

## ВОЗМОЖНОСТИ СТРЕСС-ЭХОКАРДИОГРАФИИ В ПОЗИЦИИ НА КОРТОЧКАХ В ДИАГНОСТИКЕ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ СЕРДЦА

Кузнецов В. А.<sup>1</sup>, Кривоночкин Д. В.<sup>1</sup>, Преминдра Чандраратна А. Н.<sup>2</sup>, Пак Ю. А.<sup>1</sup>, Плюснин А. В.<sup>1</sup>, Горбатенко Е. А.<sup>1</sup>

Стресс-эхокардиография широко применяется в клинической практике как метод диагностики скрытой ишемии миокарда, однако поиск новых нагрузочных тестов диагностики ишемической болезни сердца остается весьма актуальной задачей.

**Цель.** Оценить возможности стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках для диагностики ишемической болезни сердца.

**Материал и методы.** Обследовано 53 мужчины (средний возраст – 53,2±0,93 года), направленных для проведения стресс-эхокардиографии. По результатам коронароангиографии диагноз ишемической болезни сердца был верифицирован у 37 мужчин (средний возраст – 54,1±1,2 года), вторую группу составили 16 мужчин (средний возраст – 51,0±1,4 года) без ишемии. Всем пациентам по стандартной методике проводилась стресс-эхокардиография с добутамином, а также была проведена эхокардиография в положении на спине и в положении на корточках; критериями ишемии считалось появление дополнительных зон асинергии миокарда левого желудочка.

**Результаты.** Проба была выполнена у всех пациентов, осложнений выявлено не было. Нарушения локальной сократимости появлялись во время приседания на корточки и быстро исчезали при вставании. В выявлении ишемической болезни сердца чувствительность пробы “на корточках” составила 94,6%, специфичность – 81,3%.

**Заключение.** Таким образом, нами выявлена высокая диагностическая ценность стресс-эхокардиографии в позиции на корточках для диагностики ишемии, не уступающая стресс-эхокардиографии с добутамином.

Российский кардиологический журнал 2013, 5 (103): 23–26

**Ключевые слова:** стресс-эхокардиография, нагрузочная проба в позиции на корточках, продольная деформация миокарда ЛЖ, максимальный систо-

лический стрейн, коронароангиография, локальная сократимость миокарда ЛЖ.

Филиал НИИ кардиологии СО РАМН – Тюменский кардиологический центр<sup>1</sup>, Тюмень, Россия; Медицинский университет, Ирвинг<sup>2</sup>, Калифорния, США.

Кузнецов В. А. – д. м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор филиала НИИ кардиологии, Кривоночкин Д. В.\* – к. м.н., заведующий отделением ультразвуковой диагностики, ст. науч. сотр. лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов, Преминдра Чандраратна А. Н. – профессор медицинского университета, Пак Ю. А. – к. м.н., врач функциональной диагностики, Плюснин А. В. – врач отделения ультразвуковой диагностики, Горбатенко Е. А. – лаборант-исследователь лаборатории инструментальной диагностики научного отдела инструментальных методов исследования.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

krin@cardio.tmn.ru, тел: (8–3452) 75–97–22; факс (8–3452) 20–53–49625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111.

Стресс-ЭхоКГ – стресс-эхокардиография, ИБС – ишемическая болезнь сердца, КАГ – коронароангиография, ЭхоКГ – эхокардиография, ЛЖ – левый желудочек, ЭКГ – электрокардиограмма, ЧСС – частота сердечных сокращений, АД – артериальное давление, ФВ – фракция выброса, Strain% – максимальный стрейн миокарда левого желудочка, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление.

Рукопись получена 26.10.2012

Принята к публикации 16.05.2013

## Squatting stress echocardiography potential in coronary heart disease diagnostics

Kuznetsov V. A.<sup>1</sup>, Krinochkin D. V.<sup>1</sup>, Premindra Chandraratna A. N.<sup>2</sup>, Pak Yu.A.<sup>1</sup>, Plusnin A. V.<sup>1</sup>, Gorbatenko E. A.<sup>1</sup>

While stress echocardiography (EchoCG) is widely used in clinical practice for diagnosing silent myocardial ischemia, the search for new stress tests remains an important task in the diagnostics of coronary heart disease (CHD).

**Aim.** To assess the potential of squatting stress EchoCG in the diagnostics of CHD.

**Material and methods.** In total, 53 men (mean age 53,2±0,93 years) underwent stress EchoCG. At coronary angiography, the CHD diagnosis was verified in 37 men (mean age 54,1±1,2 years), while in the other 16 men (mean age 51,0±1,4 years), myocardial ischemia was not confirmed. All participants underwent standard stress EchoCG with dobutamine, as well as supine and squatting EchoCG. The myocardial ischemia criterion was the development of additional asynergy zones in left ventricular myocardium.

**Results.** The test was performed in all patients, without any complications. Disturbed local contractility was observed at the time of squatting and rapidly disappeared while standing up. The sensitivity and specificity of squatting stress EchoCG in the CHD diagnostics were 94,6% and 81,3%, respectively.

**Conclusion.** Therefore, we have demonstrated a high diagnostic value of squatting stress EchoCG for diagnosing myocardial ischemia. This value was comparable to that of stress EchoCG with dobutamine.

Russ J Cardiol 2013, 5 (103): 23–26

**Key words:** stress echocardiography, squatting stress test, left ventricular longitudinal myocardial deformation, peak systolic strain, coronary angiography, left ventricular local contractility.

Tumen Cardiology Centre, Research Institute of Cardiology, Siberian Branch, Russian Academy of Medical Sciences, Tumen, Russia; Irvine School of Medicine, University of California, USA.

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) занимает главное место среди кардиологических заболеваний, обуславливая значительные потери общества как в чисто медицинском, так и экономическом аспектах [1, 2]. Раннее выявление ишемии, а также обнаружение ее у больных с бессимптомным, скрытым течением ИБС может принести больному ощутимую пользу [1, 3, 4].

Стандартом в диагностике ИБС является ангиография венечных артерий, однако первым этапом

должна быть оценка вероятности наличия у пациента ИБС по данным анамнеза и проведение неинвазивных методов исследований [5]. В клинике для диагностики ИБС наиболее часто используется нагрузочная электрокардиографическая проба, а именно, велоэргометрия или тредмил-тест. Даже при адекватном тесте с физической нагрузкой выявление ишемии под контролем электрокардиограммы (ЭКГ) имеет ограничения, чувствительность этих методов в среднем составляет 45–68%, а специфич-

**Таблица 1**  
**Динамика показателей частоты сердечных сокращений, систолического и диастолического артериального давления у пациентов на фоне стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках**

Параметры	В положении стоя	В положении на корточках	p
Группа пациентов с ИБС			
ЧСС (уд/мин)	67±1,5	81±1,1	0,0001
Систолическое АД (мм рт.ст.)	128±2,5	147±2,2	0,0001
Диастолическое АД (мм рт.ст.)	81±1,1	89±1,0	0,0001
Группа пациентов без ИБС			
ЧСС (уд/мин)	66±2,1	69±2,1	нд
Систолическое АД (мм рт.ст.)	119±2,9	128±2,5	0,001
Диастолическое АД (мм рт.ст.)	79±1,1	80±1,2	нд

**Примечание:** нд – различия недостоверны ( $p > 0,05$ ).

**Сокращения:** ЧСС – частота сердечных сокращений, систолическое АД – систолическое артериальное давление, диастолическое АД – диастолическое артериальное давление.

ность – 50–90% [3, 6]. Визуализация нарушений локальной сократимости миокарда левого желудочка (ЛЖ), возникающих вследствие индуцированной ишемии, увеличивает диагностическую ценность стресс-тестов [1, 3, 7].

Стресс-эхокардиография (стресс-ЭхоКГ) с физической нагрузкой и фармакологическими агентами – надежный метод верификации ИБС, но имеет свои недостатки – такие, как возникновение осложнений во время исследования, высокая стоимость процедуры, необходимость в специальной эхолаборатории и значительная длительность процедуры [3, 7]. Очень важно учитывать, является ли, в каждом конкретном случае, дорогостоящее исследование более адекватным и информативным [4, 8]. Таким образом, поиск новых нагрузочных тестов диагностики ИБС остается весьма актуальной задачей.

Влияние приседания на корточки на гемодинамические показатели и размеры ЛЖ ранее уже изучалось [9, 10]. Chandraratna et al. изучали влияние ортостаза на ЛЖ, оценка проводилась с использованием эхокардиографии (ЭхоКГ) [9]. Они продемонстрировали, что переход тела из положения стоя в положение лежа ассоциировался со значительным снижением конечного диастолического размера ЛЖ и увеличением частоты сердечных сокращений (ЧСС), увеличением показателя фракции выброса ЛЖ и сердечного индекса. Предшествующие исследования, проведенные в лаборатории Dr. Chandraratna, продемонстрировали, что приседание на корточки индуцирует нарушение кинеза миокардиальной стенки у пациентов с критическим стенозом коронарных артерий. Регионарное нарушение локальной

сократимости миокардиальной стенки появляется в ответ на приседание на корточки и быстро исчезает при вставании [10].

Цель исследования – оценить возможности стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках для диагностики ишемической болезни сердца.

### Материал и методы

Было обследовано 53 мужчины (средний возраст – 53,2±0,93 года) с вероятной или типичной стенокардией напряжения, направленных кардиологом для проведения стресс-ЭхоКГ с целью верификации или исключения скрытой ишемии миокарда. В исследование вошли пациенты с синусовым ритмом и фракцией выброса ЛЖ > 55% и исходно не имеющих нарушений локальной сократимости по данным стандартной трансторакальной ЭхоКГ. За 3 дня до исследования пациентам отменяли все лекарственные препараты, за исключением нитроглицерина при приступах стенокардии.

Пациенты были разделены на 2 группы. В первую группу пациентов с ИБС вошло 37 мужчин (средний возраст – 54,1±1,2 года), во вторую группу было включено 16 мужчин (средний возраст – 51,0±1,4 года) без ИБС. Всем пациентам по стандартной методике проводилась стресс – ЭхоКГ с добутамином. Диагноз ИБС был верифицирован с помощью коронароангиографии (КАГ) при выявлении стеноза ≥ 75% просвета коронарной артерии.

ЭхоКГ в покое и стресс-ЭхоКГ в положении на корточках выполняли на ультразвуковом аппарате IE 33 (Philips, Германия-США) фазированным датчиком 2–4 МГц с оценкой серошкальной деформации миокарда ЛЖ. Всем пациентам были проведены ЭхоКГ в положение на спине, измерено АД, ЧСС и записана 12-канальная ЭКГ. Далее, в положении стоя, повторно проводилась ЭхоКГ, замер ЧСС и уровня АД, после чего пациент приседал на корточки и в этом положении находился 2 мин. После чего ему повторно проводилась запись ЭКГ, измерялось АД и проводилась ЭхоКГ.

Визуальный анализ региональной сократимости ЛЖ выполнялся двумя независимыми операторами в слепом режиме без знания результатов КАГ, а при расхождении в диагнозе окончательное заключение делалось третьим независимым оператором. Региональную сократимость ЛЖ оценивали из апикального доступа в проекции четырех – и двухкамерного сечения, используя 16-сегментарную модель. Проба расценивалась как положительная и прекращалась при выявлении нарушения локальной сократимости не менее чем в двух сегментах ЛЖ. В режиме off-line с видеоархива определяли продольную деформацию (максимальный – strain%) миокарда ЛЖ на всех этапах проведения корточковой пробы. Всем пациентам по стандартной методике проводилась стресс-ЭхоКГ с добутамином [1, 3].

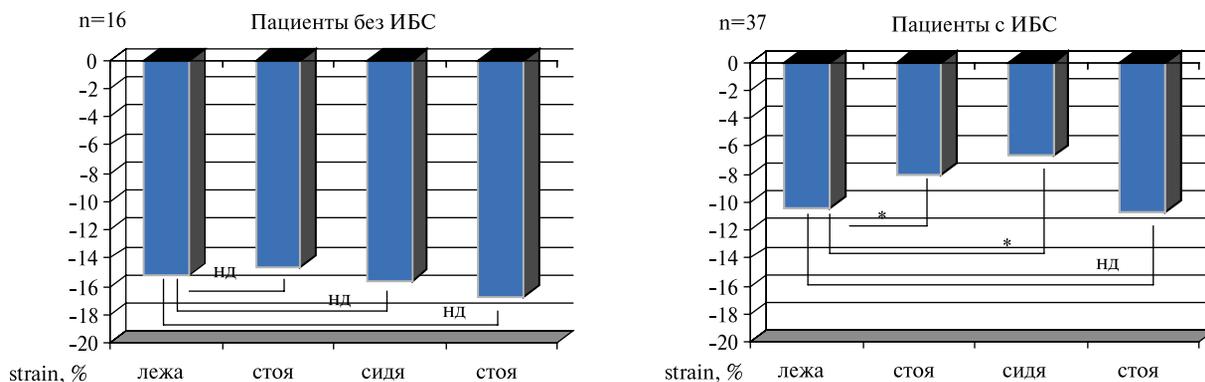


Рис. 1. Динамика показателей продольной деформации миокарда ЛЖ (strain%) у пациентов двух групп во время проведения короточковой пробы.

Примечание: \* –  $p < 0,05$ , нд – различия недостоверны, ( $p > 0,05$ ).

Статистический анализ проводился с помощью пакета прикладных программ SPSS. Показатели представлены в виде  $M \pm m$ . Для сравнения величин при их нормальном распределении использовали t-критерий Стьюдента, при ненормальном – критерий Манна-Уитни. При проведении множественных сравнений применяли поправку Банферрони.

### Результаты

Проба была выполнена у всех пациентов, осложнений нами выявлено не было. Нарушения локальной сократимости появлялись во время приседания на корточки и быстро исчезали при вставании. Скрытая ишемия миокарда при стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках была выявлена у 35 пациентов и опровергнута у 13 пациентов с неизменными коронарными артериями. В выявлении ИБС чувствительность короточковой пробы составила 94,6%, специфичность – 81,3%, положительная предсказывающая ценность – 92,1%, отрицательная предсказывающая ценность – 86,7%, предсказывающая точность – 88,9%. При проведении стресс-ЭхоКГ с добутамином у этих же пациентов, мы получили следующие результаты: чувствительность пробы составила – 92,1%, специфичность – 86,7%, положительная предсказывающая ценность – 94,6%, отрицательная предсказывающая ценность – 81,3%, и предсказывающая точность – 89%.

В группе пациентов без ИБС при переходе тела из положения лежа в положение сидя – на корточки – мы выявили только достоверное увеличение систолического АД (САД), в то время как в группе пациентов с ИБС достоверно увеличивалось САД, диастолическое АД (ДАД) и ЧСС (табл. 1). При анализе параметров ЧСС, САД и ДАД в группе пациентов с ИБС мы обратили внимание на то, что в положении на корточках показатели САД, ДАД и ЧСС были достоверно выше в отличие от пациентов без ИБС ( $147 \pm 2,1$  мм рт.ст. и  $128 \pm 2,5$  мм рт.ст.,  $p = 0,0001$ ,  $89 \pm 1,0$  мм рт.ст. и  $79 \pm 1,1$  мм рт.ст.,  $p = 0,0001$  и  $81 \pm 1,1$  уд/мин и  $69 \pm 2,1$  уд/мин,  $p = 0,0001$ , соответственно). Когда пациент

вставал, то достоверных отличий по данным параметрам в двух группах получено не было.

В группе пациентов без ИБС нами получены более высокие показатели strain (%) как в положении лежа, так и во время приседания на корточки ( $-15,1 \pm 0,68\%$  и  $-10,5 \pm 0,45\%$ ,  $p = 0,001$ ;  $-15,8 \pm 0,78\%$  и  $-6,7 \pm 0,44\%$ ,  $p = 0,0001$ , соответственно). В группе пациентов с ИБС в динамике во время приседания на корточки отмечалось снижение показателя strain (%) в отличие от пациентов без ишемии, где продольная деформация ЛЖ достоверно не менялась (с  $-10,6 \pm 0,45\%$  до  $-6,7 \pm 0,44\%$ ,  $p = 0,0001$  и с  $-15,1 \pm 0,68\%$  до  $-15,8 \pm 0,78\%$ ,  $p = \text{нд}$ , соответственно). При переходе из положения на корточках в положение стоя достоверных отличий в показателях двух групп выявлено не было (рис. 1).

### Обсуждение

По мнению большинства исследователей, стресс-ЭхоКГ является одним из лучших неинвазивных методов диагностики ИБС [1, 3, 8]. Этот метод стал альтернативой изотопных методов диагностики ИБС, поскольку результаты стресс-ЭхоКГ в 85–95% случаев сопоставимы с данными, полученными при сцинтиграфии миокарда с  $^{201}\text{Tl}$  [7, 11]. Стресс-ЭхоКГ с физической нагрузкой и фармакологическими агентами надежный метод верификации ИБС, но имеет свои недостатки – возникновение осложнений, высокая стоимость и большая длительность процедуры [3]. В многочисленных исследованиях сообщается о высокой чувствительности и специфичности данных нагрузочных проб [8]. В сравнении с результатами КАГ при введении добутина в дозе 40 мкг/кг в 1 минуту чувствительность теста колебалась от 72 до 86%, специфичность – от 77 до 95%, точность – от 76 до 89% [12]. В нашем исследовании мы получили сопоставимые результаты как по чувствительности, так и по специфичности добутиновой пробы.

Стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках относится к ортостатическим пробам и не вызывает трудности в интерпретации результатов среди других стресс-тестов. Безопасность и прогностическая ценность

данной методики показаны в ряде исследований [9,10]. Chandraratna P.A et al. отмечают, что чувствительность стресс-ЭхоКГ в положении на корточках выше при многососудистом поражении и у больных с хорошо развитыми коллатералями [9]. В нашем исследовании мы не выявили достоверной разницы между стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках и стресс-ЭхоКГ с добутамином в диагностике ИБС ( $p=0.88$ ).

Влияние приседания на корточки на гемодинамические показатели и размеры ЛЖ ранее уже изучалось. Авторы показали, что приседание на корточки сопровождалось незначительным увеличением размеров полости ЛЖ в конце диастолы и систолы. ЧСС повышалась незначительно, но происходило значительное увеличение цифр АД [9, 10]. Другие исследователи показали увеличение сердечного выброса и АД в сочетании с эффектом возрастания венозного возврата и сосудистого сопротивления, что способствовало сдавлению вен и артерий. Следует полагать, что увеличение ЧСС было опосредованно активацией ингибиторов синоаортальных барорефлексов в ответ на увеличение АД [12]. В нашем исследовании только в группе пациентов с ИБС было отмечено увеличение как систолического, так и диастолического давления, в положении на корточках, что, возможно, связано с эффектом возрастания венозного возврата и сосудистого сопротивления вследствие сдавления вен и артерий ног в положении на корточках.

Перспективным направлением развития стресс-ЭхоКГ является дополнительное использование методики по оценке серозальной деформации миокарда ЛЖ [13], которая не является доплеровской методикой, не зависит от угла сканирования и позволяет количественно оценить результаты нагрузочной пробы. Преимущества данной методики состоят в том, что она дает возможность количественного

анализа локальной сократимости миокарда, позволяет достоверно измерять скорость движения миокардиальных сегментов ЛЖ или митрального кольца даже при плохом качестве эхокардиографического изображения [14]. При сравнении показателей региональной деформации миокарда ЛЖ только в группе пациентов без ИБС были получены достоверно более высокие показатели strain (%) как в положении лежа, так и в позе на корточках. При анализе динамики strain (%) в двух группах, только в группе пациентов с ИБС мы получили достоверное его снижение из перехода положения лежа в положение на корточках, что указывает на снижение деформационных свойств миокарда ЛЖ во время ишемии.

Определяя объективную ценность того или иного метода, необходимо ориентироваться на его чувствительность и специфичность. У разных методов они различаются. Не менее важен учет стоимости исследования и безопасность выполнения процедуры. Стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках – простой и безопасный метод диагностики ИБС. Анализ показателей деформации ЛЖ позволяет получить новую информацию о структурных, функциональных и метаболических изменениях, происходящих в миокарде в условиях нагрузочной пробы для диагностики ИБС [14]. Использование этих параметров повышает диагностические возможности стресс-ЭхоКГ.

### Заключение

1. Стресс-ЭхоКГ в позиции на корточках имеет высокую диагностическую ценность для диагностики ИБС, не уступающую стресс-ЭхоКГ с добутамином.

2. Оценка гемодинамических параметров и показателей региональной деформации миокарда ЛЖ в позиции на корточках может использоваться в качестве дополнительного критерия в диагностике ИБС.

### Литература

1. Clinical guidelines for ultrasound diagnostics. Vol. 5 / Edited by Mitkov V. V., Sandrikov V. A. Moscow: Vidar, 1998; 360. Russian (Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике. V том/ Под ред. В. В. Миткова, В. А. Сандрикова М.: Видар, 1998. 360 с).
2. Shalnova S. A., Deev A. D., Oganov R. G. Factors influencing the mortality from cardiovascular disease in Russian population. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2005; 4 (1): 4–8. Russian (Шальнова С. А., Деев А. Д., Оганов Р. Г. Факторы, влияющие на смертность от сердечнососудистых заболеваний в российской популяции. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2005; 4 (1), с. 4–8).
3. Schiller N., Osipov M. A. Clinical Echocardiography, 2nd Edition. Moscow: Practice. 2005; 344. Russian (Шиллер Н., Осипов М. А. Клиническая эхокардиография. 2-е изд. М.: Практика. 2005. 344 с).
4. Coronary artery disease: diagnostic and prognostic models for reducing patient risk. J. Cardiovasc. Nurs. 2006 Nov-Dec; 21 (6 Suppl 1): S2–16; quiz S17–9.
5. The European Society of Cardiology (ESC) guidelines for percutaneous coronary interventions (PCI). Herz. 2006 Dec; 31 (9):836–46, 848.
6. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing: Executive Summary. A Report of the American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation. 1997; 96:345–54.
7. The EAE Textbook of Echocardiography. Galiuto L., Badana L., Fox K., et al. Oxford University Press Inc., New York, 2011; 477.
8. American Society of Echocardiography Recommendations for Performance, Interpretation and Application of Stress Echocardiography. J Am Soc Echocardiogr. 2007; Vol 20:1023–41.
9. Chandraratna PA, Mohar DS, Sidarous PF, et al. Implications of Acute Left Ventricular Remodeling during Squatting Stress Echocardiography. Echocardiography. 2012 Jul; 29 (6):700–5.
10. Chandraratna P, Kuznetsov V, Mohar D, et al. Comparison of squatting stress echocardiography and dobutamin stress echocardiography for the diagnosis of coronary artery disease. Echocardiography. 2012 Jul; 29 (6):695–9.
11. Voigt J. U., Nixdorff U., Bogdan R., et al. Comparison of deformation imaging and velocity imaging for detecting regional inducible ischaemia during dobutamine stress echocardiography. Eur Heart J 2004; 25: 1517–25.
12. Hanekom L., Cho Goo-Yeong, Leano R., et al. Comparison of two-dimensional speckle and tissue Doppler strain measurement during dobutamine stress echocardiography: an angiographic correlation. European Heart Journal. 2007; 28:1765–72.
13. Brian D. Strain and Strain Rate Echocardiography and Coronary Artery Disease. Circulation: Cardiovascular Imaging. 2011; 4: 179–90.
14. Geyer H, Caracciolo G, Abe H, et al., Assessment of myocardial mechanics using speckle tracking echocardiography: fundamentals and clinical applications. J Am Soc Echocardiogr. 2010; 23:351–69.