

**Кундіна В. В.**, асистент кафедри радіології, <https://orcid.org/0000-0002-6200-2023>

**Бабкіна Т. М.**, д-р мед. наук, професор, завідувач кафедри радіології, <https://orcid.org/0000-0001-5046-870X>

Національний університет охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

## Кореляція показника життєздатності міокарда з фракцією викиду лівого шлуночка у пацієнтів після реваскуляризації міокарда

### Резюме

**Вступ.** Ішемічна хвороба серця (ІХС) є однією з основних причин смертності від серцево-судинних причин. Важкість перебігу ІХС визначають за ступенем дисфункції лівого шлуночка (ЛШ), що переважно спричиняється атеросклерозом вінцевих судин. Відновлення функціональної здатності серця безпосередньо залежить від гібернуючого об'єму міокарда, що і є наріжним каменем при реваскуляризації.

**Мета роботи** – оцінювання кореляційної залежності покращення життєздатності міокарда як результату хірургічного лікування методом аорто-коронарного шунтування (АКШ) у пацієнтів різних груп із систолічною дисфункцією та збереженою функцією ЛШ.

**Матеріали та методи.** Обстежено 62 хворих з ІХС на базі ДУ «Інститут серця МОЗ України», з яких у 27 (44 %) хворих відзначено варіант серцевої недостатності із фракцією викиду (ФВ) 50 % або більше (група 1). У 35 (56 %) хворих зафіксовано ФВ 49 % і менше (група 2). Міокардіосцинтиграфію проводили в динаміці лікувальних заходів (до виконання АКШ та після АКШ) за протоколом – One Day Rest.

**Результати та їх обговорення.** Вибірки досліджуваних хворих до та після лікування порівнювали за непараметричним методом Вілкоксона (Wilcoxon Matched Pairs Test). У 1-й групі ФВ  $\geq 50$  % кількість життєздатного міокарда у процесі хірургічного лікування вірогідно збільшувалась із значеннями від 81,7 довірчий інтервал (ДІ) 95 % (78,5; 84,9) до 86,9 ДІ 95 % (84,4; 89,3). Однак сама ФВ до та після лікування залишалась на тому самому рівні або дещо знижувалась, становлячи 54,9 ДІ 95 % (50,8; 59,1) та 52,5 ДІ 95 % (48,6; 56,3). У 2-й групі з ФВ  $\leq 49$  % кількість життєздатного міокарда у процесі хірургічного лікування вірогідно збільшувалась із значеннями від 59,9 ДІ 95 % (54,9; 64,8) до 65,9 ДІ 95 % (60,2; 71,6) ( $p = 0,00005$ ). Проте сама ФВ до та після лікування залишалась на тому самому рівні, становлячи 28,9 ДІ 95 % (24,8; 32,9) та 31,1 ДІ 95 % (26,8; 35,5) ( $p = 0,19$ ).

**Висновки.** Життєздатність міокарда в обох досліджуваних групах значно поліпшувалась, враховуючи високу статистичну достовірність результатів, хоча ФВ ЛШ або лишалась незмінною, або змінювалась незначно. Покращення статичних параметрів (перфузія стінок) також підтверджує позитивний ефект реваскуляризації при незмінних або статистично недостовірних змінах динамічних параметрів (ФВ, кінцево-діастолічний об'єм).

**Ключові слова:** міокардіосцинтиграфія, ішемічна хвороба серця, реваскуляризація, фракція викиду, життєздатність міокарда, аорто-коронарне шунтування, перфузія.

**Вступ.** Реваскуляризація міокарда методом аорто-коронарного шунтування (АКШ) в поєднанні з адекватною медикаментозною терапією справляє значний вплив на збільшення тривалості життя пацієнтів з ішемічною хворобою серця (ІХС) порівняно з групами пацієнтів, які отримують тільки медикаментозне лікування [1]. Покращення систолічної функції серця пацієнтів після АКШ відбувається в 21–65 % всіх прооперованих випадків [2, 3]. До цього часу не отримано

прямих доказів ролі життєздатності міокарда (ЖМ) для безпосереднього оцінювання ефективності хірургічної реваскуляризації [4, 5].

**Мета дослідження** – оцінювання кореляційної залежності покращення життєздатності міокарда як результату хірургічного лікування методом АКШ у пацієнтів різних груп із систолічною дисфункцією та збереженою функцією лівого шлуночка (ЛШ).

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження має паралельно-груповий відкритий дизайн, є ретроспективним з елементами стратифікації, яка здійснювалась за ознаками збереження систолічної функції ЛШ, площі ураження коронарного русла, показників

ЖМ у передопераційному періоді. Всі пацієнти були оперовані хірургічними бригадами з високою кваліфікацією кардіологічних хірургів (понад 15 років практики, вища лікарська категорія) для мінімізації лікарської помилки. Рандомізація при формуванні вибірки не використовувалась.

Для реалізації поставлених клінічних задач було обстежено 62 хворих з ІХС на базі ДУ «Інститут серця МОЗ України», серцевою недостатністю, зі збереженою систолічною функцією та систолічною дисфункцією, які проходили клініко-інструментальні дослідження та стаціонарне лікування в кардіохірургічному відділенні.

Пацієнти були послідовно обстежені та відібрані для проведення реваскуляризації міокарда. Діагноз ІХС встановлювали на підставі результатів комплексу досліджень, які включали вимірювання артеріального тиску, електрокардіографію (ЕКГ) у 12 відведеннях, лабораторні тести, ехокардіографію, коронарорентрокулографію. Діагноз ІХС встановлювали за стандартами Європейського товариства кардіологів (2019) [6].

Всі хворі обстежені в динаміці патологічного процесу до та після хірургічного лікування. Вік хворих становив від 40 до 79 років, середній вік обстежених –  $59,6 \pm 8,2$  року.

Усі пацієнти підписували добровільну згоду на участь у клінічному дослідженні, що була затверджена Комісією з етики Національного університету охорони здоров'я імені П. Л. Шупика (Київ), та були повідомлені про можливі наслідки введення радіофармпрепаратів (РФП).

Серед досліджених хворих 5 пацієнтів (8,0 %) заперечували наявність інфаркту міокарда (ІМ). Переважна більшість хворих (50 пацієнтів; 80,7 %) мали один ІМ в анамнезі, 7 хворих (11,3 %) – два ІМ. У 5 хворих з групи перенесених інфарктів анамнестично був зареєстрований ІМ без патологічного зубця Q, у 52 пацієнтів – трансмуральний ІМ.

Одним з основних параметрів функціональної здатності ЛШ серця є фракція викиду (ФВ), яка безпосередньо вказує на наявність серцевої недостатності у хворих з ІХС. Тому під час оцінювання ЖМ у хворих з ІХС ми дослідили 26 (42 %) хворих, що мали варіант серцевої недостатності зі значущою систолічною дисфункцією ЛШ із ФВ 40 % і менше. 9 пацієнтів (14 %) мали варіант помірно зниженої систолічної функції ЛШ із ФВ у діапазоні 41–49 % (так звана «сіра зона»). Враховуючи оновлені рекомендації ESC із серцевої недостатності (2021), ці пацієнти потребують такого самого лікування, як і пацієнти зі значно зниженою систолічною функцією [7]. Ми об'єднали їх в єдину групу – пацієнти із систолічною дисфункцією – 35 хворих (56 %), що становили 2-у групу досліджуваних. 27 (44 %) хворих мали збережену систолічну функцію – ФВ більше або дорівнює 50 % – 1-а група досліджуваних.

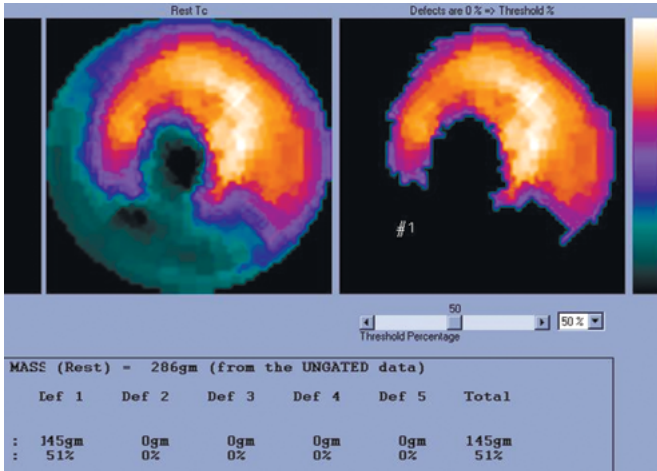
АКШ було визначено як пріоритетний метод лікування у пацієнтів, що мали такі площі ураження коронарного русла: клінічно значущий стеноз правої міжшлуночкової гілки лівої коронарної артерії з моно- та двосудинними ураженнями коронарного русла; при ураженні стовбура лівої коронарної артерії понад 50 % з будь-яким SYNTAX score [8] та всі пацієнти з полісудинними ураженнями.

Міокардіосцинтиграфію (МСГ) проводили на комбінованій гамма-камері Infinia Hawkeye™ фірми GE (США) з інтегрованим комп'ютерним томографом (КТ) і спеціальним кардіологічним пакетом програм. Дослідження проводили в режимах однофотонної емісійної комп'ютерної томографії (ОФЕКТ) та ОФЕКТ/КТ з ЕКГ-синхронізацією (Gated SPECT) за рекомендаціями Європейської асоціації з ядерної медицини [9, 10] з низькоенергетичним коліматором високої роздільної здатності. Використовували РФП  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI (метоксиізобутилізонітрил).  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI вводили внутрішньовенно активністю 555–740 МБк. Всім хворим проводили МСГ у динаміці лікувальних заходів (до проведення та після АКШ). Використовували одноденний протокол – One Day Rest [11]. Всього проведено 124 сцинтиграфічних досліджень. При використанні  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI ефективна доза опромінення становила 0,015 мЗв/МБк. Середня доза опромінення – 8,3–11,1 мЗв. При використанні технологій з КТ-реконструкцією до вищевказаних ефективних доз додавали дози опромінення залежно від кількості зрізів для кожного пацієнта. Кількість зрізів коливалася від 8 до 10. Доза опромінення досягала 0,4 мЗв на кожен зріз. Сумарна доза коливалася від 12 до 15 мЗв, що не виходило за граничні значення опромінення хворих категорії АД [12].

Обробку даних МСГ проводили за допомогою робочої станції Xeleris, використовуючи пакети кардіологічних програм Muovation та ECToolBox. Для визначення кількості ЖМ застосовували тест 50 % і вище накопичення РФП [13]. Якщо фіксація РФП дорівнювала або була більшою за 50 %, то такий міокард вважали життєздатним (рисунки 1). Після оцінювання накопичення РФП в міокарді проводили напівкількісний аналіз у системі координат «бичаче око» з використанням 17-сегментної моделі міокарда ЛШ (рисунки 2). Оцінювання проводили в балах по кожному сегменту від 0 до 4, далі сумували дані.

ЕКГ-синхронізація дозволяла розрахувати функціональні параметри ЛШ серця, такі як кінцево-діастолічний об'єм (КДО), кінцево-сistolічний об'єм (КСО), ФВ, ударний об'єм (УО), систолічне потовщення ЛШ, які ми використовували на наступному етапі обробки результатів МСГ [11].

Після реконструкції радіонуклідних (емісійних) зображень проводили їх поєднання з КТ-зображеннями. При виконанні ОФЕКТ-реконструкції КТ-трансмисійна



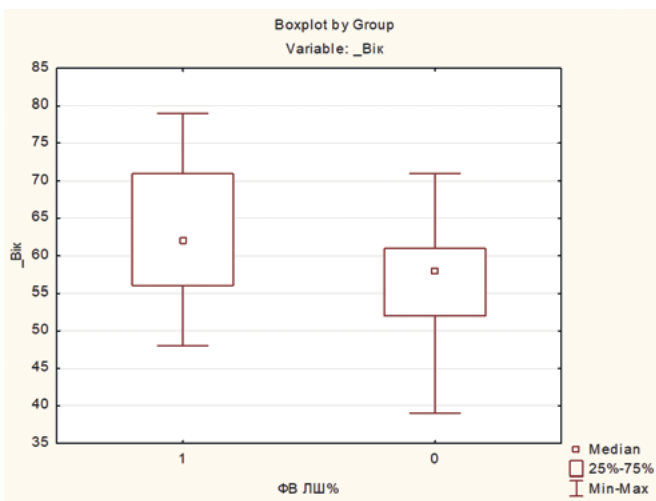
**Рисунок 1.** Визначення кількості ЖМ з використанням кардіологічних програм Myovation та ECToolBox (межа ЖМ – фіксація РФП 50 % і більше; у пацієнта 51 % міокарда накопичують РФП нижче від встановленого рівня, відповідно ЖМ – 49 %)

інформація використовувалась для корекції емісійної інформації для поправок на послаблення радіоактивних сигналів (поправок на атенуацію) [12].

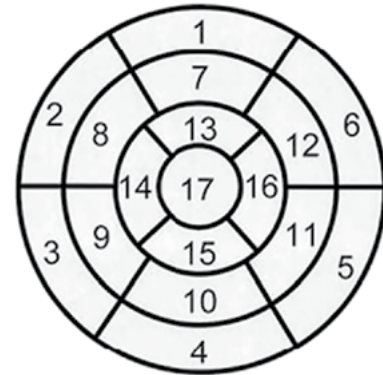
Результати розрахунків та графіки сформовані безпосередньо з промислового статистичного комплексу Statistica 10 фірми StatSoft.

**Результати.** Залежно від ФВ ЛШ серця в 1-й групі середній вік хворих становив  $56,8 \pm 6,9$  року, в 2-й –  $63,1 \pm 8,3$  року. Різниця між групами статистично значуща ( $p = 0,0018$ ), що наочно представлено на діаграмі (рисунок 3).

У 1-й групі хворих із значеннями ФВ ЛШ понад 50 % у проміжок між 25 % та 75 % кватілями потра-



**Рисунок 3.** Залежність ФВ ЛШ серця від віку хворих (0 – 1-а група; 1 – 2-а група)



**Рисунок 2.** Система координат «бичаче око» при напівкількісному аналізі результатів МСГ

Сегменти: 1 – передньобазальний, 2 – базальний передньоперегородковий, 3 – базальний нижньоперегородковий, 4 – нижньобазальний, 5 – базальний нижньолатеральний, 6 – базальний передньолатеральний, 7 – передньомедіальний, 8 – медіальний передньоперегородковий, 9 – медіальний нижньоперегородковий, 10 – нижньомедіальний, 11 – медіальний нижньолатеральний, 12 – медіальний передньолатеральний, 13 – передньоапикальний, 14 – апікальний перегородковий, 15 – нижньоапикальний, 16 – апікальний латеральний, 17 – верхівка.

пляли 28 хворих (80,0 %), у 2-й групі із ФВ ЛШ менше 49 % – 17 хворих (63,0 %). Більші значення ФВ ЛШ понад 50 % відзначали у 4 хворих (11,4 %), у 2-й групі – у 6 хворих (22,2 %). Менші значення ФВ ЛШ понад 50 % відзначали у 3 хворих (8,6 %), у 2-й групі – у 4 хворих (14,8 %). Таким чином, більша частина хворих мала представлені вище середні значення віку залежно від ФВ ЛШ серця та статистично значущу різницю між досліджуваними групами.

Оцінювання статистичної значущості різниці між показниками в досліджуваних групах здійснювали за відповідними статистичними тестами для залежних чи незалежних груп, тому що гіпотеза щодо узгодженості показників з нормальним розподілом була відхилена. У цьому випадку узгодженість для залежних груп оцінювали за допомогою непараметричного тесту Вілкоксона (Wilcoxon Matched Pairs) [14].

У досліджуваних групах ми порівнювали ЖМ та ФВ ЛШ серця в процесі хірургічного лікування (до, після) з групою динамічних (СП ЛШ, КДО, КСО, рест-рахунок та УО) та статичних (% включення РФП у верхівку, апікальний сегмент, передня стінка (ПС), міжшлуночкова перегородка (МШП), нижня стінка (НС) та бічна стінка (БС) ЛШ) параметрів МСГ (таблиця 1).

У групі хворих з ФВ  $\geq 50$  % кількість ЖМ у процесі хірургічного лікування вірогідно збільшувалась із значеннями від 81,7 ДІ 95 % (78,5; 84,9) до 86,9 ДІ 95 % (84,4; 89,3). Однак сама ФВ до та після лікування залишалася на тому самому рівні або дещо знижувалась,

Таблиця 1

Середні значення та довірчий інтервал динамічних параметрів МСГ залежно від ФВ ЛШ (ФВ  $\geq$  50 %)

Динамічний параметр МСГ	Показник	До АКШ (n = 27)	Після АКШ (n = 27)
Рест-рахунок (абс.)	M $\pm$ m	13,1 $\pm$ 4,9	7,4 $\pm$ 4,6
	ДІ	13,1 (11,1; 15,1)	7,4 (5,6; 9,3)
ЖМ (%)	M $\pm$ m	81,7 $\pm$ 8,2	86,9 $\pm$ 6,2
	ДІ	81,7 (78,5; 84,9)	86,9 (84,4; 89,3)
СП ЛШ (%)	M $\pm$ m	50,8 $\pm$ 8,9	51,7 $\pm$ 7,5
	ДІ	50,8 (47,3; 54,3)	51,7 (48,7; 54,7)
КДО (мл)	M $\pm$ m	93,4 $\pm$ 31,6	82,4 $\pm$ 23,1
	ДІ	93,4 (80,6; 105,9)	82,4 (73,3; 91,5)
КСО (мл)	M $\pm$ m	45,7 $\pm$ 22,7	40,5 $\pm$ 14,0
	ДІ	45,7 (36,7; 54,7)	40,5 (34,9; 46,1)
УО (мл)	M $\pm$ m	47,7 $\pm$ 14,2	41,9 $\pm$ 15,0
	ДІ	47,7 (42,0; 53,3)	41,9 (35,9; 47,9)
ФВ (%)	M $\pm$ m	54,9 $\pm$ 10,5	52,5 $\pm$ 9,8
	ДІ	54,9 (50,8; 59,1)	52,5 (48,6; 56,3)

Примітка. ДІ – довірчий інтервал, СП ЛШ – систолічне потовщення лівого шлуночка.

становлячи 54,9 ДІ 95 % (50,8; 59,1) та 52,5 ДІ 95 % (48,6; 56,3).

У таблиці 2 позначена кількість ненульових різниць між ФВ до та після лікування при застосуванні тесту Вілкоксона; Т – статистика тесту наведена в позначенні Сідні Зігеля, що відображає величину різниці між ФВ ЛШ до та після лікування та порівнюється з критичними табличними статистиками. Таким чином, оскільки розрахункове значення  $p = 0,0001 < 0,05$ , можна зробити обґрунтований висновок, що зареєстрована різниця між показниками ФВ ЛШ до та після лікування є статистично значущою.

У досліджуваній групі хворих ЖМ вірогідно збільшувалась у процесі хірургічного лікування (див. таблицю 2). Однак ФВ мала лише тенденцію до збільшення, залишаючись у більшості хворих на значеннях від 45 до 60 %. При порівнянні ЖМ до лікування з ФВ ЛШ після лікування вказує на взаємозв'язок між цими параметрами з високим ступенем статистичної вірогідності.

Порівняння динамічних параметрів МСГ із ФВ ЛШ серця вказує на значний зв'язок ФВ із рест-рахунком та КДО ЛШ серця. Отже, в процесі хірургічного лікування хворих з ІХС та ФВ ЛШ понад 50 % вірогідно

Таблиця 2

Зміни динамічних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця понад 50 % у процесі хірургічного лікування

Зміни динамічних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця понад 50 % у процесі хірургічного лікування	Відповідність пари змінних тесту Вілкоксона в групі хворих з ФВ ЛШ понад 50 % (n = 27)		
	T	Z	p value
ЖМ до та після лікування	21,5	3,671	0,0002
ФВ (%) до та після лікування	91,5	1,671	0,095
Рест-рахунок до та ФВ (%) після лікування	0,001	4,541	0,0001
ЖМ до та ФВ (%) після лікування	0,001	4,541	0,0001
СП ЛШ (%) до та ФВ (%) після лікування	111,5	1,1000	0,273
КДО до та ФВ (%) після лікування	15,5	4,168	0,0001
КСО до та ФВ (%) після лікування	137,5	1,237	0,216
УО до та ФВ (%) після лікування	101,0	1,892	0,058

Примітка. Т – статистика тесту в позначенні Сідні Зігеля, Z – тест Вілкоксона; p – статистична вірогідність.

зменшується КДО ЛШ та визначається напівкількісне покращення кровопостачання у сегментах міокарда. Такий порядок визначає ефективність лікування в цій групі хворих. Порівняння динамічних параметрів СП ЛШ серця, КСО ЛШ та УО з ФВ ЛШ серця не визначило діагностичної значущості цих параметрів в оцінюванні ефективності АКШ у хворих з ФВ ЛШ понад 50 %.

Підтвердження покращення кровопостачання у сегментах міокарда наочно демонструють дані, представлені в таблиці 3. У таблиці 3 наведено аналіз змін статичних параметрів МСГ порівняно з ФВ ЛШ серця до та після лікування. Покращення кровопостачання сегментів міокарда, незалежно від локалізації ураження стінок ЛШ, мають високий ступінь статистичної вірогідності.

При порівнянні кровопостачання стінок міокарда до та після лікування в цій групі хворих відзначається вірогідне покращення кровотоку у верхівці серця, апікальних сегментах, МШП та НС ЛШ серця. Тенденцію до покращення мають параметри ПС та БС ЛШ. Ці дані підтверджують параметри рест-рахунку до та після лікування.

У групі хворих з ФВ  $\leq$  49 % кількість ЖМ у процесі хірургічного лікування вірогідно збільшувалась зі значеннями від 59,9 ДІ 95 % (54,9; 64,8) до 65,9 ДІ 95 % (60,2; 71,6) ( $p = 0,00005$ ). Однак сама ФВ до та після лікування залишалася на тому самому рівні, становлячи 28,9 ДІ 95 % (24,8; 32,9) та 31,1 ДІ 95 % (26,8; 35,5) ( $p = 0,19$ ).



Таблиця 3

Зміни статичних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця понад 50 % у процесі хірургічного лікування

Зміни статичних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця понад 50 % у процесі хірургічного лікування	Відповідність пари змінних тесту Вілкоксона в групі хворих з ФВ ЛШ більше 50 % (n = 27)		
	T	Z	p value
ФВ (%) до та апікальний сегмент після лікування	1,0	4,5167	0,0001
Апікальний сегмент до та ФВ (%) після лікування	0,01	4,5407	0,0001
ФВ (%) до та верхівка після лікування	1,0	4,5167	0,0001
Верхівка до та ФВ (%) після лікування	23,5	3,9761	0,0001
ФВ (%) до та ПС ЛШ після лікування	0,01	4,5407	0,0001
ПС ЛШ до та ФВ (%) після лікування	1,0	4,5167	0,0001
ФВ (%) до та МШП після лікування	0,0	4,5407	0,0001
МШП до та ФВ (%) після лікування	8,0	4,3485	0,0001
ФВ (%) до та НС ЛШ після лікування	12,0	4,2524	0,0001
НС ЛШ до та ФВ (%) після лікування	47,0	3,1077	0,0025
ФВ (%) до та БС ЛШ після лікування	7,0	4,3726	0,0001
БС ЛШ до та ФВ (%) після лікування	6,0	4,3966	0,0001

У досліджуваній групі хворих ЖМ вірогідно збільшувалась у процесі хірургічного лікування. Однак ФВ мала лише тенденцію до збільшення, залишаючись у більшості хворих на значеннях від 30 до 44 %. Порівняння ЖМ з ФВ ЛШ до та після лікування вказує на взаємозв'язок між цими параметрами з високим ступенем статистичної вірогідності.

Порівняння динамічних параметрів МСГ із ФВ ЛШ серця вказує на значний зв'язок ФВ із рест-рахунком, КСО ЛШ серця, УО та КДО ЛШ серця. Таким чином, у процесі хірургічного лікування хворих з ІХС та ФВ ЛШ менше 49 % вірогідно зменшуються об'ємні параметри ЛШ, поліпшується УО та визначається покращення кровопостачання у сегментах міокарда. Усі динамічні параметри у цій групі хворих визначають ефективність лікування ІХС. Лише параметр СП ЛШ серця до лікування не був діагностично значущим в оцінюванні ефективності АКШ у хворих з ФВ ЛШ менше ніж 49 % (таблиця 4).

Підтвердженням покращення кровопостачання у сегментах міокарда наочно є дані, що наведені в таб-

Таблиця 4

Зміни динамічних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця менше 49 % у процесі хірургічного лікування

Зміни динамічних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця менше 49 % у процесі хірургічного лікування	Відповідність пари змінних тесту Вілкоксона в групі хворих з ФВ ЛШ понад 49 % (n = 35)		
	T	Z	p value
ЖМ до та після лікування	48,0	4,0389	0,0001
ФВ (%) до та після лікування	195,0	1,2902	0,197
ФВ (%) до та рест-рахунок після лікування	82,5	3,6758	0,0002
Рест-рахунок до та ФВ (%) після лікування	154,5	2,6289	0,0086
ФВ (%) до та ЖМ після лікування	0,001	5,1594	0,0001
ЖМ до та ФВ (%) після лікування	0,001	5,1594	0,0001
ФВ (%) до та СП ЛШ (%) після лікування	187,0	2,0965	0,036
СП ЛШ (%) до та ФВ (%) після лікування	286,5	0,18801	0,851
ФВ % до та КДО після лікування	0,001	5,1594	0,0001
КДО до та ФВ (%) після лікування	0,001	5,1594	0,0001
ФВ (%) до та КСО після лікування	10,0	4,9152	0,0001
КСО до та ФВ (%) після лікування	5,0	5,0775	0,0001
ФВ (%) до та УО після лікування	70,5	3,8809	0,0001
УО до та ФВ (%) після лікування	66,5	4,0702	0,0001

лиці 5. У таблиці 5 представлений аналіз змін статичних параметрів МСГ порівняно з ФВ ЛШ серця до та після лікування. Покращення кровопостачання сегментів міокарда, незалежно від локалізації ураження стінок ЛШ, мають високий ступінь статистичної вірогідності за виключенням верхівки серця.

При порівнянні кровопостачання стінок міокарда до та після лікування в цій групі хворих відзначається вірогідне покращення кровотоку в апікальних сегментах, МШП, НС та БС ЛШ серця. Тенденцію до покращення мали параметри накопичення РФП у верхівці серця та ПС ЛШ. Ці дані підтверджують параметри рест-рахунку до та після лікування (таблиця 6).

У результаті вищезазначених статистичних даних нами було доведено, що в обох групах статистично достовірним ставало покращення перфузії міокарда загалом, що проявлялося показником вірогідного покращення життєздатності міокарда. При цьому ФВ у 1-й групі пацієнтів мала тенденцію до зниження чи залишилася сталою ( $p = 0,09$ ), у 2-й групі пацієнтів із

Таблиця 5

Зміни статичних параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця менше 49 % у процесі хірургічного лікування

Пара змінних	Відповідність пари змінних тесту Вілкоксона в групі хворих з ФВ ЛШ понад 49 % (n = 35)		
	T	Z	p value
ФВ (%) до та апікальний сегмент після лікування	5,0	5,0007	0,0001
Апікальний сегмент до та ФВ (%) після лікування	52,0	4,3077	0,0002
ФВ (%) до та верхівка після лікування	200,5	1,8754	0,061
Верхівка до та ФВ (%) після лікування	244,5	1,1547	0,248
ФВ (%) до та ПС ЛШ після лікування	0,001	5,1594	0,0001
ПС ЛШ до та ФВ (%) після лікування	0,001	5,1594	0,0001
ФВ (%) до та МШП після лікування	1,0	5,1430	0,0001
МШП до та ФВ (%) після лікування	0,001	5,0862	0,0001
ФВ (%) до та НС ЛШ після лікування	0,001	5,1594	0,0001
НС ЛШ до та ФВ (%) після лікування	59,5	4,1849	0,0003
ФВ (%) до та БС ЛШ після лікування	0,001	5,1594	0,0001
БС ЛШ до та ФВ (%) після лікування	0,001	5,1594	0,0001

Таблиця 6

Зміни параметрів МСГ у хворих з ІХС та ФВ ЛШ серця менше 49 % у процесі хірургічного лікування

Пара змінних	Відповідність пари змінних тесту Вілкоксона в групі хворих з ФВ ЛШ понад 49 % (n = 35)		
	T	Z	p value
ПС ЛШ до та після лікування	199,0	1,6840	0,092
МШП до та після лікування	121,5	2,8409	0,004
НС ЛШ до та після лікування	105,5	3,1269	0,002
БС ЛШ до та після лікування	165,0	2,2653	0,024
Апікальний сегмент до та після лікування	108,5	2,7337	0,006
Верхівка ЛШ до та після лікування	246,5	0,6075	0,544
Рест-рахунок до та після лікування	55,5	3,6406	0,0003
СП ЛШ (%) до та після лікування	144,0	2,4389	0,015
КДО до та після лікування	192,5	1,7951	0,073

систоличною дисфункцією також ми не отримали значного покращення систоличної функції, а лише тенденцію до збільшення ( $p = 0,19$ ). Отже, безпосередньо кореляції ФВ та показника ЖМ після операції не виявлено.

При цьому зміни статичних показників накопичення РФП у тканині міокарда в обох досліджуваних групах показали значний вплив ФВ на покращення перфузії стінок. Тільки в групі із систоличною дисфункцією верхівковий сегмент не мав доказового покращення, що може бути пов'язано із сформованими постінфарктними аневризмами та малим об'ємом гібернуючого міокарда.

**Висновок.** У всіх пацієнтів у досліджуваних групах при проведенні аорто-коронарного шунтування висококваліфікованим персоналом спостерігається позитивний ефект ревазуляризації – збільшення життєздатності міокарда ЛШ загалом та сегментарно при незначних змінах ФВ ЛШ. Для більш значущого відновлення та збільшення ФВ необхідний довший час спостереження (6 міс. – 1 рік після ревазуляризації). Прямої кореляції між життєздатністю міокарда в післяопераційному періоді та систоличною функцією в доопераційному періоді ми не виявили.

#### Список використаних джерел

#### References

1. Velazquez EJ, Lee KL, Jones RH, Al-Khalidi HR, Hill JA, Panza JA, Michler RE, Bonow RO, Doenst T, Petrie MC, Oh JK, She L, Moore VL, Desvigne-Nickens P, Sopko G, Rouleau JL; STICHES Investigators. Coronary-Artery Bypass Surgery in Patients with Ischemic Cardiomyopathy. *N Engl J Med.* 2016;374(16):1511-20. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1602001>
2. Bax JJ, Visser FC, Poldermans D, Elhendy A, Cornel JH, Boersma E, Valkema R, Van Lingen A, Fioretti PM, Visser CA. Relationship between preoperative viability and postoperative improvement in LVEF and heart failure symptoms. *J Nucl Med.* 2001;42(1):79-86. PMID: 11197985.
3. Sciagrà R, Leoncini M, Marcucci G, Dabizzi RP, Pupi A. Technetium-99m sestamibi imaging to predict left ventricular ejection fraction outcome after revascularisation in patients with chronic coronary artery disease and left ventricular dysfunction: comparison between baseline and nitrate-enhanced imaging. *Eur J Nucl Med.* 2001;28(6):680-7. <https://doi.org/10.1007/s002590100543>
4. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, Colombo A, Holmes DR, Mack MJ, Stähle E, Feldman TE, van den Brand M, Bass EJ, Van Dyck N, Leadley K, Dawkins KD, Mohr FW; SYNTAX Investigators. Percutaneous Coronary Intervention versus Coronary-Artery Bypass Grafting for Severe Coronary Artery Disease. *N Engl J Med.* 2009;360(10):961-72. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa0804626>
5. Yan TD, Padang R, Poh C, Cao C, Wilson MK, Bannon PG, Vallely MP. Drug-eluting stents versus coronary artery bypass grafting for the treatment of coronary artery disease: a meta-analysis of randomized and nonrandomized studies.

- J Thorac Cardiovasc Surg. 2011;141(5):1134-44. <https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.07.001>
6. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes. *Eur Heart J*. 2020;41(3):407-77. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz425>
  7. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2021;42(36):3599-726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>
  8. Zhang YJ, Iqbal J, Campos CM, Klaveren DV, Bourantas CV, Dawkins KD, Banning AP, Escaned J, de Vries T, Morel MA, Farooq V, Onuma Y, Garcia-Garcia HM, Stone GW, Steyerberg EW, Mohr FW, Serruys PW. Prognostic value of site SYNTAX score and rationale for combining anatomic and clinical factors in decision making: Insights from the SYNTAX trial. *J Am Coll Cardiol*. 2014;64(5):423-32. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.05.022>
  9. Milan E. Myocardial Perfusion [Internet]. In: Castellucci P, Mirzaei S, editors. *European Nuclear Medicine Guide*. Edition 2020. Available from: <https://www.nucmed-guide.app/#!/chapter/209>
  10. Peix A, Karell J, Rodríguez L, Cabrera LO, Padrón K, Carrillo R, Mena E, Fernández Y. Gated SPECT Myocardial perfusion imaging, intraventricular synchronism, and cardiac events in heart failure. *Clin Nucl Med*. 2014;39(6):498-504. <https://doi.org/10.1097/RLU.0000000000000428>
  11. Paul AK, Nabi HA. Gated Myocardial Perfusion SPECT: Basic Principles, Technical Aspects, and Clinical Applications. *J Nucl Med Technol*. 2004;32(4):179-87. PMID: 15576339.
  12. Dvorak RA, Brown RK, Corbett JR. Interpretation of SPECT/CT Myocardial Perfusion Images: Common Artifacts and Quality Control Techniques. *Radiographics*. 2011;31(7):2041-57. <https://doi.org/10.1148/rg.317115090>
  13. Löffler AI, Kramer CM. Myocardial viability testing to guide coronary revascularization. *Interv Cardiol Clin*. 2018;7(3):355-65. <https://doi.org/10.1016/j.iccl.2018.03.005>
  14. Wilcoxon F. Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin*. 1945;1(6):80-3 <https://doi.org/10.2307/3001968>

## Correlation of the Myocardial Viability Score with Left Ventricular Ejection Fraction in Patients after Revascularization

Viktoriia V. Kundina, Tetiana M. Babkina

Shupyk National Healthcare University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### Abstract

**Background.** Coronary artery disease (CAD) is one of the main causes of cardiovascular death. The severity of CAD is determined by the left ventricular (LV) dysfunction which is caused by coronary atherosclerosis. The possibility of restoring functional capacity of the heart (ejection fraction (EF)) depends on hibernating volume of the myocardium which is a pitfall in revascularization.

**The aim.** To assess the correlation between the score of the viable myocardium (VM) and EF with systolic dysfunction and preserved LVEF in patients after coronary artery bypass grafting (CABG).

**Material and methods.** To implement the set clinical tasks, 62 patients with CAD with preserved systolic function and systolic dysfunction were examined, 35 (56%) patients had heart failure with an EF of 49% (group 2) and less. Twenty-seven (44%) patients had preserved ventricular function of 50% or more (group 1). The mean age of the subjects was  $59.6 \pm 8.2$  years. Five (8.0%) patients denied myocardial infarction. Myocardial scintigraphy was performed on Infinia Hawkeye all purpose imaging system (GE, USA) with integrated CT. The studies were performed in SPECT and SPECT/CT with ECG synchronization (gated SPECT) modes.  $^{99m}\text{Tc}$ -MIBI with an activity of 555–740 MBq was used. Myocardial scintigraphy was performed in the course of treatment (before CABG and after CABG) according to the One Day Rest protocol. A total of 124 scintigraphic studies were performed.

**Results and discussion.** Samples of the studied patients “before” and “after” treatment were compared using Wilcoxon matched-pairs test. In group 1 in patients with  $\text{EF} \geq 50\%$  the score of VM increased after CABG with values from 81.7 CI 95% [78.5; 84.9] to 86.9 CI 95% [84.4; 89.3]. However, the EF itself before and after treatment remained the same or slightly decreased amounting to 54.9 CI 95% [50.8; 59.1] and 52.5 CI 95% [48.6; 56.3]. In group 2 in patients with  $\text{EF} \leq 49\%$  the amount of VM increased after CABG with values from 59.9 CI 95% [54.9; 64.8] to 65.9 CI 95% [60.2; 71.6] ( $p = 0.00005$ ). However, the EF itself before and after treatment remained the same, amounting to 28.9 CI 95% [24.8; 32.9] and 31.1 CI 95% [26.8; 35.5] ( $p = 0.19$ ).

**Conclusions.** Myocardial viability in both study groups significantly improved, given the high statistical reliability of the results, although LVEF either remained unchanged or changed slightly. Improvement of static parameters (wall perfusion) also confirms positive effect of revascularization with constant dynamic parameters (EF, end-diastolic volume) or statistically insignificant changes thereof. There is no direct correlation between VM and EF.

**Keywords:** *myocardial scintigraphy, coronary artery disease, revascularization, ejection fraction, myocardial viability, coronary artery bypass grafting, myocardial perfusion.*

Стаття надійшла в редакцію 03.11.2021 р.