

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ МЕДИЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

**ДУ «НАЦІОНАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ ХІРУРГІЇ ТА ТРАНСПЛАНТОЛОГІЇ імені
О. О. ШАЛІМОВА»**

МАТЯЩУК АНДРІЙ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 616.12-005.4-073.4-8-089.12

**ОЦІНКА СКОРОТЛИВОЇ ФУНКЦІЇ ЛІВОГО ШЛУНОЧКА
МЕТОДОМ КАРТУВАННЯ ДЕФОРМАЦІЇ НА ЕТАПАХ
ХІРУРГІЧНОГО ЛІКУВАННЯ ХВОРИХ НА ІШЕМІЧНУ ХВОРОБУ
СЕРЦЯ**

14.01.03 – хірургія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Державній Установі «Національний Інститут хірургії та трансплантології ім. О. О. Шалімова НАМН України».

Науковий керівник: доктор медичних наук
КОСТИЛЄВ Михайло Володимирович,
ДУ «Національний Інститут хірургії та трансплантології
ім. О. О. Шалімова НАМН України», завідуючий відділом
променевої та функціональної діагностики

Офіційні опоненти: доктор медичних наук професор
ВІТОВСЬКИЙ Ростислав Мирославович,
Національна медична академія післядипломної освіти
імені П. Л. Шупика, кафедра хірургії серця та
магістральних судин, професор кафедри

доктор медичних наук професор
ЧЕРНЯК Віктор Анатолійович,
Національний медичний університет
імені О. О. Богомольця МОЗ України,
кафедра оперативної хірургії та топографічної анатомії,
завідувач

Захист відбудеться «_____» _____ 2017 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.26.561.01 при ДУ «Національний Інститут хірургії та трансплантології ім. О. О. Шалімова НАМН України» (03680, м. Київ, вул. Героїв Севастополя, 30).

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці ДУ «Національний Інститут хірургії та трансплантології ім. О. О. Шалімова НАМН України» (03680, м. Київ, вул. Героїв Севастополя, 30).

Автореферат розісланий «___» _____ 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
доктор медичних наук

_____ Тивончук О. С.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Серцево-судинні захворювання є причиною майже 40% випадків смерті серед населення розвинутих країн Європи (European Society of Cardiology, 2012). При цьому показники смертності в країнах Східної Європи, і, зокрема, в Україні, є значно вищими: на патологію серцево-судинної системи припадає понад 60% смертей осіб похилого віку, а з 2004 року смертність від ішемічної хвороби серця (ІХС) вийшла на перше місце за значенням (Горбась І.М., 2009). Ішемічна хвороба серця домінує у структурі летальності, пов'язаної із серцево-судинними захворюваннями і, на 2010 рік, складає 67% і 54% для усього і працездатного населення України, відповідно (Горбась І.М., 2010).

Найефективнішими методами лікування ІХС є коронарне стентування та аорто-коронарне або маммарно-коронарне шунтування, які демонструють вищі показники виживаємості та якості життя у порівнянні з медикаментозним лікуванням (Voiten H.J. et al, 2016). Однак, незалежно від обраного метода лікування, воно повинно враховувати вихідний стан пацієнта та потребує визначення його динаміки в процесі лікування, що є особливо важливим для ведення хворих у кардіохірургічному стаціонарі.

Тому розробка ефективних діагностичних методів, що дозволяють повноцінно досліджувати стан серцевого м'язу у хворих на ІХС та його динаміку на етапах лікування, є одним з пріоритетних напрямків у кардіохірургії. З цією метою найчастіше використовують трансторакальну ехокардіографію через її неінвазивність, ефективність та порівняно невисоку вартість (Oh J.K. et al, 2012).

При цьому найважливішою методикою визначення стану міокарду лівого шлуночку при ІХС є оцінка його регіонарної скоротливої здатності. Проте, вона досі залишається доволі суб'єктивною. Цього недоліку позбавлене картування деформації (КД) – метод кількісної оцінки регіональної скоротливої функції міокарду лівого шлуночку (ЛШ), що полягає у покадровому аналізі зміщень кожного фрагменту зображення міокарду (Modesto K.M. et al, 2006). КД – це єдиний на сьогодні метод автоматизованої кількісної оцінки регіонарної скоротливості, що відрізняється від раніш запропонованих високими чутливістю та специфічністю (Mele D. et al, 2004). КД також має переваги в оцінці глобальної скоротливої здатності міокарду, оскільки на відміну від фракції викиду його показники визначаються прямими вимірами змін стану стінок ЛШ, а не опосередкованим вимірюванням порожнини ЛШ.

Проте, незважаючи на високу інформативність КД в діагностиці ІХС, залишається нез'ясованою низка питань. Немає єдиної думки щодо нормативних показників, зокрема – чи можна використовувати єдині норми для усіх сегментів міокарду, чи окремі для кожного сегменту (Takigiku K. et al, 2012). Є окремі повідомлення про зміни показників деформації в динаміці після інфаркту міокарду та після оперативної його реваскуляризації (Ingul S.B. et al, 2010), проте вони були виконані на невеликій когорті пацієнтів і потребують більш детального вивчення. Відкритою є дискусія щодо можливостей методу в оцінці розміру зони

ураження при ІМ (Gjesdal O. et al, 2007). Багато робіт присвячено суперечливій темі «резервуарної» функції лівого передсердя (Palecek T. et al, 2011). Досі використовується шкала ІРС (індекс руху стінок) (Thorstensen A. et al, 2011), заснована на методі візуальної суб'єктивної оцінки руху міокарду лівого шлуночку. Всі ці питання потребують детального вивчення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана згідно з планом науково-дослідної роботи ДУ «Національний інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова» НАМН України і є фрагментом тем: «Розробити нові підходи до лікування порушень скоротливої функції міокарду (експериментально-клінічне дослідження)» (номер державної реєстрації 0111U001043, строки виконання 2011-2013 рр.); «Розробити та удосконалити методи корекції насосної функції серця при хронічній серцевій недостатності у хворих з ішемічною хворобою серця» (номер державної реєстрації 0113U006511, строки виконання 2013-2015 рр.).

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є покращення результатів діагностики та лікування ІХС шляхом підвищення інформативності ехокардіографічного обстеження із визначенням параметрів деформації стінок ЛШ у хворих на ІХС до та після хірургічної реваскуляризації міокарду.

Завдання дослідження :

1. Визначити нормативні значення регіонарних параметрів деформації стінок ЛШ та оцінити їх інформативність.

2. Визначити нормативні значення та діагностичні можливості піковосистолічних показників зміщення, швидкості, деформації та швидкості деформації, співвідношень ранньодіастолічних швидкостей та швидкостей деформації до пізньодіастолічних, співвідношень швидкості мітрального кровоплину до ранньодіастолічних швидкостей та швидкостей деформації а також співвідношень усіх видів деформацій та швидкостей деформацій між собою.

3. Розробити нові методи визначення кінцеводіастолічного розміру, фракції викиду, середньої товщини стінки, маси міокарду та типу ремоделювання під час проведення картування деформації лівого шлуночка.

4. Визначити динаміку показників картування деформації у ранньому та віддаленому періодах після реваскуляризації міокарда та дослідити їх інформативність.

5. Дослідити графіки деформації та швидкості деформації з метою визначення типових змін їх форми, характерних для різного ступеню ішемічного ураження окремих сегментів міокарду, а також еволюцію цих змін після реваскуляризації відповідних ділянок.

6. Розробити шкалу оцінки регіонарної скорочувальної функції серцевого м'язу та визначити можливість її використання для прогнозування ступеню відновлення функції ураженого сегменту після його реваскуляризації.

Об'єкт дослідження – ішемічна хвороба серця.

Предмет дослідження – ехокардіографічні показники скорочувальної та насосної функції лівого шлуночку у хворих на ІХС до та після коронарного шунтування чи стентування.

Методи дослідження – загальноклінічні та спеціальні методи дослідження серцево-судинної системи (ЕКГ, ехокардіографія (ЕхоКГ), рентгенконтрастна коронарорентрикулографія) та методи варіаційної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів. В ході роботи розроблена низка нових показників деформації: співвідношення повздовжніх, трансмуральних і циркулярних деформацій та швидкостей деформацій, співвідношення ранньодіастолічних швидкостей та швидкостей деформації до пізньодіастолічних, співвідношення швидкості ранньодіастолічного мітрального кровоплину до ранньодіастолічних швидкостей та швидкостей деформації. Вперше отримані значення кінцеводіастолічного та кінцевосистолічного об'єму, ударного об'єму та ФВ, розраховані із трьох стандартних апікальних проєкцій у середовищі Wall Motion Tracking (WMT); розроблено новий метод визначення маси ЛШ, що не залежить від його форми; запропоновано новий метод визначення середньої товщини стінки ЛШ та запроваджено автоматичний розрахунок індексу її відносної товщини та типу ремоделювання ЛШ. Вперше у середовищі WMT відтворені графіки зміщення та швидкості базальних сегментів і глобальних показників деформації та швидкості деформації, на основі яких отримані значення глобальних показників деформації, що мали вищу діагностичну точність в оцінці скоротливої функції ЛШ у порівнянні із показниками, розрахованими класичним методом. Розроблений принципово новий підхід для роботи із показниками деформації – концепція читання графіків. Вперше доведено, що постсistolічне скорочення – це не один, а група різних за механізмом паттернів аномального скорочення, що пояснює значні розбіжності у визначенні клінічної цінності цього феномену різними фахівцями. Запропоновано класифікацію постсistolічного скорочення та затримки скорочення. Вперше надані детальні характеристики інтрасistolічної та протосistolічної затримки скорочення. Визначені та описані типові моделі змін на графіках регіонарних показників деформації, що є характерними для покращення чи погіршення стану міокарду ЛШ в динаміці. Запропоновано новітню класифікацію функціонального стану міокарду сегментів ЛШ для оцінки зміни скоротливої здатності міокарду в динаміці. На підставі запропонованої класифікації створено індекс скоротливої активності (ІСА), що напівкількісно описує динаміку змін у міокарді після оперативної ревазуляризації ЛШ. Вперше доведено, що трансмуральне зміщення та швидкість краще корелюють із циркулярними деформацією та швидкістю деформації, ніж із відповідними трансмуральними показниками.

Пріоритетність дослідження підтверджено отриманими патентами на корисну модель № 106031 від 11.04.2016 «Спосіб діагностики гіпертрофії лівого шлуночка», № 114121 від 27.02.2017 «Спосіб визначення маси лівого шлуночка», № 114120 від 27.02.2017 «Спосіб визначення індексу маси лівого шлуночка», № 114119 від 27.02.2017 «Спосіб визначення фракції викиду лівого шлуночка», № 115212 від 10.04.2017 «Спосіб визначення фракції викиду лівого шлуночка», № 114122 від 27.02.2017 «Спосіб визначення кінцеводіастолічного діаметра лівого шлуночка» та № 114123 від 27.02.2017 «Спосіб визначення індексу відносної товщини лівого шлуночка».

Практичне значення отриманих результатів. Низка запропонованих нових показників, що мають вищу за ФВ діагностичну точність, підвищують інформативність стандартного протоколу ехокардіографічного обстеження. Отримані запропонованим способом об'єми ЛШ, ФВ, маса ЛШ, середня товщина стінки, індекс відносної товщини, середній кінцеводіастолічний діаметр та тип ремоделювання мають перевагу над класичними аналогами і можуть бути отримані автоматично. Розроблений підхід концепції читання графіків сприяє ранній діагностиці ІХС та більш придатний до клінічного ведення хворих на ІХС в динаміці. Запропонований розподіл постсistolічного скорочення та затримки скорочення покращує оцінку стану скоротливої функції серця хворих на ІХС. Використання індексу скоротливої активності спрощує кількісну оцінку змін клінічного стану хворих на ІХС на етапах лікування.

На основі проведеної роботи запропонований та впроваджений у клінічну практику спосіб визначення маси ЛШ будь-якої форми у середовищі, що реалізує метод КД (впроваджено на клінічних базах ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. М. М. Амосова НАМН України», ДУ «Інститут серця МОЗ України», ДУ «НПЦ дитячої кардіології та кардіохірургії МОЗ України», ДУ «ІЗНХ ім. В. Т. Зайцева НАМН України», Львівської обласної клінічної лікарні, Закарпатського обласного клінічного кардіологічного диспансеру).

Особистий внесок здобувача. Дисертація є самостійною науковою працею здобувача. Автор самостійно вивчив клінічний матеріал, проаналізував сучасну наукову літературу з даної проблеми, здійснив патентний пошук, власноруч виконав ехокардіографічні дослідження з КД. Автор особисто розробив математичний апарат та практично реалізував отримання графіків глобальних показників КД, визначив їх нормативні значення, розробив та практично реалізував обрахунок у середовищі КД маси ЛШ, середньої товщини стінки ЛШ, середнього кінцеводіастолічного діаметру ЛШ, типу ремоделювання, розробив метод обрахунку об'єму триплановим методом Сімпсона. Дисертант особисто запропонував нову концепцію розгляду графіків регіонарних показників деформації, розробив класифікації постсistolічного скорочення, затримки скорочення, функціонального стану міокарду сегментів ЛШ, індекс скоротливої активності міокарда ЛШ. Всі розділи дисертаційної роботи написані здобувачем особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації викладені та обговорені на: VIII Республіканській науково-практичній конференції з міжнародною участю «Проблеми та перспективи розвитку сучасної медицини» (Республіка Білорусь, м. Гомель, 2016), III міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми в сферах науки та шляхи їх вирішення» (м. Одеса, 2016). Дисертація обговорювалась на спільному засіданні відділень та лабораторій ДУ «Національний Інститут хірургії та трансплантології ім. О. О. Шалімова» НАМН України.

Публікації за темою дисертації. Теоретичні і практичні аспекти дисертаційної роботи висвітлені у 8 наукових працях. Результати власних досліджень відображені у 5 статтях, надрукованих у фахових виданнях,

індексованих у міжнародних наукометричних базах та рекомендованих МОЗ України, а також у вітчизняних та зарубіжних збірках тез наукових конференцій. Отримано 7 патентів України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація викладена на 243 сторінках друкованого тексту та складається зі вступу, огляду літератури, опису матеріалів та методів дослідження, 4-х розділів власних досліджень, аналізу результатів та їх обговорення, висновків, списку використаних джерел, що містить 190 посилань, в тому числі 21 – кирилицею та 169 – латиницею, та 4 додатків. Робота ілюстрована 59 рисунками та документована 97 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Загальна характеристика обстежених хворих і методи дослідження. Робота ґрунтується на результатах обстеження 45 хворих, з них 4 жіночої та 41 чоловічої статі, віком від 42 до 76 років, середній вік склав $(59,7 \pm 8,4)$ років. Всі пацієнти перебували на стаціонарному або амбулаторному лікуванні з приводу ІХС у ДУ «Національний Інститут хірургії та трансплантології імені О. О. Шалімова» НАМН України за період 2013 – 2015 рр.

Діагноз ІХС було підтверджено результатами рентгенконтрастної коронарографії. Додатковими умовами включення у групу були: наявність синусового ритму, прийнятна якість візуалізації та відсутність набутих та вроджених вад серця. Розподіл хворих за локалізацією та ступенем атеросклеротичного ураження коронарних артерій наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл хворих за локалізацією та ступенем атеросклеротичного ураження коронарних артерій: кількість випадків та відсоток від загальної кількості пацієнтів

Судина	Відсутність стенозу	Стеноз < 50 %	Стеноз 50 – 70%	Субоклюзія	Оклюзія
ПМША	2 (4%)	2 (4%)	5 (11%)	20 (44%)	16 (36%)
ОГ	11 (24%)	3 (7%)	8 (18%)	15 (33%)	8 (18%)
ПКА	12 (27%)	4 (9%)	8 (18%)	11 (24%)	11 (24%)

Примітка: ОГ – огинаюча гілка лівої коронарної артерії; ПКА – права коронарна артерія; ПМША – передня міжшлуночкова артерія.

31 хворому були виконані хірургічні втручання з метою реваскуляризації уражених ділянок міокарду, ще 5-м було трансплантовано стовбурові клітини (Таблиця 2).

Окрім загального клінічного обстеження всім пацієнтам виконувалися ЕКГ і ехокардіографія разом із тканинною доплерографією та картуванням деформації. Результати неінвазивних методів дослідження порівнювали із результатами рентгенконтрастної коронарографії та операційної ревізії.

Таблиця 2

Оперативні втручання, виконані обстеженій когорті хворих

Назва операції	Кількість хворих	Відсоток від загальної кількості
МКШ-1	1	3,2%
МКШ-2	1	3,2%
МКШ-1 + АКШ-1	1	3,2%
МКШ-3	1	3,2%
АКШ-3	1	3,2%
МКШ-1 + АКШ-2	3	9,7%
МКШ-2 + АКШ-2	1	3,2%
АКШ-4	2	6,5%
МКШ-1 + АКШ-3	5	16,1%
МКШ-2 + АКШ-3	3	9,7%
МКШ-1 + АКШ-1 + РАЛШ	2	6,5%
МКШ-1 + АКШ-2 + РАЛШ	2	6,5%
Коронарне стентування	8	25,8%
Трансплантація СК	5	16,1%

Примітка: МКШ – маммарно-коронарне шунтування, АКШ – аорто-коронарне шунтування, РАЛШ – резекція аневризми ЛШ (n = 36).

Дані первинного обстеження співставляли із результатами повторних досліджень: у ранньому 6 – 14 днів ($8,3 \pm 1,8$ днів, в середньому) та пізньому 164 – 386 днів ($264,7 \pm 169,7$ днів, в середньому) післяопераційному періодах.

Для отримання нормативних значень показників деформації ЛШ була створена група порівняння у складі 31 пацієнта, з них 15 чоловічої та 16 жіночої статі, віком від 45 до 70 років ($53,8 \pm 7,4$ років) із практично здорових осіб. Умовами включення у групу були відсутність скарг, характерних для ІХС, нормальна толерантність до фізичних навантажень, нормальний результат ЕКГ та вік не менше 40 років. Всі дослідження пацієнтам групи порівняння виконували одноразово.

В якості еталонного методу для визначення чутливості та специфічності показників деформації використовувалася рентгенконтрастна коронарорентрикулографія. Крім того, показники деформації співставлялися з даними ЕКГ, результатами трансторакальної ехокардіографії та клінічними даними.

Результати досліджень зберігалися та оброблялися за допомогою розроблених здобувачем особисто прикладних програм «Ехокардіографія», створеної у середовищі Microsoft Visual Basic 6.0, та «Strain Rate Explorer», створеної у середовищі Microsoft Visual Studio 12. Впровадження математичних моделей, наведених у роботі, здійснювалися шляхом створення відповідних макросів в оболонці Microsoft Excel 2010 та побудовою прикладних програм у середовищі Microsoft Visual Studio 12.

КД виконувалося всім хворим після стандартної ехокардіографії та тканинної доплерографії за допомогою ультразвукового сканера Toshiba Aplio 500 (Японія). З урахуванням повторних обстежень пацієнтів основної групи, загалом проведено 117 досліджень. Для отримання показників деформації застосовували програмну оболонку «Wall Motion Tracking» (WMT). При цьому записувалася кінопетля із серцевим скороченням у стандартних ехографічних проєкціях і обводилися кінцеводіастолічні або кінцевосистолічні контури ЛШ. Після завершення операції програма автоматично будувала графіки повздовжнього зміщення, швидкості, деформації та швидкості деформації окремо для кожного сегменту обраної проєкції. Далі отримувалися всі регіонарні та глобальні показники деформації. Визначалися три види деформації та швидкості деформації – повздовжні, трансмуральні та циркулярні, та два види зміщення та швидкості – повздовжні та трансмуральні.

Отримували кінцеводіастолічний (КДО) та кінцевосистолічний (КСО) об'єми у трьох апікальних проєкціях: чотирикамерній, трикамерній та двокамерній. Остаточне значення КДО та КСО визначали як середнє арифметичне відповідних показників у апікальних проєкціях, а із них обчислювали ФВ: $ФВ = 100\% \times (КДО - КСО) / КДО$.

Розрахунок маси ЛШ при проведенні КД виконували за власною методикою: спочатку отримувався зовнішній (епікардіальний) об'єм ЛШ у кожній проєкції; загальний кінцеводіастолічний об'єм ЛШ разом із міокардом розраховувався як середнє арифметичне відповідних вимірів у трьох проєкціях; маса міокарду ЛШ, визначена методом КД, дорівнювала: $M = 1,05 \times (КДО_{epi} - КДО)$, де $КДО_{epi}$ – середнє арифметичне кінцеводіастолічного зовнішнього об'єму ЛШ у трьох повздовжніх проєкціях ($см^3$); 1,05 – густина міокарду ($г/см^3$).

Враховуючи те, що у програмі WMT зведений графік зміни показників у часі можна побудувати лише для сегментів однієї проєкції, для отримання глобальних показників деформації було застосовано два способи. Перший – глобальні показники деформації розраховувалися як сума отриманих регіонарних показників, поділена на кількість оцінених сегментів; другий – розроблений нами спосіб побудови графіків глобальних показників деформації. Для цього у середовищі Microsoft Excel 2010 було створено макрос, що імпортує дані із файлів дослідження з ультразвукового сканера і зводить всі показники у єдину таблицю та буде відповідні графіки.

Результати дослідження та їх обговорення. При розгляді регіонарних показників деформації виявлено, що усі три види деформації та швидкості деформації показали значно вищу діагностичну точність в діагностиці ІХС в порівнянні із результатом рентгенконтрастної коронарографії, ніж візуальна суб'єктивна оцінка під час ЕхоКГ (77%, 73% і 68% у повздовжньої, трансмуральної і циркулярної деформації та 73%, 71% та 67% у повздовжньої, трансмуральної і циркулярної швидкості деформації проти 59% у візуальній оцінці). При цьому за 100% було обрано факт наявності гемодинамічнозначущого

стенозу артерії, яка кровопостачає відповідний сегмент міокарду за висновком коронарографії. Однак, візуальна оцінка все ж мала найвищу специфічність. Це підтверджує необхідність контролю отриманих результатів з боку фахівця, особливо в плані виключення хибнопозитивних результатів, що часто можуть виникати за недостатньої якості візуалізації, наявності шумів та інших обмежень методу. Вони можуть призводити до недооцінки абсолютного значення показника, а отже, до хибнонегативних результатів.

Було встановлено наступні нормативні значення вказаних регіонарних показників: повздовжня деформація $\leq -15\%$, трансмуральна деформація $\geq 40\%$, циркулярна деформація $\leq -15\%$, повздовжня швидкість деформації $\leq -0,75 \text{ с}^{-1}$, трансмуральна швидкість деформації $\geq 2,0 \text{ с}^{-1}$, циркулярна швидкість деформації $\leq -0,9 \text{ с}^{-1}$. Градієнту значень піковосистолічної деформації та швидкості деформації в жодному напрямку не виявлено, отже вони встановлені однакові для всіх сегментів.

При аналізі діастолічної регіонарної швидкості деформації виявлено відразу декілька її градієнтів, або, точніше структурованих «неоднорідностей»:

- градієнт швидкості деформації від основи до верхівки, як ранньо-, так і пізньодіастолічної. Він чітко проявлявся на графіках усіх видів швидкості деформації, на задній, нижній і бічній стінці в ранню діастолу, і на протилежних у систолу передсердь. На інших стінках він нівелювався іншими градієнтами;
- ранньодіастолічний градієнт швидкості деформації від задньо-бічної стінки до міжшлуночкової перетинки;
- пізньодіастолічний градієнт швидкості деформації від міжшлуночкової перетинки до задньо-бічної стінки.

Останні два чітко визначали на графіках повздовжньої швидкості деформації та дещо в меншій мірі на графіках трансмуральної та циркулярної. При співставленні цих співвідношень в основній групі та групі порівняння виявлено, що вони за ІХС не змінювалися.

Згідно отриманих даних, діагностична точність за ІХС повздовжніх показників деформації майже в усіх випадках суттєво переважала над точністю відповідних трансмуральних, а трансмуральних над циркулярними. Також визначалося незначне переважання діагностичної точності глобальних показників, обчислених із графіків, над відповідними показниками, розрахованими як середнє арифметичне. 9 із 58 розглянутих показників мали діагностичну точність вищу, ніж у ФВ: повздовжня деформація (діагностична точність 95%, встановлене нормативне значення $\leq -15\%$), повздовжня швидкість деформації (89%, нормальне значення $\leq -0,7 \text{ с}^{-1}$), повздовжня швидкість (88%, норма $\geq 3,9 \text{ см/с}$), повздовжнє зміщення (87%, норма $\geq 6,9 \text{ мм}$), співвідношення швидкості ранньодіастолічного трансмітрального кровоплину (Е) до ранньодіастолічної повздовжньої швидкості (87%, норма ≥ -22), трансмуральна швидкість деформації (87%, норма $\geq 2,1 \text{ с}^{-1}$), співвідношення Е до ранньодіастолічної повздовжньої швидкості деформації (84%, норма ≤ 105), трансмуральна деформація (84%, норма $\geq 40\%$), співвідношення Е до ранньодіастолічної трансмуральної швидкості деформації (76%, норма ≥ -45).

Високі показники діагностичної точності мали циркулярні деформація та швидкість деформації, нормативні значення яких склали $\leq -15\%$ та $\leq -0,85 \text{ с}^{-1}$, відповідно; співвідношення ранньо- до пізньодіастолічної повздовжньої швидкості (нормальне значення ≥ -22); співвідношення E до ранньодіастолічної циркулярної швидкості деформації (норма ≥ 120) а також співвідношення повздовжньої деформації до циркулярної (норма $\geq 0,8$) та повздовжньої швидкості деформації до циркулярної (норма $\geq 0,79$). Ці параметри мають бути включені у протокол дослідження в якості додаткових.

При вивченні змін показників деформації після оперативної реваскуляризації міокарду у ранньому та пізньому післяопераційному періодах достовірна кореляція із клінічним станом пацієнта виявлена у повздовжніх деформації та швидкості деформації, а також повздовжньої швидкості. Зміни повздовжніх показників не відповідали трансмуральним та циркулярним, останні виявилися недостовірними. Також недостовірними виявилися зміни екскурсії мітрального кільця та ФВ, так само, як і показники тканинної доплерографії.

Незважаючи на наявність кореляційних зв'язків деяких показників деформації із післяопераційною динамікою стану хворого, абсолютні значення цих змін були невеликі. Проте на графіках деформації та швидкості деформації окремих сегментів було виявлено ряд суттєвих характерних особливостей, що описували різницю у міжсегментарній взаємодії в міокарді після зміни умов кровопостачання. Такі моделі разом утворювали симптомокомплекси, характерні для покращення чи погіршення стану хворого. Найбільш чітко вони визначалися на графіках повздовжньої деформації та швидкості деформації. Загалом виділено 10 моделей:

1. *Посилення кінетики уражених сегментів* було виявлено у 64% пацієнтів в ранньому та у 67% в пізньому післяопераційному періодах. Модель присутня у всіх хворих, в яких зареєстроване клінічне покращення, та відсутня у 80% хворих, в яких покращення не встановлене ($p < 0,01$). Діагностична точність була 93%. Відновлення показників до нормальних значень вказувало на клінічне покращення без хибнопозитивних результатів.

2. *Зменшення ступеню дискінезу*. Під цим симптомом розумілося зменшення абсолютного значення систолічної повздовжньої елонгації або ж відновлення негативного значення систолічної деформації та швидкості деформації, які переважно спостерігалися на графіках повздовжньої деформації та швидкості деформації. Дане явище визначалося у 36% від загальної кількості хворих в ранньому та у 40% в пізньому післяопераційних періодах. Встановлено достовірний зв'язок моделі із покращенням стану пацієнтів ($p < 0,01$). Чутливість та специфічність становили відповідно 100% та 90%.

3. *Посилення скорочення всієї стінки*, що проявлялося майже пропорційним зростанням повздовжніх деформації та швидкості деформації базального, середнього та апікального сегменту ураженої стінки ЛШ після відновлення кровопостачання. Модель спостерігалася у 23% хворих в ранньому та у 20% в пізньому післяопераційному періодах. У пізньому післяопераційному періоді в усіх випадках воно супроводжувалося покращенням клінічного стану пацієнтів, у

ранньому післяопераційному періоді виявлено один хибнонегативний результат ($p < 0,01$).

4. *Зменшення скорочення сусіднього сегменту.* Модель проявлялася зменшенням показників деформації сегменту, що межує із ураженим, на тлі посилення скорочення останнього: через зменшення рівнодіючої сили здоровий сегмент має скорочуватися з меншим прискоренням, а отже з меншою швидкістю та на менший відсоток від початкової довжини. Модель виявлено в 55% хворих у ранньому та у 53% у пізньому післяопераційному періодах. Визначалося у 17% хворих в яких не зафіксоване клінічне покращення, тоді як у частині хворих, результати лікування яких були задовільні, модель зустрічалася в 70% випадків. Зниження показників деформації сегменту, сусіднього із ураженим, слід вважати опосередкованим показником відновлення функції даного сегменту і воно не повинно розцінюватися як зниження власної скоротливості, і, за умови, що показники деформації не впали нижче нормативних значень, є фізіологічним.

5. *Постсistolічне скорочення за нормокінетичним типом (ПСС-0).* Даний тип ПСС спостерігався як у нормі, так і при патології, як у доопераційному, так і у післяопераційних періодах. При ПСС-0 піковосistolічна деформація та швидкість деформації знаходилися у межах норми; на графіку деформації утворювався додатковий зубець, що слідував відразу за вершиною графіку (період ізовольомічної релаксації); графік швидкості деформації на протязі систоли не мав особливостей, і лише після закриття аортального клапану спостерігався неглибокий негативний зубець, що відразу переходив у пік ранньодіастолічного наповнення. ПСС-0 виявлено у 18% хворих основної групи та 16% групи порівняння. Зв'язок моделі із клінічним станом пацієнта не виявлено.

6. *Постсistolічне скорочення за гіпокінетичним типом (ПСС-1).* При даному типі ПСС при наближенні значення внутрішньошлуночкового тиску до пікової величини скорочення сегменту призупинялося, утворюючи на графіку деформації плато або дуже пологий скат чи підйом. На графіку швидкості деформації, після зупинки скорочення у першій половині систоли і дещо раніше плато на графіку деформації, спостерігався частковий або повний відкат показника до ізолінії; при певному розслабленні сусідніх сегментів скорочення продовжувалося, внаслідок чого після закриття аортального клапана на графіку утворювався ще один пік, який співпадав по часу із піками ранньодіастолічного наповнення інших сегментів, що направлені в іншу сторону. В результаті сегмент або рухався в іншу сторону, або за рахунок сумарії впливів виникав ранньодіастолічний пік малої амплітуди, або ж деформації не відбувається зовсім. 27% пацієнтів основної групи при первинному дослідженні мали сегменти із ПСС-1. Більш діагностично значущою була поява ПСС-1 в уражених сегментах після оперативної реваскуляризації відповідних ділянок міокарду, яка спостерігалася в ранньому післяопераційному періоді у 41% хворих, а в пізньому – в 33% хворих. За допомогою G-критерія знаків доведено, що поява ПСС-1 пов'язана із клінічним покращенням стану пацієнта із достовірністю $p < 0,01$.

7. *Постсistolічне скорочення за дискінетичним типом (ПСС-2).* Модель описує ПСС, якому передуює систолічний дискінетичний рух сегменту: систолічна

повздожня та циркулярна елонгація та трансмуральне витончення. Графік швидкості деформації на протязі всієї систоли знаходиться вище ізолінії і лише після закриття аортального клапану утворює негативний зубець за механізмом «еластичної віддачі». У разі суттєвого зниження кількості еластичних волокон в сегменті цей негативний зубець може сягати мінімального значення або не виявлятися зовсім. При цьому на графіку деформації даного сегменту після набуття максимального позитивного значення до закриття аортального клапана утворюватиметься ізолінія, оскільки подальша елонгація є неможливою (позитивна динаміка розривення ПСС-2 відповідає п. 2 «Зменшення ступеню дискінезу»).

8. *Протосистолічна затримка скорочення* певного сегменту відбувалася у самому початку систоли внаслідок взаємодії із сегментами, що почали скорочення вчасно, та проявлялася невеликою елонгацією, тим більшою, чим триваліша затримка. Після елонгації сегмент починав скорочуватися, зазнаючи упереджене в порівнянні із власним станом локальне навантаження і досягав максимуму скорочення в проміжок часу, близький до моменту закриття аортального клапана. Проте, окремої піковосистолічної деформації із формуванням за нею плато або пологого скату, а ще далі другого, постсистолічного піку не відбувалося. За умови нормального значення показників деформації, це трактувалося як відсутність в даному процесі ішемічного компоненту: міокард виявлявся достатньо сильним задля протидії упереджуючому навантаженню на протязі усього періоду напруження. Модель визначалася у 16% осіб групи порівняння і у 20% пацієнтів основної групи; у 18% хворих зафіксоване її зникнення у ранньому післяопераційному періоді. Однак, достовірного зв'язку із клінічним станом пацієнтів не виявлено. В доступній літературі даний феномен не описаний.

9. *Інтрасистолічна затримка скорочення* у періоді швидкого вигнання сегменту, що почав скорочення одночасно із іншими. На графіку деформації у періоді швидкого вигнання визначалося затримкою розвитку деформації сегменту, а на графіку швидкості деформації – утворенням в систолі двогорбої структури, що мали місце у 26% осіб групи порівняння та у 28% хворих основної групи. Його зв'язку з ішемією міокарда не встановлено.

10. *Загальне зниження деформації* у післяопераційному періоді вздовж усієї ураженої стінки. Визначалося у 18% хворих в ранньому та у 33% в пізньому післяопераційному періодах. Це єдина модель, що у всіх випадках асоціювалася із погіршенням клінічного стану хворого. При аналізі за непараметричним G-критерієм знаків атипові зміщення були відсутні, $p < 0,01$.

Для розподілу різних аномалій скорочення і визначення їх характерних особливостей задля можливості диференційної діагностики між собою, було створено класифікацію постсистолічного скорочення (ПСС) і затримки скорочення (ЗС):

- ПСС за нормокінетичним типом, або ПСС-0;
- ПСС за гіпокінетичним типом, або ПСС-1;
- ПСС за дискінетичним типом, або ПСС-2:
 - Із збереженням еластичності, або ПСС-2а

- Із втратою еластичності, або ПСС-26

Класифікація ЗС має такий вигляд:

- Протосистолічна затримка скорочення (ПЗС):
 - Локальна
 - Латеральної стінки
- Інтрасистолічна затримка скорочення (ІЗС).

Класифікація аномалій скорочення та виділення моделей поведінки міокарду ЛШ дозволили розробити новий підхід до оцінки регіонарної деформації – концепцію читання графіків. Вона включає оцінку поведінки деформації та швидкості деформації кожного сегменту при систолічному скороченні під глобальним навантаженням та у взаємодії із оточуючими сегментами, яке проявляється формуванням описаних вище моделей. Особливості міжсегментарної взаємодії можуть призвести до відсутності, або навіть до протилежності зміни глобальних показників, в тому числі і ФВ. Це проявлялося тим, що практично у всіх випадках при співставленні графіків деформації та швидкості деформації, отриманих у доопераційному та пізньому післяопераційному періодах, зміни пікових значень показників були незначними, в наслідок чого їх оцінка як покращення чи погіршення не була очевидною. Дослідження у ранньому післяопераційному періоді виявляли «часовий зріз» розпочатих процесів після зміни умов кровопостачання, що проявлявся у вигляді підвищення асинхронності скорочень сегментів ЛШ та може пояснити підвищення важкості стану частини пацієнтів у перші дні після операції, незважаючи на добрий результат втручання та подальше суттєве покращення. Тенденція, що виникала у ранньому післяопераційному періоді, у 87% хворих продовжувалася і у пізньому. Також виявлено, що по відносній зміні деформації та швидкості деформації можна судити про зміну постнавантаження, оскільки швидкість деформації менш від нього залежна.

Недоліками концепції читання графіків є висока залежність від якості ультразвукового зображення, оскільки вона базується на презумпції відсутності похибок: якщо контур ЛШ не був коректно розпізнаний впродовж усього серцевого циклу, то на графіках можуть визначатися неіснуючі моделі. Іншою проблемою є відсутність єдиного погляду на патофізіологію ПСС-1 та невизначеність щодо природи локальної ПЗС та ІЗС.

Отже, графіки показників деформації можуть слугувати не тільки для отримання значень показників у певних критичних точках, але й надають можливість дуже ретельно дослідити процес скорочення кожного сегменту ЛШ у взаємодії з іншими, що потенційно дає незрівнянно більше важливої клінічної інформації.

Для впровадження заміни стандартній суб'єктивній класифікації за шкалою індексів руху стінок для оцінки скоротливої активності сегментів був розроблений більш об'єктивний розподіл функціональних порушень сегментарної скоротливої здатності міокарда, який виглядає наступним чином:

A. Нормокінез

0. Нормальна функція міокарду даного сегменту не викликає сумнівів. Можлива наявність ПСС-0.

1. Нормальна функція найбільш вірогідна.

B. Гіпокінез

2. Незначне зниження скоротливої активності.

3. Виражене зниження скоротливої активності.

C. Акінез

4. Відсутність ефективної систолічної деформації із ознаками постсистолічного скорочення.

5. Відсутність ефективної систолічної деформації без ознак постсистолічного скорочення.

D. Дискінез

6. Дискінез із збереженням залишків функціонуючого міокарду.

7. Дискінез із збереженням еластичності стінки.

8. Дискінез із втратою еластичності стінки.

Оцінка за цією шкалою корелює тісніше за оцінку по традиційним індексам руху стінок абсолютно з усіма регіонарними показниками скоротливості, що пояснюється її більшою об'єктивністю а також врахуванням різноманіття факторів, що впливають на оцінку сегментів. Її діагностична точність у виявленні ІХС склала 97% проти 78% для шкали індексів руху стінок, а чутливість – 98% проти 70%, відповідно. Однак, специфічність сягала лише 94%, тоді як у шкали індексів руху стінок – 100%. Це пояснюється тим, що відсутність зон гіпокінезу при візуальній оцінці було критерієм включення пацієнта у групу порівняння.

Аналогічно до індексу руху стінок суб'єктивної шкали, було розроблено індекс скоротливої активності – ІСА, який визначався як середнє арифметичне оцінок усіх візуалізованих сегментів. Ступінь зв'язку глобальних показників із ІСА виявився вищим, ніж із суб'єктивною шкалою. Найтісніша кореляція ІСА виявлена із повздовжніми показниками деформації, ФВ та екскурсією мітрального кільця.

Оптимальне граничне значення ІСА складало 0,6. При значенні 0,8 хибнопозитивні результати були відсутні, при 0,2 визначалася чутливість 99%. Діагностична точність обох шкал виявилася ідентичною – 93%; чутливість трохи вища була у ІСА, 92% проти 91%. Специфічність у ІСА склала 97%, тоді як у шкали індексів руху стінок 100%, що також пояснювалося умовами відбору пацієнтів до групи порівняння. Розроблена шкала, на відміну від суб'єктивної, корелювала із зміною клінічного стану пацієнта як у ранньому, так і в пізньому післяопераційному періоді ($p < 0,01$).

Під час проведення КД обов'язковою вимогою для розрахунку показників деформації є обведення фахівцем кінцеводіастолічного або кінцевосистолічного контуру ЛШ, що було використано для обрахунку ряду показників стану міокарду ЛШ. Усі вони визначались із заздалегідь отриманих контурів і не потребували додаткових вимірів. Так було обраховано кінцеводіастолічний і

кінцевосистолічний об'єми та ФВ у всіх трьох стандартних апікальних проєкціях та була розроблена формула для обрахунку маси ЛШ:

$$M_{\text{КД}} = 1,05 \times (\text{КДО}_{\text{КД} \text{ еpi}} - \text{КДО}_{\text{КД}})$$

Де $M_{\text{КД}}$ – маса шлуночка, виміряна методом КД (г); $\text{КДО}_{\text{КД}}$ – середнє арифметичне кінцеводіастолічного об'єму у трьох повздовжніх проєкціях, вимірянй методом КД (см^3); $\text{КДО}_{\text{КД} \text{ еpi}}$ – середнє арифметичне кінцеводіастолічного зовнішнього об'єму ЛШ у трьох повздовжніх проєкціях (см^3); 1,05 – густина міокарду ($\text{г}/\text{см}^3$).

Для визначення середньої товщини стінки була розроблена методика, за якою показник розраховується як:

$$t = \overline{\min S_v}$$

Де, t – середня товщина стінки в певній проєкції; $(\overline{\min S_v})$ – середнє арифметичне відстаней від кожної рівновіддаленої точки внутрішнього контуру ЛШ до найближчої точки зовнішнього. Також був розроблений спосіб прискорення цього алгоритму більш, ніж у 5 разів. Додатковими показниками, що можна отримати із описаної методики, виявилися максимальна та мінімальна товщина стінки ЛШ та стандартне відхилення показника. Остаточне значення середньої товщини стінки (T) визначалося як середнє арифметичне у трьох апікальних проєкціях.

Після отримання значення T та середнього кінцеводіастолічного діаметру в парастернальній проєкції на рівні папілярних м'язів (КДР_{SAX}) було показано спосіб автоматичного визначення індексу відносної товщини стінки (ІВТ) та типу ремоделювання ЛШ: $\text{ІВТ} = \frac{2T}{\text{КДР}_{\text{SAX}}}$. Значення КДР_{SAX} було отримано шляхом вирішення стандартного рівняння Teicholz при відомому значенні кінцеводіастолічного об'єму ЛШ у парастернальній проєкції на рівні папілярних м'язів. Додатково розроблено методику розрахунку КДР_{SAX} із контуру ЛШ будь-якої випуклої форми спосіб визначення ФВ триплановим методом Сімпсона.

Таким чином, нами було розроблено метод, за яким можна отримали цілу низку важливих діагностичних показників без необхідності робити жодні додаткові виміри. І, хоч в цілому ці показники не являються новими, однак вони набули нову якість: кінцеводіастолічний об'єм та ФВ визначались за трьома проєкціями замість двох, розрахунок маси ЛШ не залежав від форми камери і не потребував ніяких геометричних припущень, товщина стінки розраховувалася як середнє значення від середнього по трьом проєкціям, і навіть КДР_{SAX} клінічно є більш аргументованим, ніж кінцеводіастолічний розмір лише у одній проєкції. Обрахунок вказаних показників а також визначення індексу відносної товщини та типу ремоделювання підготовано до включення у наступні версії програмного забезпечення КД виробниками медичного обладнання.

Вся низка отриманих показників та розроблених методів дозволять об'єктивізувати оцінку стану окремих сегментів міокарду та серцевого м'язу в цілому. Запропоновані методи тісно корелюють із клінічним станом хворого, з високою ймовірністю здатні прогнозувати ступінь відновлення функції уражених сегментів після оперативного відновлення їх кровопостачання. Це надає змогу

фахівцям відповідного профілю значно краще відстежувати стан хворих на ІХС після хірургічного лікування та, за необхідності, своєчасно змінювати тактику ведення пацієнтів.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на підставі проведеного комплексного аналізу даних наведено нове вирішення актуального для сучасної медичної науки завдання – оцінки стану скорочувальної функції міокарда на етапах хірургічного лікування ішемічної хвороби серця.

1. Нормативні значення регіонарних піковосистолічних повздовжніх, трансмуральних та циркулярних деформацій та швидкостей деформації склали $\leq -15\%$, $\geq 40\%$ і $\leq -15\%$ та $\leq -0,75 \text{ c}^{-1}$, $\geq 2,0 \text{ c}^{-1}$ і $\leq -0,9 \text{ c}^{-1}$, відповідно. За цих значень вони мають вищу за візуальну оцінку діагностичну точність (77%, 73% і 68% та 73%, 71% і 67% відповідно, проти 59% у візуальній оцінці), проте нижчу специфічність (відповідно 58%, 76% і 81% та 59%, 74% і 67% проти 96% у візуальній оцінці).

2. Серед ехокардіографічних показників найвищу для виявлення ішемічної хвороби серця діагностичну точність мають: повздовжні піковосистолічні зміщення (87% , нормативне значення $\geq 6,9 \text{ мм}$), швидкість (88% , нормальне значення $\geq 3,9 \text{ см/с}$), деформація (95% , норма $\leq -15\%$) та швидкість деформації (89% , норма $\leq -0,7 \text{ c}^{-1}$), трансмуральні деформація (84% , норма $\geq 40\%$) та швидкість деформації ($87\% \geq 2,1 \text{ c}^{-1}$), співвідношення ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до ранньодіастолічної повздовжньої швидкості (87% , норма ≥ -22), ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до ранньодіастолічної повздовжньої швидкості деформації (84% , норма ≤ 105) та ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до ранньодіастолічної трансмуральної швидкості деформації міокарда (76% , норма ≥ -45).

3. Запропоновані методи визначення кінцеводіастолічного об'єму та фракції викиду під час векторного аналізу деформації з апікальних проекцій за рахунок вимірів у більшій кількості площин мають вищу точність в порівнянні із традиційно обчисленими аналогами, не залежать від форми лівого шлуночка та, завдяки автоматизації процесу вимірювання, скорочують час дослідження. Розроблені методи розрахунку середньої товщини стінки лівого шлуночка, середнього кінцеводіастолічного діаметру та типу ремоделювання мають перевагу над загальноприйнятими способами, оскільки базуються на усередненні значно більшої кількості вимірювань.

4. На відміну від загальноприйнятих ехокардіографічних індексів скоротливості, клінічне покращення стану пацієнтів після хірургічної реваскуляризації міокарда супроводжується вірогідними змінами показників деформації: в ранньому післяопераційному періоді змінюються переважно діастолічні параметри – ранньодіастолічна швидкість та співвідношення

повздожньої ранньодіастолічної до пізньодіастолічної швидкості, тоді як у пізні терміни змін набувають піковосистолічна повздожжня швидкість, деформація та швидкість деформації, а також співвідношення циркулярних деформації та швидкості деформації до трансмуральних.

5. Описані в роботі типові моделі деформації та швидкості деформації впродовж серцевого циклу і запропонована систематизація аномалій скорочення дозволяють збільшити об'єктивність визначення стану сегментарної скорочувальної активності міокарду та полегшити оцінку післяопераційної динаміки стану хорих на ішемічну хворобу серця.

6. Розроблена концепція “читання графіків” та запропонована градація оцінки скоротливої активності із напівкількісною шкалою індексів скоротливої активності дозволяє достовірно оцінити стан міокарду та із вірогідністю у 87% передбачити зміни скоротливості серцевого м'яза в пізні терміни після втручання вже у ранньому післяопераційному періоді.

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для оцінки скоротливої функції ЛШ за підозри на ІХС рекомендовано використовувати наступні показники деформації (в порядку зниження діагностичної точності): повздожжня деформація, повздожжня швидкість деформації, повздожжня швидкість, повздожнє зміщення, співвідношення ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до повздожньої ранньодіастолічної швидкості, трансмуральна швидкість деформації, співвідношення ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до повздожньої ранньодіастолічної швидкості деформації, трансмуральна деформація, співвідношення ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до трансмуральної ранньодіастолічної швидкості деформації, а також циркулярні деформація та швидкість деформації, співвідношення ранньо- до пізньодіастолічної повздожньої швидкості, співвідношення ранньодіастолічної швидкості трансмітрального кровоплину до ранньодіастолічної циркулярної швидкості деформації, а також співвідношень повздожньої деформації до циркулярної та повздожньої швидкості деформації до циркулярної.

2. Виробникам медичного обладнання пропонується включити до програмного забезпечення, що реалізує метод картування деформації, наведені в роботі алгоритми визначення маси ЛШ, кінцеводіастолічного діаметра ЛШ, середньої товщини стінки ЛШ, а також визначення індексу відносної товщини стінки ЛШ та типу його ремоделювання.

3. Визначення ФВ, кінцеводіастолічного розміру, середньої товщини стінки, індексу відносної товщини та типу ремоделювання ЛШ запропонованими в роботі методами замість традиційних ехокардіографічних аналогів дозволяє суттєво скоротити час дослідження.

4. Використання розробленої класифікації постсистолічних скорочень та затримки скорочень дозволяє уникати розбіжностей в трактуванні клінічного значення різних видів аномального скорочення.

5. Використання концепції читання графіків показників деформації під час оцінки скорочувальної функції міокарда на етапах хірургічного лікування ІХС краще за інші показники дозволяє прогнозувати результати втручання.

6. Для покращення результатів діагностики ІХС, при проведенні картування деформації, рекомендовано використовувати розроблену функціональну класифікацію стану міокарду та індекс скоротливої активності замість їх традиційних аналогів – суб'єктивної оцінки за шкалою індексів руху стінок.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Показники деформації та використання їх в ультразвуковій діагностиці порушень скорочувальної функції міокарда / Кости́лев М. В., Матя́шук А. С. // *Серце і судини*. - 2012 р. - т. 40, № 4. – С. 93 – 104. *(Здобувач самостійно провів аналіз літератури, узагальнив результати, підготував публікацію до друку)*.
2. Матя́шук А. С. Показники деформації лівого шлуночка у здорових осіб старших вікових груп / Матя́шук А. С. // *Серце і судини*. – 2015. – Т. 52, № 4, С. 53-58.
3. Можливості використання методу картування деформації для визначення маси та типу ремоделювання лівого шлуночка / Кости́лев М. В., Матя́шук А. С. // *Серце і судини*. – 2015. – Т. 50, № 2 – С. 16–25. *(Здобувач самостійно провів обстеження тематичних хворих, аналіз та узагальнення результатів, підготував публікацію до друку)*.
4. Зміни внутрішньосерцевої гемодинаміки у пацієнтів зі зниженою скоротливою здатністю міокарда при трансплантації стовбурових клітин пуповинної крові / Габрієля́н А. В., Якуше́в А. В., Матя́шук А. С. та ін. // *Клітинна та органна трансплантологія*. – 2015. – Т. 3, № 1. – С. 20-23. *(Здобувач самостійно провів обстеження тематичних хворих, брав участь у аналізі та узагальненні результатів, підготовці публікації до друку)*.
5. Критерії та клінічне значення ехографічних паттернів аномальної деформації лівого шлуночка / Матя́шук А. С., Кости́лев М. В. // *Клінічна хірургія*. – 2016. – № 8. – С. 22-29. *(Здобувач самостійно провів обстеження тематичних хворих, аналіз та узагальнення результатів, підготував публікацію до друку)*.
6. Матя́шук А. С. Дослідження показників систолічної деформації лівого шлуночка в осіб старших вікових груп / Матя́шук А. С. // *Щомісячний збірник матеріалів конференції «Актуальні проблеми в сферах науки та шляхи їх вирішення» / Наукове товариство «Smart and Young»*. – Одеса, 19-20.02.2016. – С. 14-19.

7. Матяшук А. С. Постсистолическое сокращение левого желудочка / Матяшук А. С. // Матеріали Республіканської науково-практичної конференції з міжнародною участю студентів та молодих вчених «Проблеми та перспективи розвитку сучасної медицини» / Гомельский государственный медицинский Университет. – Гомель, 28.04.2016. – С. 497-498.
8. Матяшук А. С. Ехографічні паттерни аномальної деформації лівого шлуночка. / Матяшук А. С. // Матеріали XVII Національного конгресу кардіологів України. / Український кардіологічний журнал. – Київ, 21-23.09.2016. – С. 246-247.

АНОТАЦІЯ

Матяшук А. С. Оцінка скоротливої функції лівого шлуночка методом картування деформації на етапах хірургічного лікування хворих на ішемічну хворобу серця. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.03 – хірургія. – ДУ «Національний Інститут хірургії та трансплантології ім. О. О. Шалімова НАМН України», Київ, 2017.

Виявлено, що нормативні значення регіонарних піковосистолічних повздожних, трансмуральних та циркулярних деформацій та швидкостей деформації склали $\leq -15\%$, $\geq 40\%$ і $\leq -15\%$ та $\leq -0,75 \text{ с}^{-1}$, $\geq 2,0 \text{ с}^{-1}$ і $\leq -0,9 \text{ с}^{-1}$, відповідно. За цих значень вони мають вищу за візуальну оцінку діагностичну точність (77%, 73% і 68% та 73%, 71% і 67% відповідно, проти 59% у візуальній оцінці). Серед глобальних показників найвищу діагностичну точність мають: повздожні піковосистолічні зміщення (87%, нормативне значення $\geq 6,9 \text{ мм}$), швидкість (88%, нормальне значення $\geq 3,9 \text{ см/с}$), деформація (95%, норма $\leq -15\%$) та швидкість деформації (89%, норма $\leq -0,7 \text{ с}^{-1}$), трансмуральні деформація (84%, норма $\geq 40\%$) та швидкість деформації (87%, $\geq 2,1 \text{ с}^{-1}$), а також співвідношення ранньодіастолічної швидкості мітрального кровоплину до ранньодіастолічної повздожньої швидкості (87%, норма ≥ -22). При цьому клінічне покращення стану пацієнтів після хірургічної ревазуляризації міокарда в ранньому післяопераційному періоді супроводжується вірогідними змінами переважно діастолічних параметрів – ранньодіастолічної швидкості та співвідношення повздожньої ранньодіастолічної до пізньодіастолічної швидкості, тоді як у пізні терміни змін набувають піковосистолічна повздожня швидкість, деформація та швидкість деформації.

Запропоновані методи визначення кінцеводіастолічного об'єму, фракції викиду, середньої товщини стінки, середнього кінцеводіастолічного діаметру та типу ремоделювання лівого шлуночка під час векторного аналізу деформації мають вищу точність в порівнянні із традиційно обчисленими аналогами, не залежать від форми лівого шлуночка, скорочують час дослідження.

Описані в роботі моделі деформації і систематизація аномалій скорочення дозволяють збільшити об'єктивність визначення стану сегментарної скорочувальної активності міокарду та полегшити оцінку післяопераційної динаміки стану хворих на ішемічну хворобу серця. Розроблена концепція “читання графіків” та градація оцінки скоротливої активності дозволяють вже в ранньому післяопераційному періоді з високою вірогідністю передбачати зміни скоротливості серцевого м'яза в пізні терміни після втручання. Це надає змогу фахівцям відповідного профілю значно краще відстежувати стан хворих на ІХС після хірургічного лікування.

Ключові слова: ішемічна хвороба серця, картування деформації, векторний аналіз деформації, деформація, швидкість деформації.

АННОТАЦІЯ

Матящук А. С. *Оценка сократительной функции левого желудочка методом картирования деформации на этапах хирургического лечения больных ишемической болезнью сердца – Рукопись.*

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.01.03 – хирургия. – ГУ «Национальный Институт хирургии и трансплантологии им. А. А. Шалимова НАМН Украины», Киев, 2017.

Вывявлено, что нормативные значения регионарных пиковосистолических продольных, трансмуральных, циркулярных деформаций и скоростей деформаций составили $\leq -15\%$, $\geq 40\%$, $\leq -15\%$ и $\leq -0,75 \text{ с}^{-1}$, $\geq 2,0 \text{ с}^{-1}$ $\leq -0,9 \text{ с}^{-1}$, соответственно. При этих значениях их диагностическая точность выше, чем у визуальной оценки (77%, 73%, 68% и 73%, 71%, 67% соответственно, против 59% у визуальной оценки). Среди глобальных показателей наиболее высокую диагностическую точность имеют: продольное пиковосистолическое смещение (87%, нормативное значение $\geq 6,9 \text{ мм}$), скорость (88%, норма $\geq 3,9 \text{ см/с}$), деформация (95%, норма $\leq -15\%$) и скорость деформации (89%, норма $\leq -0,7 \text{ с}^{-1}$), трансмуральная деформация (84%, норма $\geq 40\%$) и скорость деформации (87%, $\geq 2,1 \text{ с}^{-1}$), а также соотношение раннедиастолической скорости митрального кровотока к раннедиастолической продольной скорости (87%, норма ≥ -22). При этом клиническое улучшение состояния пациентов после хирургической реваскуляризации миокарда в раннем послеоперационном периоде сопровождается достоверными изменениями преимущественно диастолических параметров – раннедиастолической скорости и соотношения продольной раннедиастолической к позднедиастолической скорости, тогда как в поздние сроки изменения приобретают пиковосистолическая продольная скорость, деформация и скорость деформации.

Предложенные методы определения конечнодиастолического объема, фракции выброса, средней толщины стенки, среднего конечнодиастолического

диаметра и типа ремоделирования левого желудочка во время векторного анализа деформации имеют более высокую точность по сравнению с аналогами, вычисленными традиционным способом, не зависят от форм левого желудочка, сокращают время исследования.

Описанные в работе модели деформации и систематизация аномалий сокращения позволяют увеличить объективность определения состояния сегментарной сократительной активности миокарда и облегчить оценку послеоперационной динамики состояния пациентов, страдающих ишемической болезнью сердца. Разработанная концепция «чтения графиков» и градация оценки сократительной активности позволяют уже в раннем послеоперационном периоде с высокой вероятностью предвидеть изменения сократимости сердечной мышцы в поздние сроки после вмешательства. Это дает возможность специалистам соответствующего профиля значительно лучше отслеживать состояние пациентов, страдающих ИБС, после хирургического лечения.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, картирование деформации, векторный анализ деформации, деформация, скорость деформации.

SUMMARY

Matiashchuk A. S. Left ventricular contractile function evaluation of the patients with coronary heart disease by strain rate imaging method in surgery treatment stages. – The manuscript.

Dissertation for competition of a scientific degree of a candidate of Medical Sciences for the specialty 14.01.03 – surgery. SI “O. O. Shalimov National institute of surgery and transplantology”, Kyiv, 2017.

The dissertation was aimed to improve results of diagnostics and treatment of the coronary heart disease using strain rate imaging method.

45 patients with coronary heart disease aged from 42 to 76 year (41 males, 4 females) were examined. For obtaining deformation parameters normal values it was created a control group that included 31 healthy persons aged from 45 to 70 years (15 males, 16 females). Coronary angiography was used as the reference method.

It was revealed that normal values of regional peak systolic longitudinal, transmural and circumferential strain and strain rate were $\leq -15\%$, $\geq 40\%$, $\leq -15\%$ and $\leq -0,75 \text{ s}^{-1}$, $\geq 2,0 \text{ s}^{-1}$, $\leq -0,9 \text{ s}^{-1}$, respectively. They had greater diagnostic accuracy than visual estimation (77%, 73%, 68% and 73%, 71%, 67% respectively, against 59% in visual estimation). Among global parameters the best diagnostic accuracy had: longitudinal peak systolic displacement (87%, normal value $\geq 6,9 \text{ mm}$), velocity (88%, normal value $\geq 3,9 \text{ cm/s}$), strain (95%, normal is $\leq -15\%$) and strain rate (89%, normal is $\leq -0,7 \text{ s}^{-1}$), transmural strain (84%, normal is $\geq 40\%$) and strain rate (87%, $\geq 2,1 \text{ s}^{-1}$), and early diastolic outflow velocity to early diastolic longitudinal velocity ratio (87%, normal is ≥ -22). Wherein enhancement of the patients' clinical state after surgery revascularization of the myocardium at the early postoperative period was accompanied mostly by significant changes of diastolic parameters – early diastolic velocity and

longitudinal early diastolic to late diastolic velocity ratio, while at the late postoperative period there were longitudinal peak systolic velocity, strain and strain rate changed.

Proposed methods of strain rate imaging evaluation of end diastolic volume, ejection fraction, average wall thickness, average end diastolic diameter and remodeling type of the left ventricular had greater accuracy than traditionally evaluated analogues. They didn't depend from left ventricular shape and reduce examination's time.

Strain rate models and shortening contractile abnormalities' systematization that were described at this work allowed to enhance the objectivity of segmental contractile activity's validation and to simplify the evaluation of postoperative dynamic of patients' with coronary heart disease state.

The developed "curves' reading conception" and contractile activity evaluation's gradation allow just at early postoperative period to predict changes of heart muscle in late term after intervention with great precision. This applies the opportunity for corresponding specialists to track the state of patients with coronary heart disease after surgery treatment much better.

Key words: coronary heart disease, strain, strain rate, strain rate imaging.