

УДК 616.126.52-007-089

Н.В. Понич¹, О.О. Немчина², О.Й. Жарінов³, О.А. Єпанчінцева^{1, 3},
Б.М. Тодуров^{1, 3}

¹ ДУ «Інститут серця МОЗ України», Київ

² ДУ «Національний науковий центр "Інститут кардіології ім. акад. М.Д. Стражеска" НАМН України», Київ

³ Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика, Київ

Глобальна поздовжня деформація та її динаміка після протезування аортального клапана в пацієнтів з тяжким аортальним стенозом

Мета роботи – визначити фактори, від яких можуть залежати глобальна поздовжня деформація (ГПД) та її динаміка після протезування аортального клапана (ПАК) у пацієнтів з тяжким аортальним стенозом (АС).

Матеріали і методи. В одноцентрове проспективне дослідження залучили 30 пацієнтів із тяжким АС, послідовно обстежених перед операцією ПАК. Серед них було 16 (53,3 %) чоловіків і 14 (46,7 %) жінок. Медіана віку становила 63 (діапазон – від 46 до 77, квартилі – 57–69) роки. Всім хворим до операції провели клінічне та інструментальне дослідження, зокрема трансторакальну ехокардіографію (ТТЕ) і коронаровентрикулографію. У ранній післяопераційний період і через 6–12 місяців після оперативного втручання всім пацієнтам виконували повторну ТТЕ за стандартним протоколом, яка передбачала оцінку ГПД. Проаналізовано показники ГПД та їх динаміку в групах пацієнтів зі збереженою (n=18) і зниженою (n=12) фракцією викиду (ФВ) лівого шлуночка (ЛШ).

Результати. У пацієнтів зі збереженою ФВ ЛШ медіана доопераційного ГПД становила –12 % (квартилі від –15 до –11 %), післяопераційного ГПД – –11 % (квартилі від –11 до –9 %). У пацієнтів зі зниженою ФВ ЛШ медіана доопераційного ГПД становила –6 % (квартилі від –8,5 до –4 %), післяопераційного ГПД – –8,5 % (квартилі від –10 до –6 %) (p < 0,001 щодо порівняння вихідних показників і p < 0,05 щодо відмінностей динаміки ГПД у порівнюваних групах). В обстежених осіб виявили значущі кореляційні зв'язки вихідного показника ГПД з функціональним класом серцевої недостатності (СН), супутньою недостатністю тристулкового клапана, фібриляцією передсердь, тривалістю комплексу QRS, ФВ ЛШ, індексами кінцеводіастолічного, кінцевосистолічного об'ємів та об'єму лівого передсердя, індексом маси міокарда ЛШ, індексом площі отвору аортального клапана, відношенням Е/А та індексом Теі. Своєю чергою, позитивна динаміка ГПД значуще залежала від вихідного функціонального класу СН, стадії артеріальної гіпертензії, ступеня недостатності тристулкового клапана, ФВ ЛШ, індексу об'єму лівого передсердя в доопераційний період.

Висновки. У пацієнтів з тяжким АС показник ГПД визначається ступенем вираження гемодинамічного перевантаження ЛШ та змін його ремоделювання. Сприятлива динаміка ГПД після ПАК, яка досягається в пацієнтів з вираженим АС, СН і систолічною дисфункцією ЛШ, може відображати зворотне ремоделювання ЛШ у післяопераційний період.

Ключові слова: деформація міокарда, глобальна поздовжня деформація, лівий шлуночок, аортальний стеноз, протезування аортального клапана.

Аортальний стеноз (АС) – найпоширеніше в сучасному світі захворювання клапанів серця, частота формування якого збільшується в міру старіння популяції [14]. Традиційно осно-

вою для стратифікації ризику та визначення показань до протезування аортального клапана (ПАК) у пацієнтів з АС є оцінка клінічних симптомів та дисфункції міокарда лівого шлуночка (ЛШ) [15, 27]. Згідно з настановами європейських та американських експертів, тяжкий АС є показанням І класу для операції ПАК за наявності клінічних симптомів або зниження фракції викиду (ФВ) ЛШ на 50 % і більше [25, 35]. Надмірне перевантаження тиском спричиняє появу гіпертрофії міокарда ЛШ та порушення коронарного резерву. А це, своєю чергою, викликає субендокардіальну ішемію міокарда навіть за відсутності стенозуючого атеросклерозу коронарних артерій, з подальшим порушенням систолічної та діастолічної функцій ЛШ [31].

Загально визнаним і зручним об'єктивним маркером систолічної функції ЛШ та чутливим параметром кардіального ризику є ФВ ЛШ. По суті, порушення ФВ ЛШ можуть свідчити про кінцеву стадію систолічної дисфункції ЛШ, пов'язану з незворотним пошкодженням міокарда. Втім у пацієнтів з критичним АС і хронічним перевантаженням тиском ФВ ЛШ може тривало залишатися збереженою, незважаючи на регіонарні порушення контрактильної функції міокарда. Це зумовлено можливістю залучення резерву переднавантаження та компенсаторних змін геометрії ЛШ [4, 16]. Отже, існує потреба в пошуку альтернативних об'єктивних параметрів, які б дозволили раніше діагностувати дисфункцію ЛШ і, можливо, бути критерієм ефективності лікування у хворих з АС і збереженою ФВ ЛШ. З іншого боку, певні дані на користь доцільності ПАК існують для пацієнтів із безсимптомним АС, у яких ще не сформувалася систолічна дисфункція ЛШ [21]. А це, своєю чергою, зумовлює необхідність пошуку критеріїв стратифікації ризику в пацієнтів з тяжким, але безсимптомним АС. Однак найпроблемнішою щодо діагностики та лікування є підгрупа осіб із систолічною дисфункцією ЛШ та низькопотоким і низькоградієнтним АС (близько 5–10 % усіх пацієнтів з АС) [28]. Ці пацієнти характеризуються не лише несприятливим прогнозом виживання загалом, а й високою летальністю у випадку оперативного втручання [34].

Останнім часом з метою кількісної оцінки глобальної та сегментарної скоротливості міокарда дедалі частіше використовується спекл-трекінг ехокардіографія [23]. Деформація міокарда – ключовий кількісний показник спекл-трекінг ехокардіографії. Його вимірюють у процентах як зміну довжини сегмента в систолу порівняно з вихідним станом у кінці діастолі [1]. Деформація є об'єктивним показником скоротливості міо-

карда, що не залежить від суб'єктивного ока дослідника. З огляду на оцінювання в кожному окремому сегменті, деформація не залежить від скоротливості сусідніх сегментів та руху серця в грудній порожнині, що своєю чергою можуть впливати на суб'єктивну оцінку глобальної та регіонарної систолічної функції серця.

Спочатку деформацію визначали лише за допомогою технології тканинного доплера, що зумовлювало залежність отриманих показників від кута сканування, а отже, певні обмеження методу. Оцінка міокардіальної деформації за допомогою технології дво- і тривимірної спекл-трекінг точніша і більш поширена, оскільки не є кут-залежним методом, дозволяючи одночасно здійснити обробку та аналіз кількох сегментів [23, 33]. Сучасні ехокардіографічні методики, що базуються на автоматичному відстеженні руху мікросегментів («спеклів») міокарда ЛШ на дво- або тривимірних зображеннях, дозволяють оцінити його систолічну деформацію, яка своєю чергою відображає поздовжню, циркулярну та радіальну функції міокарда [3, 23, 26]. Повздовжня деформація характеризує скорочення міокарда в систолу по довгій осі та вимірюється з апікальних позицій: дво-, три- і чотирикамерної. Радіальна деформація характеризується зміщенням міокарда в поперечному напрямку, а циркулярна деформація – в циркулярному. Останні два показники деформації вимірюються з парастернальних позицій по короткій осі на рівні базальних, середніх та верхівкових сегментів ЛШ. Для сегментарної оцінки скоротливості міокарда останнім часом використовують 17-сегментну модель (система координат «бичаче око») [19]. Її принцип полягає в тому, що всі сегменти ЛШ відображені на одній схемі.

Поздовжня деформація, яка переважно визначається скороченням субендокардіального шару, особливо чутлива до ішемії міокарда [23]. Поздовжню деформацію оцінюють для кожного сегмента окремо, потім обчислюють середню сумарну деформацію – глобальну поздовжню деформацію (ГПД). Величина ГПД виражається в процентах зі знаком «мінус», що відображує зменшення довжини сегмента міокарда в систолу відносно його довжини в діастолу. Чим менший показник поздовжньої деформації, тим більше скоротився сегмент міокарда. Показник ГПД тісно пов'язаний з інвазивними параметрами міокардіальної контрактильності, такими як $\Delta P/\Delta T$ і кінцевосистолічне співвідношення «тиск – об'єм» [13, 36].

Загалом, застосування аналізу поздовжньої деформації може бути корисним при АС для ранньої діагностики змін міокардіальної скоротли-

вості, зумовлених відносною коронарною недостатністю, у пацієнтів зі збереженою ФВ ЛШ [12, 20, 24]. Ідентифікація цих змін може мати важливе значення, оскільки поява порушень скоротливості дозволяє передбачити несприятливий прогноз виживання хворих, зокрема після оперативного втручання [6, 7]. Крім того, динаміка поздовжньої деформації в категорії пацієнтів з АС зі зниженою або збереженою ФВ може чутливіше відображати поліпшення скоротливої функції міокарда ЛШ після ПАК, ніж ФВ і показники діастолічної функції.

Мета роботи – визначити фактори, від яких можуть залежати глобальна поздовжня деформація та її динаміка після протезування аортального клапана в пацієнтів з тяжким аортальним стенозом.

Матеріали і методи

В одноцентрове проспективне дослідження залучили 30 осіб із тяжким АС, послідовно обстежених перед операцією ПАК. Серед них було 16 (53,3 %) чоловіків і 14 (46,7 %) жінок. Медіана віку становила 63 (діапазон від 46 до 77, квартилі 57–69) роки.

У 10 (33,3 %) пацієнтів зареєстровано стабільну стенокардію напруження II функціонального класу (ФК), у 7 (23,3 %) – III ФК за класифікацією Канадського кардіоваскулярного товариства. У 3 (10 %) хворих відзначено підвищення артеріального тиску 1-го ступеня, у 16 (53,3 %) – 2-го ступеня, у 2 (6,7 %) – 3-го ступеня за класифікацією Європейського товариства з артеріальної гіпертензії (2007). Ознаки хронічної серцевої недостатності (СН) виявили у всіх 30 хворих, серед них у 21 (70 %) – II А і у 9 (30 %) – II Б стадії за класифікацією М.Д. Стражеска і В.Х. Василенка. Другий ФК за NYHA діагностували у 17 (56,7 %), третій – у 13 (43,3 %) хворих. У 18 (60 %) пацієнтів показник ФВ ЛШ становив 45 % і більше, у 12 (40 %) – менше 45 %.

Медіана індексу маси тіла (ІМТ) становила 27,3 (від 21,3 до 36,4; квартилі 23,9–31,3) кг/м², рівня загального холестерину – 5,32 (3,35–9,83; квартилі 4,54–5,94) ммоль/л, креатиніну – 98 (72–202; квартилі 87–107) мкмоль/л, калію – 4,4 (мін. – макс. 3,1–5,5; квартилі 4–4,7) ммоль/л. Цукровий діабет 2-го типу діагностували у 3 (10 %) пацієнтів. Анамнестичні дані про ревматизм були у 7 (23,3 %) хворих, двостулковий аортальний клапан (АК) – у 6 (20 %). У 10 (33,3 %) обстежених зареєстрували фібриляцію передсердь.

Усім пацієнтам до операції здійснили комплексне клініко-лабораторне та інструментальне дослідження, яке обов'язково передбачало вико-

нання електрокардіографії, трансторакальної ехокардіографії (ТТЕ) і коронаровентрикулографії. Електрокардіографічне дослідження у 12 відведень здійснювали на електрокардіографі HS80G-L (Innomed, Угорщина). ТТЕ виконували на ультразвуковому сканері iE33 (Philips, США) з ЕКГ-синхронізацією, використовуючи фазований трансдюсер з частотою 2–4 МГц. ТТЕ виконували за стандартним протоколом у двовимірному режимі. При ТТЕ за допомогою В-режиму, з використанням загальноприйнятих позицій та підходів досліджували показники структури і функції міокарда. Зокрема, з лівої парастернальної позиції по довгій осі вимірювали діаметр лівого передсердя, товщину міжшлуночкової перегородки і задньої стінки ЛШ, кінцеводіастолічний розмір ЛШ з наступним розрахуванням маси міокарда ЛШ (ММЛШ) за кубічною формулою R.V. Devereux; з чотирикамерної позиції визначали об'єм лівого передсердя (ОЛП), кінцеводіастолічний (КДО) і кінцевосистолічний об'єми (КСО) ЛШ та ФВ ЛШ за методом дисків (Simpson) [19]. Розраховували індекси КДО, КСО ЛШ, ОЛП і ММЛШ.

Для оцінки функціонального стану ЛШ за допомогою імпульсно-хвильової доплерографії з чотирикамерної позиції визначали максимальну швидкість ранньодіастолічного мітрального кровоплину (амплітуду хвилі Е), передсердної систоли (амплітуду хвилі А) та їх відношення (Е/А), час сповільнення потоку ранньодіастолічного наповнення ЛШ (DT), тривалість періоду ізоволюмічного розслаблення, індекс функції міокарда ЛШ (індекс Tei) – відношення суми періодів ізоволюмічного скорочення і розслаблення до тривалості періоду вигнання з ЛШ [17]. Також під час ТТЕ у режимі імпульсно-хвильової тканинної доплерографії з чотирикамерної позиції визначали систолічну (хвиля s) та ранньодіастолічну (хвиля Е') швидкості руху септальної та латеральної частин кільця мітрального клапана з наступним вирахуванням середнього відношення Е/Е' [30].

Під час ТТЕ морфофункціональний стан АК досліджували з таких позицій: ліва парастернальна по короткій осі на рівні АК, ліва парастернальна по довгій осі, апікальна п'ятикамерна, субкостальна по короткій осі на рівні АК. У В-режимі досліджували рухливість, кількість стулок, ступінь їх кальцинозу. Згідно з рекомендаціями Американського ехокардіографічного товариства та Європейського ехокардіографічного товариства проводили кількісну оцінку тяжкості АС [5]. Виражений АС, який є показанням до операції ПАК, діагностували за такими критеріями: площа аортального отвору (ПАО)

$< 1,0 \text{ см}^2$, індекс ПАО $< 0,6 \text{ см}^2/\text{м}^2$, середній градієнт тиску на АК $\geq 40 \text{ мм рт. ст.}$, швидкість кровотоку $\geq 4 \text{ м/с}$. Критичний АС із середнім градієнтом тиску $\geq 40 \text{ мм рт. ст.}$ спостерігали у 28 (93,3 %) пацієнтів, тоді як низькопотіковий, низькоградієнтний АС із середнім градієнтом тиску на АК $< 40 \text{ мм рт. ст.}$ (low-flow, low-gradient aortic stenosis) на тлі зниженої ФВ ЛШ виявлено у 2 (6,7 %) пацієнтів.

Кількісну оцінку деформації проводили з визначенням деформації всіх 17 сегментів ЛШ. У цьому дослідженні враховували показник ГПД, який дозволяє оцінити глобальну скоротливу функцію усіх 17 сегментів ЛШ. З цією метою під час ехокардіографії отримували три кінопетлі з чотири-, три- і двокамерної верхівкових позицій, які оброблялися за допомогою програми QLab 9.0 на робочій станції. Всі отримані при виконанні ТТЕ зображення зберігалися на робочій станції.

Коронарографію та вентрикулографію здійснювали з допомогою двопланової рентгенівської ангиографічної системи з плоскими детекторами Axiom Artis dBC (Siemens, Німеччина). В 11 (36,6 %) пацієнтів спостерігали гемодинамічно значущі атеросклеротичні зміни коронарних артерій, які були підставою для реваскуляризації міокарда.

Операцію ПАК здійснювали в умовах штучного кровообігу. Пацієнтам переважно імплантували механічний протез St. Jude, у двох випадках – біологічний протез Edwards Perimount. У 11 осіб ПАК поєднувалося із аортокоронарним шунтуванням. У ранній післяопераційний період і через 6–12 місяців після оперативного втручання всім пацієнтам виконували повторну ТТЕ за стандартним протоколом, яка передбачала оцінку ГПД.

В індивідуальні реєстраційні карти вносили анамнестичні дані, інформацію про супутні хвороби, результати лабораторних досліджень, дані ЕКГ, трансторакальної ехокардіографії, коронарорентрикулографії.

Статистичну обробку матеріалу виконали за допомогою пакета прикладних програм Statistica 5.0 (StatSoft, США). Оскільки розподіл більшості параметричних показників не відповідав закону нормальності (згідно з критерієм Шапіро – Вілка), то їх описували за медіаною (нижній – верхній кuartилі) і динаміку всередині груп оцінювали за допомогою парного непараметричного критерію Вілкоксона. Групи зі збереженою і зниженою ФВ порівнювали з допомогою критерію Манна – Уїтні. Відмінності вважали статистично значущими при значеннях $p < 0,05$.

Результати та обговорення

Насамперед, здійснено аналіз показників ГПД та їх динаміки в групах пацієнтів зі збереженою і зниженою ФВ ЛШ. У хворих зі збереженою ФВ ЛШ медіана доопераційної ГПД становила -12% (міжквартильний проміжок від -15 до -11%), післяопераційної ГПД – -11% (міжквартильний проміжок від -11 до -9%). Істотної динаміки показника не виявлено ($p > 0,1$; парний критерій Вілкоксона). Своєю чергою, в пацієнтів зі зниженою ФВ ЛШ медіана доопераційної ГПД становила -6% (міжквартильний проміжок від $-8,5$ до -4%), післяопераційної ГПД – $-8,5 \%$ (міжквартильний проміжок від -10 до -6%), динаміка близька до значущої ($p = 0,0506$). Різниця при порівнянні між групами статистично значуща як для вихідних показників ($p < 0,001$), так і після операції ($p < 0,05$). Отже, в пацієнтів зі зниженою ФВ ЛШ спостерігали статистично

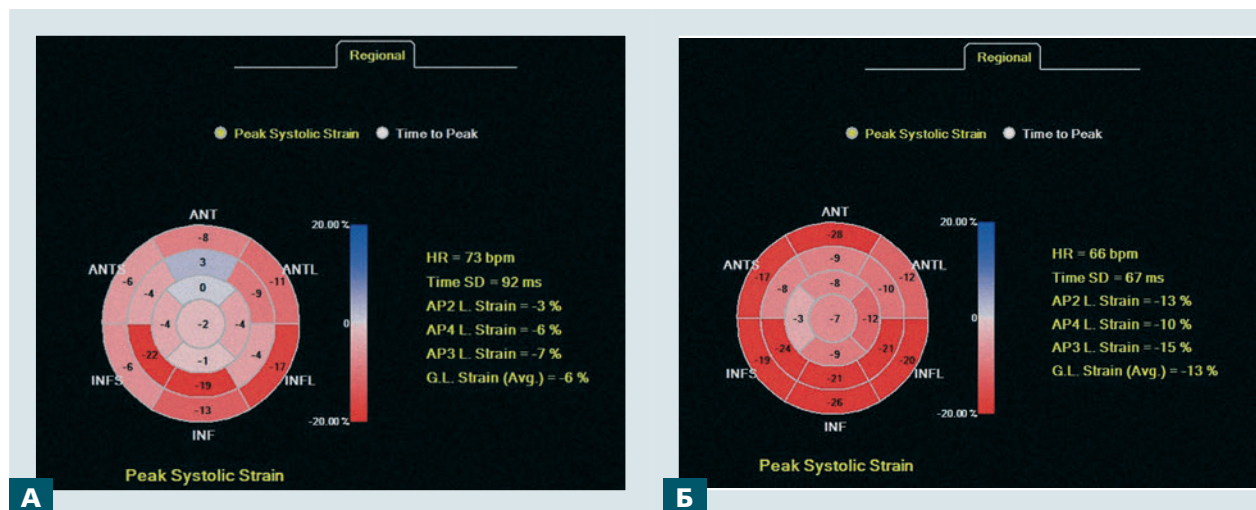


Рисунок. Оцінка глобальної та сегментарної поздовжньої деформації з використанням 17-сегментної моделі (система координат «бичаче око») у пацієнта зі зниженою ФВ ЛШ до (А) і після (Б) операції ПАК

значуще більш виражені зміни ГПД до операції та її сприятливу динаміку після ПАК (недостатню значущість динаміки можна пояснити малою чисельністю групи) (рисунки). Водночас у пацієнтів зі збереженою ФВ ЛШ операція ПАК практично не вплинула на рівень ГПД.

В обстежених осіб виявили значущі кореляційні зв'язки вихідного показника ГПД з ФК СН, супутньою недостатністю тристулкового клапана, фібриляцією передсердь, тривалістю комплексу QRS, ФВ ЛШ, індексами КДО, КСО та ОЛП, індексом ММЛШ, індексом ПАО, відношенням Е/А та індексом Tei (табл. 1). Це свідчить, що ГПД залежить від після- та переднавантаження ЛШ та ступеня його ремоделювання. А саме, чим більше виражений АС і, отже, ремоделювання серця, тим гіршими (більшими за абсолютним значенням) є показники ГПД, зокрема в пацієнтів зі збереженою ФВ ЛШ. Так, негативне значення коефіцієнта кореляції щодо показників ФВ ЛШ та індексу площі АК свідчить про зв'язок зниження цих показників з погіршенням ГПД.

Отримані результати загалом узгоджуються з результатами іншого дослідження, в якому проаналізували зв'язок ГПД з вихідними клініко-інструментальними та деякими лабораторними показниками в пацієнтів з АС [8]. У цьому дослідженні виявили кореляцію ГПД з клапанно-артеріальним імпедансом, який дає оцінку глобального навантаження на ЛШ, а також ФВ ЛШ, індексом ММЛШ, КДО, індексом ОЛП, індексом ударного об'єму, відносною товщиною стінок ЛШ, концентрацією мозкового натрійуретичного пептиду. Важливо, що серцево-судинна смертність виявилася значно вищою у пацієнтів з гіршими показниками ГПД. Наголосимо, що ГПД виявилася єдиним незалежним предиктором, який мав більше прогностичне значення, ніж наявність супутньої ішемічної хвороби серця або рівень ФВ ЛШ. Ще одне дослідження продемонструвало прогностичне значення ГПД у пацієнтів із парадоксальним низькопотокним низькоградієнтним АС зі збереженою ФВ ЛШ [32]. У цій групі виявили найгірші показники ГПД, що були предиктором несприятливого прогнозу.

Наступним етапом дослідження став аналіз чинників, які асоціювалися зі сприятливою відносною динамікою ГПД після операції ПАК, яка своєю чергою може бути чутливим відображенням зворотного ремоделювання камер серця та зменшення відносно коронарної недостатності [37]. Динаміку обчислювали як відносну дельту ((ГПД після операції – ГПД до операції) / ГПД до операції). Таким чином, медіана цього показника становила 0 (мінімум –0,5, максимум 3).

Таблиця 1

Кореляція глобальної поздовжньої деформації з вихідними клініко-інструментальними та лабораторними показниками в пацієнтів з тяжким аортальним стенозом (n=30)

Показник	τ Kendall	p
Вік	–0,02	НЗ
ІМТ	0,03	НЗ
ФК стенокардії напруження	0,10	НЗ
ФК СН за NYHA	0,30	0,02
Стадія артеріальної гіпертензії	–0,18	НЗ
Креатинін крові	0,23	0,08
Ступінь недостатності тристулкового клапана	0,3	0,02
Фібриляція передсердь	0,27	0,03
Тривалість комплексу QRS	0,27	0,03
ФВ ЛШ	–0,47	<0,001
Індекс КДО ЛШ	0,37	0,004
Індекс КСО ЛШ	0,39	0,002
Індекс ОЛП	0,42	0,001
Індекс ММЛШ	0,40	0,002
Індекс площі АК	–0,29	0,02
Е/А	0,43	0,002
Е/Е'	0,13	НЗ
Індекс Tei	0,43	0,001

НЗ – кореляція статистично незначуща ($p > 0,1$).

Інтерпретацію табличних даних слід проводити з врахуванням, що показник ГПД мав від'ємний знак як до, так і після операції, а клінічно позитивним при цьому є збільшення модуля показника. Динаміка ГПД істотно залежала від вихідного ФК СН, стадії артеріальної гіпертензії, ступеня недостатності тристулкового клапана, ФВ ЛШ, індексу ОЛП у доопераційний період (табл. 2).

Дослідження деформації міокарда є чутливим критерієм функціонального стану серця при різних показаннях, зокрема, при ішемічній хворобі серця [11]. Однак аналогічних досліджень деформації при АС було відносно небагато, і всі вони обмежувалися оцінкою вихідних рівнів деформації [8, 32]. Оригінальність ідеї нашого пілотного за своїм характером і обсягом дослідження визначається оцінкою не лише предикторів деформації при критичному АС, а й чинників, від яких може залежати його динаміка. Такий підхід може бути особливо доцільним у декількох категорій хворих, традиційно проблемних з позиції визначення показань для ПАК, зокрема, при низькопотокному АС, а також при критичному АС зі

Таблиця 2

Кореляційний зв'язок відносної динаміки глобальної поздовжньої деформації з вихідними клініко-інструментальними та лабораторними показниками

Показник	τ Kendall	p
Вік	0,09	НЗ
ІМТ	-0,08	НЗ
Стенокардія напруження	0,15	НЗ
ФК СН за NYHA	-0,33	0,009
Стадія артеріальної гіпертензії	0,28	0,03
Креатинін	-0,09	НЗ
Ступінь недостатності тристулкового клапана	-0,36	0,005
Фібриляція передсердь	-0,17	НЗ
Тривалість комплексу QRS	-0,12	НЗ
ФВ ЛШ	0,25	0,04
Індекс КДО ЛШ	-0,17	НЗ
Індекс КСО ЛШ	-0,17	НЗ
Індекс ОЛП	-0,38	0,003
Індекс ММЛШ	-0,19	НЗ
Індекс площі АК	0,13	НЗ
Е/А	-0,26	0,06
Е/Е'	0,12	НЗ
Індекс Tei	-0,22	0,09

збереженою ФВ ЛШ, особливо за відсутності виражених клінічних симптомів. Наголосимо, що в цих випадках існує певний досвід використання стрес-ехокардіографії з добутаміном, корисної для стратифікації ризику в пацієнтів зі зниженою ФВ ЛШ та низькопотоким низькоградієнтним АС [25, 35]. Справді, оцінка резервного потоку ЛШ (тобто, збільшення ударного об'єму) під час добутамінової проби корисна для прогнозування періопераційної смертності, але не є предиктором пізньої смертності або відновлення функції ЛШ після заміни АК [22, 29].

Останні дослідження демонструють, що аналіз ГПД може бути більш чутливим маркером функції міокарда, ніж ФВ ЛШ, у хворих з АС та збереженою ФВ ЛШ [2, 10, 18]. При цьому дані щодо прогностичної цінності ГПД у пацієнтів з низькопотоким низькоградієнтним АС на тлі систолічної дисфункції ЛШ дуже обмежені. Метою нещодавно проведеного багатоцентрового проспективного дослідження TOPAS була оцінка прогностичного значення ГПД, вимірної у стані спокою та під час стрес-ехокардіографії (стрес-ГПД) у когорти пацієнтів з АС, зниженою ФВ ЛШ та низьким градієнтом тиску [9]. Результати цього дослідження показали, що показник ГПД може бути корисним для прогнозування періопераційної смертності в пацієнтів, які потребують ПАК, а також необхідний для аналізу короткострокової і довгострокової смертності в пацієнтів, які отримували консервативне лікування. Крім того, стрес-ГПД може забезпечити більшу прогностичну цінність, ніж ГПД у стані спокою.

Певним обмеженням нашого дослідження є його невеликий обсяг, що не дозволило здійснити окремий аналіз визначальних чинників ГПД у хворих зі зниженою і збереженою ФВ ЛШ. Утім, кількість пацієнтів виявилася достатньою для того, щоб показати різноспрямовану динаміку функціонального стану ЛШ в осіб з різними вихідними рівнями ФВ ЛШ. Отримані результати переконливо свідчать на користь найбільш сприятливої динаміки ГПД у пацієнтів з більш вираженими ознаками систолічної дисфункції ЛШ і СН, а отже – доцільності виконання ПАК у багатьох хворих з такими характеристиками.

У підсумку, в пацієнтів з тяжким АС показник ГПД визначається ступенем вираження гемодинамічного перевантаження ЛШ та змін його ремоделювання. Сприятлива динаміка ГПД після ПАК, яка досягається у хворих з вираженим АС, СН і систолічною дисфункцією ЛШ, може відображати зворотне ремоделювання ЛШ та відновлення його контрактильної функції в післяопераційний період.

Конфлікту інтересів немає.

Участь авторів: концепція і проект дослідження, редагування тексту – О.Ж., Б.Т.; збір матеріалу – Н.П., О.Є.; обробка матеріалу – Н.П., О.Н., написання тексту, статистичне опрацювання даних – Н.П., О.Ж.; огляд літератури – Н.П.

Література

1. Коваленко В.М., Несукай О.Г., Поленова Н.С. та співавт. Спекл-трекінг ехокардіографія: нормативні значення і роль методу у вивченні систолічної та діастолічної функції лівого шлуночка серця // Укр. кардіол. журн.– 2012.– № 6.– С. 103–109.
2. Adda J., Mielot C., Giorgi R. et al. Low-flow, low-gradient severe aortic stenosis despite normal ejection fraction is associated with severe left ventricular dysfunction as assessed by speckle-tracking echocardiography: a multicenter study // *Circ. Cardiovasc. Imaging.*– 2012.– Vol. 5.– P. 27–35.
3. Amundsen B.H., Helle-Valle T., Edvardsen T. et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging // *J. Am. Coll. Cardiol.*– 2006.– Vol. 47.– P. 789–793.
4. Aurigemma G.P., Silver K.H., Priest M.A. et al. Geometric changes allow normal ejection fraction despite depressed myocardial shortening in hypertensive left ventricular hypertrophy // *J. Am. Coll. Cardiol.*– 1995.– Vol. 26.– P. 195–202.
5. Baumgartner H., Hung J., Bermejo J. et al. EAE/ASE recommendations of echocardiographic assessment of aortic stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and American Society of Echocardiography // *Eur. Heart J. Cardiovasc. Imaging.*– 2017.– Vol. 18 (3).– P. 254–275.
6. Carasso S., Cohen O., Mutlak D. et al. Differential effects of afterload on left ventricular long- and short-axis function: insights from a clinical model of patients with aortic valve stenosis undergoing aortic valve replacement // *Am. Heart J.*– 2009.– Vol. 158.– P. 540–545.
7. Carasso S., Cohen O., Mutlak D. et al. Relation of myocardial mechanics in severe aortic stenosis to left ventricular ejection fraction and response to aortic valve replacement // *Am. J. Cardiol.*– 2011.– Vol. 107.– P. 1052–1057.
8. Dahl J., Videbak L., Poulsen M. et al. Global strain in severe aortic valve stenosis relation to clinical outcome after aortic valve replacement // *Circ. Cardiovasc. Imaging.*– 2012.– Vol. 5.– P. 613–620.
9. Dahou A., Bartko P., Capoulade R. et al. Usefulness of global left ventricular longitudinal strain for risk stratification in low ejection fraction, low-gradient aortic stenosis results from the multicenter true or pseudo-severe aortic stenosis study // *Circ. Cardiovasc. Imaging.*– 2015.– Vol. 8.– P. 1–24.
10. Delgado V., Tops L.F., van Bommel R.J. et al. Strain analysis in patients with severe aortic stenosis and preserved left ventricular ejection fraction undergoing surgical valve replacement // *Eur. Heart J.*– 2009.– Vol. 30.– P. 3037–3047.
11. Dimitriu-Leen A., Scholte A., Katsanos S. et al. Influence of myocardial ischemia extent on left ventricular global longitudinal strain in patients after st-segment elevation myocardial infarction // *Am. J. Cardiol.*– 2017.– Vol. 119.– P. 1–6.
12. Donal E., Thebault C., O'Connor K. et al. Impact of aortic stenosis on longitudinal myocardial deformation during exercise // *Eur. J. Echocardiogr.*– 2011.– Vol. 12.– P. 235–241.
13. Greenberg N.L., Firstenberg M.S., Castro P.L. et al. Doppler-derived myocardial systolic strain rate is a strong index of left ventricular contractility // *Circulation.*– 2002.– Vol. 105.– P. 99–105.
14. Iung B., Baron G., Butchart E.G. et al. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease // *Eur. Heart J.*– 2003.– Vol. 24.– P. 1231–1243.
15. Kitai T., Honda S., Okada Y. et al. Clinical outcomes in nonsurgically managed patients with very severe versus severe aortic stenosis // *Heart.*– 2011.– Vol. 97.– P. 2029–2032.
16. Krayenbuehl H.P., Hess O.M., Ritter M. et al. Left ventricular systolic function in aortic stenosis // *Eur. Heart J.*– 1988.– Vol. 9 (Suppl. E).– P. 19–23.
17. Lakoumentas J., Panou F., Vasiliki K. et al. The Tei Index of Myocardial Performance: Applications in Cardiology // *Hellenic J. Cardiol.*– 2005.– Vol. 46.– P. 52–58.
18. Lancellotti P., Donal E., Magne J. et al. Risk stratification in asymptomatic moderate to severe aortic stenosis: the importance of the valvular, arterial and ventricular interplay // *Heart.*– 2010.– Vol. 96.– P. 1364–1371.
19. Lang R., Badano L., Mor-Avi V. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*– 2015.– Vol. 28.– P. 1–39.
20. Lafitte S., Perlant M., Reant P. et al. Impact of impaired myocardial deformations on exercise tolerance and prognosis in patients with asymptomatic aortic stenosis // *Eur. J. Echocardiogr.*– 2009.– Vol. 10.– P. 414–419.
21. Lech A., Dobrowolski P., Klisiewicz A. et al. Exercise-induced changes in left ventricular global longitudinal strain in asymptomatic severe aortic stenosis // *Kardiologia Polska.*– 2017.– Vol. 75 (2).– P. 143–149.
22. Monin J.L., Quere J.P., Monchi M. et al. Low gradient aortic stenosis: operative risk stratification and predictors for long-term outcome: a multicenter study using dobutamine stress hemodynamics // *Circulation.*– 2003.– Vol. 108.– P. 319–324.
23. Mor-Avi V., Lang R.M., Badano L.P. et al. Current and evolving echocardiographic techniques for the quantitative evaluation of cardiac mechanics: ASE/EAE consensus statement on methodology and indications endorsed by the Japanese Society of Echocardiography // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*– 2011.– Vol. 24.– P. 277–313.
24. Ng A.C., Delgado V., Bertini M. et al. Alterations in multidirectional myocardial functions in patients with aortic stenosis and preserved ejection fraction: a two-dimensional speckle tracking analysis // *Eur. Heart J.*– 2011.– Vol. 32.– P. 1542–50.
25. Nishimura R.A., Otto C.M., Bonow R.O. et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines // *Circulation.*– 2014.– Vol. 129.– P. 1–96.
26. Notomi Y., Lysyansky P., Setser R.M. et al. Measurement of ventricular torsion by two-dimensional ultrasound speckle tracking imaging // *J. Am. Coll. Cardiol.*– 2005.– Vol. 45.– P. 2034–2041.
27. Pellikka P.A., Sarano M.E., Nishimura R.A. et al. Outcome of 622 adults with asymptomatic, hemodynamically significant aortic stenosis during prolonged follow-up // *Circulation.*– 2005.– Vol. 111.– P. 3290–3295.
28. Pibarot P., Dumesnil J.G. Low-flow, low-gradient aortic stenosis with normal and depressed left ventricular ejection fraction // *J. Am. Coll. Cardiol.*– 2012.– Vol. 60.– P. 1845–1853.
29. Quere J.P., Monin J.L., Levy F. et al. Influence of preoperative left ventricular contractile reserve on postoperative ejection fraction in low-gradient aortic stenosis // *Circulation.*– 2006.– Vol. 113.– P. 1738–1744.
30. Quinones M., Otto C., Stoddard M. et al. Recommendations for Quantification of Doppler Echocardiography: A Report From the Doppler Quantification Task Force of the Nomenclature and Standards Committee of the American Society of Echocardiography // *J. Am. Soc. Echocardiogr.*– 2002.– Vol. 15.– P. 167–184.
31. Rajappan K., Rimoldi O.E., Dutka D.P. et al. Mechanisms of coronary microcirculatory dysfunction in patients with aortic stenosis and angiographically normal coronary arteries // *Circulation.*– 2002.– Vol. 105.– P. 470–476.
32. Sato K., Seo Y., Ishizu T. et al. Prognostic value of global longitudinal strain in paradoxical low-flow, low-gradient severe aortic stenosis with preserved ejection fraction // *Circ J.*– 2014.– Vol. 78.– P. 2750–2759.
33. Teske A.J., De Boeck B.W., Melman P.G. et al. Echocardiographic quantification of myocardial function using tissue deformation imaging, a guide to image acquisition and analysis using tissue Doppler and speckle tracking // *Cardiovasc. Ultrasound.*– 2007.– Vol. 5.– P. 27.
34. Tribouilloy C., Levy F., Rusinaru D. et al. Outcome after aortic valve replacement for low-flow/ low-gradient aortic stenosis without contractile reserve on dobutamine stress echocardiography // *J. Am. Coll. Cardiol.*– 2009.– Vol. 53.– P. 1865–1873.

35. Vahanian A., Alfieri O., Andreotti F. et al ESC Committee for Practice Guidelines (CPG); Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC); European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Guidelines on the management of valvular heart disease (version 2012): the Joint Task Force on the Management of Valvular Heart Disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) // Eur. J. Cardiothorac. Surg.– 2012.– Vol. 42.– P. S1–S44.
36. Weidemann F., Jamal F., Kowalski M. et al. Can strain rate and strain quantify changes in regional systolic function during dobutamine infusion, B-blockade, and atrial pacing—implications for quantitative stress echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiogr.– 2002.– Vol. 15.– P. 416–424.
37. Yingchoncharoen T., Gibby C., Rodriguez L.L. et al. Association of myocardial deformation with outcome in asymptomatic aortic stenosis with normal ejection fraction // Circ. Cardiovasc. Imaging.– 2012.– Vol. 5.– P. 719–725.

Н.В. Понич¹, Е.А. Немчина², О.И. Жаринов³, О.А. Епанчинцева^{1,3}, Б.М. Тодуров^{1,3}

¹ ГУ «Институт сердца МЗ Украины», Киев

² ГУ «Национальный научный центр “Институт кардиологии им. акад. Н.Д. Стражеско” НАМН Украины», Киев

³ Национальная медицинская академия последилового образования им. П.Л. Шупика, Киев

Глобальная продольная деформация и ее динамика после протезирования аортального клапана у пациентов с тяжелым аортальным стенозом

Цель работы – определить факторы, от которых может зависеть глобальная продольная деформация (ГПД) и ее динамика после протезирования аортального клапана (ПАК) у пациентов с тяжелым аортальным стенозом (АС).

Материалы и методы. В одноцентровое проспективное исследование включили 30 пациентов с тяжелым АС, последовательно обследованных перед операцией ПАК. Среди них было 16 (53,3 %) мужчин и 14 (46,7 %) женщин. Медиана возраста составляла 63 (диапазон от 46 до 77, квартили 57–69) года. Всем пациентам до операции провели клиническое и инструментальное исследование, в том числе трансторакальную эхокардиографию (ТТЭ) и коронароангиографию. В ранний послеоперационный период и через 6–12 месяцев после оперативного вмешательства всем пациентам выполняли повторную ТТЭ по стандартному протоколу, которая включала оценку ГПД. Был осуществлен анализ показателей ГПД и их динамики в группах пациентов с сохраненной ($n = 18$) и сниженной ($n = 12$) фракцией выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ).

Результаты. У пациентов с сохраненной ФВ ЛЖ медиана дооперационного ГПД составляла -12 % (квартили от -15 до -11 %), послеоперационного ГПД -11 % (квартили от -11 до -9 %). В свою очередь, у пациентов со сниженной ФВ ЛЖ медиана дооперационного ГПД составила -6 % (квартили от $-8,5$ до -4 %), послеоперационного ГПД $-8,5$ % (квартили от -10 до -6 %) ($p < 0,001$ для сравнения исходных показателей и $p < 0,05$ для различий динамики ГПД в сравниваемых группах). У обследованных пациентов обнаружили значимые корреляционные связи выходного показателя ГПД с функциональным классом сердечной недостаточности (СН), сопутствующей трикуспидальной недостаточностью, фибрилляцией предсердий, продолжительностью комплекса QRS, ФВ ЛЖ, индексами конечнодиастолического, конечносистолического объемов и объема левого предсердия, индексом массы миокарда ЛЖ, индексом площади отверстия аортального клапана, отношением E/A и индексом Tei . В свою очередь, положительная динамика ГПД значимо зависела от исходного функционального класса СН, стадии артериальной гипертензии, степени трикуспидальной недостаточности, ФВ ЛЖ, индекса объема левого предсердия в дооперационный период.

Выводы. У пациентов с тяжелым АС показатель ГПД определяется выраженностью гемодинамической перегрузки ЛЖ и изменений его ремоделирования. Благоприятная динамика ГПД после ПАК, которая достигается у пациентов с выраженным АС, СН и систолической дисфункцией ЛЖ, может отображать обратное ремоделирование ЛЖ в послеоперационный период.

Ключевые слова: деформация миокарда, глобальная продольная деформация, левый желудочек, аортальный стеноз, протезирование аортального клапана.

N.V. Ponych¹, O.O. Nemchyna², O.J. Zharinov³, O.A. Yepanchintseva^{1,3}, B.M. Todurov^{1,3}

¹ Heart Institute of Healthcare Ministry of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² National Scientific Center «M.D. Strazhesko Institute of Cardiology of NAMS of Ukraine», Kyiv, Ukraine

³ Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

Global longitudinal strain and its dynamics after replacement of aortic valve in patients with severe aortic stenosis

The aim – to determine factors that may influence the global longitudinal strain (GLS) and its dynamics after replacement aortic valve (RAV) in patients with severe aortic stenosis (AS).

Materials and methods. In a one-center prospective study, 30 patients with severe AS were sequentially screened for RAV surgery. Among them there were 16 (53,3 %) men and 14 (46,7 %) women. The median age was 63 (range from 46 to 77, quartiles 57–69) years. All patients underwent clinical and instrumental study, including transthoracic echocardiography (TTE) and coronary angiography. In the early postoperative period and 6–12 months after surgery, all patients performed a repeat TTE according to a standard protocol that included an assessment of the GLS. GLS data and their dynamics was performed in the groups of patients with preserved (n = 18) and low (n = 12) left ventricular ejection fraction (LV EF).

Results. In patients with preserved LV EF, the median of the preoperative GLS was –12 % (in the quartiles from –15 to –11 %), postoperative GLS –11 % (quartiles from –11 to –9 %). In patients with reduced LV EF, the median of the preoperative GLS was –6 % (from –8.5 to –4 % for quartiles), –8.5 % for postoperative GLS (from –10 to –6 % for quartiles) (p < 0.001 for comparison of baseline and p < 0.05 relative to differences in dynamics of GLS in comparable groups). In the examined patients, significant correlations were found between baseline GLS with functional class of heart failure, concomitant tricuspid insufficiency, atrial fibrillation, duration of QRS complex, LV EF, end-diastolic, end-systolic volume index (EDV, ESV) and volume left atrium (LA), left ventricular myocardial mass index, aortic valve orifice area index, E/A ratio, and Thei index. In turn, the positive dynamics of GLS significantly depended on the initial functional class of heart failure, the stage of arterial hypertension, the degree of tricuspid insufficiency, LV EF, the index of volume LA in the preoperative period.

Conclusions. In patients with severe AS, the GLS rate is determined by the severity of hemodynamic overload of LV and changes in its remodeling. The favorable GLS dynamics after RAV, which is achieved in patients with severe AS, heart failure and left ventricular systolic dysfunction, may reflect reverse LV remodeling in the postoperative period.

Key words: myocardial deformation, global longitudinal strain, left ventricle, aortic stenosis, aortic valve replacement.