

Н.В. Туманська<sup>1</sup>, А.О. Попович<sup>2</sup>

## Дослідження правих відділів серця, ролі та функції правого шлуночка у хворих на легеневу та кардіальну патологію

<sup>1</sup>Запорізький державний медичний університет,<sup>2</sup>Запорізький міський Центр екстреної та швидкої допомоги

**Ключові слова:** доплерехокардіографія, структура і функція правих відділів серця, хронічна серцева недостатність, ішемічна хвороба серця.

Наведено сучасні уявлення щодо можливостей діагностики за допомогою ехокардіографії порушень структури та функції правого шлуночка у хворих на первинну легеневу та кардіальну патологію (ІХС, ГХ, КМП), ускладнену серцевою недостатністю.

### Исследование правых отделов сердца, роли и функций правого желудочка у больных с легочной и кардиальной патологией

Н.В. Туманская, А.А. Попович

Представлены современные данные о возможностях диагностики с помощью эхокардиографии нарушений структуры и функции правого желудочка у больных с первичной легочной и кардиальной патологией (ИБС, ГБ, КМП), осложненной сердечной недостаточностью.

**Ключевые слова:** доплерэхокардиография, структура и функция правых отделов сердца, хроническая сердечная недостаточность, ишемическая болезнь сердца.

**Патология.** – 2012. – №1 (24). – С. 13–19

### Examination of the right chambers of heart, study of role and function of the right ventricle in patients with lung and heart pathology

N.V. Tumanskaya, A.A. Popovich

In the article modern view on possibilities of diagnostics by doppler echocardiography of violations of structure and function of right ventricle in patients with primary pulmonary and heart pathology (ischemic heart failure, hypertension, cardiomyopathy), complicated with chronic heart failure are represented.

**Key words:** Doppler echocardiography, structure and function of right chambers of the heart, chronic heart failure, ischemic heart failure.

**Pathologia.** 2012; №1 (24): 13–19

Востанні десятиріччя пильну увагу кардіологів всіх країн світу привертає хронічна серцева недостатність у зв'язку з її широкою поширеністю, неухильним зростанням кількості нових хворих і високим рівнем смертності [15,20,76]. ХСН залишається однією з головних причин високого рівня інвалідизації і смертності хворих на ішемічну хворобу серця (ІХС) [63]. Порушення функції і механізми ремоделювання ЛШ серця у хворих на ХСН, артеріальну гіпертензію, а також методи їх діагностики і медикаментозної корекції вивчено достатньо [7,61]. Значно менше інформації щодо можливості раннього виявлення дисфункції ПШ у хворих на ХСН внаслідок хронічних обструктивних та інтерстиціальних захворювань легенів, рецидивуючих тромбоемболій легеневої артерії, системного склерозу, а також у хворих на ІХС [1,18,19,21,38,53,55]. Вивчення функції ПШ у практично здорових осіб і при різноманітних патологічних процесах значно відставало від вивчення ЛШ. Обмежений насосною функцією тільки для одного органу, менший за розмірами та м'язовою масою, гірше доступний для ехокардіографії, ніж ЛШ, ПШ розглядали при міокардальній ішемії, кардіоміопатії, клапанних вадах не більше ніж як свідка патологічних

процесів, що впливають на серцево-судинну систему [42,79]. Останніми дослідженнями доведено, що найбільш несприятливий прогноз мають хворі на ХСН з порушеннями функції ПШ [25,72]. Ступінь зниження скоротливості ПШ є важливим показником виснаження компенсаторних резервів міокарда й істотно впливає на тяжкість клінічних проявів ХСН [12,18,39]. У зв'язку з цим, вивчення структури і функції правих відділів серця та особливостей їх ремоделювання на фоні низки захворювань (вади серця [2], тромбоемболія легеневої артерії (ЛА) та її ускладнення [23], кардіоміопатії [68], поєднана кардіореспіраторна патологія, серцева недостатність [56], гіпертонічна хвороба та ішемічна хвороба серця) становить значний науковий і практичний інтерес [3].

Нині розроблено такі променеві методи дослідження структури і функції серця, як ангіографія, радіонуклідна вентрикулографія, термодилуційний метод під час катетеризації серця, вентрикулографія з контрастними речовинами, ядерномагнітний резонанс, катетеризація серця з гемодинамічними вимірюваннями [28], але через високу вартість та інвазивність вони не знайшли широкого застосування в повсякденній кардіологічній практиці й використовуються лише за спеціальними показаннями

[11]. Неінвазивні методи оцінки функції ПШ нечисленні, деякі з них мають істотні обмеження. Найбільш інформативним неінвазивним методом оцінки діяльності серця є ехокардіографія (Ехо-КГ) [27,32,67]. Двовимірну Ехо-КГ рекомендують як початковий етап дослідження пацієнтів з підозрюваною або вже встановленою ХСН [27]. За допомогою цього методу може бути оцінена функція шлуночків і точно визначена як первинна, так і вторинна клапанна патологія [32]. Допплерехокардіографія (доплерЕхо-КГ) відіграє головну роль у визначенні діастолічної функції серця [5,14,16]. Спроби вимірювання ПШ методом Ехо-КГ зроблено з моменту відкриття ультразвуку. У 1980 році G. Louridas та співавтори показали, що в М-режимі Ехо-КГ внутрішні розміри ПШ мали відмінності у здорових і у пацієнтів з хронічним легенеvim серцем [73]. Особливості розташування ПШ у грудній порожнині, його складна геометрична форма, на відміну від ЛШ, не дозволяють отримати вичерпну інформацію про ПШ в цілому з будь-якої однієї позиції. На відміну від ЛШ, що має форму еліпса і доволі легко піддається вимірюванням, форма ПШ значно перешкоджає кількісній оцінці його об'єму і функцій [32]. Порожнина ПШ складається з вхідного і вихідного відділів, а також основної камери, зігнутої у формі півмісяця. Стереометричною моделлю ПШ служить піраміда з трикутною основою. Така піраміда важко піддається розрахунку за допомогою звичайних математичних підходів, що не можуть врахувати поперечне розширення ПШ і його вихідного тракту [16,40]. У деяких роботах зроблено спробу порівняти експериментальну модель ПШ з еліптичною моделлю, об'єм якої можна розрахувати за допомогою стандартних формул аналітичної геометрії. Як початкові зміни для розрахунку об'єму математичної моделі ПШ пропонується використовувати його передньо-задній розмір на рівні кільця трикуспідального клапана, суму діаметрів вхідного та вихідного відділів, а також його довгу вісь [22,24]. Розрахунки параметрів систолічної функції ПШ у М-модальному режимі часто утруднені через анатомічне розташування серця в грудній клітині. Достовірно досліджувати товщину стінок ПШ також важко. Головною перешкодою є велика кількість трабекул в області верхівки, та тих, що з'єднуються модераторним пучком. У нормі стінка ПШ тонша за стінку лівого шлуночка і складає наприкінці діастолі 5 мм [16,32,33]. Незважаючи на зазначені труднощі в дослідженні правих відділів серця, багато авторів вважають, що Ехо-КГ – найбільш доступний метод для оцінки функції ПШ і є дослідженням першої лінії, що забезпечує достовірну інформацію про розміри, структуру і функцію ПШ, міжшлуночкові взаємодії [36,39,61], що дозволяє практичному лікарю наочно уявляти особливості розвитку та динаміки патологічних процесів у серцевому м'язі [3]. Двовимірну Ехо-КГ дозволяє також оцінити кінетику міжшлуночкової перетинки [60]. Розрахунки тиску в правому передсерді (ПП), легеневого судинного опору дозволяють оцінити деякі гемодинамічні параметри великого і малого кіл кровообігу [45].

У роботі [43] наведено вже розроблені нормативи оцінки діяльності правих відділів серця. Л.М. Кузнецова та співавтори [26] запропонували комплексну методику дослідження функції ПШ і створили широкий спектр нормативних параметрів з урахуванням сучасних можливостей Ехо-КГ.

Ряд робіт присвячено визначенню фракції викиду правого шлуночка, що є важливим і незалежним від віку [57] показником оцінки його глобальної функції. Проте на ФВ ПШ впливають не тільки скоротлива спроможність міокарда, але й після- і переднавантаження, внутрішньоторакальний тиск. Ось чому знижена ФВ ПШ може і не свідчити про порушену скоротливу спроможність правого шлуночка [3,50]. Доступним і найпростішим методом для визначення ФВ ПШ є метод Kaul et al [3]. Відповідно до цього методу для розрахунку ФВ ПШ потрібно визначити точку з'єднання площини кільця трикуспідального клапана з вільною стінкою правого шлуночка. Цей показник скоротливості обчислюється за формулою, складеною за рівнянням лінійної регресії між ФВ ПШ, визначеною методом радіонуклідної ангіографії, та відстанню, яку проходить площина кільця трикуспідального клапана за серцевий цикл. Цей показник має важливе прогностичне значення у хворих на ХСН і дилатаційну кардіоміопатію [3,66]. За даними різних досліджень, у нормі ФВ ПЖ складає 55%, але не повинна бути меншою ніж  $48,8 \pm 1,48\%$  [3,48].

У подальших дослідженнях показано нові підходи до визначення об'ємних показників і ФВ ПШ за допомогою двовимірної ехокардіографії із застосуванням еліптичної математичної моделі ПШ [24]. Поява імпульсно-хвильової доплерЕхо-КГ розширила можливості дослідження ПШ і значно підвищила чутливість і специфічність у порівнянні з трансторакальним доступом [3,41]. Так, за допомогою доплерЕхо-КГ можна визначити середній тиск у легеневій артерії (СТЛА), для чого оцінюють швидкість потоку в легеневій артерії (ЛА), а величина СТЛА, розрахована за формулою А. Kitabatake і співавт., добре корелює з даними інвазивного обстеження [3,51].

Як у діагностичному, так і прогностичному аспектах важливим є розрахунок доплерівського індексу міокардіальної скоротливості, описаний С. Теї в 1995 р., саме до ПШ; він відображає важливі періоди його діяльності – скорочення і вигнання (систолі), розслаблення (діастолі) [78]. Клінічну важливість і прогностичну цінність індексу міокардіальної скоротливості показано при вроджених вадах серця, первинній легеневій артеріальній гіпертензії, хронічних обструктивних захворюваннях легенів, експериментальному інфаркті міокарда, серцевій недостатності [51,58,70]. Отже, доплерЕхо-КГ отримала широке застосування в дослідженні функціонально-анатомічних параметрів ПШ, ЛА, а використання контрастних речовин поліпшило якість і підвищило клінічну значущість Ехо-КГ [47].

Новий неінвазивний метод, що дозволяє вивчити сегментарну скоротливість міокарда, – тканинна доплеро-

графія [30]. Доведено, що приблизно у 30% пацієнтів з ХСН патологічний процес викликає не тільки зниження скоротливості міокарда, але й зміни провідникової системи серця, що призводять до затримки початку систоли правого і лівого шлуночків, а в результаті – до розвитку внутрішньо- і міжшлуночкової асинхронії. Тому великого значення набуває оцінювання загальної та сегментарної скоротливості, діастолічної функції та міжшлуночкової асинхронії методом тканинної доплерехокардіографії у хворих на ІХС з хронічною серцевою недостатністю в якості критеріїв, що дозволяють виявляти функціональні зміни при ХСН і визначити подальшу тактику лікування. Тканинна доплерЕхо-КГ і доплерЕхо-КГ дозволяють визначити тиск заклинювання легеневих капілярів, максимальний систолічний тиск ЛА за швидкістю потоку трикуспідальної регургітації [30]. У процесі розробки швидкий і легкий у виконанні метод оцінки систолічної та діастолічної правошлуночкової функції шляхом вимірювання швидкості руху трикуспідального кільцевого клапана з використанням доплерівського відображення пульсуючої тканини [77]. Показник даної швидкості ( $<11,5$ ) прогнозує правошлуночкову систолічну дисфункцію з чутливістю 90% і специфічністю 85% [48,65,71]. На відміну від одновимірної і двовимірної Ехо-КГ, тканинна доплерЕхо-КГ дозволяє оцінити швидкість руху фіброзних кілець МК і ТК, міокарда правого і лівого шлуночка [30], що має особливе значення для оцінки фази діастолі у хворих на гіпертрофію міокарда [75], рестриктивні кардіоміопатії та при інших станах, що характеризуються порушенням еластичних властивостей міокарда. Більш того, недавні дослідження зарубіжних [59] і вітчизняних [33] учених показали схожі результати оцінки систолічної і діастолічної функції ПШ і ЛШ методами доплерЕхо-КГ і тканинної доплерЕхо-КГ. Ряд дослідників, які користуються тканинною міокардіальною доплерЕхо-КГ, стверджують, що вона може стати альтернативою традиційній доплерЕхо-КГ в оцінці діастолічної функції ПШ і прогнозу у хворих на ХСН завдяки тому, що отримані за її допомогою показники не залежать від гемодинамічних умов і об'ємних перенавантажень серця, а сам метод здатний характеризувати дійсний стан активного розслаблення міокарда [10]. При обстеженні за допомогою тканинної міокардіальної доплерЕхо-КГ у деяких хворих на ХСН спостерігали ізольоване порушення діастолічної функції ПШ без супутнього порушення діастолічної функції ЛШ або на фоні «псевдонормалізації» показників діастолічної функції ЛШ [4].

Нечисленні дослідження присвячено вивченню змін структури і функції ПШ у хворих на ХСН ішемічного генезу [6,9]. У поодиноких роботах у хворих на ІХС проаналізовано особливості геометрії ПШ, що виражались у дилатації порожнини ПШ, зміні його конфігурації (збільшення співвідношення поперечних розмірів до повздовжнього розміру ПШ), дилатації порожнини ПП і фіброзного кільця трикуспідального клапана, що супроводжувалось появою трикуспідальної регургітації, зни-

женням індексів систолічної функції ПШ [8]. У хворих на ІХС з важкими клінічними проявами ХСН була значно більша дисфункція міокарда ПШ порівняно з пацієнтами з помірними симптомами ХСН за умов зіставності ступеня тяжкості ураження міокарда ЛШ [8].

Ряд дослідників оцінювали функцію ПШ за систолічним напруженням у середньому сегменті, визначеному за допомогою доплерЕхо-КГ і тканинної доплерЕхо-КГ. У хворих на ХСН III–IV ФК тривале систолічне напруження корелювало з рівнем мозкового натрійуретичного пептиду (BNP), а максимальне навантаження розвивалось під час виконання кардіопульмональних тестів. Пацієнти з несприятливими серцевими подіями мали значно більший вміст BNP ( $852,8 \pm 11,14$  нг/мл проти  $201,4 \pm 2,93$  нг/мл;  $p=0,003$ ) і низьке значення систолічного напруження ( $-13,9 \pm 4,9$  проти  $-22,2 \pm 5,8$ ;  $p<0,001$ ) у порівнянні з пацієнтами, які не мали несприятливих серцевих подій. Отже, у представлених хворих на ХСН правошлуночкова систолічна функція виявилась надійним, легко вимірюваним і потужним прогностичним чинником, що прогнозує розвиток несприятливих серцевих подій [56].

За допомогою доплерЕхо-КГ і тканинної міокардіальної доплерЕхо-КГ у хворих на ХСН III ФК (особливо середнього, немолодого і старечого віку) встановлено значні порушення глобальної скоротливої функції ЛШ і ПШ, при цьому фракція викиду ПШ виявилась вищою, ніж ЛШ; констатовано нижчі показники центральної гемодинаміки; вищі показники легеневої гіпертензії за умов збільшення товщини вільної стінки ПШ; велике процентне співвідношення незворотної дисфункції міокарда ЛШ і ПШ у відповідь на глибокий вдих; вираженіше порушення діастолічного наповнення ПШ і ЛШ. У хворих на ХСН II ФК з помірною дисфункцією ПШ його насосна функція визначалась ступенем порушення систолічної функції, діастолічним наповненням, тоді як у хворих на ХСН III ФК з вираженою дисфункцією міокарда ПШ насосна функція останнього визначалась у меншій мірі скоротливою функцією шлуночка та залежала переважно від діастолічного наповнення ПШ і стану ЛШ [29]. Максимальна систолічна швидкість трикуспідального потоку виявилась найбільш чутливим предиктором розвитку ХСН серед інших параметрів ПШ [52].

У хворих на прогресуючу ХСН внаслідок кардіоміопатії або ішемії скоротлива здатність ПШ була одним із важливих показників виживаності (на відміну від інших параметрів, що поєднували ФВ ЛШ, серцевий індекс і легеневий судинний опір) [8]. ФВ ПШ краще корелювала з вмістом кисню, ніж ФВ ЛШ [74].

Ряд робіт націлено на оцінку і краще розуміння зв'язку між функцією ПШ і тиском у ЛА. Збільшений тиск у ЛА, як правило, зумовлений зменшеною систолічною функцією ПШ і клінічно асоціюється з несприятливим прогнозом [8]. Тиск у ЛА і значення ФВ ПШ, отримані термодилуційним методом, мали прямий кореляційний зв'язок ( $r=0,66$ ;  $p<0,001$ ). Проте після застосування бага-

товаріантного аналізу виживаності взаємодії між цими змінними не виявлено, і вони, як виявилось, є незалежними прогностичними показниками ( $p < 0,001$ ) [62].

Дослідження [49] присвячено вивченню інфаркту міокарда ПШ. Крахмалова Е.О. і співавтори [19] довели, що метод Ехо-КГ дозволяє охарактеризувати будову і функцію ПШ шляхом розділу його на сегменти (передній, латеральний, нижній і область вихідного тракту) і детального вивчення кожного з них. Ехо-КГ є високоспецифічним методом діагностики атеросклеротичного ураження правої вінцевої артерії, а аналіз сегментарної скоротності ПШ дозволяє визначати локалізацію і характер стенозу правої вінцевої артерії. Найчастіше (у 44% спостережень) порушення скоротливості виявляли в нижньому сегменті ПШ, менше схильний до ішемії латеральний сегмент (у 15%), однаково часто дисинергію виявляли в передньому сегменті (у 22%) і вихідному тракту ПШ (у 19%), що зумовлено особливостями перфузії кожного сегменту [19].

У хворих на стабільну стенокардію напруження виявлено порушення діастолічної функції ПШ за типом порушення релаксації, а показники наповнення ПШ корелювали з ФК стенокардії. Чинниками, що сприяли формуванню діастолічної дисфункції ПШ, були дисфункція ЛШ і легенева гіпертензія. При стабільній стенокардії І ФК діастолічна дисфункція ПШ визначалась супутньою патологією – артеріальною гіпертензією. При цьому визначались порушення розслаблення обох шлуночків. У хворих на стабільну стенокардію II–III ФК порушення розслаблення ПШ спостерігали на фоні псевдонормалізації наповнення ЛШ [35].

У хворих після інфаркту міокарда ЛШ спостерігали зміни структури ПШ у вигляді розширення порожнини й потовщення стінки [69]. Виявлені порушення у вигляді збільшення розмірів правого і лівого передсердя, зміни співвідношення пікових швидкостей транстрикуспідального і трансмітрального потоків, збільшення часу ізоволюметричного розслаблення ЛШ, порушення здатності до колапсу нижньої полої вени автори розглядали як предиктори післяінфарктного ремоделювання серця [37]. У 73% визначали ознаки діастолічної дисфункції ПШ, на ступінь вираженості яких впливали тиск у ЛА, ступінь гіпокінезії міжшлуночкової перетинки (МШП), систолічна й діастолічна функція ЛШ. Легенева гіпертензія була незалежним предиктором формування діастолічної дисфункції ПШ. Виникнення діастолічної дисфункції ПШ у хворих на післяінфарктний кардіосклероз залежало від ФВ ЛШ і часу сповільнення трансмітрального потоку. ФК ХСН у хворих на післяінфарктний кардіосклероз негативно корелював з часом сповільнення транстрикуспідального потоку [34].

І.Г. Фоміна і співавт. [47] вважають, що метод Ехо-КГ не може надати всієї необхідної інформації для визначення функції ПШ, тому вивчали скоротливу функцію міокарда ЛШ і ПШ у хворих на ІХС та ХСН II–IV ФК за допомогою рівноважної радіоізотопної бівентрикулярної вентрикулографії. У 21% хворих на ІХС з нормальною ФВ ЛШ клінічні прояви ХСН II–IV ФК значною мірою визначались діагностованими порушеннями ФВ ПШ [18].

У деяких роботах визначено відмінності характеристик швидкості потоку в системній вені при різному ступені погіршення правосерцевої гемодинаміки у хворих на ХСН. Нормальну структуру потоку спостерігали у пацієнтів з нормальною правосерцевою гемодинамікою; конфігурація «домінуюча систолічна хвиля» характеризувала пацієнтів зі зниженою ФВ ПШ (<30%), отриманою термодилуційним методом, та була пов'язана з нормальним або злегка підвищеним тиском у ПП (<8 мм рт. ст.); конфігурація «домінуюча діастолічна хвиля» характеризувала пацієнтів зі зниженою ФВ ПШ (<30%) і підвищеним тиском у ПП (>8 мм рт. ст.) [54]. У дослідженнях W. Streb і співавт. [46] визначено зміни функції ПШ у хворих на дилатаційну кардіоміопатію в групах з різними рівнями NT-pro-BNP і без істотних відмінностей між параметрами загальної функції ЛШ. У групі з середньою концентрацією NT-pro-BNP в сироватці крові  $2372 \pm 1723$  пг/мл значення фракційних змін площі ПШ і максимальна деформація вільної стінки ПШ у верхівковому і середньому сегментах протягом систоли були нижчі, ніж у групі із середньою концентрацією NT-pro-BNP у сироватці крові  $240 \pm 177$  пг/мл [46].

У ряді досліджень у хворих на системний склероз виявлено збільшення товщини передньої стінки і систолічної площі ПП, часу ізоволюметричного розслаблення і зменшення часу прискорення в ЛА без істотних відмінностей функції ЛШ, що є ранніми показниками порушення функції ПШ, імовірно, у відповідь на непростійну легеневу артеріальну гіпертензію [53]. У деяких роботах проаналізовано структурно-функціональні порушення ПШ у хворих на гіпертонічну хворобу методами доплерЕхо-КГ і радіонуклідної рівноважної вентрикулографії [17]. У хворих на гіпертонічну хворобу концентрична гіпертрофія ЛШ супроводжувалась зменшенням довжини ПШ, а також розвитком діастолічної дисфункції як лівого, так і правого шлуночків серця [31], а діастолічна дисфункція ПШ була важчою, ніж діастолічна дисфункція ЛШ у 6,8% випадків [13]. Правошлуночкова систолічна дисфункція є предиктором ранньої смерті у хворих на легеневу артеріальну гіпертензію. При обстеженні хворих на легеневу артеріальну гіпертензію визначено, що концентрація NT-pro-BNP у сироватці крові корелює з правошлуночковою систолічною дисфункцією, визначеною за допомогою МРТ, та з ФВ ПШ. При легеневій артеріальній гіпертензії початкова концентрація NT-pro-BNP, більша за 1,685 нг/мл, вказувала на систолічну дисфункцію ПШ, а поєднання цих факторів збільшувало ризик ранньої смерті [64].

### Висновки

На сьогодні, коли історія розвитку клінічної ехокардіографії переступила півстолітній рубіж, дослідження правих відділів серця все ще знаходяться на етапі становлення [26]. В рамках міжнародного конгресу «Євроехо-7» найбільш відвідувана секція мала назву «Правий шлуночок – все ще чорна скринька?» [26]. Провідні вчені миру визнали, що наукові публікації з цієї проблеми нечисленні й мають суперечливий характер, а багато нормативних параметрів все ще не розроблено [26].

**Список літератури**

1. *Алиева К.М.* Ремоделирование и диастолическая функция правого желудочка у больных хронический обструктивной болезнью легких пожилого и старческого возраста / К.М. Алиева, М.И. Ибрагимова, К.А. Масуев // Пульмонология. – 2007. – №5. – С. 80–84.
2. *Базарсадаева Т.С.* Исследование функции правого желудочка сердца при митральных пороках / Т.С. Базарсадаева // Бюл. науч. центра сердеч.-сосуд. хирургии им. А. Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания. – 2005. – Т. 6, №2. – С. 5–13.
3. *Бакшеев В.И.* Клиническое значение современных методик эхокардиографического исследования правых отделов сердца / В.И. Бакшеев, Н.М. Коломоец, Г.Ф. Турсунова // Клинич. медицина. – 2006. – №10. – С. 16–23.
4. *Беленков Ю.Н.* Возможности тканевой доплерографической эхокардиографии в диагностике диастолической дисфункции правого желудочка у больных с хронической сердечной недостаточностью I–IV функционального класса / Ю.Н. Беленков, Э.Т. Агманова // Кардиология. – 2007. – №4. – С. 18–21.
5. *Булашова О.В.* Ранняя диагностика хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца / О.В. Булашова, А.И. Абдрахманова // Рос. кардиол. журн. – 2003. – №4. – С. 24–27.
6. *Бусленко Н.С.* Взаимосвязь между функциональным состоянием правого желудочка и степенью сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца с низкой сократительной функцией левого желудочка / Н.С. Бусленко, Ю.И. Бузиашвили, И.В. Кокшенева // Кардиология. – 2005. – №12. – С. 25–30.
7. *Васюк Ю.А.* Возможности и ограничения эхокардиографического исследования в оценке ремоделирования левого желудочка при ХСН / Ю.А. Васюк // Сердечная недостаточность. – 2003. – №2. – С. 107–110.
8. Взаимосвязь между функциональным состоянием правого желудочка и степенью сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца с низкой сократительной функцией левого желудочка / Бусленко Н.С., Бузиашвили Ю.И., Кокшенева И.В. [и др.] // Кардиология. – 2005. – Т. 45, №12. – С. 25–30.
9. Влияние дисфункции миокарда правого желудочка на течение операции аортокоронарного шунтирования и раннего послеоперационного периода у больных ишемической болезнью сердца / Бокерия Л.А., Бузиашвили Ю.И., Шерстянникова О.М. [и др.] // Клинич. физиология кровообращения. – 2007. – №1. – С. 15–23.
10. Возможности контрастной эхокардиографии и тканевой доплерографии в оценке функционального состояния правого желудочка сердца у больных ишемической болезнью сердца / Бузиашвили Ю.И., Мацкеплишвили С.Т., Асымбекова Э.У. [и др.] // Клинич. физиология кровообращения. – 2007. – №3. – С. 67–71.
11. *Грабб Н.Р.* Кардиология: пер. с англ. / Н.Р. Грабб, Д.Е. Ньюби. – М.: МЕДпресс-информ, 2006. – 704 с.
12. *Гуревич М.А.* Хроническая сердечная недостаточность: руководство для врачей / М.А. Гуревич. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Мед. информ. агентство, 2005. – 280 с.
13. *Демидова Н.Ю.* Диастолическая функция правого желудочка при различных типах диастолической дисфункции левого желудочка у больных артериальной гипертензией / Н.Ю. Демидова // Патология кровообращения и кардиохирургия. – 2007. – №3. – С. 55–58.
14. Діагностика серцевої недостатності: (рекомендації з діагностики та лікування гострої та хронічної серцевої недостатності Європейського Товариства Кардіологів, 2008) // Мистецтво лікування. – 2008. – №8. – С. 19–28.
15. *Драпкина О.М.* Хроническая сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса: патофизиология, диагностика, стратегии лечения / О.М. Драпкина, Я.И. Ашихман // Кардиология. – 2009. – Т. 49, №9. – С. 90–95.
16. *Жаринов О.И.* Состояние правого желудочка и межжелудочковое взаимодействие у больных с хронической сердечной недостаточностью / О.И. Жаринов, Салам Саид, Р.Р. Коморовский // Кардиология. – 2000. – №11. – С. 45–49.
17. *Зотов Д.Д.* Диастолическая дисфункция правого желудочка у больных гипертонической болезнью / Д.Д. Зотов, Л.Н. Бодлевич // Материалы VI Всерос. съезда кардиологов. – М., 2000. – С. 56.
18. Изменения сократимости правого желудочка у больных ишемической болезнью сердца и хронической сердечной недостаточностью / Фомина И.Г., Георгадзе З.О., Синицина М.Г. [и др.] // Рос. кардиол. журн. – 2000. – №1 (21). – С. 34–36.
19. Ишемия правого желудочка: возможности выявления методом эхокардиографии / Крахмалова Е.О., Бойко В.В., Авдосьев Ю.В., Харченко А.В. // Укр. кардіол. журн. – 2002. – №5. – С. 79–82.
20. Кардиология: нац. руководство / Всерос. науч. о-во кардиологов; ред. Ю.Н. Беленков, Р.Г. Оганов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 1232 с.
21. *Кароли Н.А.* Изменения параметров легочной гемодинамики, геометрии и функции правых и левых отделов сердца у больных хронической обструктивной болезнью легких в процессе динамического наблюдения / Н.А. Кароли // Клинич. физиология кровообращения. – 2007. – №3. – С. 52–61.
22. *Крахмалова Е.О.* Возможности использования математических методов для оценки формы и размеров правого желудочка сердца / Е.О. Крахмалова // Укр. кардіол. журн. – 2003. – Т. 36, №6. – С. 94–97.
23. *Крахмалова Е.О.* Метод выявления нарушений кинетики правого желудочка сердца при тромбоземболии легочной артерии / Е.О. Крахмалова // Укр. кардіол. журн. – 2004. – №6. – С. 65–68.
24. *Крахмалова Е.О.* Расчет объемов правого желудочка и его фракции выброса методом двухмерной эхокардиографии с использованием эллиптической математической модели / Е.О. Крахмалова // Укр. кардіол. журн. – 2004. – №3. – С. 97–100.
25. *Кузнецов А.А.* Определение глобальной диастолической дисфункции правого желудочка для оценки тяжести кардиологических и кардиохирургических больных / А.А. Кузнецов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2008. – №2. – С. 54–63.
26. *Кузнецова Л.М.* Эхокардиография в оценке функции правого желудочка / Л.М. Кузнецова, В.А. Сандриков // Кардиология. – 2009. – №2. – С. 63–65.
27. Национальные рекомендации ВНОК и ОССН по диагностике и лечению ХСН (второй пересмотр) / Агеев Ф.Т., Арутюнов Г.П., Глезер М.Г. [и др.] // Сердечная недостаточность. – 2006. – Т. 7, №2. – С. 52–66.
28. *Панькова А. Н.* Радионуклидная равновесная вентрикулография в оценке состояния правого желудочка и легочной микроциркуляции у пациентов с тромбоземболией легочной артерии / А.Н. Панькова // Сибирское мед. обозрение. – 2008. – Т. 52, №4. – С. 80–83.
29. *Пархоменко Ю.В.* Особенности систолической и диастолической функции левого и правого желудочков у больных пожилого и старческого возраста со стабильной стенокардией напряжения II–III функционального класса при формировании хронической сердечной недостаточности / Ю.В. Пархоменко, М.В. Чистякова // Кардиология. – 2008. – №1. – С. 30–36.
30. *Рафиков А.Ю.* Цветная тканевая доплер-эхокардиография / А.Ю. Рафиков, А.С. Галявич // Казан. мед. журн. – 2003. – Т. 84, №6. – С. 463–467.

31. Ремоделирование правого желудочка сердца у больных гипертонической болезнью / Мазур В.В., Абрамова К.А., Баженов Н.Д., Мазур Е.С. // Клинич. медицина. – 2009. – №2. – С. 24–26.
32. Рыбакова М.К. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Эхокардиография / М.К. Рыбакова, В.В. Митьков, М.Н. Алехин. – М.: Видар-М, 2008. – 544 с.
33. Рыбакова М.М. Комплексная эхокардиографическая оценка систолической и диастолической функции левого и правого желудочков в норме / М.М. Рыбакова, В.В. Митьков, М.Л. Платова // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2005. – №4. – С. 64–71.
34. Саллам С. Діастолічна дисфункція правого шлуночка у хворих з післяінфарктним кардіосклерозом / С. Саллам, Р.Р. Коморовський, О.Й. Жарінов // Укр. кардіол. журн. – 2002. – №6. – С. 29–33.
35. Саллам С. Порушення діастолічної функції правого шлуночка у хворих із стабільною стенокардією напруги / С. Саллам, Р.Р. Коморовський, О.Й. Жарінов // Укр. кардіол. журн. – 2002. – №4. – С. 31–35.
36. Сергеева Л.И. Формирование дисфункции правого желудочка при остром инфаркте миокарда и хронической сердечной недостаточности / Л.И. Сергеева, В.Л. Кожура, Ю.А. Чурляев // Общая реаниматология. – 2007. – Т. 3, №2. – С. 57–60.
37. Систолическая и диастолическая дисфункции левого и правого желудочков как предикторы постинфарктного ремоделирования сердца / Ярошно Н.Н., Бондарева Г., Терентьева Г.Б. [и др.] // Бюл. Сиб. отделения РАМН. – 2003. – №2. – С. 54–57.
38. Систолическая и диастолическая функция миокарда у больных ишемической болезнью сердца / Сандриков В.А., Кулагина Т.Ю., Гаврилов А.В. [и др.] // Кардиология и сердеч.-сосуд. хирургия. – 2008. – №1. – С. 14–17.
39. Функциональное состояние правого желудочка и межжелудочковая взаимосвязь у больных ишемической болезнью сердца с различной степенью дисфункции левого желудочка / Кошечкина И.В., Асымбекова Э.У., Тугеева Э.Ф. [и др.] // Бюл. науч. центра сердеч.-сосуд. хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН. – 2004. – Т. 5, №9. – С. 138–151.
40. Шиллер Н. Клиническая эхокардиография / Н. Шиллер, М.А. Осипов. – М., 1993. – 347 с.
41. Щетинин В.В. Кардиосовместимая доплерография / В.В. Щетинин, Н.Ф. Берестень. – М.: Медицина, 2002. – 234 с.
42. Якимов А.А. Архитектоника миокарда правого желудочка / А.А. Якимов, О.В. Косарева // Морфология. – 2008. – Т. 133, №2. – С. 161–162.
43. Ярославская Е.И. Структурно-геометрические параметры правого желудочка сердца / Е.И. Ярославская, Н.А. Морозова // Казан. мед. журн. – 2008. – Т. 89, №1. – С. 8–11.
44. Ansari M. Heart failure: How big is the problem? Who are the patients? What does the future hold? / M. Ansari, B.M. Massie // Am. Heart J. – 2003. – Vol. 146. – P. 1–4.
45. A simple method for noninvasive estimation of pulmonary vascular resistance / Abbas A., Fortuin D., Shiller N. [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2003. – Vol. 41. – P. 1021–1027.
46. Assessment of right ventricular function by tissue Doppler in relation to plasma NT-proBNP concentration in patients with dilated cardiomyopathy / Streb W., Nowak J., Liwinska A. [et al.] // Cardiol. J. – 2007. – Vol. 14, №2. – P. 167–173.
47. Assessment of right ventricular function using contrast echocardiography in patients with myocardial infarction / Borrayo G., Careaga G., Muro C. J. [et al.] // Rev. Esp. Cardiol. – 2003. – Vol. 56, №2. – P. 175–180.
48. Assessment of right ventricular function with Doppler echocardiographic indices derived from tricuspid annular motion: comparison with radionuclide angiography / Ueti O.M., Camargo E.E., Ueti A.A. [et al.] // Heart. – 2002. – Vol. 88. – P. 244–248.
49. Assessment of right ventricular perfusion after right coronary artery occlusion by myocardial contrast echocardiography / Hisashi M., Norihiro F., Isao K. [et al.] // J. Amer. Coll. Cardiol. – 2003. – Vol. 41. – P. 1823–1830.
50. Burgess M.I. Echocardiographic Evaluation of Right Ventricular Function / Burgess M.I., Bright-Thomas R.J., Ray S.G. // Eur. J. Echocardiography. – 2002. – Vol. 3. – P. 252–262.
51. Comparison of echocardiographic markers of right ventricular function in determining prognosis in chronic pulmonary disease / Burgess M.I., Mogulkoc N., Bright-Thomas R.J. [et al.] // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2002. – Vol. 15. – P. 633–639.
52. Comparison of four right ventricular systolic echocardiographic parameters to predict adverse outcomes in chronic heart failure / Thibaud Damy, Caroline Viallet, Olivier Lairez [et al.] // Europ. J. of Heart Failure. – 2009. – Vol. 11. – P. 818–824.
53. Disturbed Right Ventricular Diastolic Function in Patients With Systemic Sclerosis. A Doppler Tissue Imaging Study / Lindqvist P., Caidahl K., Neuman-Andersen G. [et al.] // Chest. – 2005. – Vol. 128. – P. 755–763.
54. Doppler velocimetry in superior vena cava provides useful information on the right circulatory function in patients with congestive heart failure / Ghio S., Recusani F., Sebastiani R. [et al.] // Echocardiography. – 2001. – Vol. 18. – P. 469–477.
55. Echocardiographic evaluation of left and right ventricular diastolic function in patients with chronic obstructive pulmonary disease / Ozer N., Tokgozoglu L., Coplu L., Kes S. // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2001. – Vol. 14, №6. – P. 557–561.
56. Echocardiographic right ventricular strain analysis in chronic heart failure / Donal E., Roulaud M., Raud-Raynier P. [et al.] // Eur. J. Echocardiography. – 2007. – Vol. 8, №6. – P. 449–456.
57. Echocardiographic volumetry of the right ventricle / Kovalova S., Necas J., Cerbak R. [et al.] // Eur. J. Echocardiography. – 2005. – Vol. 6, №1. – P. 15–23.
58. Evaluation of Tissue Doppler Tei index for global left ventricular function in mice after myocardial infarction: Comparison with Pulsed Doppler Tei index / Schaefer A., Meyer G. P., Hilfiker-Kleiner D. [et al.] // Eur. J. Echocardiography. – 2005. – Vol. 6, №5. – P. 367–375.
59. Exercise capacity and cardiac function assessed by tissue Doppler imaging in chronic heart failure / Witte K.A., Nikitin N.P., Silva R.D. [et al.] // Heart. – 2004. – Vol. 90. – P. 1144–1150.
60. Fлахскampf F. F. The interventricular septum is functionally bilayered: a fresh look at a well known structure / Fлахскampf F. F., Voigt J. U. // Heart. – 2005. – Vol. 91, №10. – P. 1260–1261.
61. Galderisi M. Diastolic dysfunction and diastolic heart failure: diagnostic, prognostic and therapeutic aspects / M. Galderisi // Cardiovasc. Ultrasound. – 2005. – Vol. 4. – P. 234–241.
62. Independent and additive prognostic value of right ventricular systolic function and pulmonary artery pressure in patients with chronic heart failure / Ghio S., Gavazzi A., Campana C. [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2001. – Vol. 37. – P. 183–188.
63. Influence of ejection fraction on cardiovascular outcomes in a broad spectrum of heart failure patients / Solomon S.D., Anavekar N., Skali H. [et al.] // Circulation. – 2005. – Vol. 112. – P. 3738–3744.
64. NT-proBNP can be used to detect right ventricular systolic dysfunction in pulmonary hypertension / Blyth K.G., Groenning B.A., Mark P.B. [et al.] // Eur. Respir. J. – 2007. – Vol. 29. – P. 737–744.

65. Prognostic Importance of the Right Ventricular Function Assessed by Doppler Tissue Imaging / Meluzin J., Špinarova L., Dušek L. [et al.] // Eur. J. Echocardiography. – 2003. – Vol. 4. – P. 262–271.
66. Prognostic usefulness of the tricuspid annular plane systolic excursion in patients with congestive heart failure secondary to idiopathic or ischemic dilated cardiomyopathy / Ghio S., Rescusciani F., Klersy C. [et al.] // Am. J. Cardiol. – 2000. – Vol. 85. – P. 837–842.
67. Recommendations for chamber quantification : a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the chamber quantification whiting group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology // J. Am. Soc. Echocardiogr. – 2005. – Vol. 18. – P. 1440–1463.
68. Reduced right ventricular ejection fraction as a marker for idiopathic dilated cardiomyopathy compared with ischemic left ventricular dysfunction / La Vecchia L., Zanolli L., Varotto L. [et al.] // An. Heart J. – 2001. – Vol. 142. – P. 181–189.
69. Regional wall stress predicts ventricular remodeling after anteroseptal myocardial infarction in the Healing and Early Afterload Reducing Trial (HEART): an echocardiography-based structural analysis / Aikawa Y., Rohde L., Plehn J. [et al.] // Am. Heart J. – 2001. – Vol. 141. – P. 234–242.
70. Right ventricular dysfunction and adverse outcome in patients with advanced heart failure / Field M.E., Solomon S.D., Lewis E.F. [et al.] // J. Card. Fail. – 2006. – Vol. 12. – P. 616–620.
71. Right ventricular dysfunction as an independent predictor of short- and long-term mortality in patients with heart failure / Kjaergaard J., Akkan D., Iversen K. K. [et al.] // Eur. J. Heart. Fail. – 2007. – Vol. 9. – P. 610–616.
72. Right ventricular dysfunction in chronic heart failure patients / Spiranova L., Meluzin J., Toman J. [et al.] // Eur. J. Heart. Fail. – 2005. – Vol. 7. – P. 485–489.
73. Right ventricular echocardiographic, vectorcardiographic and electrocardiographic study in cor pulmonale / Louridas G., Angomachalelis N., Patakas D., Stavropoulos C. // Acta Cardiol. – 1980. – Vol. 35. – P. 429–436.
74. Right Ventricular Function and Failure / Voelkel N.F., Quaife R.A., Leinwand L.A. [et al.] // Circulation. – 2006. – Vol. 114. – P. 1883–1891.
75. Right ventricular myocardial diastolic dysfunction in different kinds of cardiac hypertrophy: analysis by pulsed Doppler tissue imaging / Galderisi M., Severino S., Caso P. [et al.] // Ital. Heart J. – 2001. – Vol. 2, №12. – P. 912–920.
76. *Shamsham F.* Essentials of the diagnosis of heart failure / F. Shamsham, I. Mitchell // Cover article: Cardiovascular-medicine update. – 2000. – Vol. 61, №5. – P. 1319–1327.
77. Systolic right ventricular function assessment by pulsed wave tissue Doppler imaging of the tricuspid annulus / Tuller D., Steiner M., Wahl A. [et al.] // Swiss. Med. Wkly. – 2005. – Vol. 135. – P. 461–468.
78. *Tei C.* New non-invasive index for combined systolic and diastolic ventricular function / C. Tei // J. Cardiol. – 1995. – Vol. 26. – P. 135–136.
79. The right ventricle, outflow tract, and ventricular septum comprise a restricted expression domain within the secondary/anterior heart field / Verzi M.P., McCulley D.J., De Val S. [et al.] // Dev. Biol. – 2005. – Vol. 287. – P. 134–145

**Відомості про авторів:**

Туманська Н.В., к. мед. н., доцент каф. урології, променевої діагностики і терапії ЗДМУ.

Попович А.О., лікар вищої категорії Запорізького міського Центру екстреної та швидкої допомоги.

**Адреса для листування:**

Туманська Наталія Валеріївна. 69035, м. Запоріжжя, пр-т Маяковського, 26, каф. урології, променевої діагностики і терапії ЗДМУ.

Тел.: (0612) 63 04 68.

Надійшла в редакцію 27.03.2012 р.