

В.И. Скидан*, **, Дж.Д. Томас***, В.Ю. Бондарь*, **

Сравнительный анализ использования специализированных программ трехмерной эхокардиографии в режиме реального времени для оценки геометрии полости и функции правого желудочка у больных с острой декомпенсированной сердечной недостаточностью и имплантированными внутрисердечными устройствами

* ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России, 680009, Хабаровск, ул. Краснодарская, 2 В

** ГОУ ВПО «Дальневосточный государственный медицинский университет» Минздрава России, 680000, Хабаровск, ул. Муравьева-Амурского, 35, nauka@mail.fesmu.ru

*** Кливлендская клиника, Кливленд, Огайо, США, 9500, Euclid Ave, Cleveland, OH 44195, USA

УДК 616.12-008.46-07
БАК 14.01.05

Поступила в редколлегию
21 января 2014 г.

© В.И. Скидан,
Дж.Д. Томас,
В.Ю. Бондарь, 2014

С целью сравнения индивидуальной геометрии полости и значений показателей систолической функции правого желудочка (ПЖ) была проведена оценка изображений, полученных с помощью трехмерной ЭхоКГ в режиме реального времени у 42 пациентов в возрасте от 29 до 78 лет, поступивших в клинику с прогрессированием острой декомпенсированной сердечной недостаточности и имплантированными внутрисердечными устройствами. Метод трехмерной реконструкции RT-4DE Tom Tec выявил преимущества в определении кардиального объема и анализа систолической функции ПЖ по сравнению с возможностями программы 4D LV Echo PAC в случаях индивидуально сложной геометрии ПЖ. Ключевые слова: трехмерная эхокардиография; режим реального времени; систолическая функция; правый желудочек; сердечная недостаточность.

Быстрый и точный количественный анализ параметров объема и систолической функции ПЖ играет ключевую роль в прогнозе течения заболевания у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), острой декомпенсированной сердечной недостаточностью (ОДСН) и легочной гипертензией [1–3]. Возможности двухмерной эхокардиографии (2DE) значительно ограничены вследствие ряда анатомических особенностей ПЖ и отсутствия точных и легко воспроизводимых методов измерений функции ПЖ [2, 4–9].

Программное обеспечение 4D RV-Function для магнитно-резонансной томографии сердца (МРТ) с количественным определением функции ПЖ занимает место золотого стандарта в оценке функции ПЖ [10–14]. Однако использование МРТ лимитировано у пациентов с внутрисердечными имплантированными устройствами (ВСИУ): электрокардиостимуляторами (ЭКС), аппаратами кардиальной ресинхронизирующей терапии (СРТ) и искусственными кардиовекторами-дефибрилляторами (ИКД) [15, 16]. Ультразвуковые методы трехмерной визуализации в режиме реального времени (RT-4DE) дают возмож-

ность значительно расширить применение ЭхоКГ в проспективных исследованиях и клинической практике. Так, специализированный программный модуль RT-4DE Tom Tec с опциями полного параметрического анализа объемов ПЖ без ограничений, обусловленных индивидуальной геометрией полостей сердца, способен интегрироваться на рабочие станции Echo PAC ультразвуковых систем экспертного класса Vivid 7 и Vivid 9 Dimension, GE и рабочую станцию Q-Lab Philips iE 33, Philips [2, 17].

В совместных рекомендациях ASE и EAE подтверждается тесная корреляционная связь между показателями систолической функции ПЖ, полученными методами МРТ сердца и RT-4DE Tom Tec, что заставляет более активно внедрять этот метод анализа в клиническую практику [6]. Целью нашего исследования стало сравнение индивидуальной геометрии полости ПЖ и показателей систолической функции, полученных методами программной обработки 4D RV TomTec и 4D LV Echo PAC у больных ОДСН и ВСИУ для определения критериев эффективности использования RT-4DE в условиях кардиохирургического стационара.

Материал и методы

В исследование были включены 42 пациента (29 мужчин и 13 женщин) в возрасте от 29 до 78 лет, поступившие в клинику с прогрессирующим ОДСН, имеющие архив роликов RT-4DE удовлетворительного и высокого качества, записанный на ультразвуковой системе Vivid 7 Dimension (Vingmed, System 7, General Electric Healthcare, USA). Эхокардиография в режиме RT-4DE и архивация данных на платформе рабочей станции Echo Pac проводилась при первом (12 ч с момента поступления) и повторном (через 24–72 ч) исследованиях. У всех пациентов клинически и лабораторно диагностирована ОДСН как проявление декомпенсации ХСН функциональных классов III или IV в соответствии с классификацией Нью-Йоркской ассоциации сердца (NYHA). Несмотря на проводимую оптимальную фармакологическую терапию, фракция выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) в большинстве наблюдений не превышала 35%. Аппараты СРТ были имплантированы 29 (69,1%) больным, системы ИКД имели 13 (30,9%) пациентов.

Эхокардиографическая методика. Трансторакальная эхокардиография в режиме RT-4DE выполнялась с помощью ультразвуковой системы экспертного класса RT-3DE Vivid 7 Dimension. База данных в виде видеороликов создана при использовании трехмерного датчика из апикального и/или субкостального доступов индивидуально для каждого пациента в зависимости от лучшего акустического окна. В соответствии с программными требованиями все ультразвуковые изображения зарегистрированы в позициях по короткой оси из парастернального доступа на уровне створок митрального клапана с выведением ПЖ, на уровне аортального кольца с получением изображения выводного тракта правого желудочка (ВТПЖ). С целью более четкой визуализации эндокардиальной границы ПЖ использовали 4-камерную позицию из апикального доступа с преимущественным выведением полости ПЖ и 2-камерную позицию из апикального доступа с визуализацией полых вен и ВТПЖ. После архивации видеороликов проводился полный полуавтоматический объемный анализ внутренних контуров ПЖ. В исследовании не применяли специальных критериев исключения и не проводили отбора пациентов в зависимости от качества изображений в режимах 2DE и RT-4DE. Только крайне низкое качество визуализации эндокардиального контура ПЖ в 2DE и RT-4DE из-за недостаточного ультразвукового окна явилось основным критерием исключения из исследования. Геометрически сложные модели ПЖ и субоптимальные для обработки изображения ПЖ в режиме 2DE равноценно включались в исследование для визуализации в режиме RT-4DE и последующего параметрического анализа. Точное определение видимых границ эндокарда ПЖ было основным условием для полуавтоматического алгоритма расчета объемов и систолической функции правого желудочка [2, 6, 18].

В анализ включались только те изображения, которые полностью покрывали мышечно-трабекулярный отдел ПЖ, фиброзное кольцо трикуспидального клапана (ТК), приточ-

ные отдел (ПОПЖ) и выводной тракт правого желудочка. Наиболее точные и качественные из них использовались для последующего полного параметрического анализа систолической функции ПЖ. Для улучшения визуализации внутренних контуров ПЖ применяли методы внутрисполостного контрастирования, увеличения, затенения и цветового контрастирования эндокарда [2, 18–20].

В зависимости от индивидуальной геометрии полости ПЖ обследуемые были разделены на две подгруппы. В подгруппу 1 вошли 24 (57,2%) пациента с индивидуально сложной геометрией контура ПЖ, из них у 18 (42,8%) больных имела место критическая сферическая дилатация полости ЛЖ, при этом в 9 (21,4%) случаях отмечена выраженная дилатация обоих желудочков. Подгруппу 2 составили 18 (42,8%) больных с обычной формой ПЖ.

Все изображения обработаны доступными программами компьютерной графики, разработанными специально для оценки кардиального объема в трехмерном измерении и режиме реального времени: RT-4DE Tom Tec 4D RV (EchoView, TomTec Imaging Inc., Munich, Germany) и Echo PAC 4D LV (Vingmed, System 7, General Electric Healthcare, USA). Оба метода основаны на полуавтоматической оценке объемной трехмерной геометрической модели ПЖ, построенной путем контурирования поверхности эндокарда ПЖ в разные фазы сердечного цикла с последующим получением завершеного гемодинамического объема в реальном времени. Программный модуль TomTec 4D RV является на данный момент уникальной специализированной инновацией, создающей трехмерную объемную модель ПЖ. Программа способна включать в анализ все анатомические отделы ПЖ, реконструировать любые индивидуальные особенности формы и в итоге представлять значительно более точные результаты измерений [2, 6]. В то же время для сравнения мы решили использовать возможности программного пакета Echo PAC 4D LV, как универсального метода построения внутреннего контура эндокарда, который способен проектировать объемную модель и индивидуальную форму не только левого, но и правого желудочков с определенными ограничениями.

Все этапы реконструкции кардиального объема были выполнены в трех проекциях на индивидуальных, архивных, полностью объемных ультразвуковых изображениях. Эндокардиальная граница ПЖ очерчивалась в фазах конечной диастолы и конечной систолы на всех анатомических уровнях после синхронизацией с зубцами ЭКГ, что позволяло точно и многократно воспроизводить данные КДО, КСО, УВ и ФВ ПЖ для каждого пациента. Первый фрейм, соответствующий зубцу R (Q) на ЭКГ (циклы автоматически выравнивались для оценки интервалов R-R), был использован как конечный диастолический объем (КДО). Далее для трехмерного построения изображений использовали возможности ручной коррекции фаз сердечного цикла на всех анатомических уровнях.

На следующем этапе автоматически рассчитывались объемные параметры и ФВ ПЖ в режиме RT-4DE в фазах диастолы и систолы. Кардиальный объем получали методом дисков путем суммирования площадей каждого среза

ПЖ, умноженных на толщину срезов. Эндокардиальный контур каждого среза прослеживался от внутривентрикулярного отдела латерального трикуспидального кольца до выводного тракта ПЖ. После выделения границы эндокарда ПЖ в ручном режиме для каждой из трех плоскостей в диастолу и систолу программное обеспечение автоматически обнаруживало поверхность ПЖ для всего сердечного цикла.

Согласно программным требованиям, граница эндокарда ПЖ включала трабекулярный отдел с апикальным компонентом модераторного тяжа. Межжелудочковая перегородка (МЖП) исключалась из анализа при расчете объемов ПЖ, при этом характер движения МЖП в различные фазы сердечного цикла сказывался на величине минимального объема «hole» в полости ПЖ. Программный математический анализ объемной модели ПЖ для каждого среза был выполнен двумя методами реконструкции кардиального объема с последующим расчетом КДО, КСО, УВ и ФВ для всех 42 пациентов.

Внутри- и межгрупповое сравнение выполнено по критерию Стьюдента и значению вероятности (p) с помощью парного t -теста. Корреляционный анализ и анализ линейной регрессии проведен для параметров кардиального объема ПЖ (КДО, КСО, УВ) и ФВ путем попарного сравнения результатов измерений обеих программ объемной реконструкции ПЖ методом Бленда – Альтмана. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена определялся между некоторыми параметрами 2DE и показателями ПЖ (КДО, КСО, УВ) и ФВ в режиме RT-4DE. Критерием достоверности считали $p < 0,05$.

Результаты

При анализе результатов у 24 (57,2%) пациентов с ОДСН и ВСИУ отмечались варианты изолированного и комбинированного ремоделирования полостей сердца. При проведении 2DE в группе обследуемых значение параметров FAC (fractional area change) – степень изменения площади ПЖ от диастолы к систоле и TAPSE (tricuspid annular plane systolic excursion) – амплитуда экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана были соответственно $29,67 \pm 4,18$ см² и $13,65 \pm 3,23$ мм.

Стандартное распределение объемных показателей ПЖ (КДО, КСО и УВ) и ФВ ПЖ в общей группе и подгруппах представлено в таблице. При сравнении возможностей программ компьютерной графики 4D RV Tom Tec и 4D LV Echo PAC в реконструкции кардиального объема в достаточной для статистической обработки группе больных было выявлено, что средние значения КДО и УВ ПЖ в общей группе достоверно выше по данным 4D RV Tom Tec по сравнению с 4D LV Echo PAC (КДО $206,97 \pm 48,47$ и $198,79 \pm 50,14$ мл, $p < 0,005$; УВ $70,47 \pm 27,37$ и $64,19 \pm 21,15$ мл, $p < 0,001$). Достоверной разницы для КСО и ФВ в общей группе не было отмечено. Аналогичная тенденция наблюдалась в подгруппах для КДО ПЖ и УВ ПЖ, причем наиболее выражены отличия были в группе пациентов с индивидуально сложной геометрией полости ПЖ (таблица).

Анализ линейной регрессии и метод Бленда – Альтмана по данным Tom Tec 4D RV и Echo PAC 4D LV показал достоверную согласованность между объемными показателями ПЖ и ФВ ПЖ в общей группе и подгруппе 2. Вместе с тем в подгруппе 1 регистрировали наличие зависимости разности измерения от абсолютной величины. КДО: $r = 0,52$; средняя разность (TomTec минус EchoPAC) = $10,4 \pm 26,3$; 95% стандартное отклонение разности [CI], от 32,6 до 58,9 мл; КСО: $r = 0,58$; средняя разность $3,5 \pm 19,7$; 95% стандартное отклонение разности [CI], от 29,3 до 36,4 мл; УВ: $r = 0,60$; средняя разность $6,9 \pm 13,7$; 95% стандартное отклонение разности [CI], от 17,8 до 28,2 мл; ФВ: $r = 0,70$; средняя разность $1,4 \pm 4,5$; 95% стандартное отклонение разности [CI], от 6,9 до 9,0%.

Выявлена достоверная положительная корреляционная зависимость между TAPSE и ФВ ПЖ, полученными обеими программами у пациентов при обычной геометрии полости ПЖ. Так, коэффициент ранговой корреляции Спирмена отразил статистически достоверную положительную связь при анализе методом 4D RV Tom Tec и 4D LV Echo PAC в общей группе между ФВ ПЖ и TAPSE: $r_s = 0,59$ и $r_s = 0,64$, $p < 0,01$; ФВ ПЖ и RVFAC: $r_s = 0,34$, $p < 0,01$ и $r_s = 0,32$, $p < 0,01$. Достоверная согласованность выявлена также при анализе ранговой корреляции между объемами и площадями ПЖ в диастолу и систолу: КДО ПЖ и КДО ПЖ $r_s = 0,58$ и $r_s = 0,64$, $p < 0,01$; КСО ПЖ и КСО ПЖ $r_s = 0,59$ и $r_s = 0,58$, $p < 0,01$. В подгруппе 1 достоверность зависимостей при сравнении методом ранговой корреляции не подтверждена.

Обсуждение

Прогностическая значимость выявления ремоделирования полости ПЖ и его систолической дисфункции у больных с ХСН и ОДСН заставляет более активно разрабатывать способы оценки формы, объемов и функции ПЖ [1–3]. Так, более чем у половины пациентов с ОДСН и ВСИУ отмечались варианты изолированного и комбинированного ремоделирования полостей сердца.

Стандартизация подходов к оценке размеров и функции ПЖ продолжает оставаться проблемой двухмерной эхокардиографии. В настоящее время отсутствуют точные, легко воспроизводимые и признанные всеми специалистами методы анализа функции ПЖ в режиме 2DE [2, 4–7]. С одной стороны, это обусловлено рядом анатомических особенностей, характерных для ПЖ. Серповидная форма, расположение непосредственно за грудиной, пространственное разделение плоскостей приточного отдела и выводного тракта ПЖ, а также сложный контур эндокардиальной границы затрудняют параметрическую оценку при двухмерной визуализации. С другой стороны, созданию единой геометрической модели ПЖ препятствуют влияние пред- и постнагрузок на ПЖ, функциональное состояние ЛЖ и, как следствие, вариации в локализации и ориентации отделов ПЖ. Наряду с этим достаточно трудно разработать общий алгоритм анализа кардиального объема ПЖ в режиме 2DE из-за трудностей в количественном анализе механизмов сокращения и расслабления различных

Параметры RT-4DE, полученные методами 4D RV Tom Tec и 4D LV Echo PAC, * p<0,05 значение вероятности; полость ПЖ: геометрически сложные модели (подгруппа 1); обычная геометрия (подгруппа 2)

Параметр	4D Tom Tec	4D Echo PAC
Общая группа, n = 42		
КДО, мл	206,97±48,47*	198,79±50,14
КСО, мл	136,33±37,94	134,19±41,01
УВ, мл	70,47±27,37*	64,19±21,15
ФВ, %	33,62±8,23	32,43±6,84
Подгруппа 1, n = 24		
КДО, мл	232,61±55,92*	224,22±58,41
КСО, мл	151,06±37,49	148,83±44,32
УВ, мл	81,55±32,35*	75,59±25,86
ФВ, %	34,31±9,13	33,58±7,60
Подгруппа 2, n = 18		
КДО, мл	194,70±34,25*	184,41±36,59
КСО, мл	129,40±27,52	125,90±29,87
УВ, мл	65,31±21,73*	58,40±15,34
ФВ, %	34,18±8,28	33,99±6,67

сегментов ПЖ, который не может быть визуализирован в одной плоскости [2, 5, 17, 18]. В совместных рекомендациях ASE и EAE (2010, 2012) наиболее универсальными показателями, косвенно отражающими ФВ ПЖ и имеющими с ней тесную корреляционную связь в режимах 2DE, 3DE и МРТ сердца, принято считать степень изменения площади ПЖ от диастолы к систоле (FAC) и амплитуду экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE) [5, 6]. По данным нашего исследования, снижение средних значений параметров FAC и TAPSE косвенно указывают на проявления нарушений систолической функции ПЖ у наблюдаемых пациентов с ОДСН и ВСИУ.

Данные предшествующих клинических исследований с применением RT-4DE для анализа ПЖ стремились подтвердить корректность измерений ПЖ и возможность практического применения на малых выборках в ряде патологических состояний и у здоровых лиц [8, 11, 13–16]. Для достижения этих целей как золотой стандарт расчета объемов ПЖ использовалась МРТ [10–14]. Общеизвестно, что ЭхоКГ обладает рядом преимуществ по сравнению с МРТ из-за своей низкой себестоимости, большей мобильности и доступности для пациентов, хорошей воспроизводимости данных, наличия возможностей динамического наблюдения, а также преимуществ использования у больных с имплантированными ВСУ [2, 15, 16]. В то же время метод RT-4DE в оценке кардиального объема и функции ПЖ сложен, требует от специалиста максимальной надежности и точности при пошаговой реконструкции. Наибольшие трудности представляют построение модели расширения внутреннего контура ПЖ от основания фиброзного кольца трикуспидального клапана (ТК) до ВТПЖ и затем от ВТПЖ до створок пульмонального клапана (ПК), а также реконструкция расширения полости ПЖ к верхушке [1, 2, 19, 20]. Наличие в полости ПЖ электрода эндокардиальной стимуляции усиливает ремоделирование ПЖ, что в свою очередь влияет на механизмы сокращения и расслабле-

ния миокарда ПЖ, а также наполнения и изгнания крови из полости ПЖ.

Пример RT-4DE полуавтоматической реконструкции трехмерной объемной модели ПЖ в режиме реального времени с расчетом ФВ ПЖ в режиме RT-4DE у пациента с геометрически сложной моделью ПЖ в связи с наличием в полости ПЖ электрода ИКД и выраженной сферической дилатации ЛЖ представлен на рис. 1 и 2.

Мы сравнили возможности программ компьютерной графики 4D RV Tom Tec и 4D LV Echo PAC в реконструкции кардиального объема в достаточной для статистической обработки группе больных с ОДСН и ВСИУ. В результате выявлены достоверные различия средних значений КДО и УВ ПЖ в общей группе и подгруппах, причем наиболее выраженные отличия отмечались у пациентов с индивидуально сложной геометрией полости ПЖ. Внутригрупповые вариации параметров кардиального объема для КДО и УВ обусловлены преимуществом программы 4D RV Tom Tec в реконструкции объема ВТПЖ вне зависимости от геометрии ПЖ. Программа 4D LV Echo PAC имеет ограничения при трехмерной реконструкции ВТПЖ у пациентов с выраженным увеличением и ремоделированием обоих желудочков, особенно на фоне сферической дилатации полости ЛЖ. Важным преимуществом программы 4D RV-TomTec – современного программного обеспечения, представленного в 2006 году, является комплексный завершённый анализ трехмерной модели ВТПЖ, а также полная реконструкция внутреннего эндокардиального контура ПЖ, включая папиллярные мышцы и эндокардиальный трабекулярный отдел, приводной и выводной отделы ПЖ. Однако в настоящий момент применение в клинической практике программы 4D RV-Tom Tec как принципиально новой опции в анализе ПЖ ограничено в силу короткого периода наблюдений и отсутствия единых рекомендаций по использованию программного обеспечения [2, 6].

Рис. 1.
RT 4DE построение
трехмерной объемной
модели ПЖ в полном
объеме: а – 11 срезов из
апикального доступа
в четырехкамерной
позиции; б – полуавто-
матическое контуриро-
вание границ эндокарда
ПЖ в программе TomTec.

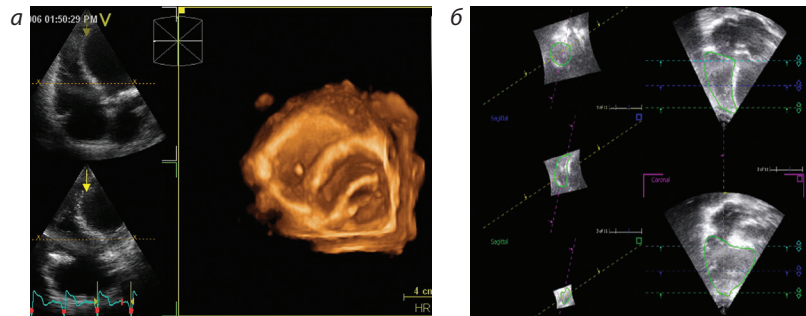
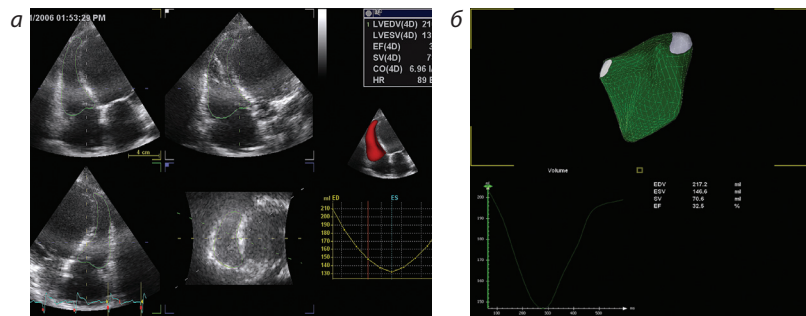


Рис. 2.
Реконструкция
кардиального объема
(КДО, КСО, УВ и ФВ):
а – 4D LV Echo PAC;
б – 4D-RV Tom Tec.



Как и ожидалось, использование компьютерного обеспечения TomTec Imaging Systems GmbH для трехмерного анализа кардиального объема ПЖ в режиме реального времени с полуавтоматической обработкой изображений позволило получить полную количественную информацию о геометрии и функции ПЖ у больных с ОДСН и ВСИУ, которые в 24 (57,2%) наблюдениях имели сложные индивидуальные модели внутреннего эндокардиального контура ПЖ. Наиболее сложным этапом стали реконструкция ВТПЖ и минимального объема «hole» в полости ПЖ в момент смещения МЖП в разные фазы сердечного цикла.

По сравнению с 4D-RV Tom Tec программа анализа 4D LV Echo PAC на платформе рабочей станции Echo PAC – это неспециализированный, простой и быстрый в исполнении, а также легко воспроизводимый метод измерения объемов полостей сердца. Однако возможностями этой программы в трехмерном построении объема ПЖ и ВТПЖ у больных с измененной геометрией полости ПЖ значительно меньше.

При ограничениях в проведении МРТ сердца у лиц с ВСИУ остро встает вопрос о достоверности результатов RT-4DE анализа ПЖ. Общеизвестно, что универсальным показателем, косвенно отражающим ФВ ПЖ и имеющим с ней тесную корреляционную зависимость в режимах 2DE, 3DE и МРТ сердца, является амплитуда экскурсии фиброзного кольца трикуспидального клапана (TAPSE) [5]. Проведенный корреляционный анализ выявил достоверную положительную корреляционную зависимость между TAPSE и ФВ ПЖ, полученными обеими программами компьютерной графики у пациентов при обычной геометрии

полости ПЖ. В подгруппе больных с измененной геометрией полости ПЖ достоверность зависимостей при сравнении методом ранговой корреляции не подтверждена.

Результаты проведенного исследования подтверждают гипотезу о том, что при соблюдении необходимых программных требований RT-4DE может стать надежным методом выбора – быстрым и мало затратным подходом в анализе размера, формы и систолической функции ПЖ у пациентов с ОДСН в условиях отделения неотложной кардиологии, реанимации и кардиохирургического операционного блока. Особенно важным это становится в случаях ограничения использования МРТ сердца в связи с наличием у пациентов имплантированных устройств: ИКД, ЭКС, аппаратов СРТ [2, 15, 16]. В процессе реконструкции кардиального объема у больных с измененной геометрией полости ПЖ наибольшие сложности представляют определение пространственной ориентации режима 3DE и этапы контурирования эндокарда ПЖ, что требует обязательного обучающего периода в работе с обеими программами компьютерной графики [10, 19, 20]. Проведение многократных повторных измерений объемов ПЖ позволяет улучшить навыки 3DE анализа и снизить временные затраты при использовании программы 4D RV-Tom Tec, которая имеет явные преимущества при реконструкции индивидуальных моделей ПЖ [2].

Возможность точно оценивать объемы и сократительную способность ПЖ играет важную клиническую роль при введении больных с ОДСН, которые поступают в отделение неотложной кардиологии для оптимизации проводимого лечения. Как известно, степень вовлечения

в процесс ПЖ у этих пациентов является важным независимым прогностическим фактором прогноза заболевания [3]. Однако вследствие особенностей анатомического строения ПЖ оценка кардиального объема и функции ПЖ в режиме 2DE остается сложной задачей и зачастую ограничивается сравнением диастолических областей ПЖ и ЛЖ с очевидными ограничениями при дилатации ЛЖ, бивентрикулярной дисфункции или другой кардиальной патологии [5, 6, 8–10]. Проведенные клинические исследования с использованием метода ротации в режиме RT-4DE Tom Tec как универсального подхода в реконструкции кардиального объема ПЖ демонстрируют тесную корреляцию с объемными показателями МРТ сердца [13–16].

В связи с этим три фактора делают наши результаты клинически значимыми. Во-первых, геометрия, объемные показатели и ФВ ПЖ, проанализированные в режиме RT-4DE у больных с клиническими проявлениями ОДСН в сочетании с дилатацией и дисфункцией ПЖ имеют четкие отличия при сравнении с больными, у которых отсутствует грубое ремоделирование и дисфункция ПЖ [2, 19, 20]. Этот факт подчеркивает важность использования программного обеспечения 4D-RV Tom Tec для оценки функции ПЖ у больных с ОДСН при выборе лечебной тактики. Во-вторых, изображения в режиме RT-4DE могут широко использоваться для объективизации дисфункции ПЖ у пациентов с имплантированными ЭКС, ИКД, аппаратами СРТ, число которых постоянно растет.

Наконец, клиническое значение метода напрямую связано с достоверностью, воспроизводимостью и надежностью измерений. Согласно полученным нами результатам, программные опции рабочей станции Echo PAC могут быть достаточно полезны для быстрого первичного анализа геометрии, кардиального объема и систолической функции ПЖ при недостатке времени в условиях отделений неотложной кардиологии, реанимации и кардиохирургического операционного блока.

Методы RT-4DE пошаговой реконструкции кардиального объема и анализа систолической функции ПЖ, как высокоспецифичный для ПЖ, так и более универсальный, эффективны для быстрого первичного анализа геометрии, кардиального объема и систолической функции ПЖ и

у пациентов с ОДСН и ВСИУ в условиях кардиохирургического стационара. Использование высокоспециализированного метода пошаговой трехмерной реконструкции RT-4DE Tom Tec имеет ряд преимуществ в определении параметров кардиального объема и анализа систолической функции ПЖ по сравнению с возможностями программы 4D LV Echo PAC у пациентов с ОДСН и ВСИУ в случаях сложной геометрии эндокардиального контура ПЖ.

Список литературы

1. Скидан В.И., Боровски А., Парк М., Томаш Дж., Воронина Н.В. // ДМЖ. 2011. Т. 3. С. 6–10.
2. Скидан В.И., Боровски А., Парк М. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2012. № 1. С. 52–67.
3. Marwick T. et al. // Circ. Cardiovasc. Imaging. 2008. V. 1. P. 58–89.
4. Chua S., Levine R.A. et al. // Eur. J. Echocard. 2009. V. 10. P. 619–624.
5. Rudski L. et al. // J. Am. Soc. Echocard. 2010. V. 23. P. 685–713.
6. Horton K. et al. // J. Am. Soc. Echocard. 2009. V. 22. P. 776–792.
7. Tamborini G. et al. // J. Am. Soc. Echocard. 2010. V. 23. P. 109–115.
8. Jenkins C. et al. // Chest. 2007. V. 131. P. 1844–1851.
9. Gopal A. et al. // J. Am. Soc. Echocard. 2007. V. 20. P. 445–455.
10. Leibundgut G., Rohner A., Grize L., Bernheim A. et al. // J. Am. Soc. Echocardiography. 2010. V. 23. P. 116–126.
11. Niemann P.S., Pinho L., Balbach T., Galuschky C. et al. // J. Am. Coll. Cardiol., October 23. 2007. V. 50. P. 1668–1673.
12. Nesser H. et al. // Echocard. 2006. V. 23. P. 666–680.
13. Vogel M., Gutberlet M. et al. // Heart. 1997. V. 78. P. 127–130.
14. Grison A. et al. // J. Am. Soc. Echocard. 2007. V. 20. P. 921–929.
15. Kjaergaard J. et al. // Eur. J. Echocard. 2006. V. 7. P. 430–438.
16. Mor-Avi V. et al. // J. Am. Soc. Echocard. 2010. V. 23 (2). P. 141–143.
17. Shiota T. // Curr. Opin. Cardiol. 2009. V. 24. P. 410–415.
18. Sheehan F., Redington A. // Heart. 2008. V. 94. P. 1510–1515.
19. Tulevski Y. et al. // Int. J. Cardiovasc. Imaging. 2002. V. 18. P. 41–51.
20. Skidan V., Borowski A., Thomas J. // Poster: 44640. Congress: ESCR 2010, Prague 28–30.10.2010. Topic: ESCR 2010.
21. Skidan V., Borowski A., Park M., Thomas J. // EUROECHO & other Imaging Modalities. Budapest 2–5 December 2011. Accepted Poster Presentation # 51186.