

**Климишин Ю. І.<sup>1</sup>**, лікар ультразвукової діагностики

**Лебідь І. Г.<sup>1</sup>**, канд. мед. наук, ст. науковий співробітник, провідний науковий співробітник

**Романюк О. М.<sup>1,2</sup>**, канд. мед. наук, доцент

**Ханенова В. А.<sup>1</sup>**, канд. мед. наук, провідний науковий співробітник

**Руденко Н. М.<sup>1,2</sup>**, д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри дитячої кардіології та кардіохірургії

<sup>1</sup>ДУ «Науково-практичний медичний центр дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Національна медична академія післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

## Клініко-інструментальне оцінювання віддалених результатів операції легеневого аутографта

### РЕЗЮМЕ

**Мета.** Оцінити віддалені результати операції легеневого аутографта на основі аналізу клінічних даних та результатів променевих методів дослідження.

**Матеріали і методи.** За період з 1996 по 2015 рр. 200 пацієнтам було виконано операцію Росса, середній вік яких становив  $145 \pm 101$  міс. Вікова структура пацієнтів на момент операції: до 5 років – 24 % ( $n = 48$ ), від 6 до 10 років – 18,5 % ( $n = 37$ ), від 11 до 17 років – 41 % ( $n = 82$ ) та старші за 18 років – 16,5 % ( $n = 33$ ). Після операції Росса показанням до повторних оперативних втручань на аутографті була виражена його недостатність. На кондуїті легеневої артерії – виражений стеноз кондуїту. Віддалений період спостереження після операції Росса в середньому становив 96 міс.  $\pm$  67 міс. (від 6 до 240 міс.).

**Результати.** Загальна летальність становила 9 % (18 пацієнтів). Віддалені результати простежено у 170 пацієнтів (93,4 %). На аутографті у віддалений період проведено у 10 пацієнтів 11 реоперацій (6,5 %) (2 пластики і 9 замін клапана). На кондуїті легеневої артерії частота виконання реоперацій у віддалений післяопераційний період становила 18,8 % ( $n = 32$ ) – 4 пластики та 28 замін кондуїту, також проведено 32 інтервенційні процедури (18,8 %). Свобода від реоперацій на аутографті становила – 99,4 %, 98,9 %, 95,4 %, 93,7 % через 5, 10, 15 та 20 років відповідно. Свобода від реоперацій на вихідному тракті правого шлуночка (ВТПШ) становила 90,2 %, 84,1 %, 83,6 %, 82,4 % через 5, 10, 15 та 20 років відповідно. Свобода від реінтервенцій на ВТПШ – 86,4 %, 83,7 %, 82,5 %, 82,5 % через 5, 10, 15 та 20 років відповідно.

**Висновки.** Найбільший досвід операції Росса в Україні сконцентрований у ДУ «НПМЦДКК МОЗ України». Операція Росса – це безпечна процедура з низьким рівнем летальності в ранній і віддалений післяопераційний період.

**Ключові слова:** аортальний клапан, легеневий аутографт, операція Росса, кондуїт, правий шлуночок.

### ВСТУП

Британським кардіохірургом Дональдом Россом 1967 року була вперше виконана операція легеневого аутографта – операція Росса (ОР), яка полягала в заміні ураженого аортального клапана (АК) власним життєздатним клапаном легеневої артерії (ЛА). На сьогодні ця операція стала альтернативою протезуванню АК не лише в пацієнтів педіатричної групи, а й у пацієнтів старшого віку [5]. Операція Росса супроводжується низькою ранньою і пізньою летальністю та частотою ускладнень, а також забезпечує здатність

до росту аутографта в дітей, демонструє добрі гемодинамічні результати, зберігає свою функцію протягом тривалого часу [3, 6, 7]. У пацієнтів після ОР відсутня необхідність у прийманні антикоагулянтів, практично відсутній ризик тромбоемболічних ускладнень і гемолізу на клапані, проте переміщення клапана ЛА в зону високого тиску породжує низку проблем та невирішених питань. Операція Росса – це технічно складна операція, прогресуюча дилатація легеневого аутографта залишається недостатньо вивченою, також не визначено вік, в якому ОР має оптимальний результат [4]. Предметом багатьох дискусій є вибір оптимального кондуїту для реконструкції вихідного тракту правого шлуночка (ВТПШ), розвиток стенозу або недостатності на кондуїті у віддалений період [7, 8].

## МЕТА РОБОТИ

Оцінити віддалені результати операції легеневого аутографта на основі аналізу клінічних даних та результатів променевих методів дослідження.

## МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

За період з 1996 по 2002 рр. у ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН України» та з 2003 по 2015 рр. у ДУ «НПМЦДКК МОЗ України» 200 пацієнтам було виконано ОР. Середній вік пацієнтів на момент операції становив  $145 \pm 101$  міс. (від 1 міс. до 648 міс.). Вікова структура пацієнтів на момент операції: до 5 років – 24 % ( $n = 48$ ), від 6 до 10 років – 18,5 % ( $n = 37$ ), від 11 до 17 років – 41 % ( $n = 82$ ) та старші за 18 років – 16,5 % ( $n = 33$ ). Пацієнти чоловічої статі становили 78 % ( $n = 156$ ), жіночої – 22 % ( $n = 44$ ). Середня маса тіла –  $40 \pm 22$  кг (від 3 до 119 кг).

Віддалений період спостереження після ОР становив  $96$  міс.  $\pm 67$  міс. (від 6 до 240 міс.). Показаннями до оперативного втручання були: комбінована аортальна вада з переважанням стенозу ( $n = 103$ ; 51,5 %), аортальна вада з переважанням недостатності ( $n = 68$ ; 34 %), аортальна вада без явного переважання ( $n = 29$ ; 14,5 %). Для відновлення ВТПШ у пацієнтів після ОР використовували такі типи кондуїтів: кондуїт з політетрафлоретилену з трьома стулками ( $n = 54$ ; 27 %), з поліетилентерефталату з трьома стулками ( $n = 33$ ; 16,5 %), ксенографт ( $n = 32$ ; 16 %), гомографт ( $n = 18$ ; 9 %), тристулковий аутографт з аутоперикарда ( $n = 43$ ; 21,5 %), відновлення легеневої артерії за допомогою залишку нативної ЛА із моностулкою ( $n = 16$ ; 8 %), аутоперикардальний кондуїт з трьома стулками з мембрани матрикс ( $n = 4$ ; 2 %). Діаметр кондуїту в легеневій позиції коливався від 12 до 32 мм, середній –  $23,9 \pm 4,2$  мм.

Згідно з рекомендаціями EAE/ASE, за даними ехокардіографічного (ЕхоКГ) дослідження: за рівнем вираженості стенозу кондуїту ЛА пацієнти були розподілені на три групи: група I, в яку ввійшли пацієнти з незначним стенозом кондуїту, градієнт тиску на кондуїті ЛА в цієї групи пацієнтів становив від 15 до 34 мм рт. ст., група II – пацієнти з помірним стенозом кондуїту ЛА (від 35 до 64 мм рт. ст.) та група III з вираженим стенозом кондуїту (від 65 до 90 мм рт. ст.) [9]. Нами було запропоновано спосіб оцінювання функції правого шлуночка (ПШ) у пацієнтів з різним ступенем дисфункції кондуїту ЛА у віддалений післяопераційний період, який полягав у тому, що при ЕхоКГ оцінювали систолічну функцію ПШ за допомогою вимірювання параметра систолічної екскурсії площини фіброзного кільця трикуспідаль-

ного клапана (ТК) (СЕПТК або ТАРСЕ), оцінювали показники тканинної імпульсної доплерографії (ТІД), розраховували фракційну зміну площі (ФЗП) ПШ. Вимірювання проводили з верхівкової чотирикамерної позиції, визначали кінцево-діастолічну (КДП) та кінцево-систолічну площу (КСП) перетину ПШ. За допомогою ТІД із верхівкової чотирикамерної позиції встановлювали контрольний об'єм на латеральній частині фіброзного кільця ТК та визначали такі швидкісні показники роботи кільця ТК: пікова систолічна швидкість S та діастолічні параметри (рання E та пізня A передсердна швидкості та їх співвідношення), а також міокардіальний індекс продуктивності (МІП) ПШ або індекс Теі [1, 2].

Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою пакета програми Microsoft Office Excel після створення бази даних. Обчислювали середню величину (M) та стандартну похибку середнього (m). Достовірність отриманих даних встановлювали за допомогою t-критерію Стьюдента. Розбіжність між порівнюваними показниками визнавали достовірними, якщо значення достовірності було більше або дорівнювало 95 % ( $p < 0,05$ ).

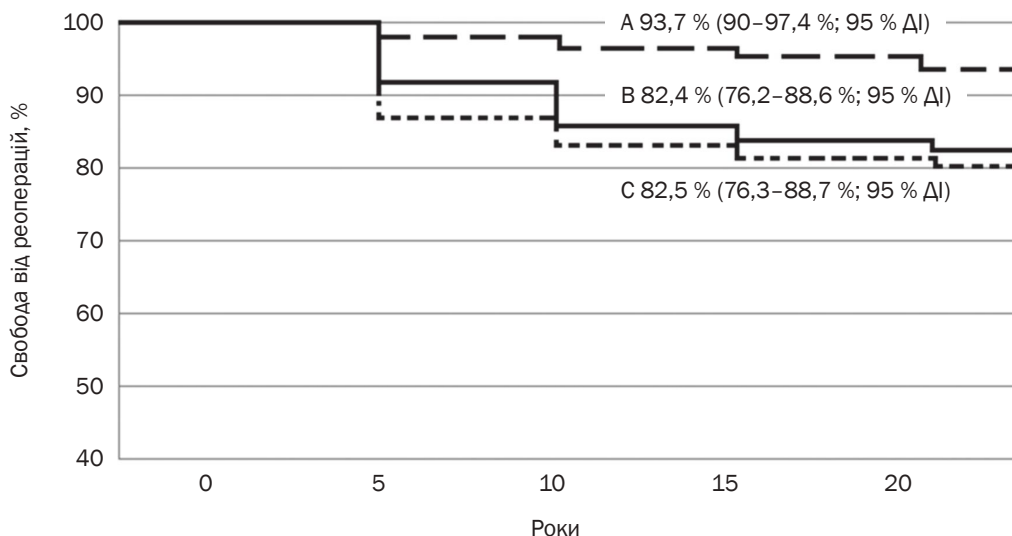
## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Загальна летальність становила 9 % ( $n = 18$ ). У ранній післяопераційний період померло 13 хворих (6,5 %), у віддалений післяопераційний період – 5 пацієнтів (2,5 %). Віддалені результати простежено у 170 пацієнтів (93,4 %). Перед ОР у 93 пацієнтів (46,5 %) виконано 112 операцій, із них у 45 пацієнтів (22,5 %) – з використанням штучного кровообігу та у 9 (4,5 %) – без використання штучного кровообігу. Балонна вальвулопластика аортального клапана проведена у 55 пацієнтів (27,5 %).

У 10 пацієнтів на аутографті у віддалений період після ОР проведено 11 реоперацій (6,5 %). Показаннями до повторних оперативних втручань, за даними ЕхоКГ, були: виражена неоаортальна недостатність з дилатацією кореня та висхідної аорти і субаортальний стеноз. Середній період після ОР до повторного оперативного втручання на аутографті становив 154,3 міс. (від 12 до 212 міс.). Структура повторних оперативних втручань на аутографті після ОР представлена: процедурою Бентала ( $n = 6$ ; 3,5 %), протезуванням АК ( $n = 2$ ; 1,1 %), процедурою Девіда ( $n = 1$ ; 1,1 %), операцією Якуба ( $n = 1$ ; 1,1 %). В одного пацієнта (1,1 %) після операції Якуба спостерігалася виражена недостатність на аутографті, що було показанням через 24 міс. до протезування аортального клапана. Свобода від реоперацій на аутографті становила – 99,4 %, 98,9 %, 95,4 %, 93,7 % через 5, 10, 15 та 20 років відповідно.

На кондуїті ЛА частота виконання реоперацій у віддалений післяопераційний період досягала 18,8 % ( $n = 32$ ). Середній період від ОР до заміни кондуїту становив 64 міс. (від 4 до 212 міс.). За даними ЕхоКГ, основною причиною повторних втручань став виражений стеноз кондуїту у 24 пацієнтів (14 %) із середнім піковим градієнтом тиску на кондуїті  $66 \pm 10,3$  мм рт. ст. (від 50 до 87 мм рт. ст.). У 3 пацієнтів (1,8 %) спостерігалася виражена недостатність на кондуїті ЛА, у 5 (2,9 %) – інфекційний ендокардит кондуїту ЛА. Перед заміною кондуїту/пластиком виконано 17 (10 %) балонних дилатацій стенозу кондуїту без значущого ефекту, тому згодом було проведено оперативне лікування. У 15 пацієнтів (8,8 %) виконана балонна дилатація кондуїту із задовільним результатом, що на даний момент не вимагає повторних втручань. Усього проведено 32 ангіопроцедури (18,8 %) пацієнтам після ОР. Свобода від реоперацій на ВТПШ становила 90,2 %, 84,1 %, 83,6 %, 82,4 % через 5, 10, 15

та 20 років відповідно. Свобода від реінтервенцій на ВТПШ – 86,4 %, 83,7 %, 82,5 %, 82,5 % через 5, 10, 15 та 20 років відповідно (рисунок 1).



**Рисунок 1. Двадцятирічна свобода від повторних оперативних втручань та інтервенцій у віддалений період на аутографті та ВТПШ (метод Каплана – Мейера)**

Примітка. А – свобода від реоперацій на аутографті, В – свобода від реоперацій на ВТПШ, С – свобода від реінтервенцій на ВТПШ; ДІ – довірчий інтервал.

Під час оцінювання вираженого стенозу кондуїту на ЛА пацієнти були розподілені на три групи: у групі I (n = 53) середній вік –  $175 \pm 92$  міс. (від 36 до 278 міс.), середній градієнт тиску на кондуїті ЛА –  $22,7 \pm 17,7$  мм рт. ст.; у групі II (n = 47) середній вік –  $200 \pm 79$  міс. (від 90 до 324 міс.), середній градієнт тиску на кондуїті ЛА –  $46 \pm 17,8$  мм рт. ст.; у групі III (n = 15) –  $159 \pm 68$  міс. (від 56 до 199 міс.),  $72 \pm 18,3$  мм рт. ст. відповідно. У контрольну групу (група IV) увійшло 15 здорових пацієнтів, середній вік –  $183 \pm 95$  міс.

За даними ЕхоКГ, у всіх пацієнтів було оцінено систолічну та діастолічну функцію ПШ та визначено, що достовірного зниження швидкісних показників систолічної функції в групі I ( $S = 11,2 \pm 0,3$  см/с, ФЗП =  $53 \pm 2,1$  %, TAPSE =  $19 \pm 0,5$  см, Tei index =  $0,5 \pm 0,01$ ) порівняно з контрольною (IV) ( $S = 12,0 \pm 0,5$  см/с, ФЗП =  $54,8 \pm 1,5$  %, TAPSE =  $20,0 \pm 0,1$  см, Tei index =  $0,4 \pm 0,07$ ) не відзначалося ( $p > 0,05$ ), а також не відзначалося достовірного зниження швидкісних показників діастолічної функції ПШ в цих групах: I ( $E = 14,2 \pm 0,5$  см/с,  $A = 8,9 \pm 0,3$  см/с,  $E/A = 1,6 \pm 0,1$ ) та IV ( $E = 15,7 \pm 2,2$  см/с,  $A = 12,2 \pm 1,7$  см/с,  $E/A = 1,4 \pm 0,1$ ) ( $p > 0,05$ ). У пацієнтів II групи з помірним стенозом кондуїту ЛА відзначалося достовірне зниження показників систолічної функції ПШ ( $S = 11,0 \pm 0,4$  см/с, ФЗП =  $49,7 \pm 1,5$  %, TAPSE =  $17,9 \pm 0,5$  см, Tei index =  $0,54 \pm 0,01$ ) порівняно з IV групою ( $S = 12,0 \pm 0,5$  см/с, ФЗП =  $54,8 \pm 1,5$  %, TAPSE =  $20,0 \pm 0,1$  см, Tei index =  $0,4 \pm 0,07$ ) ( $p < 0,05$ ), достовірно значущої статистичної різниці в оцінці діастолічної функції ПШ в цих групах не було виявлено: II ( $E = 13,0 \pm 0,5$  см/с,  $A = 8,9 \pm 0,3$  см/с,  $E/A = 1,6 \pm 0,1$ ) та IV ( $E = 15,7 \pm 2,2$  см/с,

$A = 12,2 \pm 1,7$  см/с,  $E/A = 1,4 \pm 0,1$  ( $p > 0,05$ ). Проте, починаючи з II групи, у пацієнтів почали відзначати зниження амплітуди піка E: II група ( $E = 13,0 \pm 0,5$  см/с) порівняно з IV групою ( $E = 15,7 \pm 2,2$  см/с), що свідчить про появу діастолічної дисфункції в цій групі пацієнтів, хоча статистично значущої різниці не було виявлено. При порівнянні III групи пацієнтів з вираженим стенозом кондуїту ЛА ( $S = 10,4 \pm 0,5$  см/с, ФЗП =  $43,2 \pm 1,9$  %, TAPSE =  $15,8 \pm 0,9$  см, Tei index =  $0,61 \pm 0,03$ ) та контрольної IV групи ( $S = 12,0 \pm 0,5$  см/с, ФЗП =  $54,8 \pm 1,5$  %, TAPSE =  $20,0 \pm 0,1$  см, Tei index =  $0,4 \pm 0,07$ ) ( $p < 0,05$ ) спостерігали достовірне зниження показників систолічної функції ПШ. Під час оцінювання діастолічної функції ПШ було також виявлено достовірно значущу різницю в цих групах – III група ( $E = 10,5 \pm 0,89$  см/с) порівняно з IV групою ( $E = 15,7 \pm 2,2$  см/с),  $p < 0,05$ . Виявлено, що в III групі пацієнтів знижена систолічна і діастолічна функції ПШ.

При порівнянні I та II груп пацієнтів не відзначалося достовірного зниження швидкісних показників систолічної та діастолічної функцій ПШ ( $p > 0,05$ ). При порівнянні пацієнтів I і III та II і III груп виявлено достовірне ( $p < 0,05$ ) зниження показників систолічної функції ПШ у III групі порівняно з I та II. Під час оцінювання діастолічної функції ПШ у пацієнтів I групи порівняно з II не було виявлено статистично значущої різниці ( $p > 0,05$ ), хоча амплітуда піка E у II групі ( $E = 13,0 \pm 0,5$  см/с) була нижче, ніж у I ( $E = 14,2 \pm 0,5$  см/с), що може свідчити про появу діастолічної дисфункції з наростанням вираженості стенозу кондуїту.

За даними клініко-інструментальних методів дослідження, в пацієнтів після ОР спостерігаються позитивні безпосередні результати та задовільні віддалені, тому є необхідність у детальнішому спостереженні у віддалений період. Ехокардіографія повинна бути спрямована на оцінювання функції аутографта, ВТПШ та функції ПШ, так як основну кількість реоперацій проводять на ВТПШ та з приводу дисфункції аутографта. У пацієнтів з незначним стенозом кондуїту не відзначалося розладів систолічної та діастолічної функції ПШ. Достовірне зниження систолічної функції ПШ було виявлено в пацієнтів з помірним та вираженим стенозом кондуїту ЛА порівняно з контрольною групою, що вказує на необхідність ретельного подальшого обстеження таких пацієнтів кожні 3–6 міс. для визначення оптимальних термінів оперативного втручання. Серед променевих методів ЕхоКГ є одним із основних методів обстеження пацієнтів після ОР.

## ВИСНОВКИ

Використання комплексної ЕхоКГ як найбільш доступного, простого та неінвазивного методу дослідження дозволяє досить точно оцінити функцію аутографта, кондуїту ЛА, структуру, систолічну та діастолічну функції ПШ у пацієнтів після операції Росса та прогнозувати виникнення їх дисфункції у віддалений післяопераційний період для уточнення показань до повторних оперативних втручань без необхідності проведення дороговартісних методів візуалізації. Легеневий аутографт після операції Росса демонструє добрі гемодинамічні характеристики протягом тривалого часу, про що свідчить високий рівень свободи від реоперацій за двадцятирічний період. Рівень свободи від реоперацій на ВТПШ свідчить про задовільні результати за двадцятирічний період. Найбільший досвід операції Росса в Україні, сконцентрований в ДУ «НПМЦДКК МОЗ України», дозволяє рекомендувати цю операцію, як альтернативу в лікуванні аортальних вад серця дітей та молодих дорослих.

**Klymyshyn Yu. I.**<sup>1</sup>, Ultrasound Diagnosis Doctor

**Lebid I. H.**<sup>1</sup>, Candidate of Medical Science, Senior Researcher, Leading Researcher

**Romanyuk O. M.**<sup>1,2</sup>, Candidate of Medical Science, Assistant Professor

**Khanenova V. A.**<sup>1</sup>, Candidate of Medical Science, Leading Researcher

**Rudenko N. M.**<sup>1,2</sup>, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department of Children's Cardiology and Cardiac Surgery

<sup>1</sup>SI "The Scientific-Practical Children's Cardiac Center of the Ministry of Health Care of Ukraine", Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

## Clinical and radiological characteristic of results after pulmonary autograft operation

### SUMMARY

**Objective.** To present clinical and radiological characteristic of results after pulmonary autograft operation.

**Materials and methods.** During the period from 1996 till 2015 200 consecutive patients underwent Ross procedure at our institution. The mean age of patients was  $145 \pm 101$  months, 24 % (n = 48) of them – in the age of 5 years, 18.5 % (n = 37) – from 6 to 10 years, 41 % (n = 82) – from 11 to 17 years and 16.5 % (n = 33) older than 18 years. Indications for reoperations after Ross procedure on autograft were severe autograft insufficiency and on RV-PA conduit was severe conduit stenosis. Long-term follow up at median was 96 month  $\pm$  67 month.

**Results.** Mortality was 18 deaths (9 %). Long-term results followed in 170 (93.4 %) patients. Ten patients required eleven (6.5 %) reoperations on the pulmonary autograft (2 repairs and 9 replacements) and 32 (18.8 %) patients in the pulmonary conduit reoperation (4 plasty and 28 replacement) and were performed 32 (18.8 %) transcatheter procedure.

Freedom from reoperation on autograft was – 99.4 %, 98.9 %, 95.4 %, 93.7 % after 5, 10, 15 and 20 years. Freedom from reoperations on pulmonary conduit was 90.2 %, 84.1 %, 83.6 %, 82.4 % after 5, 10, 15 and 20 years. Freedom from percutaneous procedure on pulmonary conduit was 86.4 %, 83.7 %, 82.5 %, 82.5 % at 5, 10, 15 and 20 years.

**Conclusions.** The Scientific-Practical Children's Cardiac Center the Ministry of Health of Ukraine have the highest experience of Ross procedure in Ukraine. The Ross procedure is a safe procedure with low mortality at early and long-term postoperative period.

**Key words:** aortic valve, pulmonary autograft, Ross procedure, conduit, right ventricle.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ехокардіографічна оцінка функціонального стану правого шлуночка у хворих на артеріальну гіпертензію / О. С. Барабаш, Ю. А. Іванів, М. Ю. Телішевська, Ю. О. Паламарчук // Серце і судини. – 2013. – № 3. – С. 111–117.
2. Пат. 105302, Україна, МПК (2016.01) А61В 17/00. Спосіб ехокардіографічної оцінки функції правого шлуночка після операції Росса / Ю. І. Климишин, Н. М., Романюк, І. Г. Лебідь, В. А. Ханенова, О. М. Руденко. – № u201509446 ; заявл. 01.10.2015 ; опубл. 10.03.2016, Бюл. № 5.
3. Growth of the pulmonary autograft after the Ross operation in childhood / P. Simon, C. Aschauer, R. Moidl, [et al.] // Eur. J. Cardiothorac Surg. – 2001. – Vol. 19. – P. 118–121.
4. The Ross procedure: long-term clinical and echocardiographic follow-up / N. T. Kouchoukos, P. Masetti, N. J. Nickerson, [et al.] // Ann Thorac Surg. – 2004. – Vol. 78. – P. 773–781.
5. Under-use of the Ross operation – a lost opportunity / M. H. Yacoub, I. El-Hamamsy, H. H. Sievers, [et al.] // Lancet. – 2014. – Vol. 384. – P. 559–560.
6. Stelzer P. The Ross Procedure: State of the Art 2011 / P. Stelzer // Semin Thorac Cardiovasc Surg. – 2011. – Vol. 23. – P. 115–123.

- 
7. A multicentre evaluation of the autograft procedure for young patients undergoing aortic valve replacement: update on the German Ross Registry / H. H. Sievers, U. Stierle, E. I. Charitos, [et al.] // *Eur. J. Cardiothorac Surg.* – 2016. – Vol. 49. – P. 212–219.
  8. Long-term survival and reinterventions after the ross procedure across the pediatric age spectrum / J. S. Nelson, S. K. Pasquali, C. N. Pratt, [et al.] // *Ann Thorac Surg.* – 2015. – Vol. 99. – P. 2086–2095.
  9. Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice [Electronic resource] / H. Baumgartner, J. Hung, J. Bermejo, [et al.] // *European Journal of Echocardiography.* – 2009. – Vol. 10. – P. 1–25.

## REFERENCES

1. Barabash O. S., Ivaniv Yu. A., Telihshevska M. Yu., Palamarchuk Yu. O. (2013) Ehokardiografichna otsinka funktsionalnoho stanu pravoho shlunochka u khvoryh na arterialnu hipertensiu [Echocardiographic assessment functional status of right ventricular in patients with arterial hypertension]. *Heart and vessels*, vol. 3, pp. 111–117. (in Ukr.)
2. Klymyshyn Y., Romaniuk A., Lebid I., Khanenova V., Rudenko N. (2016) *Patent na korysnu model: Sposib ehokardiografichnoi otsinky funktsii pravoho shlunochka u patsientiv pislia operatsii Rossa* [Method of echocardiographic evaluation of the right ventricle function in patients after the Ross procedure]. Patent, no. 201509446. (in Ukr.)
3. Simon P., Aschauer C., Moidl R., Marx M., Keznickl F. P., Eigenbauer E., Wolner E., Wollenek G. (2001) Growth of the pulmonary autograft after the Ross operation in childhood. *Eur J. Cardiothorac Surg.*, vol. 19, pp. 118–121.
4. Kouchoukos N. T., Masetti P., Nickerson N. J., Castner C. F., Shannon W. D., Dávila-Román V. G. (2014) The Ross procedure: long-term clinical and echocardiographic follow-up. *Ann Thorac Surg.*, vol. 78, pp. 773–776.
5. Yacoub M. H., El-Hamamsy I., Sievers H. H., Carabello B. A., Bonow R. O., Stelzer P., da Costa F. D., Schäfers H. J., Skillington P., Charitos E. I., Luciani G. B., Takkenberg J. J. (2014) Under-use of the Ross operation – a lost opportunity. *Lancet*, vol. 28, pp. 60–64.
6. Stelzer P. (2011) The Ross Procedure: State of the Art 2011. *Semin Thorac Cardiovasc Surg.*, vol. 23, pp. 115–123.
7. Sievers H. H., Stierle U., Charitos E. I., Takkenberg J. J., Hörer J., Lange R., Franke U., Albert M., Gorski A., Leyh R. G., Riso A., Sachweh J., Moritz A., Hetzer R., Hemmer W. (2016) A multicentre evaluation of the autograft procedure for young patients undergoing aortic valve replacement: update on the German Ross Registry. *Eur J Cardiothorac Surg.*, vol. 49, pp. 212–219.
8. Nelson J. S., Pasquali S. K., Pratt C., Yu S., Donohue J. E., Loccoh E., Ohye R. G., Bove E. L., Hirsch-Romano J. C. (2015) Long-term survival and reinterventions after the ross procedure across the pediatric age spectrum. *Ann Thorac Surg.*, vol. 99, pp. 2086–2095.
9. Baumgartner H., Hung J., Bermejo J., Chambers J. B., Evangelista A., Griffin B. P., Lung B., Otto C. M., Pellikka P. A., Quiñones M. (2009) Echocardiographic assessment of valve stenosis: EAE/ASE recommendations for clinical practice. *J Am Soc Echocardiogr.*, vol. 10, pp. 1–25.

Статья поступила в редакцию 18.11.2016 г.