

Структурно-функціональний стан лівого шлуночка, внутрішньошлуночкова механічна диссинхронія та толерантність до фізичного навантаження у пацієнтів, які перенесли інфаркт міокарда із зубцем Q

В.М. Коваленко, О.Г. Несукай, О.О. Даниленко, Є.Ю. Тітов

ДУ «Національний науковий центр «Інститут кардіології ім. акад. М.Д. Стражеска» НАМН України», Київ

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інфаркт міокарда, геометрія скорочення лівого шлуночка, внутрішньошлуночкова диссинхронія, толерантність до фізичного навантаження

Стрімка еволюція сучасних методів візуалізації обумовила розвиток нових підходів та методик в ехокардіографії, таких як візуалізація деформації та швидкості деформації міокарда при проведенні спекл-трекінг ехокардіографії (СТЕ) [13].

В експериментальних та клінічних роботах показано, що деформація та швидкість деформації міокарда корелюють з об'ємом некротизованого міокарда [16, 20]. Крім того, величина поздовжньої глобальної деформації лівого шлуночка (ЛШ) у пацієнтів з гострим інфарктом міокарда (ГІМ) – це потужний предиктор відновлення систолічної функції ЛШ у майбутньому [12], який має більше прогностичне значення для стратифікації ризику пацієнтів після ГІМ порівняно з фракцією викиду (ФВ) та індексом порушення локальної скоротливості (ІПЛС) [18]. Внутрішньошлуночкова диссинхронія, за даними СТЕ, також є важливим чинником, що визначає напрямок зміни систолічної функції ЛШ після ГІМ [14, 15].

Вивченню толерантності до фізичного навантаження (ТФН) після ГІМ присвячено достатню кількість робіт, що обумовлено її важливістю для оцінки перебігу післяінфарктного періоду [1, 9]. Кількість метаболічних еквівалентів (МЕТ) та тривалість дозованого фізичного навантаження (ДФН) – важливі предиктори несприятливих подій після інфаркту міокарда (ІМ) [17, 21]. Так, нездатність досягти пацієнтом 5 МЕТ при вико-

нанні тесту з ДФН асоціюється з несприятливим прогнозом [11, 19].

Проте нині мало уваги приділяють питанням геометрії скорочення ЛШ та внутрішньошлуночкової диссинхронії в пацієнтів, які перенесли ГІМ, їх зв'язку з внутрішньосерцевою гемодинамікою, не вивчено їх вплив на ТФН.

Мета роботи – вивчити взаємозв'язок структурно-функціонального стану лівого шлуночка, геометрії його скорочення та внутрішньошлуночкової диссинхронії з толерантністю до фізичного навантаження у пацієнтів після перенесеного гострого інфаркту міокарда із зубцем Q.

Матеріал і методи

Обстежено 58 хворих (96 % – чоловіки) з післяінфарктним кардіосклерозом (ІМ із зубцем Q) віком у середньому ($56,0 \pm 1,2$) року, що перебували на лікуванні та обстеженні в ДУ «ННЦ «Інститут кардіології ім. акад. М.Д. Стражеска» НАМН України» у 2012–2013 рр. До I групи увійшли 40 хворих, яким було проведено обстеження на 10–12-ту добу після (Q-ГІМ) та в динаміці через 6 міс. II групу становили 48 пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом, яким було виконано тест з ДФН. До III групи увійшов 31 пацієнт з післяінфарктним кардіосклерозом з I групи, в яких оцінювали можливість виконання субмаксимального тесту з ДФН через 6 міс після Q-ГІМ.

Усім пацієнтам на ультразвуковому сканері Aplio Artida (Toshiba Medical System Corporation, Японія) здійснено ехокардіографічне дослідження та СТЕ. Зазначені методики описано нами раніше [4–7].

Визначали у В-режимі кінцеводіастолічний (КДО) та кінцевосистолічний (КСО) об'єм ЛШ, об'єм лівого передсердя (ОЛП) та розраховували ФВ ЛШ, індекс КДО (ІКДО), ІПЛС ЛШ, індекс маси міокарда ЛШ (ІММ ЛШ), індекс ОЛП (ІОЛП). Для оцінки діастолічної функції ЛШ у режимі тканинної доплерографії розраховували середнє арифметичне ранньодіастолічної швидкості руху частини фіброзного кільця мітрального клапана з боку бічної стінки ЛШ та міжшлуночкової перегородки (Em).

При проведенні СТЕ визначали поздовжню глобальну систолічну деформацію (ПГСД) та її швидкість (ШПГСД), циркулярну глобальну систолічну деформацію (ЦГСД) та її швидкість (ШЦГСД), а також радіальну глобальну систолічну деформацію (РГСД) та її швидкість (ШРГСД), апікальну (Arot) та базальну (Brot) ротацію ЛШ і розраховували твіст.

Для оцінки внутрішньошлуночкової механічної дисинхронії розраховували індекс постсистоличного укорочення ЛШ (ІПСУ), сумарну затримку поздовжньої деформації 16 сегментів ЛШ (СЗПД), стандартне відхилення (СВ) часу до пікової поздовжньої деформації 12 сегментів (6 базальних та 6 середніх) ЛШ – $СВ_{12(ППД)}$, СВ часу 6 сегментів до циркулярної пікової деформації ($СВ_{6(ЦПД)}$) та радіальної пікової деформації ($СВ_{6(РПД)}$), різницю часу (Δ) до пікової деформації між передньо-перегородковою стінкою (ППС) та протилежною їй задньою стінкою (ЗС) ЛШ під час циркулярної деформації – Δ ЦПД (ППС-ЗС) та радіальної деформації – Δ РПД (ППС-ЗС).

Пацієнти I групи залежно від напрямку змін ПГСД були розподілені на дві підгрупи. До підгрупи IA було віднесено 23 (58 %) пацієнтів, у яких при обстеженні через 6 міс після Q-ГІМ мало місце збільшення абсолютної величини ПГСД порівняно з обстеженням на 10–12-ту добу Q-ГІМ. Групу IB становили 17 (42 %) пацієнтів, у яких абсолютна величина ПГСД у динаміці зменшилася.

Відбір хворих для проведення тесту з ДФН проводили на підставі даних візуалізації вінцевих артерій, і тест з ДФН виконували лише пацієнтам без значущого атеросклеротичного ураження вінцевих артерій (звуження просвіту артерії

≥ 50 %). Візуалізацію вінцевих артерій у 44 пацієнтів виконали шляхом проведення коронароангіографії, а у 4 пацієнтів – мультиспіральної комп'ютерної томографії з контрастуванням. Тест з ДФН проводили з використанням велоергометра Angio (Голландія). Тест починали з навантаження 25 Вт, кожна наступна сходинка перевищувала попередню на 25 Вт і тривалість кожної сходинки становила 3 хв.

Використовували симптомобмежувальний протокол ДФН, критеріями припинення навантаження при якому були досягнення частоти скорочень серця (ЧСС) 85 % від максимальної ЧСС або поява симптомів, що потребують припинення ДФН [2].

При проведенні ДФН оцінювали потужність навантаження (ПН) у ватах (Вт), рівень споживання кисню ($РСО_2$) в МЕТ, об'єм виконаної роботи (А) в кілоджоулях (кДж), подвійний добуток (ПД) на піковому навантаженні. Ефективність використання енергетичних ресурсів оцінювали за індексом енергетичних затрат (ІЕЗ) як відношення ПД до А. Медіана величини $РСО_2$ за результатами проведення тесту з ДФН пацієнтів II групи (n=48) становила 5,9 МЕТ, і відповідно до неї пацієнти II групи були розподілені на дві підгрупи: IIA – 28 пацієнтів, рівень споживання кисню яких при ДФН дорівнював 5,9 МЕТ чи перевищував її; IIB – 20 пацієнтів, величина $РСО_2$ яких при виконанні ДФН становила менше 5,9 МЕТ.

У пацієнтів III групи (n=31) оцінювали можливість виконання субмаксимального тесту через 6 міс після виникнення Q-ГІМ. При цьому брали до уваги такі показники, як можливість виконання навантаження та досягнення величини $РСО_2$ 5 МЕТ чи більше, досягнення пікової ЧСС ≥ 120 за 1 хв та досягнення ЧСС у процесі виконання ДФН ≥ 70 % від максимальної для кожного пацієнта [2]. Вважали, що пацієнт виконав субмаксимальний тест при досягненні всіх трьох вище перерахованих критеріїв виконання субмаксимального тесту. Відповідно до можливості виконання субмаксимального тесту пацієнти III групи додатково були розподілені на дві підгрупи. До підгрупи IIIA було віднесено 20 пацієнтів, що виконали субмаксимальний тест через 6 міс після Q-ГІМ, а підгрупу IIIB становили 11 пацієнтів, які не здатні були виконати субмаксимальний тест.

Статистичну обробку даних проводили з використанням пакета статистичних програм SPSS 13.0 та Microsoft Excel. При $P < 0,05$ різни-

Таблиця 1

Динаміка показників структурно-функціонального стану ЛШ та геометрії його скорочення протягом 6 міс спостереження залежно від характеру змін ПГСД

Показник	Величина показника (M±m) у підгрупах					
	ІА (n=23)			ІБ (n=17)		
	Q-ГІМ	6 міс	P	Q-ГІМ	6 міс	P
Структурно-функціональний стан ЛШ						
КДО, мл	124,90±6,22	123,20±6,56	0,619	134,80±5,83	140,10±7,74	0,194
КСО, мл	51,50±4,49	45,90±3,36	0,040	59,30±4,83	64,70±6,54	0,121
ФВ ЛШ, %	57,90±1,75	60,20±1,63	0,025	56,90±1,89	55,60±1,92	0,229
ІПСЛ, ум. од.	1,43±0,07	1,35±0,06	0,004	1,41±0,05	1,41±0,05	1,000
Em, см/с	8,20±0,58	8,74±0,54	0,302	8,64±0,56	7,72±0,49	0,102
Деформація та швидкість деформації міокарда, ротація ЛШ						
ПГСД, %	-11,00±0,60	-12,00±0,45	0,022	-11,70±0,60	-9,80±0,60	0,000
ШПГСД, с ⁻¹	-0,62±0,03	-0,66±0,03	0,158	-0,63±0,03	-0,57±0,03	0,018
ЦГСД, %	-12,50±1,18	-12,50±0,90	0,965	-13,20±0,83	-12,20±0,65	0,144
ШЦГСД, с ⁻¹	-0,71±0,10	-0,66±0,05	0,617	-0,69±0,04	-0,65±0,03	0,352
РГСД, %	25,50±2,81	27,30±2,27	0,571	28,50±1,83	26,70±2,11	0,341
ШРГСД, с ⁻¹	1,50±0,15	1,71±0,18	0,330	1,71±0,07	1,70±0,09	0,955
Arot, °	4,87±0,48	5,11±0,63	0,720	5,34±0,72	4,67±0,56	0,454
Brot, °	4,21±0,70	3,16±0,43	0,240	4,48±0,46	4,56±0,56	0,856
Твіст, °	9,08±1,11	8,30±0,90	0,542	9,82±0,80	9,23±0,84	0,611

цю показників вважали статистично значущою. При нормальному розподілі ознак у вибірці за критерієм Колмогорова – Смірнова [3, 8] дані представляли у вигляді середнього значення показника (M) з середньою квадратичною похибкою (m) – M±m. У разі відсутності нормального розподілу показника дані було представлено у вигляді медіани з нижнім та верхнім квартилями (25-й та 75-й процентиля). Для порівняння кількісних показників залежних та незалежних груп, у випадку нормального розподілу, використовували тест Стьюдента. При порівнянні двох незалежних груп, показники яких не відповідали нормальному розподілу ознак, застосовували непараметричний U-критерій Манна – Уїтні. Різницю між групами за частотою наявності ознак визначали за допомогою критерію χ^2 [3]. Кореляційні зв'язки між групами з номінальним розподілом ознак визначали за таблицями спряженості з використанням коефіцієнта спряженості Пірсона [3]. Кореляційні зв'язки між показниками з інтервальним розподілом ознак проводили з використанням коефіцієнта кореляції Пірсона [3].

Для визначення впливу різних факторів на результати виконання субмаксимального тесту використовували бінарну логістичну регресію [3] і розраховували відношення шансів (ВШ) та дові-

рчі інтервали (ДІ). Вплив факторів з бінарним розподілом ознак на результати виконання субмаксимального тесту розраховували за таблицями спряженості. Інформаційну цінність незалежних предикторів виконання субмаксимального тесту вираховували за допомогою методики ROC-аналізу шляхом визначення оптимальної величини відсічення (cut-off value), так званих критичних значень показника, при яких функція дорівнює якомусь наперед заданому результату, при цьому оцінювали її чутливість та специфічність [10].

Результати та їх обговорення

За результатами повторного ехокардіографічного обстеження через 6 міс після Q-ГІМ у підгрупі ІА спостерігали достовірне збільшення величини ПГСД у середньому на 9 %, ФВ ЛШ – на 4 % та зменшення величини КСО в середньому на 10,9 %, ІПЛС – на 5,6 %, а ІПСУ – на 32,9 % порівняно з такими у період Q-ГІМ (табл. 1, 2). Водночас у підгрупі ІБ ми спостерігали протилежні зміни, а саме достовірне зменшення величини ПГСД у середньому на 16,2 %, ШПГСД – на 9,5 % та тенденцію до зменшення середньої величини ФВ ЛШ та збільшення середніх величин КДО і КСО.

Таблиця 2

Динаміка показників внутрішньошлуночкової дисинхронії ЛШ протягом 6 міс спостереження залежно від характеру змін ПГСД

Показник	Величина показника (M±m) у підгрупах					
	ІА (n=23)			ІБ (n=17)		
	Q-ГІМ	6 міс	P	Q-ГІМ	6 міс	P
ІПСУ, %	9,46±1,60	6,35±1,72	0,041	8,39±1,66	10,30±1,92	0,230
СЗПД, %	13,30±1,81	9,60±2,17	0,113	11,80±1,66	11,30±1,47	0,726
СВ ₁₂ (ППД), мс	59,20±5,58	57,00±5,37	0,687	62,00±4,19	62,10±3,04	0,981
СВ ₆ (ЦПД), мс	48,30±4,50	46,60±9,22	0,878	39,60±4,45	41,60±6,29	0,783
СВ ₆ (РПД), мс	65,50±12,35	42,70±6,48	0,062	52,70±6,72	59,50±13,95	0,609

При проведенні кореляційного аналізу встановлено взаємозв'язок між змінами ПГСД, з одного боку, та змінами КСО, ФВ ЛШ та ІПЛС, з другого, при 6-місячному спостереженні. Так, виявлено прямий кореляційний зв'язок динаміки ПГСД та ФВ ЛШ (P=0,026), а також достовірний зворотний зв'язок між змінами ПГСД та КСО і ІПЛС (табл. 3).

Таким чином, динамічні зміни ПГСД у пацієнтів після Q-ГІМ – це важливий чинник, що обумовлює стан геометрії ЛШ та його систолічну функцію через 6 міс після ІМ, і за умови збільшення ПГСД варто чекати поліпшення глобальної та сегментарної скоротливості ЛШ.

За локалізацією ІМ розподіл пацієнтів, яким було проведено тест з ДФН, був таким: 25 (52 %) пацієнтів мали передню локалізацію ІМ, а 23 (48 %) пацієнти – задню локалізацію ІМ. Досягнення пацієнтами фізичного навантаження з величиною PCO₂ ≥ 5,9 МЕТ було можливим у 28 (65 %) з 48 пацієнтів. У групі ІІА передню локалізацію ІМ реєстрували у 42,9 % пацієнтів, а задню – у 57,1 % (P=0,729).

На підставі результатів тесту з ДФН встановлено, що в підгрупі ІІБ нижчою була ПН (P<0,001) та на 28,8 % меншою середня величина PCO₂ (P<0,001) порівняно з такими підгрупи ІІА. Крім того, для пацієнтів підгрупи ІІБ також був характерним достовірно менший у середньому на 36,9 % об'єм виконаної роботи та більшим у середньому на 51,4 % ІЕЗ порівняно з підгрупою ІІА (табл. 4).

При проведенні порівняльного аналізу було встановлено, що в ІІ Б групі на 11,6 % була меншою середня величина ФВ ЛШ (P=0,003), на 27 % більшою середня величина ІПЛС (P<0,001) та мала місце тенденція до дилатації ЛШ порівняно з такими в підгрупі ІІА (табл. 5).

Варто зазначити, що середні величини ІММЛШ, ІОЛП та Ет достовірно не відрізнялися

Таблиця 3

Взаємозв'язок між змінами ПГСД та ФВ, КДО, КСО, ІПЛС протягом 6 міс у пацієнтів після Q-ГІМ

Показник	ПГСД, %	
	Коефіцієнт спряженості Пірсона	P
КДО, мл	-0,2	0,189
КСО, мл	-0,38	0,009
ФВ ЛШ, %	0,33	0,026
ІПЛС, ум. од.	-0,37	0,013

Таблиця 4

Показники тесту з ДФН залежно від PCO₂ у пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом

Показник	Величина показника (M±m) у підгрупах		P
	ІІ А (n=28)	ІІ Б (n=20)	
PCO ₂ , МЕТ	6,95±0,23	4,95±0,15	<0,001
ПН, Вт*	100 [100; 125]	75 [50; 100]	<0,001
А, кДж	58,50±3,96	36,90±3,60	0,001
ІЕЗ, ум. од.	4,42±0,26	6,69±0,44	<0,001

Примітка. * Величина представлена у вигляді медіани з нижнім та верхнім квантилями (25-й та 75-й процентиля).

в обстежених групах, що може свідчити про більш важливу роль порушення систолічної функції ЛШ, ніж діастолічної, в зниженні ТФН. При оцінці деформації та швидкості деформації міокарда в поздовжньому, циркулярному та радіальному напрямках, як важливих складових геометрії скорочення ЛШ, встановлено, що в підгрупі ІІА були достовірно більшими середні величини ПГСД і ШПГСД відповідно на 16,8 і 14 %, ЦГСД і ШЦГСД – відповідно на 26,7 і 23,8 % та РГСД на 23,8 % порівняно з такими в підгрупі ІІБ. Крім того, в підгрупі ІІБ мала місце тенденція до зниження середніх величин ШРГСД та твісту.

При оцінці стану внутрішньошлуночкової дисинхронії в пацієнтів з післяінфарктним кар-

Таблиця 5

Порівняльна характеристика показників структурно-функціонального стану та геометрії скорочення ЛШ у пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом залежно від PCO_2 при виконанні тесту з ДФН

Показник	Величина показника в групах (M±m)		P
	II A (n=28)	II B (n=20)	
ФВ ЛШ, %	59,40±1,22	52,50±1,95	0,003
ІКДО, мл/м ²	63,50±1,81	68,50±3,27	0,162
ІПЛС, ум. од.	1,26±0,03	1,60±0,07	<0,001
ІММЛШ, г/м ²	101,70±3,07	105,40±5,20	0,518
ІОЛП, мл/м ²	27,50±1,01	29,40±2,87	0,473
Em, см/с	8,70±0,43	8,10±0,55	0,381
ПГСД, %	-11,90±0,34	-9,90±0,68	0,010
ШПГСД, с ⁻¹	-0,57±0,02	-0,49±0,03	0,018
ЦГСД, %	-13,10±0,58	-9,60±0,78	0,001
ШЦГСД, с ⁻¹	-0,63±0,03	-0,48±0,04	0,005
РГСД, %	27,70±1,22	21,10±1,80	0,004
ШРГСД, с ⁻¹	1,47±0,08	1,30±0,12	0,226
Твіст, °*	8,3 [6,65; 9,1]	7,15 [5,65; 8,7]	0,43

Примітка. * Величина представлена у вигляді медіани з нижнім та верхнім квантилями (25-й та 75-й процентиля).

діосклерозом залежно від величини PCO_2 при виконанні тесту з ДФН встановлено, що в підгрупі ІІА меншим було значення показників, що характеризують поздовжню внутрішньошлуночкову диссинхронію – ІПСУ (P=0,023), СЗПД (P=0,035) та СВ_{12(ППД)} (P=0,017) – порівняно з такими в підгрупі ІІБ (табл. 6).

При цьому обстежені групи достовірно не відрізнялися за показниками циркулярної та радіальної внутрішньошлуночкової диссинхронії.

Таким чином, для пацієнтів підгрупи ІІБ були характерними більш виражені порушення геометрії скорочення ЛШ, більший об'єм ураженого міокарда, що й визначало нижчу середню величину ФВ ЛШ порівняно з підгрупою ІІА. Ці зміни разом з більш вираженою внутрішньошлу-

ночковою поздовжньою диссинхронією обумовлювали нижчу порогову потужність навантаження та менший об'єм виконаної роботи при більших енергетичних затратах у підгрупі ІІБ порівняно з підгрупою ІІА при виконанні тесту з ДФН.

З метою встановлення взаємозв'язку між рівнем споживання кисню та структурно-функціональним станом ЛШ, геометрією його скорочення і внутрішньошлуночковою диссинхронією у хворих з післяінфарктним кардіосклерозом проведено кореляційний аналіз. Так, виявлено прямий достовірний кореляційний зв'язок між PCO_2 при виконанні тесту з ДФН та ФВ ЛШ, ПГСД і ЦГСД у спокої (табл. 7). Крім того, рівень споживання кисню зменшувався при збільшенні об'єму ураженого міокарда та зростанні величини постсistolічного укорочення сегментів ЛШ, про що свідчить зворотний кореляційний зв'язок PCO_2 з ІПЛС (r=-0,56, P<0,001) та амплітудним показником поздовжньої внутрішньошлуночкової диссинхронії – ІПСУ (r=-0,34, P=0,043). Не виявлено взаємозв'язку між PCO_2 з одного боку та РГСД і часовими показниками циркулярної, радіальної і поздовжньої внутрішньошлуночкової диссинхронії – СВ_{12(ЦПД)}, СВ_{12(РПД)}, СВ_{12(ППД)} – з іншого.

Таким чином, за результатами проведеного кореляційного аналізу встановлено, що в пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом більш високий рівень споживання кисню при виконанні тесту з ДФН асоціюється з більшими величинами ПГСД, ЦГСД, ФВ ЛШ та меншим об'ємом ураженого міокарда, розрахованим на підставі величини показника ІПЛС, а також менш вираженою поздовжньою механічною внутрішньошлуночковою диссинхронією, про що свідчить достовірний зворотний кореляційний зв'язок PCO_2 та ІПСУ у спокої.

Таблиця 6

Порівняльна характеристика показників внутрішньошлуночкової диссинхронії у пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом залежно від PCO_2 при виконанні тесту з ДФН

Показник	Величина показника в групах: медіана [25-й; 75-й процентиля]		P
	II A (n=28)	II B (n=20)	
ІПСУ, %	5,4 [3,5; 8,2]	11,1 [5,5; 19,3]	0,023
СЗПД, %	8,5 [6,0; 12,7]	14,5 [9,1; 19,7]	0,035
СВ _{12(ППД)} , мс	53,4 [42,5; 60,0]	61,1 [56,6; 69,7]	0,017
Δ ЦПД (ППС-ЗС), мс	49,0 [22,0; 73,0]	21,0 [0; 64,5]	0,235
СВ _{6(ЦПД)} , мс	37,0 [23,0; 48,0]	34,5 [19,0; 53,5]	0,900
Δ РПД (ППС-ЗС), мс	33,5 [14,0; 74,0]	46,0 [19,0; 112,0]	0,286
СВ _{6(РПД)} , мс	33,5 [18,0; 40,0]	48,0 [21,5; 64,0]	0,109

Таблиця 7

Взаємозв'язок між PCO_2 при виконанні тесту з ДФН та показниками структурно-функціонального стану ЛШ, геометрії його скорочення і внутрішньошлуночковою диссинхронією у спокої у пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом

Показник	PCO_2 , МЕТ	
	r	P
ФВ ЛШ, %	0,46	0,005
ІПЛС, ум. од.	-0,56	<0,001
ПГСД, %	0,43	0,009
ЦГСД, %	0,52	0,002
РГСД, %	0,22	0,218
ІПСУ, %	-0,34	0,043
СЗПД, %	-0,23	0,194
СВ ₁₂ (ппд), мс	-0,22	0,2
СВ ₆ (цпд), мс	-0,14	0,938
СВ ₆ (ргд), мс	0,025	0,89

Наступним етапом дослідження було проведення порівняльного аналізу показників структурно-функціонального стану ЛШ, геометрії його скорочення та поздовжньої внутрішньошлуночкової диссинхронії у пацієнтів з Q-ГІМ залежно від можливості виконання субмаксимального тесту через 6 міс після ІМ.

За локалізацією ІМ розподіл пацієнтів, у яких оцінювали можливість виконання субмаксимального тесту з ДФН, був таким: 13 (43 %) пацієнтів – з ІМ передньої локалізації, 18 (57 %) – задньої локалізації. Серед залучених у аналіз пацієнтів (n=31) виконання субмаксимального тесту було можливим у 20 (66 %) обстежених. За локалізацією ІМ розподіл пацієнтів, що змогли виконати субмаксимальний тест, був таким: 7 (35 %) пацієнтів – з ІМ передньої локалізації і 13 (65 %) – з ІМ задньої локалізації.

У підгрупі ІІА достовірно більшою була величина ФВ ЛШ (у середньому на 11,3 %) та меншою величина ІПЛС (у середньому на 24,8 %) порівняно з такими підгрупи ІІБ. Крім того, величина Em, яка характеризує стан діастолічної функції ЛШ, у підгрупі ІІА була більшою в середньому на 22,7 % порівняно з такою підгрупи ІІБ (P=0,03) (табл. 8). Порівнюючи показники геометрії скорочення в двох групах, встановили, що середні величини деформації та швидкості деформації в поздовжньому та циркулярному напрямку і РГСД та твісту були достовірно більшими в підгрупі ІІА порівняно з такими в підгрупі ІІБ. При цьому обстежені підгрупи не відрізнялися за величиною ШПГСД.

Таблиця 8

Порівняльний аналіз показників структурно-функціонального стану ЛШ, геометрії його скорочення та поздовжньої внутрішньошлуночкової диссинхронії у пацієнтів з Q-ГІМ залежно від можливості виконання субмаксимального тесту з ДФН через 6 міс після ІМ

Показник	Величина показника (M±m) у підгрупах		P
	ІІА (n=20)	ІІБ (n=11)	
Структурно-функціональний стан ЛШ			
ФВ ЛШ, %	60,30±1,25	53,5±2,4	0,005
ІКДО, мл/м ²	62,30±2,54	63,20±4,05	0,845
ІПЛС, ум. од.	1,29±0,05	1,61±0,08	0,001
Em, см/с	9,70±0,55	7,50±0,74	0,030
Деформація та швидкість деформації міокарда, твіст			
ПГСД, %	-(12,80±0,52)	-(9,30±0,81)	0,001
ШПГСД, %	-(0,68±0,03)	-(0,54±0,05)	0,023
ЦГСД, %	-(14,10±0,65)	-(10,00±1,06)	0,002
ШЦГСД, %	-(0,78±0,05)	-(0,52±0,05)	0,004
РГСД, %	29,10±1,58	22,00±3,25	0,038
ШРГСД, %	1,72±0,12	1,52±0,14	0,319
Твіст, °	11,00±0,64	7,50±0,82	0,008
Поздовжня внутрішньошлуночкова диссинхронія			
ІПСУ, %	5,80±1,05	12,20±2,15	0,005
СЗПД, %	9,50±1,30	15,30±2,33	0,027
СВ ₁₂ (ппд), мс	54,10±2,54	65,10±4,05	0,172

Таким чином, у пацієнтів, які змогли виконати субмаксимальний тест через 6 міс після ІМ у період Q-ГІМ реєстрували достовірно менші величини ФВ ЛШ, більшою була середня величина ІПЛС, а отже й об'єм ураженого міокарда, більш вираженими були порушення геометрії скорочення ЛШ та вищим ступінь механічної поздовжньої внутрішньошлуночкової диссинхронії.

За допомогою таблиць спряження було розраховано ВШ для різних змінних з метою передбачення можливості виконання субмаксимального тесту в пацієнтів з Q-ГІМ через 6 міс (табл. 9).

Мала місце тенденція до невиконання субмаксимального тесту при порушенні діастолічної функції ЛШ (P=0,096) та Q-ГІМ передньої локалізації (P=0,223). Встановлено, що виконання субмаксимального тесту обмежують величина ФВ ЛШ < 55 % (P<0,05) та ІПЛС > 1,31 (P=0,008). Крім того, на результати виконання субмаксимального тесту суттєво впливала величина деформації міокарда в поздовжньому та циркулярному напрямках.

Крім того, варто відзначити більш виражену поздовжню внутрішньошлуночкову механічну

Таблиця 9

Відношення шансів для прогнозу виконання субмаксимального тесту з ДФН через 6 міс після Q-ГІМ за даними ехокардіографії

Показник	ВШ	ДІ	Р
ІМ передньої локалізації	0,35	0,07–1,9	0,223
Em < 9 см/с	0,2	0,03–1,33	0,096
ФВ ЛШ < 55 %	0,17	0,03–1,05	<0,05
ІПЛС > 1,31	0,07	0,01–0,49	0,008
ПГСД > -11,7 %	0,05	0,01–0,53	0,013
РГСД < 25,8 %	0,41	0,13–1,34	0,139
ЦГСД > -13,4 %	0,02	0,01–0,57	0,007
ІПСУ > 6,7 %	0,05	0,01–0,53	0,013
СЗПД > 10,8 %	0,05	0,01–0,53	0,013

Таблиця 10

Одноваріантний та мультиваріантний регресійний аналіз для визначення незалежних предикторів виконання субмаксимального тесту з ДФН через 6 міс після Q-ГІМ за даними ехокардіографії

Показник	Одноваріантний аналіз			Мультиваріантний аналіз		
	ВШ	ДІ	Р	ВШ	ДІ	Р
ФВ ЛШ, %	1,22	1,02–1,46	0,034	–	–	0,216
ІПЛС, ум. од.	0,04	0,004–0,44	0,008	–	–	0,27
ПГСД, %	1,89	1,17–3,05	0,010	1,86	1,15–3,01	0,012

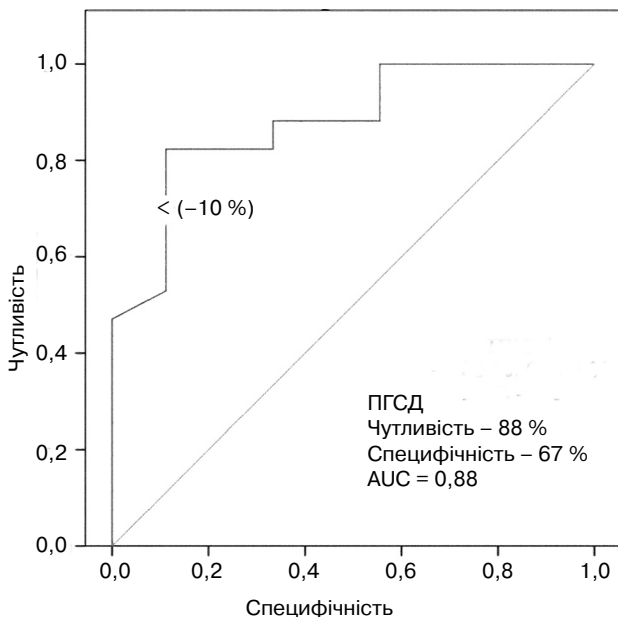


Рисунок. Графічне зображення співвідношення між чутливістю та специфічністю показника ПГСД за допомогою ROC-кривої.

диссинхронію в підгрупі ІІІБ порівняно з підгрупою ІІІА, що особливо стосується амплітудних показників поздовжньої диссинхронії – ІПСУ та СЗПД. Так, середні величини СЗПД та ІПСУ в підгрупі ІІІБ перевищували такі в підгрупі ІІІА більше ніж у півтора та два рази відповідно (див. табл. 8). Водночас групи достовірно не відрізнялися за середньою величиною СВ₁₂(ппд), який є об'єктивним часовим показником поздовжньої внутрішньошлуночкової диссинхронії.

Так, при величині ПГСД > -11,7 % і ЦГСД > -13,4 % знижувалася можливість виконати тест: ВШ 0,05 (ДІ 0,01–0,53; Р=0,013) та ВШ 0,02 (ДІ 0,01–0,57; Р=0,007) відповідно. Важливе значення для прогнозування можливості виконати субмаксимальний тест через 6 міс після Q-ГІМ мала поздовжня внутрішньошлуночкова механічна диссинхронія. Зокрема, величини ІПСУ більше 6,7 % (ВШ 0,05; ДІ 0,01–0,53; Р=0,013) та СЗПД більше 10,8 % (ВШ 0,05; ДІ 0,01–0,53; Р=0,013) знижували шанси виконати субмаксимальний тест.

З метою встановлення незалежних предикторів виконання субмаксимального тесту з ДФН у модель бінарної логістичної регресії було введено три найбільш об'єктивних показники систолічної функції ЛШ – ФВ ЛШ, ІПЛС та ПГСД, оскільки при їх розрахунку беруться до уваги всі 16 сегментів ЛШ (табл. 10). Так, ВШ виконати субмаксимальний тест зростало зі збільшенням ФВ ЛШ (Р=0,034), ПГСД (Р=0,010) та зменшенням ІПЛС (Р=0,008). При введенні в мультиваріантний аналіз всіх трьох показників встановлено, що незалежним предиктором виконання субмаксимального тесту з ДФН виявилася величина ПГСД (Р=0,012).

Шляхом проведення ROC-аналізу для визначення оптимальної величини відсічення ПГСД, яка дозволила передбачити виконання субмаксимального тесту з ДФН через 6 міс після перенесеного ІМ за даними ехокардіографії у пацієнтів з Q-ГІМ, було встановлено, що значення ПГСД ≤ -10 % з чутливістю 88 % і специфічністю 67 % дозволяє передбачити виконання пацієнтом субмаксимального тесту (рисунок).

Площа під кривою (area under curve, AUC) для показника ПГСД становить 88 % (Р=0,002), що свідчить про достатньо високу інформативність цього показника та можливість його широкого використання в клінічній практиці з метою прогнозування ТФН після перенесеного Q-ГІМ.

Висновки

1. Напрямок зміни поздовжньої глобальної систолічної деформації – це важливий фактор, що обумовлює скоротливу здатність міокарда лівого шлуночка через 6 міс у пацієнтів після гострого інфаркту міокарда із зубцем Q. Збільшення поздовжньої глобальної систолічної деформації асоціюється з поліпшенням систолічної функції лівого шлуночка, про що свідчить достовірний прямий кореляційний зв'язок динаміки поздовжньої глобальної систолічної деформації та фракції викиду лівого шлуночка, а також достовірний зворотний зв'язок між змінами поздовжньої глобальної систолічної деформації та кінцевосистолічним об'ємом й індексом порушення локальної скоротливості.

2. При виконанні тесту з дозованим фізичним навантаженням у пацієнтів з післяінфарктним кардіосклерозом більш високий рівень споживання кисню асоціюється з більшими величинами поздовжньої глобальної систолічної деформації, циркулярної глобальної систолічної деформації, фракції викиду лівого шлуночка та меншими об'ємом ураження міокарда і поздовжньою внутрішньошлуночковою диссинхронією в спокої, про що свідчить достовірний прямий кореляційний зв'язок між рівнем споживання кисню та фракцією викиду лівого шлуночка, поздовжньої глобальної систолічної деформації і циркулярної глобальної систолічної деформації і зворотний достовірний кореляційний зв'язок рівня споживання кисню з індексом порушення локальної скоротливості та індексом постсистолічного укорочення.

3. Проведення спекл-трекінг ехокардіографії у пацієнтів з гострим інфарктом міокарда із зубцем Q дає можливість прогнозувати толерантність до фізичного навантаження, при цьому значення поздовжньої глобальної систолічної деформації ≤ -10 % у період гострого інфаркту міокарда із зубцем Q з чутливістю 88 % і специфічністю 67 % дозволяє передбачити виконання пацієнтом субмаксимального тесту з дозованим фізичним навантаженням через 6 міс після гострого інфаркту міокарда із зубцем Q.

Література

1. Амосова Е.Н., Яо Сюй, Безродный А.Б. и др. Сравнительная оценка влияния терапии комбинацией метопролола с ивабрадином и монотерапии метопрололом на систолическую функцию левого желудочка, толерантность к физической нагрузке и ее гемодинамическое обеспечение у больных, перенесших инфаркт миокарда с зубцом Q, с фракцией выброса меньше 45 % при 6-месячном наблюдении // Укр. кардіол. журн. – 2012. – № 6. – С. 62–67.

2. Амосова К.М., Пархоменко О.М., Руденко Ю.В. та ін. Ранні навантажувальні тести у хворих з гострим інфарктом міокарда // Укр. кардіол. журн. – 2003. – № 2. – С. 134–139.

3. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. – СПб: ДиаСофт, 2002. – 608 с.

4. Коваленко В.М., Несукай О.Г., Даниленко О.О. Значення спекл-трекінг ехокардіографії в оцінці внутрішньошлуночкової диссинхронії у пацієнтів, які перенесли інфаркт міокарда з зубцем Q // Укр. кардіол. журн. – 2013. – № 6. – С. 12–20.

5. Коваленко В.Н., Несукай О.Г., Даниленко О.О. Значення спекл-трекінг ехокардіографії в оцінці систолічної функції лівого шлуночка у пацієнтів після перенесеного інфаркту міокарда з зубцем Q за даними спекл-трекінг ехокардіографії // Серце і судини. – 2013. – № 4. – С. 78–84.

6. Коваленко В.М., Несукай О.Г., Даниленко О.О. та ін. Геометрія скорочення лівого шлуночка – новий погляд на проблему через призму структурної організації міокарда // Укр. медичний часопис. – 2013. – № 2 (94). – С. 183–187.

7. Коваленко В.М., Несукай О.Г., Поленова Н.С. та ін. Спекл-трекінг ехокардіографія: нормативні значення і роль методу у вивченні систолічної та діастолічної функції лівого шлуночка // Укр. кардіол. журн. – 2012. – № 6. – С. 103–109.

8. Плеханов А.В. Математико-статистические методы обработки информации с применением программы SPSS: Практикум. – СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – С. 96.

9. Шумаков В.О., Талаева Т.В., Терешкевич Л.П. та ін. Особливості перебігу післяінфарктного періоду на тлі прийому інгібіторів ангіотензинперетворюючого ферменту // Укр. кардіол. журн. – 2011. – № 4. – С. 25–30.

10. Hanley J.A., McNeil B.J. A method of comparing area under ROC-curves derived from the same cases // Radiology. – 1983. – Vol. 148 (3). – P. 839–843.

11. Krone R.J., Gillespie J.A., Weld F.M. et al. Low-level exercise testing after myocardial infarction: usefulness in enhancing clinical risk stratification // Circulation. – 1985. – Vol. 71. – P. 80–89.

12. Kylmä M.M., Antila M., Kivistö S.M. Can strain rate imaging predict recovery of contraction after acute myocardial infarction // Eur. J. Echocardiogr. – 2011. – Vol. 12 (5). – P. 364–371.

13. Leitman M., Lysyansky P., Sidenko S. et al. Two-dimensional strain – a novel software for real-time quantitative echocardiographic assessment of myocardial function // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2004. – Vol. 17 (10). – P. 1021–1029.

14. Nucifora G., Bertini M., Ajmone Marsan N. et al. Temporal evolution of left ventricular dyssynchrony after myocardial infarction: relation with changes in left ventricular systolic function // Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging. – 2012. – Vol. 13 (12). – P. 1041–1046.

15. Nucifora G., Bertini M., Marsan N.A et al. Impact of left ventricular dyssynchrony early on left ventricular function after first acute myocardial infarction // Am. J. Cardiol. – 2010. – Vol. 105 (3). – P. 306–311.

16. Sachdev V., Aletras A.H., Padmanabhan S. Myocardial strain decreases with increasing transmural depth of infarction: a Doppler echocardiographic and magnetic resonance correlation study // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2006. – Vol. 19 (1). – P. 34–39.

17. Senaratne M.P., Hsu L.A., Rossall R.E. et al. Exercise testing after myocardial infarction: relative values of the low level pre-discharge and the postdischarge exercise test // J. Am. Coll. Cardiol. – 1988. – Vol. 12 (6). – P. 1416–1422.

18. Stanton T., Leano R., Marwick T.H. Prediction of all-cause mortality from global longitudinal speckle strain: comparison with ejection fraction and wall motion scoring // Circ. Cardiovasc. Imaging. – 2009. – Vol. 2 (5). – P. 356–364.

19. Stevenson R., Umachandran V., Ranjadayalan K. et al. Reassessment of treadmill stress testing for risk stratification in

patients with acute myocardial infarction treated by thrombolysis // Br. Heart J.– 1993.– Vol. 70.– P. 415–420.

20. Vartdal T., Brunvand H., Pettersen E. Early prediction of infarct size by strain Doppler echocardiography after coronary reperfusion // J. Am. Coll. Cardiol. – 2007.– Vol. 49 (16).– P. 1715–1721.

21. Vilella M., Vilella A., Barbera S. et al. Prognostic significance of double product and inadequate double product response to maximal symptom-limited exercise stress-testing after myocardial infarction in 6296 patients treated with thrombolytic agents. GISSI-2 Investigators // Amer. Heart J.– 1999.– Vol. 137.– P. 443–522.

Надійшла 25.09.2013 р.

Структурно-функціональне состояние левого желудочка, внутривентрикулярная диссинхрония и толерантность к физической нагрузке у пациентов, перенесших инфаркт миокарда с зубцом Q

В.Н. Коваленко, Е.Г. Несукай, А.А. Даниленко, Е.Ю. Титов

ГУ «Национальный научный центр “Институт кардиологии им. акад. Н.Д. Стражеско” НАМН Украины», Киев

Цель работы – изучить взаимосвязь структурно-функционального состояния левого желудочка (ЛЖ), геометрии его сокращения, внутривентрикулярной диссинхронии с толерантностью к физической нагрузке (ТФН) у пациентов, перенесших острый инфаркт миокарда с зубцом Q (Q-ОИМ).

Материал и методы. Обследовано 58 больных (мужчины – 96 %) с постинфарктным кардиосклерозом (Q-ОИМ) в возрасте в среднем ($56,0 \pm 1,2$) года. Группу I составили 40 больных, которым было проведено обследование на 10–12-е сутки после Q-ОИМ и в динамике через 6 мес. Группу II составили 48 пациентов с постинфарктным кардиосклерозом, которым был выполнен тест с дозированной физической нагрузкой (ДФН). В III группу (n=31) вошли пациенты с постинфарктным кардиосклерозом из I группы, у которых оценивали возможность выполнения субмаксимального теста с ДФН через 6 мес после Q-ОИМ. Всем пациентам на ультразвуковом сканере Aplio Artida (Toshiba, Япония) провели эхокардиографию и спекл-трекинг эхокардиографию. У 48 пациентов выполнен тест с ДФН.

Результаты и обсуждение. При увеличении величины продольной глобальной систолической деформации (ПГСД) на 9 % через 6 мес у 23 пациентов I группы достоверно увеличилась на 4 % фракция выброса ЛЖ (ФВ ЛЖ) и уменьшился на 5,6 % индекс нарушения локальной сократимости (ИНЛС). У пациентов II группы обнаружена прямая корреляционная связь между уровнем потребления кислорода ($УПО_2$) при выполнении теста с ДФН и ФВ ЛЖ, ПГСД и циркулярной глобальной систолической деформацией (ЦГСД) в покое и обратная корреляционная связь между $УПО_2$ и ИНЛС ($r=-0,56$; $P<0,001$) и индексом постсистолического укорочения (ИПСУ) ($r=-0,34$; $P=0,043$). Отношение шансов (ОШ) выполнить субмаксимальный тест у пациентов III группы росло при условии, что в период Q-ОИМ будут большие величины ПГСД (ОШ 1,89; доверительный интервал (ДИ) 1,17–3,05; $P=0,010$), ФВ ЛЖ (ОШ 1,22; ДИ 1,02–1,46; $P=0,034$) и меньшая величина ИНЛС (ОШ 0,04; ДИ 0,004–0,44; $P=0,008$). При этом у пациентов III группы было установлено, что значение ПГСД ≤ -10 % в период Q-ОИМ с чувствительностью 88 % и специфичностью 67 % позволяет прогнозировать выполнение пациентом субмаксимального теста через 6 мес.

Выводы. У пациентов после Q-ОИМ увеличение ПГСД обуславливает улучшение глобальной и сегментарной систолической функции ЛЖ. Аэробная активность у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом ассоциируется с ФВ ЛЖ, продольной и циркулярной составляющими деформации миокарда, объемом поражения миокарда и внутривентрикулярной диссинхронией. Ранняя оценка ПГСД у пациентов после Q-ОИМ важна для прогнозирования толерантности к физической нагрузке.

Ключевые слова: инфаркт миокарда, геометрия сокращения левого желудочка, внутривентрикулярная диссинхрония, толерантность к физической нагрузке.

Structural and functional state of the left ventricle, intraventricular dyssynchrony and exercise tolerance in patients after Q-wave myocardial infarction

V.M. Kovalenko, E.G. Nesukay, O.O. Danylenko, E.Yu. Titov

National Scientific Center «M.D. Strazhesko Institute of Cardiology NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

The aim – to explore the relationship of structural and functional state of the left ventricle (LV), its geometry and intraventricular dyssynchrony with exercise tolerance (ET) in patients after Q-wave acute myocardial infarction (Q-AMI).

Material and methods. The study involved 58 patients (96 % male) with post-infarction cardiosclerosis (after Q-wave myocardial infarction), average age (56.0 ± 1.2) years. Group I included 40 patients who were examined at 10–12 days

and at 6 months after Q-AMI. Group II included 48 patients after Q-AMI, who performed exercise stress test (EST). Group III included 31 patients with post-infarction cardiosclerosis from group I to assess possibility of making submaximal EST 6 months after Q-AMI. All patients underwent echocardiography and speckle tracking echocardiography (STE).

Results. In 6 months after Q-AMI the value of global longitudinal systolic strain (GLS) was increased in 23 patients of group I by 9 %, LV ejection fraction (LVEF) was increased by 4 % and wall motion score index (WMSI) was decreased by 5.6 % in comparison with those parameters at 10–12 days after Q-AMI. In group II direct correlation between the level of oxygen consumption (VO_2 max) during EST and LVEF, GLS, global circumferential systolic strain at rest, as well as an inverse correlation between VO_2 max and WMSI ($r=-0.56$; $P<0.001$) and index post-systolic shortening (IPSS) ($r=-0.34$; $P=0.043$) were established. The odds ratio (OR) to perform submaximal test in patients of group III increased along with GLS (OR 1.89; confidence interval (CI) 1.17–3.05; $P=0.010$), LVEF (OR 1.22; CI 1.02–1.46; $P=0.034$) and lower WMSI (OR 0.04; CI 0.004–0.44; $P=0.008$) at 10–12 days after Q-AMI. It was found that in group III the value of $GLS \leq -10\%$ at the 10–12 days of Q-AMI allows to predict ability to perform submaximal test 6 months after Q-AMI with sensitivity of 88 % and specificity of 67 %.

Conclusions. In patients after Q-AMI increasing GLS is associated with improving global and segmental LV systolic function. Aerobic activity in patients with post-infarction cardiosclerosis is associated with LVEF, longitudinal and circumferential components of the myocardial strain, as well as amount of myocardial injury and intraventricular dyssynchrony. Early assessment of GLS in Q-AMI patients is important for predicting exercise tolerance.

Key words: myocardial infarction, left ventricular contraction geometry, intraventricular dyssynchrony, exercise tolerance.