

УДК 616.12-008.331+616.12-008.46+616.124.2]-073.48

# Оптимізація діагностики серцевої недостатності зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка у хворих на гіпертонічну хворобу шляхом використання спекл-трекінг ехокардіографії

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

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

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** *серцева недостатність, гіпертонічна хвороба, спекл-трекінг ехокардіографія, деформація та швидкість деформації міокарда, систолічна і діастолічна дисфункція*

Наявність діастолічної дисфункції лівого шлуночка (ЛШ) як важливого фактора, що лежить в основі серцевої недостатності (СН) зі збереженою фракцією викиду (ФВ) ЛШ, не заперечує існування інших патофізіологічних чинників її формування. До них належать систолічна дисфункція ЛШ у спокої з подальшим її погіршенням при фізичному навантаженні [15], порушена шлуночково-судинна взаємодія [4], порушення потокової та індукованої навантаженням вазодилатації [5], хронотропна недостатність [6] та легенева артеріальна гіпертензія [10].

Спроби виявити взаємозв'язок між систолічною функцією ЛШ у спокої на основі ФВ ЛШ та рівнем максимального споживання кисню при фізичному навантаженні в пацієнтів із СН зі збереженою ФВ ЛШ виявилися невдалими [9]. Проте У.Т. Тап та співавтори показали, що у хворих на СН зі збереженою ФВ ЛШ порівняно зі здоровими особами в спокої були меншими величини поздовжньої та радіальної деформації ЛШ, апікальної ротації, а також не фіксували їх приросту при навантаженні. Крім того, систолічна й діастолічна швидкість руху кільця мітрального клапана, ротація ЛШ та раннє діастолічне розкручування асоціювалися з величиною пікового споживання кисню

[15]. Зниження величини поздовжньої деформації міокарда в пацієнтів з СН зі збереженою ФВ ЛШ виявили і N.E. Hasselberg та співавтори, причому величина деформації корелювала з тиском наповнення ЛШ та об'ємом лівого передсердя (ЛП), а ФВ ЛШ – ні [9]. Результати іншого, нещодавно проведеного, дослідження свідчать про наявність зв'язку між зниженою поздовжньою деформацією ЛШ та підвищеним рівнем мозкового натрійуретичного пептиду у хворих на СН зі збереженою ФВ ЛШ [11].

Однак незважаючи на низку досліджень, присвячених вивченню патофізіології СН зі збереженою ФВ ЛШ, залишається ряд невирішених задач, зокрема мало уваги приділяється характеру змін деформації міокарда ЛШ та ЛП при фізичному навантаженні, а також не встановлена діагностична цінність показників спекл-трекінг ехокардіографії (СТЕ) у виявленні хворих цієї категорії.

Мета роботи – вивчити показники деформації та швидкості деформації лівого шлуночка й лівого передсердя у спокої і при фізичному навантаженні, а також визначити ранні маркери й механізми виникнення серцевої недостатності зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка у хворих на гіпертонічну хворобу.

Тітов Євгеній Юрійович, мол. наук. співр.  
03151, м. Київ, вул. Народного Ополчення, 5.  
E-mail: ievgeniititov@ukr.net

## Матеріал і методи

Обстежено 30 чоловіків з гіпертонічною хворобою (ГХ) II стадії віком у середньому ( $55,5 \pm 2,8$ ) року, що перебували на обстеженні та лікуванні в ННЦ «Інститут кардіології ім. акад. М.Д. Стражеска» НАМН України у 2014–2015 рр. Діагноз ГХ встановлювали відповідно до рекомендацій Української асоціації кардіологів та Європейського товариства кардіологів з лікування артеріальної гіпертензії (2013). Тривалість захворювання на ГХ становила в середньому ( $10,0 \pm 0,2$ ) року.

Усім пацієнтам на ультразвуковому сканері Aplio Artida (Toshiba Medical System Corporation, Японія) проведено ехокардіографію у М-, В-режимах, у режимі імпульсно-хвильової та тканинної доплерографії, а також СТЕ. Визначали кінцеводіастолічний та кінцевосистолічний об'єм ЛШ, кінцеводіастолічний розмір ЛШ, об'єм ЛП та розраховували ФВ ЛШ, ударний об'єм ЛШ, індекс кінцеводіастолічного об'єму (ІКДО), індекс об'єму ЛП (ІЛПО).

За допомогою лінійних розмірів визначали масу міокарда ЛШ з використанням формули, рекомендованої Американським товариством з ехокардіографії, з подальшим розрахунком індексу маси міокарда ЛШ (ІММ ЛШ) [12]. Критерієм наявності гіпертрофії лівого шлуночка (ГЛШ) вважали величину ІММ ЛШ  $> 95 \text{ г/м}^2$  у жінок та  $> 115 \text{ г/м}^2$  у чоловіків [7].

Діастолічну функцію ЛШ оцінювали відповідно до чинних рекомендацій [13]. У режимі імпульсно-хвильової доплерографії вивчали трансмітральний кровотік із визначенням максимальної швидкості раннього (хвиля Е) і пізнього (хвиля А) діастолічного наповнення ЛШ та розраховували їх співвідношення (Е/А), визначали час сповільнення раннього діастолічного наповнення (DT) та тривалість хвилі А (Amit). Також у режимі імпульсно-хвильової доплерографії проводили аналіз кровотоку в легеневих венах та визначали час кровотоку в систолу передсердь наприкінці діастолі (Apu1) і розраховували різницю тривалості Apu1 та тривалості хвилі трансмітрального кровотоку А (Apu1 – Amit).

Використовували режим тканинної доплерографії, розраховували ранню діастолічну швидкість руху частини фіброзного кільця мітрального клапана з боку міжшлуночкової перегородки (Е'), а також розраховували відно-

шення хвилі Е трансмітрального кровотоку до Е' (Е/Е') для оцінки тиску наповнення ЛШ.

Для аналізу показників деформації та швидкості деформації міокарда ЛШ використовували пакет програмного забезпечення Wall Motion Tracking за методиками, описаними нами раніше [3]. Визначали поздовжню глобальну систолічну деформацію (ПГСД) та швидкість ПГСД (ШПГСД), циркулярну глобальну систолічну деформацію (ЦГСД) та швидкість ЦГСД (ШЦГСД), а також радіальну глобальну систолічну деформацію (РГСД) та швидкість РГСД (ШРГСД). Також визначали ранню (РШДЛШ) та пізню (ПШДЛШ) діастолічну швидкість деформації міокарда ЛШ [2].

Аналіз деформації та швидкості деформації ЛП проводили за методикою, описаною нами раніше [2]. Визначали ранню діастолічну швидкість деформації ЛП (РШДЛП), пізню діастолічну швидкість деформації ЛП (ПШДЛП), а також систолічну деформацію ЛП (СДЛП).

Для оцінки толерантності до фізичного навантаження проводили стрес-ехокардіографію в положенні лежачи на велоергометрі Angio (Lode, Голландія). Використовували стандартний протокол проведення тесту з дозованим фізичним навантаженням (ДФН), критеріями припинення навантаження при якому були досягнення 85 % від максимальної частоти скорочень серця або поява симптомів, які потребують припинення ДФН [8]. Тест починали з навантаження 25 Вт, кожна наступна сходинка перевищувала попередню на 25 Вт, тривалість кожної сходинки становила 3 хв. У процесі дослідження проводили постійне моніторування ехокардіограми із записом відеопетель на 3-й хвилині сходинки в 25, 75 Вт та на піковому навантаженні. Наприкінці 3-ї хвилини кожної сходинки вимірювали артеріальний тиск. Під час дослідження проводили безперервну реєстрацію ЕКГ у 12 загальноприйнятих відведеннях.

На піковому навантаженні визначали потужність навантаження у Вт та рівень споживання кисню, який виражали в метаболічних еквівалентах (МЕТ).

Діагноз СН зі збереженою ФВ ЛШ встановлювали відповідно до рекомендацій робочої групи Європейського товариства кардіологів [14]. Обов'язковими умовами діагностування СН зі збереженою ФВ ЛШ були наявність скарг (задишка при фізичному навантаженні, серцебиття, слабкість, швидка втомлюваність), нор-

Таблиця 1

Порівняльна характеристика показників структурно-функціонального стану лівих відділів серця в групах хворих

Показник	Величина показника (M±m) у групах	
	контрольний (n=15)	1-й (n=15)
ФВ ЛШ, %	64,0±0,9	58,4±2,9
ІКДО, мл/м <sup>2</sup>	55,3±1,0	69,5±5,6*
ІММ ЛШ, г/м <sup>2</sup>	84,1±2,7	191,8±11,0***
Е/А	1,20±0,05	0,76±0,07***
DT, мс	183,4±4,8	249,1±14,9***
Е/Е'	4,6±0,3	11,1±1,2***
ІЛПО, мл/м <sup>2</sup>	22,1±0,6	51,6±5,1***
NT-proBNP, пг/мл	-	187,4±27,0

**Примітка.** Різниця показників достовірна порівняно з такими в осіб контрольної групи: \* P<0,05, \*\* P<0,01, \*\*\* P<0,001; 1-ї групи: ° P<0,05, °° P<0,01. Те саме в табл. 2–3.

мальна або незначно знижена систолічна функція ЛШ (ФВ ЛШ ≥ 50 %) з ІКДО ЛШ ≤ 97 мл/м<sup>2</sup>.

У разі об'єктивних ознак порушення діастолічної функції ЛШ – порушення розслаблення, наповнення, розтяжності й жорсткості – розраховували співвідношення максимальної швидкості раннього (хвиля Е) діастолічного наповнення ЛШ у режимі імпульсно-хвильової доплерографії до ранньої діастолічної швидкості руху частини фіброзного кільця мітрального клапана (Е') з боку міжшлуночкової перегородки ЛШ (Е/Е').

Пацієнти з Е/Е' > 15 мали підвищений тиск наповнення ЛШ, що давало можливість віднести їх до групи хворих на СН зі збереженою ФВ ЛШ. При проміжному значенні цього показника (15 > Е/Е' > 8) для підтвердження діастолічного характеру СН брали до уваги такі додаткові ехокардіографічні та лабораторні показники: Е/А < 0,5, DT > 280 мс, Arulm-Amit > 30 мс, ІЛПО > 40 мл/м<sup>2</sup>, ІММ ЛШ > 149 г/м<sup>2</sup> у чоловіків, рівень N-термінального фрагмента мозкового натрійуретичного пептиду (NT-proBNP) > 220 пг/мл. Концентрацію NT-proBNP визначали імуноферментним методом за допомогою наборів реактивів Siemens (США) на імунохемилюмінесцентному автоматичному аналізаторі Immulite 1000 (Siemens, США).

За наявності у хворого хоча б одного із зазначених вище критеріїв додатково до показника Е/Е' > 8 його зараховували до групи СН зі збереженою ФВ ЛШ. Критеріями вилучення з дослідження були величина NT-proBNP < 120 пг/мл, захворювання легень, клапанні вади серця, захворювання перикарда. Хворі на СН зі збереженою ФВ ЛШ (n=15) становили 1-шу

Таблиця 2

Порівняльна характеристика показників систолічної деформації ЛШ у групах хворих

Показник	Величина показника (M±m) у групах		
	контрольний (n=15)	1-й (n=15)	2-й (n=15)
ПГСД, %	15,9±0,28	9,7±0,4***	11,9±0,4***°°
ШПГСД, с <sup>-1</sup>	0,81±0,02	0,49±0,03***	0,69±0,01***°°°
ЦГСД, %	16,5±0,4	12,2±0,6***	15,1±0,8°
ШЦГСД, с <sup>-1</sup>	0,91±0,03	0,52±0,07***	0,66±0,11*
РГСД, %	36,0±1,1	25,7±2,6**	31,5±3,6
ШРГСД, с <sup>-1</sup>	1,9±0,05	1,53±0,14*	1,79±0,31

групу. Пацієнти з ГХ та ГЛШ без СН (n=15) становили 2-гу групу. До контрольної групи залучили 15 осіб без серцево-судинних захворювань.

Статистичну обробку даних проводили з використанням пакета статистичних програм SPSS 13.0 та Microsoft Excel [1]. Різницю показників при P<0,05 вважали статистично значущою. Дані представляли у вигляді середнього значення показника (M) із середньою квадратичною похибкою (m). При порівнянні груп між собою використовували тест ANOVA. Зв'язок між змінними визначали за допомогою кореляційного аналізу. Інформаційну цінність предикторів сумарного значення функції вираховували за допомогою методики ROC-кривих (кривих операційної характеристики одержувача сигналів) [1].

## Результати та їх обговорення

При порівнянні показників структурно-функціонального стану лівих відділів серця визначили, що у хворих 1-ї групи достовірно більшими, ніж у пацієнтів 2-ї групи, були показники ІММ ЛШ (на 22,5 %; P<0,01), ІЛПО (на 29,2 %; P<0,05), NT-proBNP (в 2,3 разу), а також тиск наповнення ЛШ, про що свідчить достовірно більша (на 29,7 %; P<0,05) середня величина відношення Е/Е' (табл. 1). Водночас групи хворих достовірно не відрізнялися за показниками ФВ ЛШ та ІКДО.

При порівнянні деформаційних показників ЛШ виявлено достовірне зниження в 1-й групі показників деформації та швидкості деформації в поздовжньому, циркулярному та радіальному напрямках порівняно з контрольною групою (табл. 2). Також у 1-й групі меншими виявилися середні величини ПГСД (на 22,7 %; P<0,01) та ШПГСД (на 41,8 %; P<0,001) порівняно з такими в 2-й групі. Крім того, у хворих 1-ї групи досто-

Таблиця 3

Порівняльна характеристика показників діастолічної деформації ЛП та ЛШ у групах хворих

Показник	Величина показника (M±m) у групах		
	контрольний (n=15)	1-й (n=15)	2-й (n=15)
СДЛП, %	61,1±8,6	22,3±1,2***	34,7±1,6*** <sup>oo</sup>
РШДЛП, с <sup>-1</sup>	5,8±0,6	0,82±0,10***	1,4±0,1*** <sup>oo</sup>
ПШДЛП, с <sup>-1</sup>	2,8±0,2	1,15±0,15***	1,93±0,12*** <sup>oo</sup>
РШДЛШ, с <sup>-1</sup>	1,26±0,28	0,42±0,06*	0,78±0,06 <sup>oo</sup>
ПШДЛШ, с <sup>-1</sup>	0,47±0,14	0,61±0,08	0,62±0,10

вірно меншими були ЦГСД (на 26,9 %; P<0,05) та показники деформації і швидкості деформації в радіальному напрямку порівняно з хворими 2-ї групи. Таким чином, у хворих на ГХ, ускладнену СН, зі збереженою ФВ ЛШ зниження деформаційних процесів міокарда свідчило про наявність систолічної дисфункції ЛШ.

У хворих 2-ї групи виявлено порушення резервуарної, кондуктної та скорочувальної функції ЛП, про що свідчили достовірно менші, ніж у осіб контрольної групи, показники СДЛП (у 1,8 разу), РШДЛП (майже в 4 рази) та ПШДЛП (на 45 %) (табл. 3). У хворих 1-ї групи спостерігали також менші, ніж у осіб контрольної групи, показники кондуктної, резервуарної та скорочувальної функції ЛШ, а також виявили порушення деформації міокарда ЛШ у діастолу, про що свідчила менша, ніж у контрольній групі, величина РШДЛШ (на 61,5 %; P<0,05).

Показники діастолічної деформації ЛШ та ЛП у хворих 1-ї групи виявилися достовірно меншими (СДЛП – на 55,6 % (P<0,001), РШДЛП – на 70,7 % (P<0,01), ПШДЛП – на 67,8 % (P<0,01), РШДЛШ – на 85,7 % (P<0,05)), ніж у пацієнтів 2-ї групи.

Кореляційний аналіз у хворих 1-ї групи засвідчив наявність взаємозв'язку між вмістом NT-proBNP та показниками IMM ЛШ (r=0,36; P<0,05) і E/E' (r=0,42; P<0,01) (табл. 4). Так, збільшення рівня NT-proBNP асоціювалося зі зменшенням поздовжньої систолічної деформації та ранньої діастолічної швидкості деформації ЛШ, про що свідчив зворотний кореляційний зв'язок між концентрацією NT-proBNP та показниками ПГСД (r=-0,52, P=0,01) і РШДЛШ (r=-0,66, P=0,002). Крім того, встановлено достовірний зворотний кореляційний зв'язок між рівнем NT-proBNP та параметрами резервуарної, кондуктної і скорочувальної функції ЛП.

Таблиця 4

Кореляційний аналіз рівня N-термінального фрагмента мозкового натрійуретичного пептиду та показників структурно-функціонального стану лівих відділів серця

Показник	r	P
ФВ ЛШ	-0,2	0,12
ІКДО	-0,06	0,9
IMM ЛШ	0,36	<0,05
E/E'	0,42	0,01
ІЛПО	0,19	0,1
ПГСД	-0,52	0,01
ЦГСД	-0,21	0,8
РГСД	-0,14	0,3
СДЛП	-0,62	0,001
РШДЛП	-0,52	0,001
ПШДЛП	-0,51	0,01
РШДЛШ	-0,66	0,002

Наявність достовірної різниці систолічних та діастолічних показників деформації міокарда ЛШ при порівнянні 1-ї і 2-ї груп, а також кореляційний зв'язок цих показників з рівнем NT-proBNP дозволили провести ROC-аналіз з метою визначення діагностичної цінності показників систолічної та діастолічної деформації ЛШ та ЛП для виявлення хворих на СН зі збереженою ФВ ЛШ. Аналізували ПГСД, РШДЛШ та СДЛП, що є показниками відповідно поздовжньої систолічної деформації ЛШ, ранньої діастолічної деформації ЛШ та резервуарної функції ЛП (рисунки).

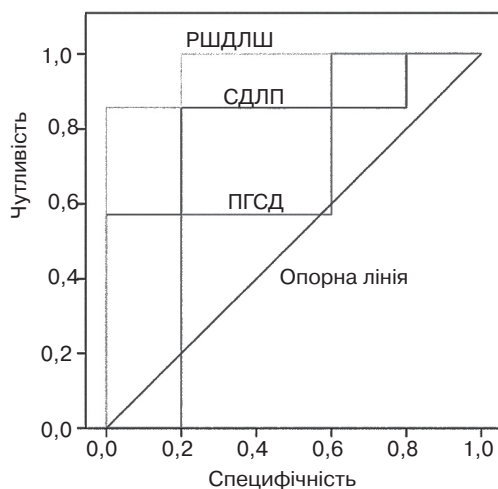


Рисунок. Графік співвідношення між чутливістю та специфічністю показників СДЛП, ПГСД та РШДЛШ для виявлення СН зі збереженою ФВ ЛШ за допомогою ROC-кривої.

Таблиця 5

Показники структурно-функціонального стану лівих відділів серця в групах хворих у спокої та при фізичному навантаженні

Показник	Величина показника (M±m) у групах					
	1-й (n=15)		2-й (n=15)		контрольній (n=15)	
	Спокій	75 Вт	Спокій	75 Вт	Спокій	75 Вт
ФВ ЛШ, %	56,8±2,4	65,8±3,4*	59,0±0,9	66,2±2,4**	60±2	73,4±1,2***
E/E'	10,5±0,5	12,6±0,7*	8,6±0,4	8,8±0,6	4,4±0,5	4,6±0,3
ПГСД, %	10,0±0,4	10,2±1,8	10,7±0,7	13,2±0,6*	14,9±0,5	18,7±0,3***
ЦГСД, %	13,6±0,6	15,8±0,6*	14,1±0,9	16,3±0,3*	17,6±0,4	22,0±0,3***
РГСД, %	27,5±1,9	30,3±3,2	30,5±3,7	39,4±2,3*	31,6±1,9	44,3±3**
СДЛП, %	28,7±3,7	31,3±2,4	37,5±3,5	49,4±2,3**	61,1±3,9	96,9±5,5***
РШДЛП, с <sup>-1</sup>	1,29±0,06	1,40±0,02	1,69±0,13	3,2±0,4**	5,79±0,50	7,19±0,20*
ПШДЛП, с <sup>-1</sup>	1,57±0,47	3,06±0,40*	2,7±0,3	4,5±0,4**	2,85±0,54	6,1±0,9**
РШДЛШ, с <sup>-1</sup>	0,42±0,06	0,52±0,22	0,78±0,06	1,1±0,1*	1,26±0,13	2,28±0,27**

**Примітка.** Різниця показників достовірна порівняно з такими у стані спокою: \* P<0,05; \*\* P<0,01; \*\*\* P<0,0001.

Встановлено, що величина ПГСД < 10 % (чутливість 57 % та специфічність 50 %), РШДЛШ < 0,47 с<sup>-1</sup> (чутливість 57 % та специфічність 60 %) та СДЛП < 27,5 % (чутливість 71 % та специфічність 60 %) у пацієнтів з ГХ та ГЛШ асоціювалися з наявністю СН зі збереженою ФВ ЛШ.

За результатами проведення тесту з ДФН у пацієнтів 2-ї групи достовірно (P<0,001) меншими, ніж у хворих 1-ї групи, були величина пікового навантаження (відповідно 75 і 100 Вт) та показник максимального споживання кисню (відповідно (4,95±0,15) і (6,95±0,23) МЕТ).

При порівнянні показників стрес-ехокардіографії під час тесту з ДФН в 1-й, 2-й та контрольній групах відзначено достовірне збільшення ФВ ЛШ відповідно на 15,8 % (P<0,05), 12,2 % (P<0,01) та 22,3 % (P<0,001) порівняно з такими у стані спокою (табл. 5). Серед показників систолічної деформації ЛШ у 2-й та контрольній групі при навантаженні 75 Вт виявлено достовірне збільшення поздовжньої, циркулярної та радіальної деформації ЛШ порівняно з такими у стані спокою, а в 1-й групі не спостерігали приросту поздовжньої деформації ЛШ і відзначали підвищення на 16,2 % ЦГСД порівняно з показниками у стані спокою.

Порівняльний аналіз діастолічних показників деформації ЛШ та ЛП показав, що в осіб 2-ї та контрольної групи при виконанні ДФН поліпшувалися показники резервуарної та кондуїтної функції ЛП, а також зростали величини ранньої діастолічної деформації ЛШ. Водночас у хворих 1-ї групи не спостерігали поліпшення резервуарної та кондуїтної функції ЛП, не було приросту ранньої діастолічної деформації ЛШ і

лише підвищувалася скорочувальна функція ЛП, про що свідчило зростання на 95 % (P<0,05) ПШДЛП при виконанні фізичного навантаження 75 Вт порівняно з показником у стані спокою. Наслідком описаних змін внутрішньосерцевої гемодинаміки у хворих 1-ї групи було підвищення тиску наповнення ЛШ, про що свідчить зростання на 20 % відношення E/E' (P<0,05), що призводило до появи задишки у хворих 1-ї групи, яка була причиною зупинки навантаження.

## Висновки

1. У пацієнтів з гіпертонічною хворобою та серцевою недостатністю зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка достовірно більшими були індекс маси міокарда лівого шлуночка (в середньому на 22,5 %), індекс об'єму лівого передсердя (в середньому на 29,2 %), вміст N-термінального фрагмента мозкового натрійуретичного пептиду (в 2,3 разу) та тиск наповнення лівого шлуночка порівняно з такими у хворих без серцевої недостатності.

2. У пацієнтів з гіпертонічною хворобою та серцевою недостатністю зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка відзначено достовірно менші величини поздовжньої та циркулярної систолічної деформації лівого шлуночка (в середньому на 22,7 % та 26,9 % відповідно), показників діастолічної деформації лівого шлуночка та лівого передсердя, а також кондуїтної, резервуарної і скорочувальної функції лівого передсердя порівняно з такими у хворих без серцевої недостатності.



3. Про зниження резервуарної, кондуктної та скорочувальної функції лівого передсердя свідчить виявлений за допомогою кореляційного аналізу взаємозв'язок між рівнем N-термінального фрагмента мозкового натрійуретичного пептиду та індексом маси міокарда лівого шлуночка, відношенням  $E/E'$ , показниками поздовжньої систолічної деформації лівого шлуночка ( $r=-0,52$ ), поздовжньої ранньої діастолічної деформації лівого шлуночка ( $r=-0,66$ ).

4. У хворих на гіпертонічну хворобу показники систолічної деформації лівого передсердя  $< 27,5\%$ , поздовжньої глобальної систолічної деформації лівого шлуночка  $< 10\%$  та ранньої швидкості діастолічної деформації лівого шлуночка  $< 0,47\text{ с}^{-1}$  свідчать про наявність серцевої недостатності зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка.

5. У пацієнтів з гіпертонічною хворобою та серцевою недостатністю зі збереженою фракцією викиду лівого шлуночка при фізичному навантаженні не спостерігали приросту поздовжньої систолічної і діастолічної деформації лівого шлуночка, не виявлено поліпшення резервуарної та кондуктної функції лівого передсердя, що супроводжувалося підвищенням тиску наповнення лівого шлуночка і появою задишки порівняно з такими у хворих без серцевої недостатності.

## Література

1. Бююль А., Цефель П. SPSS: искусство обработки информации. – СПб: ДиаСофт, 2002. – 608 с.
2. Коваленко В.М., Несукай О.Г., Поленова Н.С. та ін. Особливості структурно-функціонального стану лівих відділів серця у пацієнтів з гіпертонічною хворобою з різними типами ремоделювання // Укр. кардіол. журн. – 2014. – № 5. С. 44–49.
3. 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.

4. Borlaug B.A., Kass D.A. Ventricular-vascular interaction in heart failure // Heart Fail. Clin. – 2008. – Vol. 4. – P. 23–36.
5. Borlaug B.A., Melenovsky V., Russell S.D. et al. Impaired chronotropic and vasodilator reserves limit exercise capacity in patients with heart failure and a preserved ejection fraction // Circulation. – 2006. – Vol. 114. – P. 2138–2147.
6. Brubaker P.H., Joo K.C., Stewart K.P. et al. Chronotropic incompetence and its contribution to exercise intolerance in older heart failure patients // J. Cardiopulm. Rehabil. – 2006. – Vol. 26. – P. 86–89.
7. ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) // Eur. Heart J. – 2013. – Vol. 34 (28). – P. 2159–2219.
8. Fletcher G.F., Ades P.A., Kligfield P. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association // Circulation. – 2013. – Vol. 128 (8). – P. 873–934.
9. Hasselberg N.E., Haugaa K.H., Sarvari S.I. et al. Left ventricular global longitudinal strain is associated with exercise capacity in failing hearts with preserved and reduced ejection fraction // Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging. – 2015. – Vol. 16 (2). – P. 217–224.
10. Kjaergaard J., Akkan D., Iversen K.K. et al. Prognostic importance of pulmonary hypertension in patients with heart failure // Am. J. Cardiol. – 2007. – Vol. 99. – P. 1146–1150.
11. Kraigher-Krainer E., Shah A.M., Gupta D.K. et al. Impaired systolic function by strain imaging in heart failure with preserved ejection fraction // J. Am. Coll. Cardiol. – 2014. – Vol. 11. – P. 447–456.
12. Lang R.M., Bierig M., Devereux R.B. et al. Recommendations for chamber quantification // Eur. J. Echocardiogr. – 2006. – Vol. 7. – P. 79–108.
13. Nagueh S.F., Appleton C.P., Gillebert T.C. et al. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography // Eur. J. Echocardiogr. – 2009. – Vol. 10. – P. 165–193.
14. Paulus W.J., Tschope C., Sanderson J.E. et al. How to diagnose diastolic heart failure: a consensus statement on the diagnosis of heart failure with normal left ventricular ejection fraction by the Heart Failure and Echocardiography Associations of the European Society of Cardiology // Eur. Heart J. – 2007. – Vol. 28. – P. 2539–2550.
15. Tan Y.T., Wenzelburger F., Lee E. et al. The pathophysiology of heart failure with normal ejection fraction: exercise echocardiography reveals complex abnormalities of both systolic and diastolic ventricular function involving torsion, untwist, and longitudinal motion // J. Am. Coll. Cardiol. – 2009. – Vol. 54. – P. 36–46.
16. Wang J., Khoury D.S., Thohan V. et al. Global diastolic strain rate for the assessment of left ventricular relaxation and filling pressures // Circulation. – 2007. – Vol. 115 (11). – P. 1376–1383.

Надійшла 30.07.2015 р.

## Оптимизация диагностики сердечной недостаточности с сохраненной фракцией выброса левого желудочка у больных гипертонической болезнью путем использования спекл-трекинга эхокардиографии

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

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

**Цель работы** – изучить показатели деформации и скорости деформации левого желудочка (ЛЖ) и левого предсердия (ЛП) в покое и при физической нагрузке, а также определить ранние маркеры и механизмы возникновения сердечной недостаточности (СН) с сохраненной фракцией выброса (ФВ) ЛЖ у больных гипертонической болезнью (ГБ).

**Материал и методы.** Обследовано 30 больных ГБ (мужчины – 60 %) в возрасте (55,5±2,8) года. Пациенты с ГБ и СН с сохраненной ФВ ЛЖ (n=15) составили 1-ю группу, пациенты с ГБ без СН (n=15) – 2-ю группу. Всем больным выполнена эхокардиография, стресс-эхокардиография и спекл-трекинг эхокардиография, у всех определяли уровень N-терминального фрагмента мозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP).

**Результаты.** У пациентов 1-й группы достоверно большими были индекс массы миокарда ЛЖ (на 22,5 %), индекс объема ЛП (на 29,2 %), содержание NT-proBNP (в 2,3 раза) и давление наполнения ЛЖ по сравнению с таковыми у больных 2-й группы. У пациентов 1-й группы отмечено достоверное уменьшение средней величины продольной и циркулярной систолической деформации ЛЖ (на 22,7 и 26,9 % соответственно), показателей диастолической деформации ЛЖ и ЛП, а также кондуктивной, резервуарной и сократительной функции ЛП по сравнению с таковыми у больных 2-й группы. У больных 1-й группы установлены факторы, ассоциированные с СН с сохраненной ФВ ЛЖ: показатели систолической деформации ЛП < 27,5 %, продольной глобальной систолической деформации ЛЖ < 10 % и ранней скорости диастолической деформации ЛЖ < 0,47 с<sup>-1</sup>. У больных 1-й группы при физической нагрузке не выявлен прирост продольной систолической и диастолической деформации ЛЖ, а также не отмечено улучшение резервуарной и кондуктивной функции ЛП, что сопровождалось повышением давления наполнения ЛЖ и появлением одышки по сравнению с таковыми у больных 2-й группы.

**Выводы.** У пациентов с ГБ и СН с сохраненной ФВ ЛЖ выявлены более выраженные нарушения деформации ЛЖ и ЛП в покое по сравнению с больными ГБ без СН. Определены эхокардиографические показатели, которые ассоциируются с наличием СН с сохраненной ФВ ЛЖ у больных ГБ. Доказано наличие связи между сниженной толерантностью к физической нагрузке и нарушением деформации ЛЖ и ЛП у пациентов с ГБ и СН с сохраненной ФВ ЛЖ.

**Ключевые слова:** сердечная недостаточность, гипертоническая болезнь, спекл-трекинг эхокардиография, деформация и скорость деформации миокарда, систолическая и диастолическая дисфункция.

### Optimization of the diagnosis of heart failure with preserved left ventricular ejection fraction in patients with essential hypertension using speckle-tracking echocardiography

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

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

**The aim** – to study strain and strain rate of left ventricular (LV) and left atrium (LA) at rest and during exercise and establish early markers and mechanisms of heart failure (HF) with preserved ejection fraction (EF) in patients with essential hypertension (EH).

**Material and methods.** The study involved 30 patients with EH (men – 60 %) aged (55.5±2.8) years. Patients with EH and HF with preserved LVEF (15 patients) constituted group 1. The group 2 included 15 patients with EH and without HF. All patients were studied by means of echocardiography, stress echocardiography and speckle tracking echocardiography, as well as measuring NT-proBNP levels.

**Results.** Patients of group 1 had significantly higher LV mass index (at 22.5 %), LA volume index (at 29.2 %), level of NT-proBNP (2.3 times) and LV filling pressure, compared to group 2. Group 1 showed also significant decrease of mean longitudinal and circumferential LV systolic strain (22.7 and 26.9 % respectively), indices of LV and LA diastolic strain as well as LA conduit, reservoir and contractile function. The factors associated with HF with preserved LVEF in patients of group 1 were established: the value of LA systolic strain < 27.5 %, value of LV global systolic longitudinal strain < 10 % and early LV diastolic strain rate < 0.47 с<sup>-1</sup>. During exercise there was no increase in LV longitudinal systolic and diastolic strain, no improvement of the reservoir and conduit LA function in group 1. This was accompanied by increasing LV filling pressure and appearance of dyspnea, compared to patients of group 2.

**Conclusions.** Patients with hypertension and HF with preserved LVEF have more pronounced impairment of LV and LA strain compared to patients with EH without HF. Echocardiographic parameters associated with HF with preserved LVEF in patients with EH were identified. We found link between reduced exercise tolerance and LV/LA strain abnormalities in patients with EH and HF with preserved LVEF.

**Key words:** heart failure, essential hypertension, speckle-tracking echocardiography, strain and strain rate, systolic and diastolic dysfunction.