

<https://doi.org/10.30702/ujcvs/21.4512/ChD050-7184>

УДК 616.132-007.271-089.819

Черпак Б. В., ендovasкулярний хірург відділення рентген-ендovasкулярних методів лікування вроджених і набутих вад серця, <https://orcid.org/0000-0002-9956-0432>

Дітківський І. О., ендovasкулярний хірург, завідувач відділення рентген-ендovasкулярних методів лікування вроджених і набутих вад серця, <https://orcid.org/0000-0001-8768-3307>

Ящук Н. С., ендovasкулярний хірург відділення рентген-ендovasкулярних методів лікування вроджених і набутих вад серця, <https://orcid.org/0000-0003-1993-5167>

Єрмолович Ю. В., лікар-анестезіолог відділення рентген-ендovasкулярних методів лікування вроджених і набутих вад серця, <https://orcid.org/0000-0001-9723-1339>

Головенко О. С., канд. мед. наук, провідний науковий співробітник відділення хірургічного лікування вроджених вад серця у новонароджених та дітей молодшого віку, <https://orcid.org/0000-0001-6002-3325>

Панічкін Ю. В., д-р мед. наук, професор, провідний науковий співробітник відділу рентгенхірургічних методів діагностики та лікування захворювань серця та судин

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України», м. Київ, Україна

Десятирічний досвід лікування коарктації аорти методом ендovasкулярного стентування у пацієнтів різних вікових груп

Резюме

Мета роботи – аналіз результатів 10-річного досвіду лікування коарктації аорти методом ендovasкулярного стентування у пацієнтів різних вікових груп.

Матеріали та методи. Було проведено комплексне поглиблене обстеження та ендovasкулярне лікування 194 пацієнтів віком від 3 днів до 60 років з коарктацією аорти різних анатомо-морфологічних варіантів.

Результати та їх обговорення. У статті представлені клінічні особливості перебігу різних анатомо-морфологічних варіантів коарктації аорти. На сьогодні ендovasкулярне лікування коарктації аорти за допомогою стентування вважають найоптимальнішим методом для підлітків і дорослих, що обумовлено меншим ризиком формування аневризми, порівняно з балонною ангіопластиком. Нам вдалося досягти успішного зниження інвазивного градієнта тиску у пацієнтів різних вікових груп та встановити залежність частоти ускладнень від типу використаного стента. Випадків госпітальної летальності серед пацієнтів віком понад 5 років встановлено не було. Ми провели 7 ендovasкулярних процедур з приводу коарктації аорти 5 пацієнтам у віці від 3 днів до 11 місяців з комбінованими вадами серця. У нашому дослідженні 4 вагітним на 15–23-му тижні вагітності (у середньому $19,8 \pm 3,1$ тиж.) було проведено ендovasкулярне лікування коарктації аорти, 6 втручань виконали у проміжку часу 48 годин – 5 років після пологів. У всіх представлених випадках була досягнута успішна реvascularизація. Під час катamnестичного спостереження (від 2 місяців до 10 років) усі 10 жінок живі, не відзначено рекоарктації та жодних ускладнень у віддаленому післяопераційному періоді.

Висновки. Результати аналізу проведеного ендovasкулярного лікування коарктації аорти свідчать, що вибрані методика та техніка втручання є доцільною і безпечною у пацієнтів усіх вікових груп, у тому числі у вагітних.

Ключові слова: коарктація, рекоарктація, стентування, стент-графти, вроджені вади серця, вагітні, немовлята, підлітки.

Вступ. Вроджені вади серця становлять майже 28 % усіх основних аномалій розвитку [37], коарктація аор-

ти досягає 8 % в їх структурі і є п'ятою за частотою [1, 33]. У разі природного перебігу цієї вади серця 90 % пацієнтів не доживають до 50 років, а середня тривалість життя сягає близько 30 років [9, 34]. За даними різних авторів, причинами смерті стають серцева

недостатність (25,5 %), розрив аорти (21 %), бактеріальний ендокардит (18 %) та інсульт (11,5 %) [24, 19, 28, 34, 39].

Хірургічне втручання є традиційним методом лікування для більшості пацієнтів, особливо немовлят і дітей молодшого віку [28, 30]. При порівнянні ендovasкулярних методів лікування коарктації аорти, доведена перевага стентування для підлітків і дорослих, що обумовлено меншим ризиком формування аневризми, порівняно з балонною ангіопластиком [32]. Однак існують можливі ускладнення цього методу, спровоковані технічними недоліками, проблемами з боку аортальної стінки, та ускладнення периферичних судин [17, 32]. Дотепер залишається дискусійним питання вибору методу лікування коарктації аорти у новонароджених. Хірургічне втручання є оптимальним варіантом, але може бути невиправданим у важко хворих немовлят зі складною анатомією вади. Балонну дилатацію не рекомендують використовувати через високу частоту рестенозу після цієї процедури. Імплантацію стента розглядають як місток до остаточного хірургічного лікування у пацієнтів зі складною анатомією коарктації аорти [7, 2].

Міжнародний досвід ендovasкулярного лікування коарктації аорти за допомогою стентування у пацієнтів різних вікових груп свідчить про безпечність та ефективність цього методу [10, 26, 6, 33, 7].

Наразі кількість жінок з коарктацією аорти, які досягли репродуктивного віку становлять більшість вагітних жінок із вродженими вадами серця [13]. Обговорювана вада серця може бути виявлена вперше лише під час вагітності [13, 3]. Серцево-судинні зміни, пов'язані з вагітністю, створюють додаткове навантаження на фізіологію коарктації [13, 5]. Некоригована коарктація аорти під час вагітності може загрожувати життю як матері, так і плода [3]. Відповідно до рекомендації Європейського товариства кардіологів (ESC) щодо лікування серцево-судинних захворювань під час вагітності [31], коарктація аорти та рекоарктація належать до III та IV категорій серцево-судинного ризику матері за класифікацією ВООЗ. Ендovasкулярне втручання у вагітних показано при рефрактерній до медикаментозної терапії артеріальній гіпертензії [13, 31]. Такий метод лікування коарктації аорти продемонстрував численні переваги перед відкритою хірургією у післяпологовому періоді [6]. Унаслідок розривів інтими та розвитку мішкоподібних або веретеноподібних аневризм аорти у вагітної пацієнтки після балонної ангіопластики коарктації аорти слід уникати цього методу в такій категорії пацієнтів [29]. Описані лише декілька випадків перкутанного лікування коарктації аорти під час вагітності, його наслідки залишаються не до кінця вивченими [13, 3].

Покращення результатів лікування хворих з коарктацією аорти є актуальною і складною проблемою су-

часної серцево-судинної хірургії та потребує розробки диференціального підходу до черезшкірного стентування перешийка аорти з урахуванням анатомічних особливостей вади та віку пацієнтів, що обумовлює актуальність представленого дослідження.

Мета – проаналізувати результати 10-річного досвіду лікування коарктації аорти методом ендovasкулярного стентування у пацієнтів різних вікових груп.

Матеріали та методи. Було проведено комплексне поглиблене обстеження та ендovasкулярне лікування 194 пацієнтів віком від 3 днів до 60 років з коарктацією аорти різних анатомо-морфологічних варіантів протягом 2008–2020 рр. на базі Державної установи «Національний Інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова Національної академії медичних наук України». За віковим критерієм обстежені пацієнти були поділені на чотири групи дослідження. До групи 1 увійшли 84 хворих (43,3 %) віком понад 25 років. До групи 2 – 33 пацієнти (17,0 %) віком від 19 до 25 років. До групи 3 – 71 пацієнт (36,6 %) віком від 5 до 18 років. Шість пацієнтів (3,1 %) першого року життя становили групу 4. У нашій роботі стентування перешийка аорти було проведено у 189 пацієнтів з коарктацією аорти віком понад 5 років. У 56,6 % випадків (n = 107) були використані стенти із закритою коміркою (CP – 67 (62,6 %) і PG – 40 (37,4 %)), з відкритою (Andrastent, IV3) – у 43,4 % (n = 82). У нашій когорті пацієнтів у 31,7 % випадків (n = 60) були використані стент-графти та у 68,3 % (n = 129) – непокриті стенти. До нашого дослідження були включені 10 жінок (середній вік 26,4 ± 4,7 року) з коарктацією аорти, яку було діагностовано під час вагітності. Дизайн дослідження затверджено комісією з питань етики ДУ «НІССХ ім. М. М. Амосова НАМН України». Всі пацієнти підписували інформовану згоду на проведення обстеження та лікування. Всім пацієнтам (n = 194) була виконана електрокардіографія за стандартною методикою в стані спокою в 12 відведеннях – 3 стандартних на електрокардіографі «Siemens» (Німеччина). Вимірювання артеріального тиску виконували за допомогою апарату MedTech на верхніх і нижніх кінцівках, з використанням вікових манжетів і оцінюванням згідно з міжнародними нормативами (центильні таблиці). З метою уточнення анатомо-морфологічного варіанта коарктації аорти дітям від 8 до 18 років та вагітним була проведена магнітно-резонансна томографія (МРТ) серця, яку вважають найкращим розширеним методом візуалізації для неінвазивної діагностики коарктації аорти та оцінювання її параметрів, усім іншим обстеженим було виконано комп'ютерну томографію (КТ) – цей метод дослідження коротший за тривалістю, є більш поширеним та доступним, вимагає меншого інституційного досвіду, однак, супроводжується впливом іонізуючої радіації. МРТ проводять переважно пацієнтам молодшого віку,

щоб уникнути радіаційного опромінення [9, 27, 19, 30]. Для оцінювання морфологічних і функціональних змін серця, стану його клапанного апарату всім обстеженим ($n = 194$) була проведена ехокардіографія (ЕхоКГ) за стандартною методикою за допомогою Acuson 128 XP, Vividi, Logic 3 GE.

У нашій когорті пацієнтів ($n = 194$) загалом ми встановили 198 ендоваскулярних стентів. Для стентування аорти у 40 пацієнтів (20,2 %) нашого дослідження використовували ендопротези Palmaz, Palmaz XL та Palmaz Genesis, у 69 (34,8 %) – covered CP Stent, у 82 (41,4%) – Andrastant, в 1 дитини (0,5 %) – IntraStent Max LD та ще у 1 випадку (0,5 %) – Hippocampus rena IRX stent. Для ендоваскулярного стентування коарктації аорти у пацієнтів першого року життя використовували коронарні стенти (Liberte \varnothing 4,5–5,0 мм ($n = 3$, 1,5%)) та периферичні стенти малого діаметра (Biotronik AG Pro-kinetic energy \varnothing 5,0 ($n = 1$, 0,5 %), Abbot Multi-Link vision \varnothing 4,0 ($n = 1$, 0,5 %)), що обумовлено неможливістю використання в дітей цього віку доставляючої системи більше ніж 5 Fr. У 32 пацієнтів (45,0 %) віком 5–18 років ($n = 71$) були встановлені Andrastant, у 20 (28,2 %) – covered CP Stent, у 2 (2,8 %) – CP Stent, у 2 (2,8 %) – Palmaz, у 15 пацієнтів (21,1 %) – Palmaz Genesis, також по 1 випадку (1,4 %) – IntraStent Max LD та Hippocampus rena IRX stent. Для вибору технічних засобів при ендоваскулярному лікуванні коарктації аорти після ангіографії оцінювали сегменти А, В, С дуги аорти та низхідну аорту ближче до місця діафрагми, проводили калькуляцію найбільш звуженої ділянки судини та вимірювали довжину необхідного стента стосовно аорти в місці звуження. Довжину ендопротеза вибирали, спираючись на дані КТ з ангіоконтрастуванням та безпосередні вимірювання під час процедури ангіографії в двох проекціях. Непокриті металеві стенти розширюються за допомогою балонів і найчастіше виготовляються з нержавіючої сталі (Palmaz Genesis, Johnson and Johnson; серії Mega LD і Maxi LD, ev3), платиново-іридієвого (стент Cheatham-Platinum, NED) або хромо-кобальтового сплаву (Andrrent XL та XXL, Andramed) [34]. Хромо-кобальтовий сплав міцніший за нержавіючу сталь, а отже, більш тонкі його стінки забезпечують нижчий обтискний профіль без зменшення радіальної міцності стента. Стенти із закритою коміркою (Palmaz Genesis) – міцні, жорсткі і

помітно ракурсують, а стенти з відкритою коміркою (Mega LD та Maxi LD), хоч і слабкіші, менш ракурсні, але відповідають анатомії аорти та забезпечують доступ до її бічних гілок. Гібридний відкрито-закритий стент (Andrrent) поєднує в собі переваги цих конструкцій. Стенти, покриті політетрафторетиленом, доступні у закрито-комірковій конструкції (Cheatham-Platinum стент) та відкрито-комірковій (Advanta V12 LD, Atrium Medical).

Статистичну обробку результатів дослідження проводили за допомогою методів варіаційної та альтернативної статистики з використанням комп'ютерного пакету програм «Microsoft Office», MedStat та StatTech v. 1.2.0. У випадках, коли аналізовані ознаки підпорядковувалися закону нормального розподілу, застосовували параметричні критерії: середнє арифметичне значення показника (M), вибіркове середнє квадратичне відхилення (S), стандартна помилка середнього (m), ліва і права межа 95 % довірчого інтервалу (DI) оцінювання середнього значення; для порівняння кількісних ознак використовували критерій Стьюдента. Різницю вважали достовірною при $p \leq 0,05$. Зв'язок між явищами вивчали за допомогою коефіцієнта кореляції (r) Спірмена. Для оцінювання діагностичної значущості кількісних ознак при прогнозуванні певного результату застосовували метод аналізу ROC-кривих. Роздільне значення кількісної ознаки в точці cut-off визначали за найвищим значенням індексу Юдена.

Результати та їх обговорення. Груповий розподіл обстежених пацієнтів з коарктацією аорти ($n = 194$) за віковою характеристикою представлений на рисунку 1. Така невелика кількість пацієнтів групи 4 обумовлена тим, що випадки ендоваскулярних втручань при коарктації аорти у пацієнтів віком до 1 року є виключними і проводяться за наявності комплексних вроджених вад серця та неможливості проведення хірургічної корекції. У нашій когорті пацієнтів не було жодної дитини віком 1–4 роки, тому що хворим з коарктацією аорти зазначеної вікової категорії рекомендована хірургічна корекція цієї вади [28, 30]. Розподіл пацієнтів нашого дослідження за віковою характеристикою з визначенням групи віком понад 25 років обумовлений доведеними даними низки авторів, що саме після 25 років спостерігаються вікові структурні зміни інтими аорти [8].

Таблиця 1

Середній вік обстежених пацієнтів ($n = 194$)

Показник	Група 1 ($n = 84$)	Група 2 ($n = 33$)	Група 3 ($n = 71$)	Група 4 ($n = 6$)
Вік	Понад 25 років	19–25 років	5–18 років	Молодше 1 року
Середній вік ($M \pm m$)	36,25 \pm 0,98 року	22,1 \pm 1,94 року	13,0 \pm 3,76 року	3,5 \pm 1,60 місяця

Таблиця 2

Показники ЕхоКГ ($M \pm m$) в обстежених пацієнтів ($n = 194$)

Показник	Група 1 ($n = 84$), понад 25 років	Група 2 ($n = 33$), 19–25 років	Група 3 ($n = 71$), 5–18 років	Група 4 ($n = 6$), до 1 року
Фракція викиду лівого шлуночка (%)	$62 \pm 0,54$	$65 \pm 0,40$	$66 \pm 0,19$	$49 \pm 6,96$
Градiєнт тиску (мм рт. ст.)	$64 \pm 2,85$	$70 \pm 5,69$	$59 \pm 2,75$	$69 \pm 12,36$
Товщина міжшлуночкової перегородки (см)	$1,7 \pm 0,02$	$1,4 \pm 0,04$	$1,26 \pm 0,01$	–

Середній вік обстежених пацієнтів відображений у таблиці 1.

Слід відзначити, що в усіх групах нашого дослідження переважали пацієнти чоловічої статі з досягненням статистично значущої різниці серед пацієнтів дитячого віку: у групі 3 (хлопчики – 67,6 %, дівчатка – 32,4 %, $p \leq 0,05$) та групі 4 (83,3 % і 16,7 % відповідно, $p \leq 0,05$), що відповідає загальносвітовим даним [22].

На момент обстеження серед нашого контингенту хворих була встановлена наявність 13 інших некоригованих вроджених вад серця, найчастіше діагностували двостулковий аортальний клапан (28,9 %), що за даними ряду авторів є найбільш поширеною (50–75 %) кардіоваскулярною мальформацією у пацієнтів з коарктацією аорти [6, 20].

Усі обстежені пацієнти (100 %) мали хронічну серцеву недостатність різного ступеня за NYHA; легенева гіпертензія була виявлена у 2 пацієнтів (2,4 %) у групі 1 та в 1 дитини (1,3 %) групи 3. Висока легенева гіпертензія констатована в 1 пацієнта віком 23 роки в групі 2, який мав виражену мітральну недостатність. Легенева гіпертензія була діагностована під час ехокардіографічного дослідження та підтверджена при проведенні ендоваскулярних втручань.

Порушення ритму серця та провідності встановлено лише у 3 пацієнтів (1,5 %) нашої когорти: чоловік віком 33 роки з групи 1 мав синусову тахіаритмію, чоловік віком 49 років – фібриляцію передсердь, підліток віком 15 років з групи 3 – синдром слабкості синусового вузла.

Супутня соматична патологія була документована у 7 (3,6 %) пацієнтів нашої когорти, найбільш частою (2,1 %) серед якої відзначали синдром Тернера, що відповідає даним літератури [23, 28, 41, 15].

У всіх обстежених пацієнтів (100 %) за допомогою ЕхоКГ було констатовано наявність пікового градієнта тиску між висхідним і низхідним відділами грудної аорти. У групі пацієнтів віком понад 25 років (група 1) середнє значення обговорюваного показника становило $64 \pm 2,85$ мм рт. ст., у групі 2 – $70 \pm 5,69$ мм рт. ст., у групі 3 – $59 \pm 2,75$ мм рт. ст., у групі 4 – $69 \pm 12,36$ мм рт. ст. При проведенні ЕхоКГ (таблиця 2) в обстежених була встановлена гіпертрофія лівого шлуночка: показник

середнього значення товщини міжшлуночкової перегородки у пацієнтів групи 1 досягав $1,7 \pm 0,02$ см, групи 2 – $1,4 \pm 0,04$ см, групи 3 – $1,26 \pm 0,01$ см.

Найбільш оптимальний спосіб лікування коарктації залишається дещо суперечливим і залежить від віку пацієнта та анатомії самої вади серця [1, 21, 11]. Деякі центри віддають перевагу ендоваскулярним методам (балонній ангіопластиці або стентуванню місця коарктації аорти), інші – хірургічній корекції та залишають перкутанні методи для рекоарктації у дітей старшого віку або підлітків [4].

Для стентування аорти у 40 пацієнтів (20,6 %) нашого дослідження використовували ендопротези Palmaz, Palmaz XL та Palmaz Genesis, у 67 чоловіків (34,5 %) – covered CP Stent, у 80 хворих (41,2 %) – Andrastant, в 1 дитини (0,5 %) – IntraStent Max LD та ще в 1 пацієнта (0,5 %) – Hiprocampus rena IRX stent. Для ендоваскулярного стентування коарктації аорти у пацієнтів першого року життя використовували коронарні стенти (Liberte, $n = 3$, 1,5 %) та периферичні стенти малого діаметра (Biotronik AG Pro-kinetic energy ($n = 1$, 0,5 %), Abbot Multi-Link vision ($n = 1$, 0,5 %)), що обумовлено неможливістю використання у дітей цього віку доставляючої системи більше 5 Fr.

Результати аналізу частоти анатомо-морфологічного варіанта обговорюваної вродженої вади серця серед пацієнтів нашої когорти свідчить про достовірне ($p < 0,05$) переважання обстежених із дискретною коарктацією аорти (66,5 %), порівняно з іншими її типами. З найменшою частотою констатована частка пацієнтів з коарктацією аорти з гіпоплазією сегментів В, С (2,6 %) та фіброзно-м'язовою дисплазією (0,5 %). У нашій когорті фіброзно-м'язову дисплазію було діагностовано у вагітної з резистентною артеріальною гіпертензією та під час проведення МРТ виявлено довге сегментарне звуження низхідної грудної аорти прямо над рівнем діафрагми з отвором близько 2 мм в діаметрі. Дискретну коарктацію аорти, яка включає ураження лише ділянки перешийка, за даними літератури, діагностують у 70 % випадків; у 25 % випадків описано залучення дистального відділу дуги аорти (сегментів А та В); частота випадків ізольованої коарктації сегмента А зустрічається не більше ніж у 3–5 % [14, 17].

В обстежених з коарктацією аорти у поєднанні з кінкінгом встановлена найбільша частка інших некоригованих вроджених вад серця (50,0 %) та клапанної патології серця (16,7 %) порівняно з іншими анатомо-морфологічними варіантами. У кожного 5-го пацієнта (20,0 %) із дискретною коарктацією та в обстеженого з гіоплазією сегментів В, С дуги аорти констатована наявність інших особливостей анатомії аорти.

Під час аналізу розміру місця коарктації було ідентифіковано, що найбільший середній показник мали пацієнти з коарктацією аорти з кінкінгом, який дорівнював $15,0 \pm 4,7$ мм (від 13,0 мм до 19,0 мм). В обстежених з дискретною коарктацією обговорюваний показник варіював від 1,0 мм до 7,0 мм та його середнє значення становило $3,2 \pm 1,4$ мм. Середній розмір у хворих з рекоарктацією дорівнював $10,6 \pm 3,5$ мм, у пацієнтів з гіоплазією сегмента А дуги аорти – $3,3 \pm 1,2$ мм. Найменший середній розмір місця коарктації був ідентифікований у хворих з гіоплазією сегментів В, С дуги аорти і становив 1,4 мм.

У разі віку пацієнтів понад 18 років та різкому зруженні використовували тактику двоетапного втручання з вибором балона на 30 % менше від необхідного для запобігання травмуванню стінки аорти через значне перерозтягування.

У 8 пацієнтів (4,1 %) проводили балонну предилітацію для запобігання міграції стента з балона при використанні коротких доставляючих інтродюсерів та за неможливості проведення катетера по провіднику при «гемодинамічній атрезії» аорти в місці коарктації. Після остаточного позиціонування балона із стентом в коарктації аорти проводили мануальне роздуття балона у 100 % випадків з використанням балонів Maxі LD ($n = 45, 23,8$ %) та ViB ($n = 144, 76,2$ %).

Для тимчасового зниження викиду лівого шлуночка та запобігання міграції балона із стентом під час роздування з током крові в низхідну аорту при невиражених звуженнях, гіоплазії сегментів В, С дуги аорти, рекоарктаціях та повторних редилітаціях або ендопротезуваннях протокольно у 29,4 % випадків ($n = 57$) імплементували швидку шлуночкову стимуляцію.

Результати аналізу частоти використання стентів з урахуванням їх особливостей у пацієнтів різних вікових груп свідчили, що у хворих віком 19–25 років ($n = 33$) стенти із закритою коміркою були використані у 78,8 % випадків, а з відкритою – більш ніж у 3 рази частіше (21,2 %, $p < 0,05$).

Стенти з відкритою коміркою частіше використовували для ендоваскулярного лікування дискретної коарктації аорти (77,5 % та 62,6 %), рекоарктації (12,2 % та 8,4 %), гіоплазії сегментів В, С дуги аорти (3,7 % та 1,9 %).

Стенти із закритою коміркою частіше були використані для ендоваскулярного лікування гіопла-

зії сегмента А дуги аорти (11,2 % та 3,7 %, $p < 0,05$), при поєднанні коарктації з кінкінгом аорти (8,4 % та 4,9 %). При гемодинамічному перериві дуги аорти ($n = 7, 6,5$ %) та фіброзно-м'язовій дисплазії ($n = 1, 0,9$ %) ми застосовували тільки стенти із закритим типом комірки.

Під час ендоваскулярного лікування коарктації аорти у пацієнтів нашої когорти предилітація була виконана достовірно частіше у випадках використання стентів із закритою коміркою (66,7 %) порівняно з відкритою (1,3 %, $p < 0,05$).

У разі застосування стентів з відкритою коміркою середній показник градієнта тиску між висхідною та низхідною частинами аорти після ендоваскулярного стентування коарктації становив $6,1 \pm 1,2$ мм рт. ст., що було вірогідно нижче за показник пацієнтів, яким було проведено лікування за допомогою стентів із закритим типом комірки ($10,6 \pm 0,8$ мм рт. ст., $p < 0,05$).

У пацієнтів, яким було проведено лікування коарктації аорти за допомогою стентів з відкритим типом комірки констатовано зниження інвазивного градієнта тиску між висхідною та низхідною частинами аорти на $84,3 \pm 2,2$ %, що було вірогідно вище за показник хворих, яким було проведено лікування за допомогою стентів із закритим типом комірки ($77,8 \pm 1,5$ %, $p < 0,05$). При порівняльному аналізі показників градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою до та після ендоваскулярного лікування коарктації при використанні стентів із закритим типом комірки у дітей віком 5–18 років був встановлений вірогідно більший відсоток його зниження ($98,9 \pm 0,8$ %) порівняно з хворими віком 19–25 років ($76,2 \pm 3,3$ %, $p < 0,05$) та понад 25 років ($80,5 \pm 2,8$ %, $p < 0,05$).

Результати порівняльного аналізу показників градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою до та після ендоваскулярного лікування коарктації при використанні стентів із відкритим типом комірки (таблиця 3) свідчать про вірогідно більший відсоток його зниження у дітей віком 5–18 років ($98,0 \pm 1,4$ %) по-

Таблиця 3

Показники ($M \pm t$) градієнта тиску (мм рт. ст.) до та після ендоваскулярного лікування коарктації аорти при використанні стентів з відкритою коміркою ($n = 82$) у пацієнтів різних вікових груп

Вікова група	Градієнт до	Градієнт після	Відсоток зниження градієнта
Понад 25 років	$55,0 \pm 3,0$	$11,5 \pm 1,8$	$80,4 \pm 2,8$
19–25 років	$59,3 \pm 10,3$	$15,0 \pm 4,6$	$74,9 \pm 6,2$
5–18 років	$48,1 \pm 3,2$	$1,3 \pm 0,9^*$	$98,0 \pm 1,4^*$

Примітка. * – вірогідна різниця між показниками пацієнтів віком 5–18 років та інших вікових груп ($p < 0,05$).

рівняно з хворими віком 19–25 років ($74,9 \pm 6,2 \%$, $p < 0,05$) та понад 25 років ($80,4 \pm 2,8 \%$, $p < 0,05$).

У пацієнтів нашої когорти при виконанні ендоваскулярного лікування коарктації аорти частота виникнення ускладнень документована вірогідно ($p < 0,05$) частіше у випадках застосування стентів із закритою коміркою (12,1 %) порівняно з відкритою (4,9 %). Міграція стента під час процедури виникла у 4 пацієнтів (2,1 %), що було обумовлено використанням у цих випадках балонів Maxі LD.

Серед пацієнтів нашої когорти фракція стента виникла у 3,7 % випадків ($n = 7$), з них – повна у 2 (1,1 %) пацієнтів лише при використанні стентів Palmaz Genesis, часткова – в 1 випадку (0,5 %) також у стентів цього виробника та у 4 пацієнтів (2,1 %) при використанні Cheatham Platinum стентів, що можна порівняти з даними літератури. У когорті Meadows et al. [26] через 1 рік у 2 пацієнтів (2,2 %) були констатовані множинні фракції стента без ознак реструктуризації або втрати його цілісності. Через 24 міс. спостереження з 2 пацієнтів із фракціями стентів, зафіксованими через 12 місяців, в обох з'явилися їх додаткові фракції та було діагностовано 9 додаткових пацієнтів (10 %) із новими переломами стента. У 3 випадках фракції стосувалися перелому однієї стійки, тоді як 6 – перелому кількох. Meadows et al. [26] відзначають, що фактори, пов'язані із фракцією стента, включали більший мінімальний діаметр просвіту коарктації аорти та мінімальний діаметр стента після імплантації. На момент публікації статті частота фракції в цієї когорти пацієнтів досягла 25,3 % ($n = 23$). Жоден перелом стента не призвів до втрати його цілісності, емболізації або виявлення травми стінки аорти. Також фракція не була пов'язана з гемодинамічною реструктуризацією та не потребувала повторного втручання.

Фракції ендоваскулярних стентів є відомим ускладненням процедур стентування, і хоча часто воно перебігає безсимптомно, однак може бути пов'язано з емболізацією фрагментів стента, реабструкцією та пошкодженням судин [26, 35, 40]. За даними ряду авторів, частота переломів стента після лікування коарктації аорти значно різниться, що обумовлено як типом використовуваного стента, так і відсутністю радіологічного контролю під час спостереження [35, 25, 12, 18]. Біомеханіка перелому стента після ендоваскулярного лікування коарктації аорти пояснюється таким чином: під час серцевого циклу стенти, які створюють жорсткий каркас, що охоплює природну точку перехідка (точка згинання, оскільки вона позначає перехід від рухомої дуги до нерухомої низхідної аорти), можуть піддаватися циклічним напруженням під час систоли; або стенти підлягають підвищеному залишковому напруженню у центрі (на місці коарктації аорти), у поєднанні з ослабленням його по краях, що обумовлено напруженням зсуву в точці невід-

повідності комплаєнсу (тобто на талії) під час його розкриття [25]. Більшість описаних випадків фракції стента після лікування коарктації аорти – це стенти Palmaz Genesis (PG) або Cheatham-Platinum [35, 25], що також фіксувалось і в нашому дослідженні.

Слід відзначити, що у хворих нашої когорти, яким ендоваскулярне лікування коарктації було проведено за допомогою стентів із відкритим типом комірки, випадків їх фракції встановлено не було. Тому ми рекомендуємо використовувати стенти з відкритим типом комірки через їх значну радіальну силу та відсутність фракції. Ряд авторів рекомендують, за можливості, імплантувати стент, здатний досягти кінцевого діаметра дорослої аорти (від 18 до 22 мм), а згодом його продилатувати, щоб мінімізувати ризик його міграції або фракції, навіть якщо такий вибір може вплинути на тип і викривленість стента, що вимагає використання більших систем доставки стента [10, 18, 16].

При ендоваскулярному ліванні коарктації аорти у нашої когорти пацієнтів у 31,7 % випадків ($n = 60$) були використані стент-графти та у 68,3 % ($n = 129$) – непокріті стенти. При порівняльному аналізі показників градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою до та після ендоваскулярного лікування коарктації з використанням стент-графтів у дітей віком 5–18 років був встановлений вірогідно більший відсоток його зниження ($98,7 \pm 0,2 \%$) порівняно з хворими віком 19–25 років ($76,2 \pm 3,3 \%$, $p < 0,05$) та понад 25 років ($80,5 \pm 3,5$, $p < 0,05$).

Загалом усі ускладнення, що супроводжують цей метод лікування коарктації аорти можна розділити на три основні групи: спровоковані технічними недоліками, проблемами з боку аортальної стінки, ускладнення периферичних судин [17, 32]. У нашій когорті обстежених віком понад 5 років ($n = 189$) частота ускладнень сягала 10,1 %, що можна порівняти з даними інших авторів (9,7–35,3 %) [36, 34, 38, 10].

Найчастішими ускладненнями в когорті наших пацієнтів були утворення аневризми – у 4 (2,1 %) пацієнтів, міграція стента з подальшою його репозицією та імплантацією – у 4 (2,1 %), відсутність пульсації артерії доступу, що потребувала ревізії та дезоблітерації, – у 3 пацієнтів (1,6 %). Ранні ускладнення (відразу до 24 годин після процедури) в когорті були документовані у 6 (35,3 %) випадках серед дітей і підлітків та у 23,5 % пацієнтів віком понад 17 років ($p = 0,45$). У дітей молодшого віку це були 3 пошкодження стегнової артерії та 2 тромбози стегнової артерії. У підлітків спостерігали 1 міграцію стента через дугу аорти, що вимагало негайного видалення стента та хірургічної корекції дуги аорти; 1 тромбоз під'язикової артерії (hypoglossal artery), який потребував імплантації стента; 1 тромбоз стегнової артерії (була проведена тромбектомія Фогарті); 1 пошкодження стегнової артерії, яку лікували хірургічним пластиром. Серед найчастіших безпосе-

редніх ускладнень відзначали труднощі з доступом стегової артерії, особливо у групі пацієнтів молодшого віку, але вони не були статистично значущими порівняно з підлітками.

У нашій роботі частота виникнення ускладнень в обстежених віком понад 5 років ($n = 189$) документована вірогідно ($p < 0,05$) частіше у випадках застосування непокритих стентів (7,9 %, $n = 15$) порівняно зі стент-графтом (2,2 %, $n = 4$). Життєзагрозливі ускладнення були зафіксовані в 11 (5,8 %) пацієнтів, з них у 9 випадках (4,8 %) після використання непокритих стентів та у 2 (1,1 %, $p < 0,05$) – після стент-графтів.

Слід зазначити, що серед наведених ускладнень хірургічного втручання потребували 5 пацієнтів (26,3 %): аортит у місці стентування з формуванням псевдоаневризми та медіастиніту ($n = 1$, стент-графт), поздовжня фракція стента ($n = 1$, непокритий стент), відсутність пульсації артерії доступу ($n = 3$, непокриті стенти).

У нашому дослідженні пошкодження інтими, а саме мінімальне випинання, тобто коли його обсяг становить менше 10 % від діаметра судини було документовано в 1 випадку (0,5 %). У нашій когорті частота формування аневризми (у випадках, коли випинання стінки судини становить понад 10 % його діаметра) сягала 2,1 % (4 пацієнти), з них у 3 випадках (75,0 %) після використання непокритих стентів та в 1 (25,0 %) – стент-графта. За даними літератури, частота формування аневризми після ендоваскулярного стентування коарктації аорти становить від 2–4 % [17, 32] до 17 % у деяких групах пацієнтів [5]. Отримані нами результати збігаються з даними дослідження Meadows et al. [26].

Серед пацієнтів нашої когорти інфекційне ускладнення було зафіксовано в 1 випадку (0,5 %), коли в чоловіка віком 25 років через 2 роки після ендоваскулярного стентування різкої коарктації за допомогою ендोगрафта виникли епізоди гектичної лихоманки, при КТ-дослідженні було діагностовано аортит у місці стентування з формуванням псевдоаневризми та медіастиніту. Наш досвід підтверджує дані Sohgrabi et al. [34], які довели, що стент-графти більш схильні до інфекційного ураження порівняно з непокритими стентами.

Під час аналізу частоти ускладнень залежно від варіанта коарктації аорти було встановлено, що при дискретній коарктації цей показник досягав 8,5 % ($n = 11$), гіпоплазії сегмента А дуги аорти – 6,7 % ($n = 1$), коарктації у поєднанні зі кінкінгома аорти – 23,1 % ($n = 3$), гемодинамічному перериві дуги аорти – 14,3 % ($n = 1$), рекоарктації – 5,3 % ($n = 1$). Результати порівняльного аналізу частоти ускладнень у пацієнтів різних вікових груп свідчать про вірогідно більший показник у дітей віком 5–18 років (14,0 %) порівняно з хворими віком 19–25 років (6,0 %, $p < 0,05$) та понад 25 років (6,0 %, $p < 0,05$).

Враховуючи вищезазначене, ми рекомендуємо використовувати стент-графти за такими показаннями:

- різка коарктація аорти;
- наявність аневризматичного випинання з колатералей;
- коарктація у поєднанні з гіпоплазією сегмента А дуги аорти;
- фіброзно-м'язова діафрагма;
- гемодинамічний перерив.

Повторне ендоваскулярне втручання було проведене у 27,0 % випадків ($n = 51$), з них у 16,4 % ($n = 31$) після використання стент-графтів та в 10,6 % ($n = 20$) – непокритих стентів.

У своєму дослідженні ми застосовували двоетапний підхід у лікуванні коарктації аорти у всіх пацієнтів віком понад 5 років: на I етапі було проведено незначне роздування стента та через 6 міс. на II етапі ми виконували його роздування до оптимального діаметра. Такий підхід вважається більш безпечним та перешкоджає формуванню аневризми. Планове повторне втручання після імплантації стента (двоетапний підхід до ендоваскулярного лікування коарктації аорти) вже добре себе зарекомендував у низці попередніх міжнародних публікацій [8, 35]. Іноді процедури проводять навіть у три етапи, як компроміс у пацієнтів з підвищеним ризиком і молодих пацієнтів, щоб уникнути хірургічного втручання [35]. Хоча доведена безпечність та ефективність редилітації стента, не до кінця вивченою залишається роль цієї маніпуляції у випадках фракцій стентів.

Планова реінтервенція була виконана у 15,9 % хворих ($n = 30$) після ендоваскулярного лікування за допомогою ендोगрафтів та у 8,5 % ($n = 16$) – непокритих стентів. Екстреної реінтервенції потребували 5 пацієнтів (2,6 %), показаннями до якої були утворення аневризми ($n = 4$) та фракція стента ($n = 1$), при цьому після застосування непокритих стентів цей показник становив 2,1 % ($n = 4$) та був статистично більшим ($p < 0,05$), ніж при використанні стент-графтів (0,5 %, $n = 1$). Bhatt et al. [9] повідомили про 15-річний досвід роботи з непокритими стентами та стент-графтами. Протягом середнього періоду спостереження 81,7 місяця 23,9 % пацієнтів у групі непокритих стентів потребували повторного втручання, коли в групі стент-графтів цей показник становив лише 4,5 %. Повторне втручання в групі непокритих стентів обумовлено головним чином рестенозом, тоді як серед пацієнтів зі стент-графтами реінтервенцію було здійснено через пізнє формування аневризми. На думку авторів, факторами ризику для повторного втручання були невеликий початковий балон стента < 14 мм, залишковий градієнт > 10 мм рт. ст. та складні ураження. Фракцію стента фіксували частіше у групі непокритих стентів (5 %), що стало причиною для реінтервенцій.

Таблиця 4

Характеристика пацієнтів (n = 5) першого року життя, яким було проведено ендоваскулярне стентування коарктації аорти

Вік	Анатомо-морфологічний тип КоАо	Супутні некориговані ВВС	Попереднє хірургічне лікування ВВС	Кількість ендоваскулярних процедур/стентів
1 міс.	Гіпоплазія сегмента А дуги аорти	–	–	1
11 міс.	Рекоарктація	СГПВС, атрезія МК, ТМС, ДМШП	Norwood I	3
3 дні	Гіпоплазія сегмента А дуги аорти	Єдиний шлуночок, атрезія МК, ДМПП, ДМШП	–	1
3 міс.	Гіпоплазія сегмента А дуги аорти	–	–	1
4 міс.	Рекоарктація	–	Усунення КоАо, закриття ВАП	1

Примітка. КоАо – коарктація аорти, ВВС – вроджені вади серця, СГПВС – синдром гіпоплазії правих відділів серця, ТМС – транспозиція магістральних судин, ДМШП – дефект міжшлуночкової перегородки, ДМПП – дефект міжпередсердної перегородки, МК – мітральний клапан, ВАП – відкрита аортальна протока.

Після проведеного лікування пацієнти нашої когорти перебували у відділенні інтенсивної терапії від 8 до 12 годин ($10,3 \pm 1,2$ години). Всі хворі віком понад 5 років були виписані зі стаціонару в задовільному стані на 3–7-му добу ($3,4 \pm 1,8$ днів) після процедури. Випадків госпітальної летальності серед пацієнтів віком понад 5 років встановлено не було.

У нашій когорті обстежених 5 пацієнтам у віці від 3 днів до 11 місяців (середній вік $3,5 \pm 1,6$ місяців) з комбінованими вадами серця було проведено 7 ендоваскулярних процедур з приводу коарктації аорти (таблиця 4). Дотепер залишається дискусійним питання вибору методу лікування коарктації аорти у новонароджених [29]. Хірургічне втручання є оптимальним варіантом, але може бути невиправданим у важко хворих немовлят зі складною анатомією вади. Балонну дилатацію не рекомендують використовувати через високу частоту рестенозу після цієї процедури. Балонна дилатація дозволяє виграти понад 1 місяць часу для стабілізації дитини та підготовки до корекції вади, стентування можна розглядати як місток при окремих анатомічних варіантах дуги, коли балонна дилатація неефективна, а хірургія неможлива [8, 2].

У середньому нам вдалося зменшити градієнт інвазивного тиску між висхідною та низхідною аортою у пацієнтів цього віку на $90,9 \pm 4,1$ %. Середній показник інвазивного градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою в дітей першого року життя до ендоваскулярного лікування коарктації становив $48,3 \pm 10,8$ мм рт. ст. (Ді 20–90 мм рт. ст.) та після проведення її стентування вірогідно ($p < 0,05$) зменшився до $5,8 \pm 3,0$ мм рт. ст. (Ді 0–15 мм рт. ст.) (рисунки 1). Слід зазначити, що повне усунення градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою було досягнуто у 50,0 % випадків ($n = 3$).

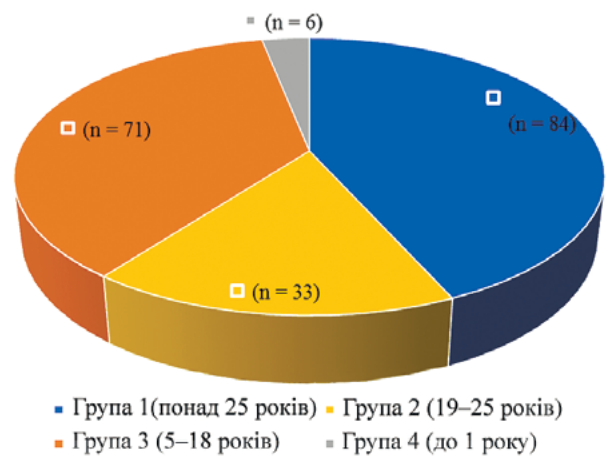


Рисунок 1. Груповий розподіл обстежених пацієнтів з коарктацією аорти (n = 194) за віковою характеристикою

Ускладнення зафіксовано в 1 дитини (20,0 %), повторне ендоваскулярне втручання було проведене у 2 пацієнтів (40,0 %) та в обох випадках мало плановий характер. Отримані результати можна порівняти з даними Arfi et al. [2] та Bentham et al. [7]. У когорті Bentham et al. ускладнення відзначено у 2 пацієнтів (18,1 %), в одного з яких потрібне було проведення хірургічного втручання, а у другого – встановлення ще 1 стента [7]. На думку авторів, встановлення ендоваскулярного стента в немовлят технічно можливо здійснити з хорошими результатами, досяжними навіть у новонароджених, однак такий варіант лікування коарктації аорти слід розглядати як варіант лише у складних випадках, коли результати хірургічного втручання є менш сприятливими [7].

Були проаналізовані результати лікування 10 жінок (середній вік $26,4 \pm 4,7$ року) з коарктацією аорти, яку було діагностовано під час вагітності (таблиця 5).

Середній показник систолічного тиску на момент виявлення обговорюваної вади серця становив $162,7 \pm 43,8$ мм рт. ст., діастолічного – $84,1 \pm 17,2$ мм рт. ст. У 4 жінок (45,5 %) не вдалося досягти медикаментозного контролю артеріальної гіпертензії, тому їм на 15–23-му тижні вагітності (у середньому $19,8 \pm 3,1$ тиж.) було проведено ендovasкулярне лікування коарктації аорти. За рекомендаціями ESC (2018), ендovasкулярне втручання у вагітних з коарктацією аорти потрібно проводити після 4-го місяця вагітності та дози опромінення для плода мають бути нижче 50 мГр. На цей час органогенез завершений, щитоподібна залоза плода все ще неактивна, а об'єм матки все ще малий, тому відстань між плодом і грудною кліткою є більшою, ніж у наступні місяці (ESC, 2018). У 6 жінок (54,5 %) нашої когорти з добре контрольованою артеріальною гіпертензією стентування коарктації виконали у проміжку часу 48 годин – 5 років після пологів.

У доступній літературі описані лише декілька випадків перкутанного лікування коарктації аорти під час вагітності [13, 3], і наша когорта є найбільшою з опублікованих. У всіх представлених нами випадках була досягнута успішна реваскуляризація: документовано вірогідне ($p = 0,001$) зниження середнього показника інвазивного градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою з $60,0 \pm 31,2$ до $11,8 \pm 7,3$ мм рт. ст.

Після імплантації стента в обстежених жінок було встановлено вірогідне ($p = 0,01$) зниження середнього

показника неінвазивного систолічного артеріального тиску з $163,0 \pm 46,2$ до $120,5 \pm 9,2$ мм рт. ст.

Ми виявили сильний прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,94$) між показником інвазивного градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою до ендovasкулярного лікування коарктації аорти та рівнем неінвазивного систолічного артеріального тиску на руках.

Вибір стента для ендovasкулярного лікування коарктації аорти в обстежених жінок залежав від типу та вираженості вади. *Пацієнтка Ц. віком 19 років* мала фіброзно-м'язову дисплазію, яку було діагностовано на 19-му тижні вагітності через неконтрольовану артеріальну гіпертензію та підтверджено при виконанні МРТ. Проведення процедури стентування в таких випадках вимагає використання балонів високого тиску, враховуючи надзвичайно високий опір судини в місці коарктації. У цьому випадку було використано стент-графт CP 8Z34, встановлений на ВіВ-катетері, розміром 14×40 мм (залишковий градієнт – 20,0 мм рт. ст.)

Однією з технічно найскладніших анатомо-морфологічних варіантів коарктації аорти для черезшкірного лікування є гемодинамічна атрезія аорти. При перериванні гемодинаміки кровотік через перешийок аорти повністю припиняється, а кровопостачання нижньої частини тіла забезпечується лише за допомогою побічного кровотоку. Ми маємо досвід лікування коарктації аорти з гіпопластичною дугою аорти (сегмент А) та гемодинамічною атрезією у 19-річної жінки на 23-му тижні вагітності, інвазивний градієнт тиску між висхідною та низхідною аортою у якої досягав 55,0 мм рт. ст. Пацієнтці було імплантовано 28-міліметровий стент CP на ВіВ-катетері (14×35 мм). Після

Таблиця 5

Клінічні дані обстежених жінок ($n = 10$), яким коарктацію аорти було діагностовано під час вагітності

Номер пацієнтки	Тиждень вагітності або термін після пологів на момент стентування	Вік пацієнтки (роки)	Анатомо-морфологічний тип КоАо	Неінвазивний показник АТ на руці (мм рт. ст.)	Неінвазивний Др за даними ЧС ЕхоКГ (мм рт. ст.)
1	19-й тиж.	19	Фіброзно-м'язова дисплазія	290/110	90
2	22-й тиж.	33	Дискретна	160/80	40
3	23-й тиж.	19	Гіпоплазія сегмента А дуги аорти	150/80	35
4	15-й тиж.	28	Рекоарктація з гіпоплазією дуги аорти в сегменті В	160/60	25
5	2 місяці	29	Дискретна	130/70	25
6	48 годин	28	Дискретна	150/80	30
7	6 місяців	25	Дискретна	160/120	25
8	5 років	31	Дискретна	160/80	30
9	2 роки	22	Дискретна	140/90	20
10	1 рік	26	Дискретна	130/75	35

Примітка. ЧС ЕхоКГ – черезстравохідна ехокардіографія, АТ – артеріальний тиск, Др – градієнт тиску.

проведеного перкутанного втручання відзначено вірогідне зниження інвазивного градієнта тиску більш ніж у 2 рази (до 25 мм рт. ст.).

Місце рекоарктації аорти є досить щільним у морфологічному відношенні, тому стентування не завжди призводить до повного зменшення градієнта на місці хірургічного шва. Одним із варіантів правильного вибору тактики лікування є попередня балонна ангіопластика, для визначення «відповідності» стінки аорти в цьому місці, з подальшою імплантацією ендпротеза для запобігання «віддачі» судини після розтягування аорти. У нашій когорті пацієнтка Р. віком 28 років, яка була прооперована 24 роки тому з приводу коарктації аорти і також мала гіпопластичну дугу аорти в сегменті В та рефрактерну гіпертензію, на 15-му тижні вагітності було імплантовано стент Andrastent 26XL. Після проведеного перкутанного втручання інвазивний градієнт тиску вірогідно зменшився в 10 разів і становив 5 мм рт. ст.

Ускладнення у ранньому післяопераційному періоді відзначали у 3 пацієнток (30,0 %): гостру дисекцію аорти I типу за DeBakey, тромбоз стегнової артерії та спонтанний розрив плідної оболонки, який не потребував жодного втручання та не вплинув на перебіг вагітності. Wong et al. [41] доповідає, що через аортопатію, пов'язану з коарктацією, існує підвищений ризик розшарування аорти не тільки через збільшення серцевого викиду, а й через те, що гормональні зміни вагітності «розм'якшують» аорту, роблячи її більш вразливою до розширення та дисекції. У нашій когорті 1 пацієнтка Г. віком 28 років, на другий день після ендovasкулярного лікування шкірної коарктації аорти мала гостру дисекцію аорти I типу за DeBakey. У цьому випадку коарктація аорти поєднувалася з відкритою артеріальною протокою, що з нашої точки зору, стало причиною цього ускладнення.

Серед пацієнток, які були проліковані з приводу коарктації аорти після пологів, 3 (50,0 %) мали природні пологи та ще 3 жінки (50,0 %) – кесарів розтин. На 4-й день життя всім новонародженим було проведено ЕхоКГ і в жодного не було виявлено вродженої вади серця.

Всі обстежені жінки (100 %) були виписані у задовільному стані через 4–7 днів після лікування. Подальші дослідження включали клінічне спостереження за потребою та планові ехокардіографічні дослідження через 6 місяців, 1 рік та кожен наступний рік. Під час катамнестичного спостереження (від 2 місяців до 10 років) усі 10 жінок живі, не відзначено рекоарктації та жодних ускладнень у віддаленому післяопераційному періоді встановлено не було.

Відповідно до рекомендацій ESC (2018), Канадського кардіологічного товариства (2018) та NICE (2019), ми класифікували наш досвід лікування коарктації аорти, яку було діагностовано під час вагітності у вигляді алгоритму (рисунок 2). Згідно з представленим,

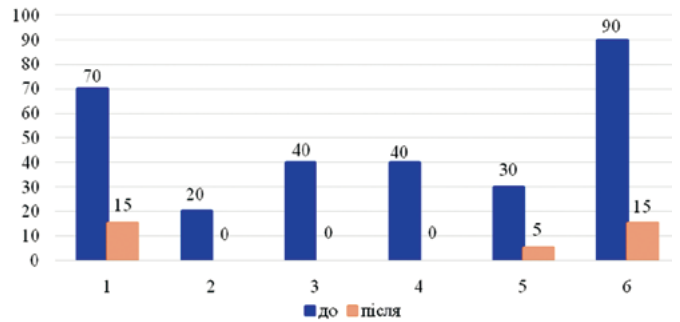


Рисунок 2. Показники інвазивного градієнта тиску між висхідною та низхідною аортою у дітей першого року життя до та після ендovasкулярного лікування коарктації (6 процедур у 5 пацієнтів; лінією позначені середні значення обговорюваних показників)

до 2018 року ми використовували таку тактику ведення пацієнток, у яких за даними клінічного дослідження та ехокардіографії було діагностовано коарктацію аорти під час вагітності. Якщо показник систолічного артеріального тиску у вагітної становив 160 мм рт. ст. та більше, ми призначали медикаментозні препарати, рекомендовані ESC (2018). У випадках, коли артеріальну гіпертензію вдавалося контролювати, спостереження за артеріальним тиском ми відміняли й жінка спостерігалась в акушера-гінеколога. Після пологів проводили ЕхоКГ та КТ для уточнення анатомії коарктації аорти і потім – ендovasкулярне стентування місця коарктації після завершення грудного вигодовування.

При артеріальній гіпертензії, рефрактерній до медикаментозної терапії, з метою уточнення анатомії коарктації аорти проводили МРТ під час вагітності, після чого виконували ендovasкулярне стентування місця коарктації.

Пацієнтки з артеріальним тиском, нижчим за 160 мм рт. ст., не спостерігались в інтервенційного кардіолога.

З 2019 року, згідно з рекомендаціями NICE (2019), тактика ведення пацієнток, у яких за даними клінічного дослідження та ехокардіографії було діагностовано коарктацію аорти під час вагітності, була дещо змінена (рисунок 3). Всі вагітні з коарктацією аорти, включаючи пацієнток з артеріальним тиском, нижчим за 140 мм рт. ст., спостерігались в інтервенційного кардіолога, а хворим з артеріальним тиском 140–150 мм рт. ст. та вище було призначено медикаментозну терапію, рекомендовану ESC (2018). Якщо артеріальну гіпертензію вдавалося контролювати, спостереження за артеріальним тиском ми продовжували, однак подальшу діагностику (ЕхоКГ та КТ для уточнення анатомії коарктації аорти) проводили вже після пологів, а ендovasкулярне стентування місця коарктації – після завершення грудного вигодовування.

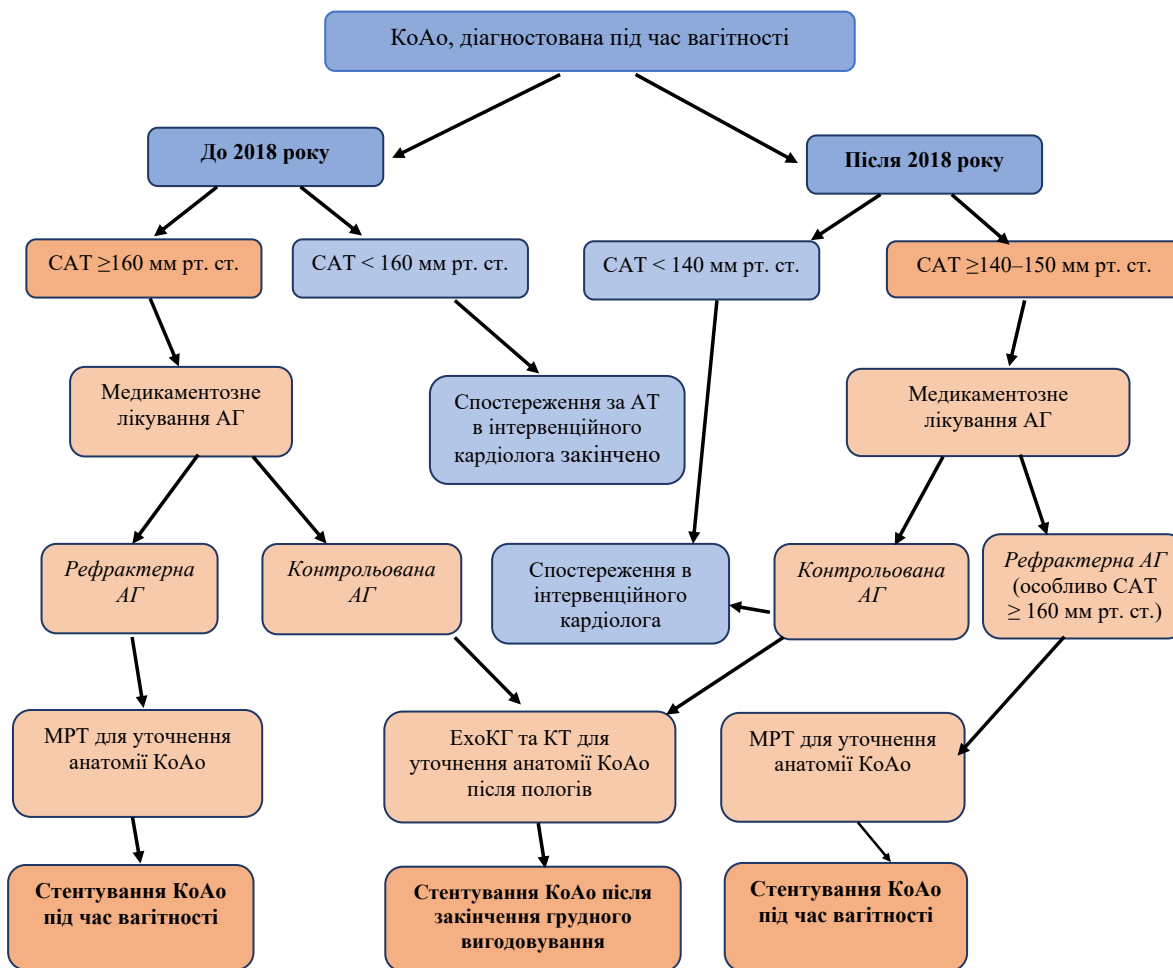


Рисунок 3. Алгоритм ведення пацієнок, у яких коарктацію аорти було діагностовано під час вагітності

Примітка. САТ – систолічний артеріальний тиск, АГ – артеріальна гіпертензія.

При артеріальній гіпертензії (особливо при систолічному артеріальному тиску більше за 160 мм рт. ст.), рефрактерній до медикаментозної терапії, з метою уточнення анатомії коарктації аорти проводили МРТ під час вагітності, після чого виконували ендovasкулярне стентування місця коарктації.

Висновки

1. Результати проведеного ендovasкулярного лікування коарктації аорти свідчать, що вибрані методика й техніка втручання є доцільною та безпечною.
2. У пацієнтів віком понад 18 років та при різкому звуженні рекомендовано використовувати тактику двоетапного втручання з вибором балона на 30 % менше від необхідного на I етапі, для запобігання травмуванню стінки аорти через значне її перерозтягування, та через 6 місяців на II етапі проводити його роздування до оптимального діаметра.
3. Рекомендовано використовувати стенти з відкритим типом комірки через їх значну радіальну силу та відсутність фракції.

4. Процедура імплантації аортального стента ефективна й безпечна, як для матері, так і для плода. Базуючись на отриманих результатах, ми розробили алгоритм тактики ведення пацієнок, у яких за даними клінічного дослідження та ехокардіографії було діагностовано коарктацію аорти під час вагітності.

Список використаних джерел

References

1. Lazoryshynets VV, Yemets IM. Istorychni vikhy khirurghii dytyachykh serdets [Milestones in Pediatric Heart Surgery]. Cardiology and cardiac surgery: continuous professional development. 2019;(1):7-11. Ukrainian.
2. Arfi AM, Galal MO, Kouatli A, Baho H, Abozeid H, al Ata J. Stent angioplasty for critical native aortic coarctation in three infants: up to 15-year follow-up without surgical intervention and review of the literature. *Pediatr Cardiol.* 2018;39(8):1501-13. <https://doi.org/10.1007/s00246-018-1922-8>
3. Assaidi A, Sbragia P, Fraisse A. Transcatheter therapy for aortic coarctation with severe systemic hypertension

- during pregnancy. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2013;82(4):556-9. <https://doi.org/10.1002/ccd.24404>
4. Backer CL, Kaushal S, Mavroudis C. Coarctation of the aorta. In: Mavroudis C, Backer CL, editors. *Pediatric cardiac surgery*. 4th ed. Hoboken (NJ): Wiley-Blackwell; 2013. p. 256-82.
 5. Balci A, Sollie-Szarynska KM, van der Bijl AG, Ruys TP, Mulder BJ, Roos-Hesselink JW, van Dijk AP, Wajon EM, Vliegen HW, Drenthen W, Hillege HL, Aarnoudse JG, van Veldhuisen DJ, Pieper PG; ZAHARA-II investigators. Prospective validation and assessment of cardiovascular and offspring risk models for pregnant women with congenital heart disease. *Heart.* 2014;100(17):1373-81. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2014-305597>
 6. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NM, de Haan F, Deanfield JE, Galie N, Gatzoulis MA, Gohlke-Baerwolf C, Kaemmerer H, Kilner P, Meijboom F, Mulder BJ, Oechslin E, Oliver JM, Serraf A, Szatmari A, Thaulow E, Vouhe PR, Walma E; Task Force on the Management of Grown-up Congenital Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC); Association for European Paediatric Cardiology (AEPIC); ESC Committee for Practice Guidelines (CPG). ESC Guidelines for the management of grown-up congenital heart disease (new version 2010). *Eur Heart J.* 2010;31(23):2915-57. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehq249>
 7. Bentham JR, English K, Ballard G, Thomson JD. Effect of interventional stent treatment of native and recurrent coarctation of aorta on blood pressure. *Am J Cardiol.* 2013;111(5):731-6. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.11.024>
 8. Bentham J, Shettihalli N, Orchard E, Westaby S, Wilson N. Endovascular stent placement is an acceptable alternative to reoperation in selected infants with residual or recurrent aortic arch obstruction. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2010;76(6):852-9. <https://doi.org/10.1002/ccd.22586>
 9. Bhatt AB, Defaria Yeh D. Long-term outcomes in coarctation of the aorta: An evolving story of success and new challenges. *Heart.* 2015;101(15):1173-5. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-307641>
 10. Bondanza S, Calevo MG, Marasini M. Early and Long-Term Results of Stent Implantation for Aortic Coarctation in Pediatric Patients Compared to Adolescents: A Single Center Experience. *Cardiol Res Pract.* 2016;2016:4818307. <https://doi.org/10.1155/2016/4818307>
 11. Brzezinska-Rajszyz G. Stents in treatment of aortic coarctation and recoarctation in small children. *Int J Cardiol.* 2018;263:40-1. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.03.141>
 12. Chakrabarti S, Kenny D, Morgan G, Curtis SL, Hamilton MC, Wilde P, Tometzki AJ, Turner MS, Martin RP. Balloon expandable stent implantation for native and recurrent coarctation of the aorta--prospective computed tomography assessment of stent integrity, aneurysm formation and stenosis relief. *Heart.* 2010;96(15):1212-6. <https://doi.org/10.1136/hrt.2009.170928>
 13. Ciresi CM, Patel PR, Asdell SM, Hopkins KA, Hoyer MH, Kay WA. Management of Severe Coarctation of the Aorta During Pregnancy. *JACC Case Rep.* 2020;2(1):116-9. <https://doi.org/10.1016/j.jaccas.2019.11.060>
 14. Dijkema EJ, Leiner T, Grotenhuis HB. Diagnosis, imaging and clinical management of aortic coarctation. *Heart.* 2017;103(15):1148-55. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2017-311173>
 15. Eckhauser A, South ST, Meyers L, Bleyl SB, Botto LD. Turner Syndrome in Girls Presenting with Coarctation of the Aorta. *J Pediatr.* 2015;167(5):1062-6. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.08.002>
 16. Ewert P, Peters B, Nagdyman N, Miera O, Kühne T, Berger F. Early and mid-term results with the growth stent--a possible concept for transcatheter treatment of aortic coarctation from infancy to adulthood by stent implantation? *Catheter Cardiovasc Interv.* 2008;71(1):120-6. <https://doi.org/10.1002/ccd.21397>
 17. Fox EB, Latham GJ, Ross FJ, Joffe D. Perioperative and Anesthetic Management of Coarctation of the Aorta. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019;23(2):212-24. <https://doi.org/10.1177/1089253218821953>
 18. Gewillig M, Budts W, Boshoff D, Maleux G. Percutaneous interventions of the aorta. *Future Cardiol.* 2012;8(2):251-69. <https://doi.org/10.2217/fca.12.10>
 19. Hoffman JI. The challenge in diagnosing coarctation of the aorta. *Cardiovasc J Afr.* 2018;29(4):252-5. <https://doi.org/10.5830/CVJA-2017-053>
 20. Javed S, Habibi HR. Asymptomatic Coarctation of the Aorta in a Middle-Aged Man; The Significance of Physical Examination. *Canadian Journal of General Internal Medicine.* 2018;13(1):38-41. <https://doi.org/10.22374/cjgim.v13i1.217>
 21. Kaya U, Colak A, Becit N, Ceviz M, Kocak H. Surgical Management of Aortic Coarctation from Infant to Adult. *Eurasian J Med.* 2018;50(1):14-18. <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2017.17273>
 22. Kenny D, Hijazi ZM. Coarctation of the aorta: from fetal life to adulthood. *Cardiol J.* 2011;18(5):487-95. <https://doi.org/10.5603/cj.2011.0003>
 23. Kipps AK, Olson I, Purkey N, Reddy C. *Pediatric Cardiac Acute Care Handbook*. 2nd ed. 2018-2019. p. 92-94.
 24. Lee MG, d'Udekem Y. Coarctation of the aorta can no longer be considered a benign condition. *Heart Lung Circ.* 2014;23(4):297-8. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2014.03.001>
 25. McElhinney DB, Marshall AC, Schievano S. Fracture of cardiovascular stents in patients with congenital heart disease: theoretical and empirical considerations. *Circ Cardiovasc Interv.* 2013;6(5):575-85. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.113.000148>
 26. Meadows J, Minahan M, McElhinney DB, McEnaney K, Ringel R; COAST Investigators*. Intermediate Outcomes in the Prospective, Multicenter Coarctation of the Aorta Stent Trial (COAST). *Circulation.* 2015;131(19):1656-64. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.013937>
 27. Nakamura K, Stefanescu Schmidt A. Treatment of Hypertension in Coarctation of the Aorta. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2016;18(6):40. <https://doi.org/10.1007/s11936-016-0462-x>
 28. O'Brien P, Marshall AC. Coarctation of the aorta. *Circulation.* 2015;131(9):e363-5. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.114.008821>

29. Pudukollu M, Harnden A, Tulloh R. Coarctation of the aorta in the newborn. *BMJ*. 2011;343:d6838. <https://doi.org/10.1136/bmj.d6838>
30. Rao PS. Neonatal (and Infant) Coarctation of the Aorta: Management Challenges. *Research and Reports in Neonatology*. 2020;10:11-22. <https://doi.org/10.2147/RRN.S189545>
31. Regitz-Zagrosek V, Roos-Hesselink JW, Bauersachs J, Blomström-Lundqvist C, Cifková R, De Bonis M, Iung B, Johnson MR, Kintscher U, Kranke P, Lang IM, Morais J, Pieper PG, Presbitero P, Price S, Rosano GMC, Seeland U, Simoncini T, Swan L, Warnes CA; ESC Scientific Document Group. 2018 ESC Guidelines for the management of cardiovascular diseases during pregnancy. *Eur Heart J*. 2018;39(34):3165-241. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy340>
32. Rogers C, Clawson RE. Coarctation of the aorta. *JAAPA*. 2019;32(6):46-7. <https://doi.org/10.1097/01.JAA.0000558245.81325.02>
33. Stout KK, Daniels CJ, Aboulhosn JA, Bozkurt B, Broberg CS, Colman JM, Crumb SR, Dearani JA, Fuller S, Gurm M, Khairy P, Landzberg MJ, Saito A, Valente AM, Van Hare GF. 2018 AHA/ACC Guideline for the Management of Adults With Congenital Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(12):81-e192. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2018.08.1029>
34. Suradi H, Hijazi ZM. Current management of coarctation of the aorta. *Glob Cardiol Sci Pract*. 2015;2015(4):44. <https://doi.org/10.5339/gcsp.2015.44>
35. Thanopoulos BD, Giannakoulas G, Giannopoulos A, Galdo F, Tsaoussis GS. Initial and six-year results of stent implantation for aortic coarctation in children. *Am J Cardiol*. 2012;109(10):1499-503. <https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2012.01.365>
36. Torok RD, Campbell MJ, Fleming GA, Hill KD. Coarctation of the aorta: Management from infancy to adulthood. *World J Cardiol*. 2015;7(11):765-75. <https://doi.org/10.4330/wjc.v7.i11.765>
37. van der Linde D, Konings EE, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJ, Roos-Hesselink JW. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58(21):2241-7. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2011.08.025>
38. Vergales JE, Gangemi JJ, Rhueban KS, Lim DS. Coarctation of the aorta - the current state of surgical and transcatheter therapies. *Curr Cardiol Rev*. 2013;9(3):211-9. <https://doi.org/10.2174/1573403x113099990032>
39. Vigneswaran TV, Sinha MD, Valverde I, Simpson JM, Charakida M. Hypertension in Coarctation of the Aorta: Challenges in Diagnosis in Children. *Pediatr Cardiol*. 2018;39(1):1-10. <https://doi.org/10.1007/s00246-017-1739-x>
40. Wan AW, Lee KJ, Benson LN. Infolding of covered stents used for aortic coarctation: Report of two cases. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014;83(1):104-8. <https://doi.org/10.1002/ccd.24998>
41. Wong SC, Burgess T, Cheung M, Zacharin M. The Prevalence of Turner Syndrome in Girls Presenting with Coarctation of the Aorta. *J Pediatr*. 2014 Feb;164(2):259-63. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.09.031>

Ten-Year Experience in the Treatment of Coarctation of the Aorta through Endovascular Stenting in Patients of Different Age Groups

Bogdan V. Cherpak, Igor O. Ditkivskyy, Nataliia S. Yashchuk, Yuliia V. Yermolovych, Oleksandr S. Golovenko, Yurii V. Panichkin

National Amosov Institute of Cardiovascular Surgery of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Abstract

The aim. To analyze the 10-year experience in aortic coarctation endovascular stenting in patients of different age groups.

Materials and methods. Examination and endovascular treatment of 194 patients aged 3 days to 60 years with coarctation of the aorta (CoA) with different anatomical and morphological variants was performed. According to the age criterion, the examined patients were divided into 4 study groups. The first group consisted of 84 patients (43.3%) over 25 years of age, group 2 included 33 patients (17.0%) aged 19 to 25 years, group 3 included 71 patients (36.6%) aged 5 to 18 years, and group 4 included 6 patients (3.1%) under 1 year of age.

Results and discussion. We presented the clinical features of different anatomical and morphological variants of CoA. Endovascular treatment of CoA with stenting is considered the best method for adolescents and adults, due to the lower risk of aneurysm formation compared to balloon angioplasty. We were able to successfully reduce the invasive pressure gradient in patients of different ages and to establish the dependence of complication rate on the stent type used. The most common complications were aneurysm formation (2.1%) and stent migration (2.1%). Complications occurred more often in cases of uncovered stents compared to stent grafts (5.3% and 2.1%, respectively, $p < 0.05$). No cases of hospital mortality were recorded in patients older than 5 years. Seven endovascular procedures were performed in 5 patients aged 3 days to 11 months (mean age 3.5 ± 1.6 months) with combined heart defects. Complications were documented in 1 child (20.0%). Endovascular intervention in pregnant women is indicated in refractory hypertension. We performed endovascular CoA stenting in 4 pregnant women at 15–23 weeks of gestation (average, 19.8 ± 3.1 weeks), and

in 6 women with well-controlled hypertension stenting was performed within 48 hours to 5 years after delivery. In all the presented cases, successful revascularization was achieved. During follow-up (from 2 months to 10 years), all 10 women are alive, did not develop recoarctation or complications.

Conclusions. The results of the analysis of CoA endovascular treatment showed that the chosen method and technique of intervention is appropriate and safe for patients of all ages, including pregnant women. Based on the results obtained, we have developed an algorithm for the management of patients who, according to clinical examination and echocardiography, were diagnosed with CoA during pregnancy.

Keywords: *coarctation, recoarctation, stenting, grafts, congenital heart disease, pregnant, infants, adolescents.*

Стаття надійшла в редакцію 18.10.2021 р.