

Скорости сокращения миокарда в оценке диастолической функции

Т. Ю. Кулагина, В. А. Сандриков, Р. З. Зябирова, Ю. Н. Петрова, В. С. Клименко, Н. В. Власова

ГНЦ РФ ФБГНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Россия, Москва

РЕЗЮМЕ:

ЦЕЛЬ: по результатам векторного анализа оценить результаты биомеханики сокращения миокарда в период диастолы

МАТЕРИАЛ: в основу исследования включено 79 пациентов ишемической болезнью сердца (ИБС) с перенесенным инфарктом миокарда и рубцовыми изменениями сердечной мышцы возраст 53 ± 4 года и 34 здоровых волонтеров — 41 ± 3 года. До и после операции аортокоронарного шунтирования выполнялась трансторакальная эхокардиография с последующей компьютерной обработкой изображений и расчетом гемодинамических параметров — КДО, КСО, ФВ, Е/А. По векторному анализу оценивалась скорость смещения миокарда (V), от верхушки до базального отдела в шести регионах левого желудочка (ЛЖ).

РЕЗУЛЬТАТЫ. Для определения механических характеристик сокращения ЛЖ, был применен метод, позволяющий по динамическим сериям ультразвуковых изображений производить слежение за скоростью сокращения миокарда в базальном, среднем и верхушечных отделах сердца. До операции в период диастолы скорость сокращения миокарда увеличена по сравнению с нормой в базальном, среднем отделах и верхушке более 30 %. Изменения происходят из-за снижения перфузии миокарда. В ответ возникает гиперфункция, что приводит к активности дополнительных кардиомиоцитов в поддержании производительности сердца. После операции отмечено восстановление скоростей сокращения миокарда до нормальных значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Результаты показали динамику скоростей сокращения миокарда преимущественно в диастолу, однако полного восстановления в госпитальном периоде не происходит. Диагностика механической функции миокарда в период сердечного цикла основана на динамике скоростей сокращения от верхушки до базального отдела ЛЖ. Оценка активности сокращения миокарда имеет определенные преимущества в определении состояния диастолической функции ЛЖ.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: диастола, биомеханика миокарда, эхокардиография, скорость сокращения миокарда.

The rate of myocardial contraction in the assessment of diastolic function

T. Yu. Kulagina, V. A. Sandrikov, R. Z. Zyabirova, J. N. Petrova, V. S. Klimenko, N. V. Vlasova

Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

SUMMARY

Objective: to evaluate the results of biomechanics of myocardial contraction during diastole in patients with coronary heart disease based on the results of vector analysis

MATERIAL: the study is based on 79 patients with coronary heart disease with myocardial infarction and scarring of the heart muscle aged 53 ± 4 years and 34 healthy volunteers — 41 ± 3 years were examined. Before and after the operation of coronary artery bypass grafting, transthoracic echocardiography was performed, followed by computer image processing and calculation of hemodynamic parameters — EDV, ESV, EF, E/A. Vector analysis was used to estimate the rate of myocardial displacement (V), from the apex to the basal region in six regions of the left ventricle.

RESULTS. To determine the mechanical characteristics of left ventricular (LV) contraction, a method was used that allows dynamic series of ultrasound images to track the rate of myocardial contraction in the basal, middle and apical parts of the heart. Before surgery, during diastole, the rate of myocardial contraction increased by more than 30% in comparison with the norm in the basal, middle, and apical regions. Changes occur due to a decrease in myocardial perfusion. In response, hyperfunction occurs, which leads to the activity of additional cardiomyocytes in maintaining heart performance. After the operation, the recovery of myocardial contraction rates to normal values was noted.

CONCLUSION. The results showed the dynamics of the rates of myocardial displacement mainly in the diastole, but there is no complete recovery in the hospital period. Diagnosis of the mechanical function of the myocardium during the cardiac cycle is based on the dynamics of the rates of contraction from the apex to the basal part of the left ventricle. Evaluation of the activity of myocardial contraction has certain advantages in determining the state of diastolic function of the left ventricle.

KEY WORDS: diastole, myocardial biomechanics, echocardiography, myocardial contraction rate.

ВВЕДЕНИЕ

В литературе достаточно широко обсуждаются вопросы центральной гемодинамики у больных постинфарктным кардиосклерозом и со структурными изменениями миокарда, развивающимися в процессе перенесенного инфаркта миокарда. Рассматриваются вопросы изменений биомеханики сердца при диссинхронии сокращения миокарда. Особое внимание уделено вопросам диастолической дисфункции миокарда. Исследования в основном направлены на оценку транзитрального кровотока [1,2,3]. Однако достаточно четкое представление о диастолической дисфункции по этим показателям не всегда возможно, особенно

при начальных формах заболевания [2,4]. Для прогнозирования и предупреждения возникновения миокардиальной недостаточности крайне важна объективная оценка сокращения миокарда в период диастолы. В связи с этим обсуждение новых диагностических критериев становится достаточно актуальным направлением.

В последнее время, основываясь на современных технологиях, таких как векторный анализ и внутрижелудочковые потоки крови в полостях сердца, характеризующие непосредственно состояние миокарда появились дополнительные возможности оценить период сокращения и расслабления миокарда в период сердечного цикла [3,5].

Цель исследования — оценить механику диастолической функции миокарда по векторному анализу у пациентов с коронарной патологией.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследовано 79 пациентов ишемической болезнью сердца (ИБС) с постинфарктным кардиосклерозом после перенесенного инфаркта миокарда давностью от 1 года до 4 лет и 34 здоровых волонтера. Средний возраст пациентов составил 54 ± 4 года, а здоровых лиц — 41 ± 3 года. Тяжесть состояния оценивали по функциональному классу (ФК) (NYHA): I ФК — 14 (18%), II ФК — 44 (55%), III ФК — 18 (23%), IV ФК — 3 (4%).

Данные селективной коронарной ангиографии выявили у большинства пациентов многососудистое поражение венечных артерий. У 53% больных — поражение четырех ветвей коронарных артерий (КА), у 25% — трех ветвей КА, у 12% — двух ветвей, у 10% — поражение более четырех ветвей КА. Поражение передней нисходящей артерии имело место у всех обследованных лиц, стеноз ствола левой КА более 50% отмечен у 17 больных, изменения в бассейне правой КА выявлены в 83% случаев. Всем больным были проведены различные виды реваскуляризации миокарда (эндоваскулярной и хирургической) в полном объеме.

Всем обследованным была выполнена комплексная трансторакальная эхокардиография (ЭхоКГ) по принятому в центре протоколу, разработанному с учетом действующих рекомендаций Российского кардиологического общества (РКО), Американского ЭхоКГ общества (ASE) и Европейской ассоциации сердечно-сосудистой визуализации (EACVI).

Трансторакальная ЭхоКГ выполнялась на ультразвуковом сканере Vivid E9 (GE Medical Systems, USA) мультичастотным датчиком с регистрацией ЭКГ до операции и в отдаленном периоде от 6 мес до двух лет. В отдаленном периоде обследовано 53 пациента. У 16 человек не удалось провести выполнение постобработки изображений из-за неудовлетворительной эхолокации (в силу разных причин), 10 человек отказались продолжить участие в обследовании.

Измеряли конечный диастолический (КДО) и конечный систолический (КСО) объемы ЛЖ, толщину межжелудочковой перегородки (ТМЖП), фракцию выброса (ФВ), сердечный индекс (СИ), Е/А — отношение скорости волны Е к скорости

волны А трансмитрального кровотока.

Использовали цветовой двухмерный и импульсноволновой режим тканевого доплера, а также различные варианты постобработки двухмерной кинопетли по программе Мультивокс.

Для определения механических характеристик сокращения ЛЖ, был применен метод, позволяющий по динамическим сериям ультразвуковых изображений производить слежение за контуром ЛЖ [3]. Ультразвуковые изображения, сохраняли в цифровом формате DICOM, которые затем экспортировали в базу данных стандартного персонального компьютера для последующего анализа. После выбора оптимального по качеству изображения одного кардиоцикла (частота кадров не менее 50 в с) из числа записанных и сохраненных кинопетель выполняли оконтуривание эндокарда ЛЖ, поккадрово отслеживая соответствие проведенной оконтуривающей линии с линией границы эндокарда. Обработку контура ЛЖ проводили в трех апикальных сечениях, в настоящий анализ включали данные по МЖП, как наиболее стабильной и лучше всего визуализируемой стенке ЛЖ. Полученные изображения позволяют получить количественные показатели изменения потока и объема ЛЖ за сердечный цикл, а также скорости сокращения миокарда в базальном, срединном и верхушечном отделах ЛЖ.

На рисунке 1 приведена обработанная эхограмма и графики скоростей сокращения (смещения) в шести сегментах миокарда на трех уровнях: базальном, срединном и верхушечном ЛЖ.

В основе проведенного в последующем анализа лежит информация в виде векторов скорости смещения, движения стенок и других переменных в систолическую и диастолическую фазы сердеч-

ного цикла, позволяющие судить о механической функции миокарда.

Статистика

Выполнялась проверка распределения полученных данных по критерию Стьюдента, Манна-Уитни. Кроме этого для оценки достоверности различий переменных параметров использовали X2. Результаты исследования представлены в виде средних $M \pm \sigma$. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости P принимался $\leq 0,05$. Использовали статистические программы Statistica-12 и JMP-7 (США).

Результаты исследования

Результаты проведенного исследования показали, что дисфункция ЛЖ, несмотря на восстановление коронарного кровообращения не уменьшается и тем более не исчезает мгновенно. Сокращение миокарда восстанавливается достаточно медленно и зависит от интенсивности и длительности ишемии, систолической и диастолической функции (табл. 1 и 2). Влияют также такие факторы как длительность и объем операции, число повторных эпизодов ишемии с последующей реперфузией. У многих пациентов отмечается нормальная систолическая функция [6]. При этом диастолическая дисфункция может быть единственным признаком начала развития сердечной недостаточности. Практически в 80% случаев диастолическая дисфункция является более ранним предвестником развития дисфункции кардиомиоцитов [2,4].

Как видно из представленных данных (табл. 1) статистически значимых отличий в послеоперационном периоде не было получено. ФВ, отношения скоростей трансмитрального кровотока

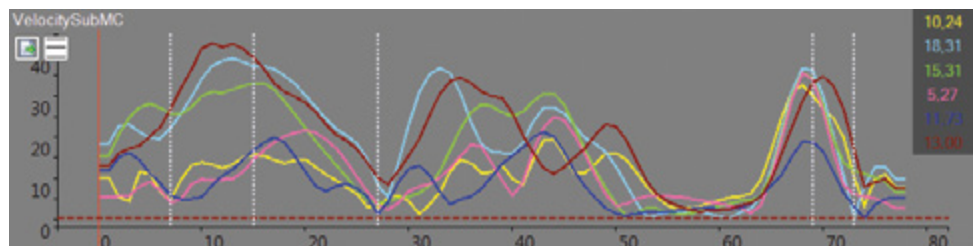
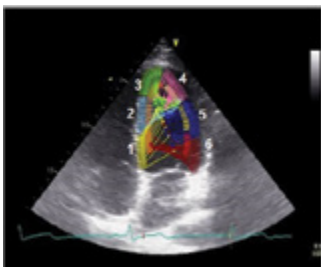


Рисунок 1. Эхокардиограмма (апикальная 4-х камерная позиция) с векторами сокращения миокарда (а). 1 и 6 — базальный отдел, 2 и 5 — средний отдел, 3 и 4 — верхушка. Графики скоростей сокращения миокарда с количественными значениями (б). Каждый цвет векторов сегмента соответствует цвету кривой скорости. Красный маркер соответствует изоволюмическому напряжению. Белые пунктирные маркеры последовательно обозначают фазы сердечного цикла от максимального изгнания до диастолы

(Е/А), СИ оказались мало измененными по сравнению с исходом.

Диастолическая дисфункция это симптомокомплекс, оказывающий влияние на весь сердечный цикл и проявляющийся как нарушениями расслабления, так и сокращения.

Оценивая систолическую и диастолическую функцию по скорости сокращения МЖП нами было отмечено статистически значимые изменения в систолу и диастолу у пациентов ИБС (табл. 2). Систолическая функция после восстановления коронарного кровообращения

изменению внутрижелудочковых потоков крови во время систолы и диастолы ЛЖ.

ОБСУЖДЕНИЕ

Визуализация механической диссинхронии ЛЖ имеет определенные преимущества в определении состояния систолического и диастолического сокращения сегментов миокарда. Динамика механической активности сократительного миокарда в пред и послеоперационном периодах создает предпосылки по оценке и прогнозированию лечения у пациентов ИБС. Доказано инвазивными и неинвазивными методами

дисфункции ЛЖ [4,6]. Основными причинами являются нарушение раннего диастолического расслабления на фоне острой или хронической ишемии, повышения «жесткости» миокарда в месте постинфарктного рубца и формирования фиброза ткани на фоне хронической ишемии. Повышение «жесткости» гипертрофированного интактного миокарда у больных ИБС может быть связано с ишемией на фоне коронарной недостаточности вследствие стеноза (окклюзии) артерии, кровоснабжающей участок миокарда. Действующие в миокарде силы,

Таблица 1
Показатели гемодинамики у пациентов с коронарной недостаточностью до и после реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде

Показатели	ИБС до операции (n — 79)	ИБС после операции (n=69)	% изменения
ЧСС, сок/мин	67±9	65±10	-3
САД, мм рт. ст.	130±15	129±16	-1
ДАД, мм рт. ст.	79±7	81±9	+3
КДО, мл	101±22	104±30	+3
КСО, мл	44±16	42±17	-5
ТМЖП, см	1,0±0,2	1,0±0,2	—
СИ, л/мин/м ²	2,4±0,7	2,5±0,4	+4
ФВ, %	47±5	50±4	+6
Е/А, отн.ед	1±0,5	1,1±0,5	+9

Примечание: «-» — снижение; «+» — увеличение; «—» — без изменений. ЧСС — частота сердечных сокращений, САД — систолическое артериальное давление, ДАД — диастолическое артериальное давление, КДО — конечный диастолический объем левого желудочка, КСО — конечный систолический объем левого желудочка, СИ — сердечный индекс левого желудочка, ФВ — фракция выброса левого желудочка, Е/А — отношение скорости волны Е к скорости волны А трансмитрального кровотока.

практически полностью приближается к нормальным значениям. Однако в период диастолы полного восстановления не наблюдается в базальном и среднем отделах перегородки. Более того в среднем отделе МЖП наблюдается гиперфункция в виде повышения скорости сокращения. Подобные изменения наблюдаются при нарушении структуры диастолического наполнения.

Выполняя исследования по регистрации скорости смещения миокарда в различные фазы сердечного цикла мы обратили внимание на тот факт, что наибольшие скорости отмечаются и регистрируются в базальном и срединном сегментах ЛЖ в период максимального изгнания. Это приводит к направленному

исследованию, что функция сердца зависит от многих факторов. В первую очередь, это объемы ЛЖ в систолу и диастолу, давление в левом предсердии, напряжение миокарда ЛЖ в период изоволюмического напряжения и расслабления, деформация, сердечный ритм.

Развитие технологий обработки изображений определяется потребностью в вычислительных методах и интерпретации результатов, которые могут изменить представление в диагностике. В настоящее время визуализация интегрируется с постобработкой, способной количественно оценить свойства, связанные с функцией органа.

ИБС является одной из самых частых причин возникновения диастолической

Таблица 2
Скорости сокращения межжелудочковой перегородки в систолу и диастолу до и после реваскуляризации миокарда в отдаленном периоде

Показатели	Норма (1)	ИБС до операции (2)	ИБС после операции (3)	P ₁₋₂	P ₁₋₃	P ₂₋₃
Систола. Максимальное изгнание						
V ₁ , мм\с	29±2	45±2	25±3	0,001	0,4	0,001
V ₂ , мм\с	34±3	41±4	27±3	0,05	0,05	0,04
V ₃ , мм\с	24±3	36±5	21±5	0,01	0,3	0,01
Диастола. Окончание раннего наполнения						
V ₁ , мм\с	24±2	16±4	12±3	0,03	0,001	0,2
V ₂ , мм\с	26±4	18±2	36±5	0,002	0,01	0,001
V ₃ , мм\с	17±2	17±3	17±3	0,6	0,6	0,6

Примечание: V₁ — базальный отдел, V₂ — средний отдел, V₃ — верхушка. Норма (1) — n=34, ИБС до операции (2) — n=79, ИБС после операции (3) — n=53

в соответствии с законом Лапласа, являются как бы компенсаторным фактором в существенной мере зависят от давления, толщины стенки желудочка и радиуса кривизны этой стенки. Однако по современным представлениям дисфункция рассматривается только как один из факторов по изменению напряжения стенок, т.е. со всем тем, что включается в понятие «ремоделирование ЛЖ».

Нарушение диастолической функции даже в изолированном виде может приводить к прогрессированию сердечной недостаточности на фоне диссинхронии сокращения [2,7,8].

На диастолическую функцию оказывают влияние следующие свойства миокарда и показатели кровообращения

ния: эластические свойства миокарда ЛЖ, высокое среднее давление в левом предсердии, сердечный ритм, ЧСС, КДО и КСО ЛЖ, давление в аорте и лёгочной артерии. Это значительно усложняет анализ в клинической практике, что сказывается на лианеризации этих закономерностей. Например, многочисленные попытки получить простые и ясные количественные параметры диастолической дисфункции, связывающие функцию с КДО ЛЖ, внутрисердечными потоками и давлением с параметрами, характеризующими состояние миокарда в виде упругости, сократимости и деформации, затруднительно.

Таким образом, взаимоотношение размеров полости желудочка и давления в раннюю фазу диастолы зависит от суммы физиологических параметров, включая неполное расслабление желудочка, вязкие и инерционные свойства миокарда и эластические свойства желудочка. Если верно наше предположение, то в фазу диастолического расслабления соотношения геометрии «миокард-давление» являются экспоненциальными и представляют эффективную диастолическую жесткость на тот объём, который измеряется в период исследования. Измерение этого показателя даёт характеристику всего графика «давление-скорость», независимо от КДО ЛЖ. Увеличенная диастолическая жесткость может иметь желательные и нежелательные клинические последствия. Отрицательное воздействие у пациентов с легочной гипертензией, ИБС и благоприятное — при аортальной недостаточности, когда высокая диастолическая жесткость является буфером в дилатации ЛЖ, тем самым предотвращая прирост напряжения стенки ЛЖ.

Хирургическая коррекция ИБС, направлена на восстановление коронарного кровообращения. Прогнос-

тически благоприятными факторами восстановления функции сердца являются: увеличение мощности и объема выполняемой нагрузки; отсутствие или существенное уменьшение асинхронного сокращения миокарда в периоды сердечного цикла; нормализация скорости смещения миокарда в патологических зонах миокарда.

Так, срединный и базальный отделы мало подвержены изменению деформации волокон, однако те малые изменения, которые в них происходят — разнонаправлены. Динамика изменения длины во всех отделах практически одинакова, но динамика скорости, с которой это происходит — различна. При высоких нагрузках она максимальна в базальных слоях.

В диастолу (рис. 2) смещение миокардиального волокна во всех отделах сердца нарастает на одинаковую величину по отношению к исходной на 28–30%. При этом абсолютные величины смещения различных отделов сближаются между собой, главным образом за счет уменьшения смещения в базальном и срединном слоях. Скорость изменения длины во всех слоях перестает носить стохастический характер и меняется однонаправлено, возрастая с увеличением нагрузки.

Анализируя траекторию движения точек миокарда до и после операции нами было отмечено, что в тех случаях, если траектория сокращения миокарда в послеоперационном периоде не изменяется (или изменяется менее 40%), то это как правило, является единственным ранним признаком снижения функции миокарда.

При сравнении кривых, полученных у здоровых волонтеров, а также у больных ИБС после аортокоронарного шунтирования, синхронизация скоростей в период расслабления, является одним из признаков нормализации этого пе-

риода. На графиках, характеризующих скорости сокращения в период диастолы, прослеживается явное перераспределение напряжения в миокарде (рис. 2).

Действительно, при регистрации изменения скорости сокращения (V) по сегментам на трех уровнях ЛЖ было отмечено, что максимальные пики скорости в диастолу имеют временной сдвиг (рис. 16).

Скорости сокращения отражают энергетические затраты миокарда, являясь одним из критериев оценки функции миокарда за сердечный цикл. Это даёт характеристику состояния миокарда независимо от КДО ЛЖ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, взаимоотношение скоростей сокращения в раннюю фазу диастолы зависит от суммы физиологических параметров, включая неполное расслабление желудочка, вязкие и инерционные свойства миокарда. В период диастолического расслабления изменение скоростей в базальном, срединном и верхушечном регионах являются экспоненциальными и представляют реальную характеристику диастолической «жесткости» на тот объём, который измеряется в период исследования. В связи с этим есть все основания рассматривать их в качестве универсального механизма оценки функции сердца в целом. Универсальность механизма с одной стороны, является характеристикой миокарда, а с другой — позволяет оценить результаты лечения в виде систоло-диастолической функции и производительности сердца.

Список литературы / References:

1. Алехин М. Н., Гришин А. М., Петрова О. А., // Эхокардиографическая оценка диастолической функции левого желудочка сердца у пациентов с сохранной фракцией выброса // Кардиология, 2017, Т. 57, 2, 40–45

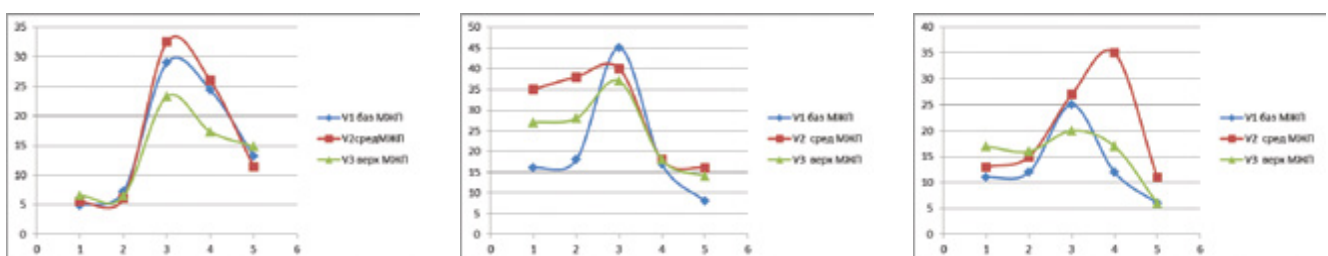


Рисунок 2. Скорости сокращения миокарда межжелудочковой перегородки левого желудочка в период сердечного цикла в норме и у пациентов до и после восстановления коронарного кровообращения. а — норма; б — до операции; в — после операции. Горизонтальная ось точки: 1–2 — изоволюметрическое сокращение; 3 — максимальное изгнание; 4 — средняя часть диастолы; 5 — окончание диастолы сокращение предсердия. V_1 — базальный отдел; V_2 — срединный отдел; V_3 — верхушка

- Alekhin M. N., Grishin A. M., Petrova O. A. // *Ekho-kardiograficheskaya ocenka diastolicheskoy funktsii levogo zheludochka serdca u pacientov s sohrannoy fraktsiej vybrosa* // *Kardiologiya*, 2017, T. 57, 2, 40–45 (In Russ.)
- Беленков Ю. Н., Агеев Ф. Т., Мареев В. Ю. // Знакомьтесь: диастолическая сердечная недостаточность // *Сердечная Недостаточность*, 2000; 1: 40–44.
 - Сандриков В. А., Кулагина Т. Ю., Иванов В. А., Крылов А. С., с соавт. Феноменологические закономерности в оценке функции левого желудочка сердца при недостаточности митрального клапана. *Кардиология*, 2018; 58(1): 32–40. <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.1.10074>
 - Sandrikov V. A., Kulagina T. Yu., Ivanov V. A., Krylov A. S., et al Phenomenological Regularities of Assessment of Left Ventricle Function in Mitral Valve Insufficiency. *Kardiologia*, 2018; 58(1): 32–40. (In Russ.) <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.1.10074>
 - Morris D., Belyavskiy E., Aravind-Kumar R., et al. // Potential Usefulness and Clinical Relevance of Adding Left Atrial Strain to Left Atrial Volume Index in the Detection of Left Ventricular Diastolic Dysfunction // *JACC Cardiovasc. Imaging*, 2018, V. 11, No. 10, P. 1405–1415. Doi: 10.1016/j.jcmg.2017.07.029.
 - Кулагина Т. Ю., Беленков Ю. Н., Сандриков В. А. Новые алгоритмы оценки функции миокарда по данным эхокардиографии. *Кардиология*, 2019; 59(11): 48–55. <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.11.10273>
 - Kulagina T. Yu., Belenkov Yu. N., Sandrikov V. A. New Algorithms for Evaluation Myocardial Function According to Echocardiography. *Kardiologia*, 2019; 59(11): 48–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.11.10273>
 - Машина Т. В., Голухова Е. З. // Диастолическая дисфункция левого желудочка у больных с фибрилляцией предсердий: патогенетические механизмы и современные ультразвуковые методы оценки (аналитический обзор) // *Креативная кардиология*.— 2014.— № 4.— с. 43–52.
 - Mashina T. V., Goluhova E. Z. // *Diastolicheskaya disfunktsiya levogo zheludochka u bol'nykh s fibrillyatsiej predserdiy: patogenecheskie mekhanizmy i sovremennyye ul'trazvukovyye metody ocenki (analiticheskij obzor)* // *Kreativnaya kardiologiya*.— 2014.— № 4.— с. 43–52. (In Russ.)
 - Sogaard P., Hassager C. // *Tissue Doppler imaging as a guide to resynchronization therapy in patients with congestive heart failure* // *Curr. Opin. Cardiol*, 2004; 19(5): 447–451 DOI: 10.1097/01.hco.0000131536.70775.68
 - Esposito R., Sorrentino R., Galderisi M. // *The use of transthoracic echocardiography for the assessment of left ventricular systolic and diastolic function in patients with suspected or ascertained chronic heart failure* // *Expert Rev Cardiovasc Ther*, 2016; 14: 37–50. DOI: 10.1586/14779072.2016.1111760

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
CONFLICT OF INTEREST. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Статья поступила / Received 20.04.21
Поступила после рецензирования / Revised 30.04.21
Принята в печать / Accepted 08.05.21

Информация об авторах

Кулагина Татьяна Юрьевна, д.м.н., заведующая лабораторией электрофизиологии и нагрузочных тестов отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики
Сандриков Валерий Александрович, д.м.н., профессор, академик РАН, руководитель отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики
Зябилова Рушания Зиннатовна — врач лаборатории электрофизиологии и нагрузочных тестов отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики,
Петрова Юлия Николаевна — младший научный сотрудник лаб. электрофизиологии и нагрузочных тестов,
Клименко Василий Сергеевич — доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории электрофизиологии и нагрузочных тестов отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики
Власова Наталья Владимировна — младший научный сотрудник лаборатории электрофизиологии и нагрузочных тестов отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики

ГНЦ РФ ФБГНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Россия, Москва

Контактная информация:

Кулагина Татьяна Юрьевна, E-mail: takula@list.ru

Author information

Kulagina T. Yu. — doctor of medical Sciences, head of the laboratory of stress tests and electrophysiology
Sandrikov V. A. — doctor of medical Sciences professor, academican of the Russian Academy of Sciences head of the Department of clinical physiology, instrumental and radiation diagnostics
Zyabirova R. Z. — doctor laboratory of stress tests and electrophysiology
Petrova J. N. — researcher at the laboratory of stress tests and electrophysiology of the Department of clinical physiology, instrumental and radiation diagnostics
Klimenko V. S. — doctor of medical Sciences of the Department of clinical physiology, instrumental and radiation diagnostics
Vlasova N. V. — researcher at the laboratory of stress tests and electrophysiology of the Department of clinical physiology, instrumental and radiation diagnostics.

Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

Contact information:

Kulagina T. Yu. E-mail: takula@list.ru

Для цитирования: Кулагина Т. Ю., Сандриков В. А., Зябилова Р. З., Петрова Ю. Н., Клименко В. С., Власова Н. В. Скорости сокращения миокарда в оценке диастолической функции. *Медицинский алфавит*. 2021; (15): 28–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-15-28-32>

For citation: Kulagina T. Yu., Sandrikov V. A., Zyabirova R. Z., Petrova J. N., Klimenko V. S., Vlasova N. V. The rate of myocardial contraction in the assessment of diastolic function. *Medical alphabet*. 2021; (15): 28–32. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2021-15-28-32>



ABI-SYSTEM 100

АППАРАТ ДЛЯ ОБЪЁМНОЙ СФИГМОГРАФИИ



Скрининг индивидуальных маркеров, рисков и заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Включён в таблицу оснащения отделений функциональной диагностики (приказ № 997н).



+7 (495) 662 45 50, +7 (495) 225 25 79, +7 (495) 735 46 10
info@akortaplus.ru
www.abisystem.ru