

## Роль 2D ехокардіографії в оцінці можливості збереження клапана легеневої артерії при корекції тетради Фалло

О.С. Бородінова, А.К. Куркевич,  
Н.М. Руденко, І.М. Ємець

ДУ «Науково-практичний  
медичний центр дитячої кардіології  
та кардіохірургії МОЗ України»

Тетрада Фалло є однією з найрозповсюдженіших вроджених вад серця (ВВС), що складає 7-10 % від всіх ВВС. Радикальна корекція полягає в закритті дефекту міжшлуночкової перегородки та реконструкції вихідного тракту правого шлуночка (ВТПШ). Світові тенденції в хірургічній корекції тетради Фалло при реконструкції ВТПШ полягають в тому, щоб зберегти, коли це можливо, клапан легеневої артерії (ЛА) для уникнення пізніх ускладнень [8,9]. Морфологічна оцінка та достовірне вимірювання розміру кільця клапана ЛА має вирішальне значення для оцінки та прогнозування можливості збереження клапана ЛА у пацієнтів з тетрадою Фалло. Незважаючи на наявність високотехнологічних методів для візуалізації серця, ехокардіографічне вікно для вимірювання розмірів ВТПШ та ЛА не є стандартизованим, а отримані косі зображення ВТПШ та ЛА можуть недооцінювати або переоцінювати дійсні розміри [4]. Таким чином, доопераційні виміри клапана ЛА за даними ехокардіографії, як правило, не співпадають з інтраопераційними даними, що призводить до зміни доопераційного плану корекції.

**Мета дослідження** – визначити чутливість 2D трансоракальної ехокардіографії (2D TTE) в оцінці морфології клапана ЛА та виявити найбільш точну ехокардіографічну позицію для вимірювання його розміру та проаналізувати можливість росту кільця клапана ЛА у пацієнтів після корекції тетради Фалло із збереженням клапана ЛА.

### Матеріал та методи дослідження

В дослідження проспективно включені пацієнти з тетрадою Фалло, яким проведена радикальна корекція із збереженням клапана ЛА. Середній вік пацієнтів на момент операції

становив  $10,4 \pm 8,5$  (від 2 до 46) місяців, вага –  $8,5 \pm 1,6$  (4,2-15,5) кг.

Всім пацієнтам проведено повне 2D трансоракальне обстеження. Ехокардіографічне дослідження проводили на апаратах Philips iE33 та Epic з застосуванням у новонароджених конвексних датчиків S12-10, з частотою 10-12 МГц, а у дітей старше місяця – S8-3, з частотою 3-8 МГц (Philips Ultrasound, Bothell, WA). Після проведення стандартного ехокардіографічного обстеження згідно затвердженого протоколу, під час якого вимірювали розмір клапана ЛА парастернально по короткій вісі на рівні аортального клапана, додатково проводили вимірювання клапана по довгій вісі правого шлуночка в високій парастернальній позиції. Діаметр кільця клапана ЛА вимірювався в середині систоли між двома найбільш віддаленими точками прикріплення стулок клапана ЛА до кільця. Візуалізацію морфологічних особливостей клапана ЛА проводили по короткій вісі в високій парастернальній позиції.

Інтраопераційно клапан ЛА оцінювався хірургом як двостулковий чи тристулковий. Вимірювання діаметру кільця клапана проводили після висічення інфундибулярного стенозу та комісуротомії за допомогою найбільшого розширювача Hegar, який вільно проходив через кільце клапана. Діаметри кільця клапана ЛА були представлені у вигляді z-score, розрахованого з номограми Pettersen et al. [6].

Аналіз нормальності розподілу даних проводили за критерієм Шапіро-Вілка. У випадку нормального розподілу даних вони були представлені у вигляді середнього значення та стандартного відхилення ( $M \pm SD$ ), порівняння двох груп відбувалось за допомогою критерія Стюдента. При ненормальному розподілі даних вони були представлені у вигляді медіани (25 % – 75 %, мінімум – максимум), порівняння показників виконували за допомогою критеріїв Віл-

коксона. Для з'ясування корелятивних зв'язків між параметричними показниками розраховували лінійну кореляцію ( $r$  – критерій Пірсона). Статистичні відмінності вважалися істотними, коли значення  $P$  було  $<0,005$ . Статистичні аналізи проводились за допомогою програмного забезпечення “STATISTIC KINGDOM”.

## Результати та їх обговорення

Проаналізовано дані 44 пацієнтів з тетрадою Фалло, яким було виконано радикальну корекцію із збереженням клапана ЛА. З цієї групи у 16 (36,4 %) пацієнтів вада серця діагностована пренатально, в середньому на  $25 \pm 5$  тижні вагітності, із діагнозом тетрада Фалло у всіх випадків. В 1 випадку у плода з тетрадою Фалло після народження діагностовано додаткову ліву верхню порожнисту вену, що дрениється в ліве передсердя. Кількість стулок легеневого клапана можливо було візуалізувати у 30 (68,1 %) пацієнтів, з відповідністю хірургічним результатам у 93,3 % ( $n=28$ ) випадків. У 40 пацієнтів клапан був двостулковий, у 4 решти – тристулковий (90,9 % проти 9,1 %;  $P < 0,0001$ ). Середній розмір кільця клапана ЛА, представлений у вигляді z-score, по довгій вісі правого шлуночка був достовірно більшим, ніж розмір, виміряний парастернально по короткій вісі на рівні аортального клапана ( $-0,9 \pm 0,8$  проти  $-1,8 \pm 1,3$ ;  $p < 0,0001$ ). В порівнянні з інтраопераційними даними середній розмір кільця клапана ЛА, виміряний по короткій вісі на рівні аортального клапана, був достовірно меншим ( $-1 \pm 0,9$  проти  $-1,8 \pm 1,3$ ;  $P < 0,0001$ ), тоді як середній розмір кільця клапана ЛА по довгій вісі правого шлуночка достовірно не відрізнявся від інтраопераційних даних ( $-0,9 \pm 0,8$  проти  $-1 \pm 0,9$ ;  $P = 0,2$ ). Краща кореляція з інтраопераційними розмірами клапана ЛА виявлена при вимірюванні розміру клапана по довгій вісі правого шлуночка ( $-1 \pm 0,9$  проти  $-0,9 \pm 0,8$ ;  $R = 0,78$ ), тоді як при вимірюванні клапана по короткій вісі на рівні аортального клапана кореляційний зв'язок був менш виражений ( $-1 \pm 0,9$  проти  $-1,8 \pm 1,3$ ;  $R = 0,69$ ) ( $P < 0,0001$ ). Більшість пацієнтів з групи дослідження ( $n=41$ , 93%) мали інтраопераційний z-score клапана ЛА  $> -2,5$  (від  $-2,5$  до  $0,8$ ), та лише у 3 пацієнтів (7%) z-score клапана ЛА був  $< -2,5$  (у двох - z-score клапана ЛА =  $-2,6$  та у одного - z-score клапана ЛА =  $-2,7$ ). У 7 (16 %) пацієнтів інтраопераційний z-score клапана ЛА рівнявся від 0 до  $0,8$ .

Середній термін спостереження склав  $248 \pm 143$  днів. Розмір кільця клапана ЛА після корекції тетради Фалло в групі пацієнтів ( $n=36$ , 82 %) з відсутністю підклапанної обструкції ВТПШ та із z-score клапана ЛА  $> -2,6$  був достовірно більшим, ніж інтраопераційні розміри клапана ( $-0,33 \pm 0,16$  проти  $-1 \pm 0,9$ ;  $P < 0,001$ ), що свідчить про ріст клапана з часом. В групі пацієнтів ( $n=8$ , 18%) з наявністю залишкової підклапанної обструкції ВТПШ або у пацієнтів із інтраопераційним z-score клапана ЛА  $< -2,7$  кільце клапана ЛА після операції мало тенденцію до зменшення ( $-1,5 \pm 0,7$  (від  $-2,7$  до  $-0,6$ ) проти  $-1,8 \pm 1,4$  (від  $-4$  до  $0,1$ );  $P = 0,7$ ). У 1 пацієнта з цієї групи із z-score клапана ЛА =  $-2,7$  та при відсутності підклапанної обструкції ВТПШ кільце клапана ЛА не збільшувалось в розмірі протягом 6 місяців спостереження, що потребувало балонної вальвулопластики та, через неефективність останньої – трансанулярної пластики ВТПШ. Ще 2 пацієнтів з цієї групи з інтраопераційним z-score клапана ЛА  $> -1,9$  плануються на повторну операцію на ВТПШ через залишкову підклапанну обструкцію, що наростала протягом року. Середній градієнт на ВТПШ в групі без залишкової підклапанної обструкції ВТПШ на момент виписки склав  $31,8 \pm 13$  (від 11 до 68) мм рт.ст., тоді як на момент останньої консультації –  $29,3 \pm 11$  (від 10 до 49) мм рт.ст. ( $P = 0,4$ ). В групі із залишковою підклапанною обструкцією ВТПШ середній градієнт на ВТПШ на момент виписки склав  $44,0 \pm 13$  (від 30 до 65) мм рт.ст., тоді як на момент останньої консультації –  $58,9 \pm 18$  (від 40 до 90) мм рт.ст. ( $P < 0,05$ ).

Оцінка морфології клапана ЛА по короткій осі за допомогою трансторакальної ехокардіографії є складною і, як правило, не отримується при 2D ТТЕ. В окремих випадках це можливо, коли орієнтація ЛА не є звичною або у дітей грудного віку [5]. Для оцінки розмірів клапана ЛА існує коротка та довга парастернальні позиції ВТПШ та ЛА. Згідно американських, канадських та європейських рекомендацій щодо ехокардіографічної оцінки правого шлуночка та ЛА, найбільш точним та зручним для відтворення є розмір кільця ЛА, виміряний в короткій парастернальній позиції, та саме цю позицію слід використовувати [7, 3]. Тим не менше, за даними [2] розміри ЛА, отримані за допомогою 2D ТТЕ (коротка парастернальна вісь правого шлуночка), значно відрізняються від інтраопераційних даних. Інші дослідження, проведені для визначення достовірності розмірів клапана ЛА, базуються на виявлен-

ні високого кореляційного зв'язку інтраопераційних даних з даними 3D ехокардіографії, ангіографії, КТ та МРТ [7, 1]. Тим не менше, використання цих методів дослідження є обмеженим або небажаним через свою складність, дороговартість або шкідливість.

Дослідження демонструє високу кореляцію розміру клапана ЛА по довгій вісі правого шлуночка з інтраопераційними даними та кращу кореляцію порівняно з парастернальною позицією по короткій вісі на рівні аортального клапана. Враховуючи еліптичну форму клапана ЛА [7, 2], перевага довгої вісі правого шлуночка в високій парастернальній позиції для вимірювання розміру ЛА полягає в тому, що вона забезпечує візуалізацію клапана в площині довшого діаметру клапана. Для оцінки морфології клапана ЛА 2D ехокардіографія не є достатньо чутливим методом і може використовуватись в окремих випадках. Кільце клапана ЛА після корекції тетради Фалло із збереженням клапана з часом достовірно збільшується в розмірі за умови інтраопераційного z-score клапана ЛА  $> -2,6$  та відсутності залишкової підклапанної обструкції ВТПШ. Інтраопераційний z-score клапана ЛА  $-2,7$  був найменшим в нашій групі, при якому кільце клапана ЛА не збільшувалось в розмірі з часом, що потребувало повторної операції із трансанулярною пластиком ВТПШ. При наявності залишкової підклапанної обструкції ВТПШ та при z-score клапана ЛА  $< -2,7$  кільце клапана ЛА не збільшується в розмірі з часом, що потребує в подальшому повторного хірургічного втручання.

## Висновки

Дослідження показало, що 2D ТТЕ, а саме довга вісь правого шлуночка в високій парастернальній позиції, є інформативним неінвазивним методом візуалізації, що забезпечує достовірне вимірювання розміру клапана ЛА для прогнозування можливості збереження клапана ЛА при корекції тетради Фалло. Кільце клапана ЛА після корекції тетради Фалло із збереженням клапана ЛА має тенденцію до росту при відсутності підклапанної обструкції ВТПШ.

## Література

1. Gotschy A. Right ventricular outflow tract dimensions in arrhythmogenic right ventricular cardio-

myopathy/dysplasia – a multicentre study comparing echocardiography and cardiovascular magnetic resonance / A. Gotschy, A. Saguner, M. Niemann // *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. – 2017. – Vol. 00. – P. 1-8.

2. Hadeeda K. 3D transthoracic echocardiography to assess pulmonary valve morphology and annulus size in patients with Tetralogy of Fallot / K. Hadeeda, S. Hascoëta, R. Amadieu // *Archives of Cardiovascular Disease*. – 2016. – Vol. 109. – P. 87-95.

3. Lang R. Recommendations for Chamber Quantification: A Report from the American Society of Echocardiography's Guidelines / R. Lang, M. Bierig, R. Devereux [et al.] // *Journal of the American Society of Echocardiography*. – 2005. – Vol. 28. – P. 1-39.

4. Lopez L. Recommendations for quantification methods during the performance of a pediatric echocardiogram: a report from the Pediatric Measurements Writing Group of the American Society of Echocardiography Pediatric and Congenital Heart Disease Council / L. Lopez, S. D. Colan, P. C. Frommelt // *J Am Soc Echocardiogr*. – 2010. – Vol. 23. – P. 465-495 [quiz 576-7].

5. McAleer E. Unusual echocardiographic views of bicuspid and tricuspid pulmonic valves // E. McAleer, S. Kort, B. P. Rosenzweig // *J Am Soc Echocardiogr*. – 2001. – Vol. 14. – P. 1036-1038.

6. Pettersen M. D. Regression equations for calculation of Z scores of cardiac structures in a large-cohort of healthy infants, children, and adolescents: an echo-cardiographic study / M. D. Pettersen, W. Du, M. E. Skeens // *J Am Soc Echocardiogr*. – 2008. – Vol. 21. – P. 922-34.

7. Rudski L. G. Guidelines for the Echocardiographic Assessment of the Right Heart in Adults: A Report from the American Society of Echocardiography Endorsed by the European Association of Echocardiography / L. G. Rudski, W. W. Lai, J. Afilalo // *J Am Soc Echocardiogr*. – 2010. – Vol. 23. – P. 685-713.

8. Vida V. L. Evolving strategies for preserving the pulmonary valve during early repair of Tetralogy of Fallot: mid-term results / V. L. Vida, A. Guariento, B. Castaldi // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2014. – Vol. 147. – P. 687-94.

9. Vida V. L. Preserving the pulmonary valve during early repair of Tetralogy of Fallot: anatomic substrates and surgical strategies / V. L. Vida, A. Angelini, A. Guariento // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2015. – Vol. 149. – P. 1358-63.

## РОЛЬ 2D ЕХОКАРДИОГРАФІЇ В ОЦІНЦІ МОЖЛИВОСТІ ЗБЕРЕЖЕННЯ КЛАПАНА ЛЕГЕНЕВОЇ АРТЕРІЇ ПРИ КОРЕКЦІЇ ТЕТРАДИ ФАЛЛО

*О.С. Бородінова., А.К. Куркевич,  
Н.М. Руденко, І.М. Ємець*

В статті проведена оцінка чутливості 2D ТТЕ в визначенні морфології клапана легеневої артерії та виявлена 2D ТТЕ позиція для вимірювання розміру клапана, що має найкращу кореляцію з інтраопераційними даними. Проаналізовано ріст кільця клапана легеневої артерії після корекції тетради Фалло із збереженням клапана.

**Ключові слова:** 2D ТТЕ, тетрада Фалло, збереження клапана легеневої артерії.

## РОЛЬ 2D ЕХОКАРДИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОХРАНЕНИЯ КЛАПАНА ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ ПРИ КОРЕКЦИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО

*О.С. Бородина, А.К. Куркевич,  
Н.Н. Руденко, И.Н. Емец*

В статье проведена оценка чувствительности 2D ТТЕ в определении морфологии

клапана легочной артерии и выявлена 2D ТТЕ позиция для измерения размера клапана, которая имеет лучшую корреляцию с интраоперационными данными. Проанализирован рост кольца клапана легочной артерии после коррекции тетрады Фалло с сохранением клапана.

**Ключевые слова:** 2D ТТЕ, тетрада Фалло, сохранение клапана легочной артерии.

## ROLE OF 2D ECHOCARDIOGRAPHY FOR TETRALOGY OF FALLOT CORRECTION WITH PRESERVING PULMONARY ARTERY VALVE

*O.S. Borodinova, A.K. Kurkevych,  
N.M. Rudenko, I.M. Yemets*

The article assesses the sensitivity of 2D TTE in determining the morphology of the pulmonary artery valve and identifies a 2D TTE position for measuring the valve annulus with intraoperative data best correlation. The growth of the pulmonary artery valve annulus after tetralogy of Fallot correction with preserved pulmonary valve is analyzed.

**Key words:** 2D TTE, tetralogy of Fallot, pulmonary valve preservation.

### Патенти

#### СПОСІБ ОЦІНКИ КІНЦЕВО-ДІАСТОЛИЧНОГО ОБ'ЄМУ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА У ПАЦІЄНТІВ ПІСЛЯ СТЕНТУВАННЯ КОРОНАРНИХ АРТЕРІЙ

119895; Дикан І.М., Федьків С.В., Кравчук Е.Ю., Андрущенко І.В., Корсак І.С.

Спосіб оцінки кінцево-діастолічного об'єму лівого шлуночка у пацієнтів після стентування коронарних артерій, що включає проведення мультидетекторної комп'ютерної томографії та ехокардіографії, який відрізняється тим, що, досліджуються та розраховуються розміри кінцево-діастолічного об'єму лівого шлуночка: причому, у пацієнтів із стентуванням коронарних артерій кінцевий діастолічний об'єм лівого шлуночка при ехокардіографічному дослідженні є на 9,82 % менше, ніж при мультидетекторному комп'ютерному томографічному дослідженні.

#### СПОСІБ КОМП'ЮТЕРНО-ТОМОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ НИЖНІХ КІНЦІВОК 120993; Бабкіна Т.М., Шпак С.О., Танасічук В.С., Телуха К.І., Новіков В.В.

Спосіб комп'ютерно-томографічного дослідження нижніх кінцівок з моделюванням осьового навантаження, що включає визначення осьових показників, який відрізняється тим, що при комп'ютерно-томографічному дослідженні здійснюють осьове навантаження на нижні кінцівки шляхом одягання на пацієнта розробленого авторами пристрою для моделювання осьового навантаження при комп'ютерно томографічному дослідженні нижніх кінцівок з послідуочим індивідуальним предопераційним плануванням.