 раз на добу.

У віці 2,7 місяця через стеноз стента до 2,3 мм (проліферація ендотелію) пацієнту виконано балонну стентопластику з використанням балон-катетера 4,5 × 15 мм, стент розширено до 4,8 мм.

Радикальна корекція проведена у віці 1 рік. Вага на момент операції становила 9,5 кг, SatO₂ – 91–95 %. За даними доопераційної ехокардіографії: виражений стеноз (Dr клапана ЛА – 65 мм рт. ст.) та виражена недостатність на клапані легеневої артерії, виражена дила-

тація правої гілки легеневої артерії діаметром 22 мм (Z-score +6,4), ЛГЛА діаметром 8 мм (Z-score 0,99), стентована артеріальна протока функціонує добре (діаметром 4 мм) з максимальним градієнтом тиску Др аорта / легенева артерія – 41 мм рт. ст.

Під час радикальної корекції: незливні гілки ЛА, ПГЛА відходить від стовбура ЛА діаметром до 30 мм; ЛГЛА – 6 мм, діастаз між гілками – 15 мм. Аортальний кінець стентованої артеріальної протоки двічі прошироковано та розсічено, стент частково видалено. Через передсердним доступом висічено гіпертрофовані септопарієтальні трабекули з правого шлуночка, ДМШП закрито латкою з глутараутоперикарда. Висічено надлишок тканин на передній стінці правої легеневої артерії з переходом на нижньочасткову, краї стінки зшиті. Права гілка ЛА вільно пропускає розширювач Hegar № 10 (Escular, Німеччина). У стінці ЛА виконано розріз панчем 5 мм та накладено анастомоз «кінець-у-бік» з лівою ЛА. ЛГЛА вільно пропускає Hegar № 6. У легеневу позицію вшито кондуїт InterGard № 20 (Intervascular SAS, Франція) з 3-стулковим клапанним механізмом із мембрани з політетрафторетилену. Після корекції тиск у правий шлуночок – 50/0 мм рт. ст., при системному – 72/37 мм рт. ст.

За даними бронхоскопії в результаті корекції відзначено зменшення стенозу правого та лівого головного бронхів з ~80 % до 40–50 % та зменшення передаточної пульсації по передній і задній стінкам.

У відділенні анестезіології та інтенсивної терапії дитина перебувала 7 діб. Штучна вентиляція легень тривала 68 годин. Симптоміметична підтримка: добутамін – 5 мг/кг/год, симдакс – 1 мг/кг/год, антиагрегантна терапія – аспірин 5 мг/кг 1 раз на добу.

Наразі дитина перебуває на амбулаторному спостереженні, добре толерує фізичні навантаження, отримує антиагрегантну терапію – аспірин 5 мг/кг 1 раз на добу.

Обговорення. Синдром відсутності клапана легеневої артерії з незливними гілками трапляється вкрай рідко, у когорті пацієнтів з тетрадою Фалло діагностується в 1–3 % [8,9]. Така анатомія вади ускладнює вибір хірургічної тактики в неонатальному періоді, оскільки радикальна корекція в даному анатомічному варіанті супроводжується вищим відсотком летальності та ускладнень, зокрема резидуальних стенозів реімплантованої гілки ЛА, а також вищим відсотком реінтервенцій у майбутньому [10]. Вагомим фактором також є особливості анатомії клапана, стовбура та вираженість регургітації на клапані легеневої артерії. Пренатальна діагностика дозволила нам спланувати особливості інтранатального ведення, проінформувати батьків з можливими ризиками ускладнень після народження та надати вчасну кваліфіковану кардіохірургічну допомогу в постнатальному періоді [11,12]. Першим етапом виконано стентування ВАП, що створило умови для росту ізольованої лівої гілки ЛА та, як

наслідок, можливість проведення реконструкції гілок ЛА під час двошлуночкової корекції своїми тканинами без використання штучних матеріалів. Масивна пульсація та розширена гілка легеневої артерії часто викликають зовнішнє стискання головних бронхів, іноді повністю перекриваючи їх просвіт під час систоли. Після народження це може призводити до ускладнень, пов'язаних з респіраторною системою, таких як здавлення головних бронхів та трахеомалаяції, в результаті чого пацієнт може мати низький перфузійно-вентиляційний індекс [13]. Згідно з описаним випадком Swaminathan et al., дитині з діагнозом тетрада Фалло із СВКЛА та незливною ЛГЛА, яка заповнювалась через ВАП, було проведено радикальну хірургічну корекцію на третій день життя із задовільним результатом. Однак цей випадок мав ускладнений післяопераційний період з летальним наслідком на 29-у добу життя [14]. Іншими шляхами вирішення компресії трахеобронхіального дерева є проведення маневру Лекомпта чи резекції дилатованих гілок легеневої артерії. У разі невеликого діастазу можливе проведення уніфокалізації гілок власними тканинами, проте якщо діастаз значний – реконструкція можлива лише з використанням протеза [15]. Слід зазначити, що за даними інших авторів, зокрема Yamamoto et al., було виконано унікальну техніку радикальної корекції у вигляді плікації гілок ЛА. Але таку техніку успішно було застосовано завдяки віку та вазі дитини, що на момент операції становило 5 місяців та 5 кг відповідно [16]. Також описана методика радикальної корекції Das et al., де в легеневу позицію було вшито кондуїт легеневої артерії з двостулковим легеневим клапаном з політетрафторетиленовою мембраною із задовільним віддаленим результатом [17].

Етапний шлях лікування дає змогу відтермінувати радикальну корекцію до більш старшого віку та зменшити використання штучних матеріалів при реконструкції легеневого русла. На сьогодні стентування ВАП є новітньою тенденцією яка дозволяє ефективно та малоінвазивно провести ранню реабілітацію ізольованої гілки ЛА. Імплантація стента у ВАП запобігає його констрикції та дає змогу забезпечити кровотік в одну з легень з мінімальними ускладненнями. У нашому випадку ми схилилися до етапного лікування через великий діастаз між гілками ЛА. Відтермінування втручання допомогло виконати реімплантацію гілки без використання штучних матеріалів та зберегти її здатність до росту й розвитку в майбутньому. Наш клінічний випадок наголошує на важливості пренатальної діагностики, що допомагає правильно спланувати постнатальну логістику медикamentозної (налагодження інфузії простагландину E1) та хірургічної (етапна хірургія чи одномоментно радикальна корекція) допомоги. Складність чи неможливість візуалізації однієї з гілок легеневої артерії та виявлен-

ня ВАП на ехокардіограмі плода при тетраді Фалло із СВКЛА має наштовхнути пренатального кардіолога на підозру про незливні гілки ЛА. Своєчасно пренатально діагностована вада допомагає забезпечити ранню реабілітацію ізольованої гілки ЛА та надати своєчасне кваліфіковане кардіохірургічне лікування.

Висновок. Пренатальна діагностика є важливим етапом для вирішення питання екстреності та вибору тактики лікування СВКЛА з незливними гілками ще до народження дитини. Успішне поетапне лікування СВКЛА з використанням ендоваскулярного стентування артеріальної протоки є вигідною альтернативою хірургічному паліативному лікуванню та забезпечує умови для росту ізольованої гілки ЛА й підготовки пацієнта до радикальної корекції.

Конфлікт інтересів. Автори заперечують наявність конфлікту інтересів.

Згода пацієнта на публікацію. Батьки пацієнта надали згоду щодо публікації клінічного випадку своєї дитини.

Список використаних джерел

References

- Escalon JG, Browne LP, Bang TJ, Restrepo CS, Ocazonez D, Vargas D. Congenital anomalies of the pulmonary arteries: an imaging overview. *Br J Radiol.* 2019 Jan;92(1093):20180185. <https://doi.org/10.1259/bjr.20180185>
- Keivanidou A, Gogou M, Giannopoulos A. Tetralogy of Fallot with absent pulmonary valve syndrome; an imaging challenge. *Images Paediatr Cardiol.* 2015 Apr-Jun;17(2):1-2.
- Smith RD, DuShane JW, Edwards JE. Congenital insufficiency of the Pulmonary Valve: Including a Case of Fetal Cardiac Failure. *Circulation.* 1959;20(4):554-560. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.20.4.554>
- Hraska V. A new approach to correction of tetralogy of Fallot with absent pulmonary valve. *Ann Thorac Surg.* 2000;69(5):1601-1602; discussion 1603. [https://doi.org/10.1016/s0003-4975\(00\)01146-2](https://doi.org/10.1016/s0003-4975(00)01146-2)
- Katewa A, Saxena S, Malhotra P, Rajesh VSP, Champaneri B, Surti J. Unilateral absence of pulmonary artery with absent pulmonary valve in tetralogy of Fallot. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;38(6):637-643. <https://doi.org/10.1007/s12055-022-01393-4>
- Yong MS, Yim D, Brizard CP, Robertson T, Bullock A, d'Udekem Y, et al. Long-Term Outcomes of Patients With Absent Pulmonary Valve Syndrome: 38 Years of Experience. *Ann Thorac Surg.* 2014;97(5):1671-1677. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.01.035>
- Nair AK, Haranal M, Elkhatim IM, Dillon J, Hew CC, Sivalingam S. Surgical outcomes of absent pulmonary valve syndrome: An institutional experience. *Ann Pediatr Cardiol.* 2020;13(3):212-219. https://doi.org/10.4103/apc.APC_111_19
- Moon-Grady AJ, Tacy TA, Brook MM, Hanley FL, Silverman NH. Value of clinical and echocardiographic features in predicting outcome in the fetus, infant, and child with tetralogy of Fallot with absent pulmonary valve complex. *Am J Cardiol.* 2002;89(11):1280-1285. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(02\)02326-3](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(02)02326-3)
- Bockeria LA, Podzolkov VP, Makhachev OA, Zelenikin MA, Alekian BG, Ilyin VN, et al. Surgical Correction of Tetralogy of Fallot With Unilateral Absence of Pulmonary Artery. *Ann Thorac Surg.* 2007;83(2):613-618. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2006.08.022>
- Rao S, Najm HK, Stewart RD, Ahmad M, Erenberg F, Yaman M. Tetralogy of Fallot with absent pulmonary valve-When the ductus is present: A case of isolated branch pulmonary artery and review of literature. *Echocardiography.* 2019;36(5):996-1000. <https://doi.org/10.1111/echo.14334>
- Rakha S, Alkhushi N. Fetal diagnosis of isolated absent pulmonary valve with intact interventricular septum: How to counsel the parents? *Ann Pediatr Cardiol.* 2020;13(2):136-140. https://doi.org/10.4103/apc.APC_101_19
- Recker F, Weber EC, Strizek B, Geipel A, Berg C, Gembruch U. Management and outcome of prenatal absent pulmonary valve syndrome. *Arch Gynecol Obstet.* 2022;306(5):1449-1454. <https://doi.org/10.1007/s00404-022-06397-4>
- Sabu B. Absent pulmonary valve syndrome: prenatal diagnosis and postnatal correlation with a review of literature [abstract]. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;58:191. <https://doi.org/10.1002/uog.24358>
- Swaminathan S, Agarwal A, Infante JC, Rosenkranz E. Tetralogy of Fallot With Absent Pulmonary Valve and Nonconfluent Pulmonary Arteries: A Management Conundrum. *World J Pediatr Congenit Heart Surg.* 2020;11(4):NP168-NP171. <https://doi.org/10.1177/2150135118775661>
- Avdikos V, Johansson Ramgren J, Hanséus K, Malm T, Liuba P. Outcomes following surgical repair of absent pulmonary valve syndrome: 30 years of experience from a Swedish tertiary referral centre. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2022 Jul 9;35(2):ivac193. <https://doi.org/10.1093/icvts/ivac193>
- Yamamoto Y, Harada D, Akiyama S, Noma M, Nagamine H, Maeda J, et al. Repair of Tetralogy of Fallot With Absent Pulmonary Valve and Nonconfluent Left Pulmonary Artery. *Ann Thorac Surg Short Rep.* 2023;1(4):682-684. <https://doi.org/10.1016/j.atssr.2023.06.014>
- Das D, Dutta N, Narayan P, Maiti S. Tetralogy of Fallot With Absent Pulmonary Valve: Repair by Anterior Translocation of Branch Pulmonary Arteries and Reduction Plasty. *CTSNet, Inc. Media [Internet];* 2024 Apr 16 [cited 2024 May 1]. <https://doi.org/10.25373/ctsnet.25612179.v1>

Absent Pulmonary Valve Syndrome with Non-Confluent Branches: Case Report and Literature Review

Tetyana Ye. Hura, Oleksandr S. Stychynskyi, Oleksandr V. Teterin, Raad Tammo

Ukrainian Children's Cardiac Center, Kyiv, Ukraine

Abstract

Introduction. Absent pulmonary valve syndrome (APVS) is a rare form of congenital heart defect. Among the various variations of this rare anomaly are non-confluent branches of the pulmonary artery (PA) with anomalous origin of one of the PA branches from the patent ductus arteriosus (PDA). Constriction of the PDA in early neonatal age may result in cessation of blood supply to one of the pulmonary artery branches, leading to exclusion of one lung from circulation and gas exchange processes. PDA stenting creates a reliable source of blood flow, and as a first step, an endovascular approach was chosen for treatment.

Case report. A newborn (3 kg) with a prenatal diagnosis of APVS and a non-confluent left PA branch filling through PDA was chosen for PDA stenting. Considering the complex anatomy of the heart defect, it was decided to perform PDA stenting to delay total repair until the patient reaches optimal age and weight.

Our patient successfully underwent PDA stenting as the first stage, which provided conditions for blood supply to one lung. The second stage involved total repair with good long-term results.

Conclusion. APVS treatment may have several options of surgical correction, differing from each other depending on the anatomical features of the defect and the patient's age. Palliative treatment options help the child transition from the neonatal period and gain optimal weight for total repair. Analyzing the data from the presented literature, it is noted that prenatal diagnosis is an important stage in determining the urgency and choice of treatment tactics for this defect.

Keywords: *congenital heart defects, stent, patent ductus arteriosus, newborns, total repair, prenatal diagnosis, current trends.*

Стаття надійшла в редакцію / Received: 08.05.2024

Після доопрацювання / Revised: 21.05.2024

Прийнято до друку / Accepted: 09.06.2024