

# Возможность неинвазивной оценки коронарного кровотока в передней межжелудочковой артерии во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой

А.В. Загatina, Н.Т. Журавская

ООО “Медика”, Кардиоцентр, г. Санкт-Петербург

Целью исследования была оценка частоты визуализации и регистрации спектра коронарного кровотока в передней межжелудочковой артерии во время стандартной стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой. В исследование было включено 840 пациентов с предполагаемой или диагностированной ишемической болезнью сердца, направленных на стресс-эхокардиографию. Всем пациентам исследование проводилось на горизонтальном велоэргометре с обычной оценкой сократимости левого желудочка. Визуализация передней межжелудочковой артерии и оценка артериального спектра кровотока до и на всех ступенях стресс-эхокардиографического теста с физической нагрузкой возможны в 67% (95%-й доверительный интервал – 64–70%) случаев, что позволило провести у этих пациентов расчет индекса коронарного резерва. При нарушении сократимости левого желудочка кровотоки в передней межжелудочковой артерии регистрировались на пике нагрузки в 66% (95%-й доверительный интервал – 61–71%) случаев, у пациентов с отрицательным результатом теста – в 74% (95%-й доверительный

интервал – 70–78%) ( $P = 0,02$ ). Частота визуализации кровотока во время физической нагрузки не зависит от пола, возраста, артериальной гипертензии и сахарного диабета. Выявлена значимая отрицательная корреляция процента стеноза в передней межжелудочковой артерии по данным коронарографии и индексом коронарного резерва в артерии по данным ультразвукового исследования ( $r_s = -0,40$ ,  $P < 0,005$ ).

**Ключевые слова:** стресс-эхокардиография с физической нагрузкой, коронарные кровотоки, коронарный резерв, передняя межжелудочковая артерия, неинвазивная оценка коронарного кровотока, визуализация коронарных артерий.

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники позволяет визуализировать и оценивать различные сегменты трех основных магистральных коронарных артерий с помощью неинвазивных ультразвуковых методов [1]. Измерение коронарного резерва (КР) в отдельных артериях сердца во время тестов с фармакологическими препаратами вошло

А.В. Загatina – к.м.н., кардиолог, врач функциональной диагностики, главный врач Кардиоцентра “Медика”, г. Санкт-Петербург. Н.Т. Журавская – к.м.н., кардиолог, врач функциональной диагностики Кардиоцентра “Медика”, г. Санкт-Петербург.

**Контактная информация:** 192283 г. Санкт-Петербург, ул. Олеко Дундича, д. 8, к. 2, Кардиоцентр “Медика”. Загatina Анжела Валентиновна. Тел.: +7 (921) 329-70-87. Факс: +7 (812) 366-48-03. E-mail: zag\_angel@yahoo.com

в международные рекомендации Европейской эхокардиографической ассоциации [2]. Действительно, измерение параметров коронарного кровотока во время фармакологических тестов дает не только дополнительную диагностическую, но и важную прогностическую информацию [3–5]. Однако в клинической практике, если пациент может выполнить тест с физической нагрузкой, преимущество отдается этому виду исследований из-за физиологичности, доступности и безопасности [6]. Также толерантность к физической нагрузке сама по себе является значимым прогностическим фактором [7, 8]. Оценка коронарного кровотока у пациентов во время рутинной стресс-эхокардиографии может быть моделью изменений кровоснабжения сердца у каждого конкретного пациента в обычной жизни. Ранее при нагрузочных тестах ультразвуковое исследование коронарного кровотока было технически невозможно. Так, появление высокочастотных трансторакальных ультразвуковых датчиков, технологии второй тканевой гармоники позволило получать качественное серошкальное и доплеровское изображение магистральных коронарных артерий [9] не только в покое и при фармакологических пробах, но и во время тестов на горизонтальном велоэргометре для прогнозирования и диагностики ишемической болезни сердца (ИБС) [10]. При этом в международной литературе отсутствуют данные о частоте и доступности визуализации коронарных артерий во время нагрузки в популяции пациентов, направленных для проведения обычной стресс-эхокардиографии.

Целью исследования явилась оценка частоты визуализации и регистрации спектра коронарного кровотока в передней межжелудочковой артерии (ПМЖА) дополнительно к оценке сократимости левого желудочка во время стресс-эхокардиографии с физической нагрузкой в обычной клинической практике.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование включались все направленные на стресс-эхокардиографию пациенты с предполагаемой или доказанной ИБС. Всего было включено 840 человек за период

**Таблица 1.** Клиническая характеристика популяции пациентов (n = 840)

|                                     |                     |
|-------------------------------------|---------------------|
| Возраст, годы                       | 56,1 ± 9,1<br>23–85 |
| Индекс массы тела, г/м <sup>2</sup> | 29 ± 4<br>20–41     |
| Артериальная гипертензия            | 554 (66%)           |
| Сахарный диабет                     | 63 (8%)             |
| Стенокардия напряжения:             | 336 (40%)           |
| I функциональный класс,             | 73 (9%)             |
| II функциональный класс,            | 168 (20%)           |
| III функциональный класс            | 95 (11%)            |

7 мес, среди них 537 мужчин (64%) и 303 женщины (36%). Общая характеристика группы представлена в табл. 1. Вся когорта пациентов была разделена по возрасту на следующие подгруппы: 23–40 лет – 44 (5%) человека, 41–60 лет – 533 (64%), 61–85 лет – 263 (31%).

### *Стресс-эхокардиография с физической нагрузкой*

Всем пациентам проводился тест на горизонтальном велоэргометре e-Bike EL (GE HC, США) со стандартной визуальной оценкой сократимости левого желудочка с использованием ультразвуковой системы Vivid 7 Dimension (GE HC, США) с матричным секторным датчиком M4S, работающим в диапазоне частот 1,5–4,3 МГц. До нагрузки, на первых секундах и до 50-й секунды после прекращения нагрузки регистрировались 4 стандартные эхокардиографические позиции: верхушечная четырехкамерная, верхушечная двухкамерная, парастернальная по длинной оси, парастернальная по короткой оси на уровне папиллярных мышц. Эти данные сохранялись для дальнейшей оценки. После исследования соответствующие позиции анализировались по стандартной методике при непосредственном сравнении (*side-by-side*) [2].

### *Визуализация ПМЖА при ультразвуковом исследовании*

По умолчанию использовали предварительную установку *Coronary* с заводскими настройками системы, которые незначительно модифицировались для оптимизации визуализации ПМЖА. Применялась ранее описанная методика поиска и регистрации коронарного кровотока в ПМЖА

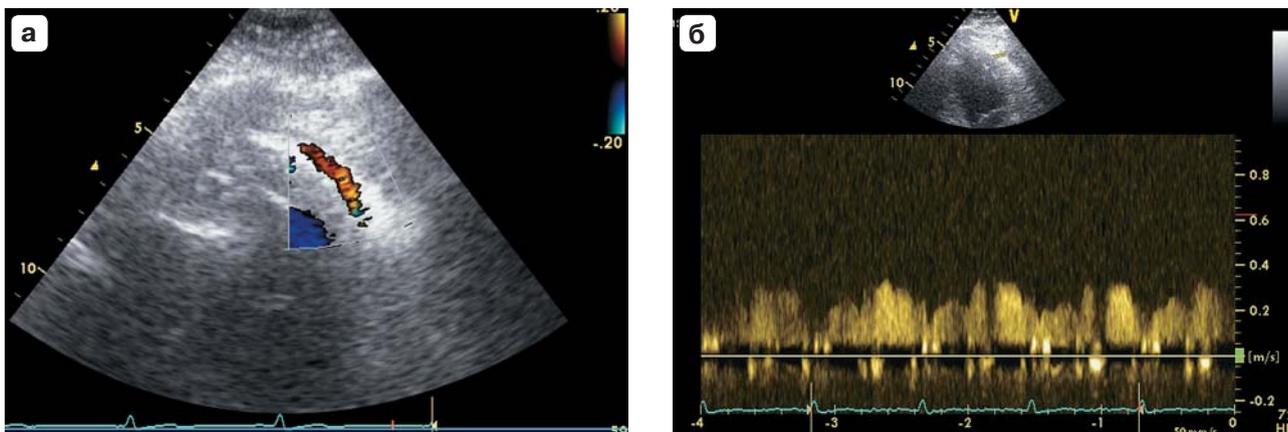


Рис. 1. Цветовое доплеровское картирование (а) и импульсно-волновая доплерография (б) при оценке срединного сегмента ПМЖА.

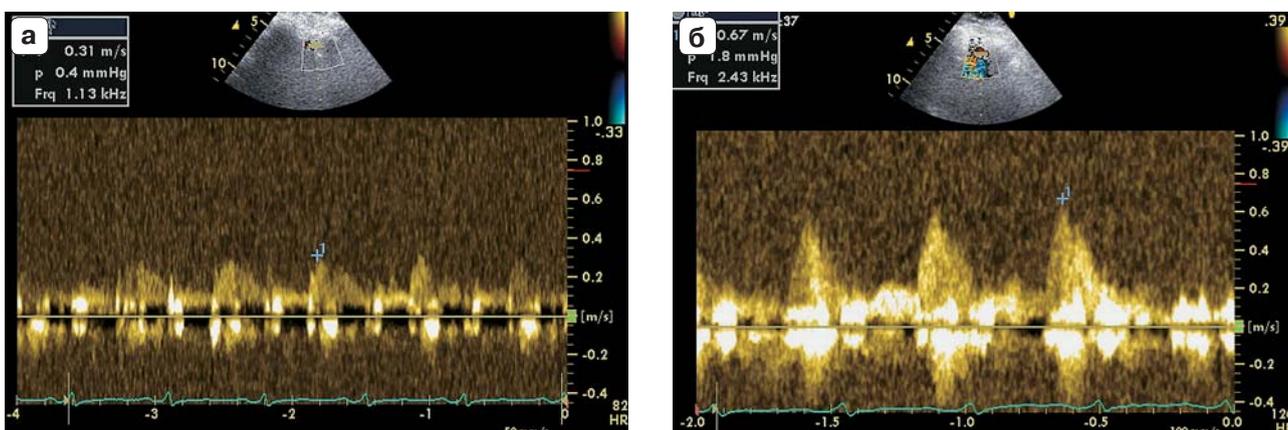


Рис. 2. Измерение  $KP_{\text{ПМЖА}}$ . а – величина максимальной диастолической скорости кровотока до нагрузки. б – величина максимальной диастолической скорости кровотока на пике нагрузки.  $KP_{\text{ПМЖА}} = 0,67 / 0,31 = 2,2$ .

[11]. Пациентам выполнялся поиск ПМЖА в парастернальной по длинной оси и верхушечной модифицированных позициях до визуализации межжелудочковой борозды. Диапазон скоростей изменялся от 0,24 до 0,41 м/с в покое и во время теста. Диапазон скоростей подстраивался до получения оптимального изображения. Спектр скоростей коронарного кровотока записывался с помощью импульсно-волнового режима доплерографии, использовался контрольный объем размером 2 мм, который устанавливался на цветовой сигнал от среднего сегмента ПМЖА. До нагрузки визуализировали срединную часть ПМЖА в режиме цветового доплеровского картирования, затем получали спектр кровотока в режиме импульсно-волновой доплерографии до нагрузки и на каждой ступени нагрузки (рис. 1). Регистрация прироста кровотока

проводилась на пике нагрузки. Измерения проводились в режиме *off-line* по сохраненным на жесткий диск записям. Измерялись максимальная диастолическая скорость кровотока и индекс КР в ПМЖА ( $KP_{\text{ПМЖА}}$ ), который равнялся частности: делимое – величина максимальной диастолической скорости кровотока на пике нагрузки, делитель – величина максимальной диастолической скорости кровотока до нагрузки (рис. 2). Анализ и расчеты параметров коронарного кровотока проводились по анонимным изображениям без знания исследователем клинической картины, данных стресс-эхокардиографического теста или коронарографии.

#### Коронарография

Коронарография выполнялась пациентам с положительным стресс-эхокардио-

графическим тестом согласно современным показаниям. Коронарография выполнялась независимым врачом на 6–187-й день после стресс-эхокардиографии на ангиографической установке Innova 3000 (GE HC, США). Ангиографические данные были доступны для анализа у 90 (11%) пациентов. Сужение артерий было представлено в процентах. Значимым сужением считался стеноз более 50% от диаметра артерии [6].

#### Статистика

Для обработки данных была использована программа Statistica (v. 8.0). Непрерывные величины в случае нормального распределения представлены в виде  $M \pm \sigma$ , минимального – максимального значений; ненормального – медианы, 10–90-го перцентилей, минимального – максимального значений. Категориальные величины выражены в процентах. Для множественных сравнений нормально распределенных величин применялся метод ANOVA. Непараметрические данные сравнивались с помощью U-теста Манна–Уитни. Сравнение пропорций проводилось с помощью критериев  $\chi^2$  и Фишера. Корреляционный анализ с расчетом коэффициента Спирмена ( $r_s$ ) использовался для сопоставления ангиографических данных по проценту стеноза ПМЖА и ультразвуковых скоростных показателей кровотока в этой артерии. Критическим уровнем достоверности нулевой статистической гипотезы считалось значение  $P < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У всех пациентов основной группы тест с физической нагрузкой прошел без серьез-

ных осложнений (смерть, инфаркт миокарда, гемодинамически значимые нарушения ритма), при этом в 100% случаев тест признан информативным по визуализации миокарда левого желудочка. В зависимости от появления нарушений сократимости во время стресс-эхокардиографии группа разделилась на подгруппы с положительным (438 – 52%, 95%-й доверительный интервал (95%-й ДИ) – 49–55%) и отрицательным (402 – 48%, 95%-й ДИ – 45–51%) ишемическим тестом.

#### Визуализация ПМЖА в общей группе исследования ( $n = 840$ )

Спектр кровотока в срединном сегменте ПМЖА, позволявший измерить скорости, был зарегистрирован до нагрузки в 659 случаев – 79% (95%-й ДИ – 76–82%) пациентов общей группы. У 693 человек (83%, 95%-й ДИ – 80–85%) было возможно визуализировать артерию на различных этапах нагрузки, но были периоды потери визуализации кровотока (то есть у части исследуемой группы кровотоки визуализировались только во время нагрузки и (или) на пике нагрузки). У 564 пациентов (67%, 95%-й ДИ – 64–70%) спектр кровотока визуализировался до и на всех ступенях нагрузочного теста.

#### Анализ возможности визуализации ПМЖА у различных подгрупп пациентов

Не получено значимой разницы в возможности визуализации ПМЖА до и во время нагрузки у лиц различного возраста (табл. 2) и пола (табл. 3).

До нагрузки у пациентов с положительным и отрицательным тестами частота

Таблица 2. Визуализация ПМЖА в различных возрастных подгруппах

| Визуализация                 | 23–40 лет<br>( $n = 44$ ) | 41–60 лет<br>( $n = 533$ ) | 61–85 лет<br>( $n = 263$ ) | P при сравнении подгрупп |
|------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| До нагрузки                  | 36<br>82 (69–92)          | 421<br>79 (75–82)          | 203<br>77 (72–82)          | $>0,05$                  |
| На пике нагрузки             | 34<br>77 (64–88)          | 362<br>68 (64–72)          | 168<br>64 (58–70)          | $>0,05$                  |
| Измерение КР <sub>ПМЖА</sub> | 32<br>73 (59–85)          | 346<br>65 (61–69)          | 155<br>59 (53–65)          | $>0,05$                  |

Примечание: на первой строке ячейки представлены абсолютные значения, на второй – относительные (%). В скобках 95%-й ДИ.

**Таблица 3.** Визуализация ПМЖА у мужчин и женщин

| Визуализация                 | Мужчины<br>(n = 537) | Женщины<br>(n = 303) | P при сравнении<br>подгрупп |
|------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| До нагрузки                  | 430<br>80 (77–83)    | 230<br>76 (71–81)    | >0,05                       |
| На пике нагрузки             | 372<br>69 (65–73)    | 192<br>63 (58–68)    | >0,05                       |
| Измерение КР <sub>ПМЖА</sub> | 349<br>65 (61–69)    | 182<br>60 (54–65)    | >0,05                       |

Представление данных как в табл. 2.

**Таблица 4.** Визуализация ПМЖА у пациентов с положительным и отрицательным тестами стресс-эхокардиографии

| Визуализация                 | Положительный тест<br>(n = 438) | Отрицательный тест<br>(n = 402) | P при сравнении<br>подгрупп |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| До нагрузки                  | 346<br>79 (75–83)               | 314<br>78 (74–82)               | >0,05                       |
| На пике нагрузки             | 268<br>61 (56–66)               | 297<br>74 (70–78)               | 0,00008                     |
| Измерение КР <sub>ПМЖА</sub> | 251<br>57 (52–62)               | 279<br>69 (64–73)               | 0,0004                      |

Представление данных как в табл. 2.

**Таблица 5.** Визуализация ПМЖА у пациентов с положительным (более одной степени) и отрицательным тестами стресс-эхокардиографии

| Визуализация                 | Положительный тест<br>(более одной степени)<br>(n = 373) | Отрицательный тест<br>(n = 402) | P при сравнении<br>подгрупп |
|------------------------------|--|---------------------------------|-----------------------------|
| До нагрузки                  | 298<br>80 (76–84)  | 314<br>78 (74–82)               | >0,05                       |
| На пике нагрузки             | 247<br>66 (61–71)  | 297<br>74 (70–78)               | 0,02                        |
| Измерение КР <sub>ПМЖА</sub> | 232<br>62 (57–67)  | 279<br>69 (64–73)               | 0,03                        |

Представление данных как в табл. 2.

визуализации ПМЖА достоверно не отличалась. Однако во время всего теста определялась достоверно большая частота визуализации ПМЖА у пациентов с отрицательным результатом стресс-эхокардиографии (табл. 4).

У 65 больных из группы с ишемическим положительным тестом (8% от общего числа пациентов) нагрузочный тест был менее одной степени – менее полных 50 Вт. Время нагрузки – 21–119 с. После чего у них развивались приступы стенокардии, тяжелая одышка и (или) выраженные нарушения сократимости левого желудочка. В связи с этим тесты были остановлены досрочно.

В этих ситуациях в большинстве случаев (у 45 из 65 (69%) больных) качественная запись коронарного кровотока прерывалась на первых секундах стресс-эхокардиографии, КР<sub>ПМЖА</sub> не рассчитывался. Таким образом, сканирование и измерение КР<sub>ПМЖА</sub> было проведено только у 20 человек из этой подгруппы. При исключении пациентов с коротким, досрочно прекращенным тестом из общего числа больных разница в частоте визуализации на протяжении всей пробы и расчета КР<sub>ПМЖА</sub> была менее выражена (табл. 5).

Частота возможности оценки кровотока в ПМЖА во время стресс-эхокардиографии

**Таблица 6.** Визуализация ПМЖА у пациентов с артериальной гипертензией и без нее

| Визуализация                 | Пациенты с артериальной гипертензией (n = 554) | Пациенты без артериальной гипертензии (n = 286) | P при сравнении подгрупп |
|------------------------------|--|---|--------------------------|
| До нагрузки                  | 427<br>77 (73–80)                              | 233<br>81 (77–86)                               | >0,05                    |
| На пике нагрузки             | 370<br>67 (63–71)                              | 195<br>68 (62–73)                               | >0,05                    |
| Измерение КР <sub>ПМЖА</sub> | 347<br>63 (59–67)                              | 184<br>64 (58–70)                               | >0,05                    |

Представление данных как в табл. 2.

**Таблица 7.** Визуализация ПМЖА у пациентов с сахарным диабетом и без него

| Визуализация                     | Пациенты с сахарным диабетом (n = 63) | Пациенты без сахарного диабета (n = 777) | P при сравнении подгрупп |
|----------------------------------|---------------------------------------|--|--------------------------|
| До нагрузки, %                   | 44<br>70 (58–81)                      | 616<br>79 (76–82)                        | >0,05                    |
| На пике нагрузки, %              | 38<br>60 (48–72)                      | 527<br>68 (65–71)                        | >0,05                    |
| Измерение КР <sub>ПМЖА</sub> , % | 36<br>57 (45–67)                      | 495<br>64 (61–67)                        | >0,05                    |

Представление данных как в табл. 2.

у подгрупп с артериальной гипертензией и без нее (табл. 6), с сахарным диабетом и без него (табл. 7) достоверно не различалась.

#### *Сопоставление ультразвуковых и ангиографических данных*

В подгруппе из 90 человек было проведено сравнение данных коронарографии и скоростных параметров кровотока в течение нагрузочного теста в ПМЖА. У 65 (72%) пациентов этой подгруппы определялось значимое поражение этой артерии (стеноз >50%). Корреляционный анализ показал значимую отрицательную корреляцию процента стеноза в ПМЖА и КР<sub>ПМЖА</sub> ( $r_s = -0,40$ ,  $P < 0,005$ ). Подгруппы со стенозами ПМЖА (n = 65) и без значимого поражения этой артерии (n = 25) имели достоверно различающиеся показатели КР<sub>ПМЖА</sub> (1,44, 0,70–2,10, 0,54–3,40 против 2,00, 1,60–2,81, 1,37–3,40) (медиана, 10–90-й перцентили, минимальное – максимальное значения) ( $P < 0,009$ ). Более подробный анализ сопоставимости результатов коронарографии и ультразвукового исследования не входил в задачи этой работы. Вышеуказанное краткое сопоставление было проведено для контроля достоверно-

сти получения параметров коронарного кровотока ПМЖА.

#### **ОБСУЖДЕНИЕ**

Оценка коронарного кровотока во время тестов с физической нагрузкой дает информацию об изменении кровоснабжения сердца в обычной жизни пациента. Ранее была показана прогностическая значимость измеренных во время нагрузки скоростей коронарного кровотока [10]. В настоящей работе были впервые получены результаты в большой популяции пациентов, свидетельствующие о возможности успешной визуализации ПМЖА в 83% случаев во время рутинных стресс-эхокардиографических тестов с физической нагрузкой. При этом у 67% пациентов общей группы было возможно регистрировать спектр кровотока в ПМЖА до и на всех этапах нагрузочного теста без потери обычных изображений левого желудочка для оценки сократимости. Возраст, пол, артериальная гипертензия и сахарный диабет достоверно не влияли на частоту визуализации ПМЖА.

В подгруппе с отрицательным тестом визуализация и оценка параметров коронар-

ного кровотока удавалась достоверно чаще именно на фоне нагрузки. Вероятно, это связано в том числе и с тем, что в подгруппу с положительным ишемическим тестом входили пациенты с коротким (до 1 мин) исследованием, у которых тест быстро прерывался в связи с развитием тяжелой ишемии. При проведении этих тестов не было достаточно времени на нагрузку для записи спектра коронарного кровотока. Надо полагать, регистрация коронарного кровотока у данной подгруппы пациентов не несет значительного изменения представления о риске дальнейших неблагоприятных исходов и тактики ведения, так как эти пациенты в любом случае относятся к группе крайне высокого риска. Более важным представляется дополнительная информация по ультразвуковым параметрам коронарного кровотока в пограничных случаях, когда регистрация спектра возможна у большинства пациентов.

Ультразвуковые параметры коронарного кровотока достоверно коррелировали с данными коронарографии. Значения  $KP_{ПМЖА}$  у пациентов без значимого поражения исследуемой артерии были в среднем  $2,06 \pm 0,68$ , что также согласуется с предыдущими работами с фармакологическими тестами [3–5, 12].

## ВЫВОДЫ

1) Визуализация ПМЖА во время стресс-эхокардиографического теста с физической нагрузкой на горизонтальном велоэргометре возможна в 83% (95%-й ДИ – 80–85%) случаев.

2) Визуализация ПМЖА и оценка артериального спектра кровотока до и на всех ступенях стресс-эхокардиографического теста с физической нагрузкой возможны у 67% (95%-й ДИ – 64–70%) пациентов, что позволило провести расчет  $KP_{ПМЖА}$  в рутинной клинической практике.

3) При нарушении сократимости кровотока в ПМЖА регистрировался на пике нагрузки в 66% (95%-й ДИ – 61–71%) случаев, у пациентов с отрицательным результатом теста – в 74% (95%-й ДИ – 70–78%) ( $P = 0,02$ ).

4) Частота визуализации ПМЖА во время физической нагрузки не зависит от пола,

возраста, артериальной гипертензии и сахарного диабета.

5) Выявлена значимая отрицательная корреляция процента стеноза в ПМЖА по данным коронарографии и  $KP_{ПМЖА}$  по данным ультразвукового исследования ( $r_s = -0,40$ ,  $P < 0,005$ ).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lambertz H., Tries H.P., Stein T., Lethen H. Noninvasive assessment of coronary flow reserve with transthoracic signal-enhanced Doppler echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiogr. 1999. V. 12. No. 3. P. 186–195.
2. Sicari R., Nihoyannopoulos P., Evangelista A., Kasprzak J., Lancellotti P., Poldermans D., Voigt J.U., Zamorano J.L., European Association of Echocardiography. Stress echocardiography expert consensus statement: European Association of Echocardiography (EAE) (a registered branch of the ESC) // Eur. J. Echocardiogr. 2008. V. 9. No. 4. P. 415–437.
3. Lowenstein J., Tiano C., Marquez G., Presti C., Quiroz C. Simultaneous analysis of wall motion and coronary flow reserve of the left anterior descending coronary artery by transthoracic doppler echocardiography during dipyridamole stress echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2003. V. 16. No. 6. P. 607–613.
4. Rigo F., Richieri M., Pasanisi E., Cutaia V., Zanella C., Della Valentina P., Di Pede F., Raviele A., Picano E. Usefulness of coronary flow reserve over regional wall motion when added to dual-imaging dipyridamole echocardiography // Am. J. Cardiol. 2003. V. 91. No. 3. P. 269–273.
5. Rigo F., Sicari R., Gherardi S., Djordjevic-Dikic A., Cortigiani L., Picano E. The additive prognostic value of wall motion abnormalities and coronary flow reserve during dipyridamole stress echo // Eur. Heart J. 2008. V. 29. No. 1. P. 79–88.
6. 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons // J. Am. Coll. Cardiol. 2012. V. 60. No. 24. P. e44–e164.
7. Gulati M., Black H.R., Shaw L.J., Arnsdorf M.F., Merz C.N., Lauer M.S., Marwick T.H., Pandey D.K., Wicklund R.H., Thisted R.A. The prognostic value of a nomogram for exercise capacity in women // N. Engl. J. Med. 2005. V. 353. No. 5. P. 468–475.
8. Myers J., Prakash M., Froelicher V., Do D., Partington S., Atwood J.E. Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing // N. Engl. J. Med. 2002. V. 346. No. 11. P. 793–801.

9. Бощенко А.А., Врублевский А.В., Карпов Р.С. Трансторакальное ультразвуковое исследование магистральных коронарных артерий: методические аспекты, возможности, ограничения // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2008. № 6. С. 60–75.
10. Загatina А.В., Журавская Н.Т., Крылова Л.Г. Неинвазивная оценка кровотока в левой коронарной артерии во время физической нагрузки. Трехлетний прогноз // Медицинская визуализация. 2015. № 2. С. 45–53.
11. Vegsundvag J., Holte E., Wiseth R., Hegbom K., Hole T. Transthoracic echocardiography for imaging of the different coronary artery segments: a feasibility study // Cardiovasc. Ultrasound. 2009. V. 7. P. 58–68.
12. Nohtomi Y., Takeuchi M., Nagasawa K., Arimura K., Miyata K., Kuwata K., Yamawaki T., Kondo S., Yamada A., Okamatsu S. Simultaneous assessment of wall motion and coronary flow velocity in the left anterior descending coronary artery during dipyridamole stress echocardiography // J. Am. Soc. Echocardiogr. 2003. V. 16. No. 5. P. 457–463.

## ***Value of Noninvasive Coronary Flow Parameters Assessment in Left Anterior Descending Artery during Exercise Stress Echocardiography***

*A.V. Zagatina, N.T. Zhuravskaya*

*MEDIKA, Centre of Cardiology, Saint-Petersburg*

*A.V. Zagatina – M.D., Ph.D., Department of Cardiology, Department of Functional Diagnostics, Physician-in-Chief, MEDIKA, Centre of Cardiology, Saint-Petersburg. N.T. Zhuravskaya – M.D., Ph.D., Department of Cardiology, Department of Functional Diagnostics, MEDIKA, Centre of Cardiology, Saint-Petersburg.*

*Aim of the study was to assess frequency of visualization and coronary flow parameters registration in the left anterior descending artery during exercise stress echocardiography. 840 patients with coronary heart disease referred to stress echocardiography were included in to study. All patients underwent examination on horizontal bicycle ergometer with left ventricular contractility assessment. Visualization of the left anterior descending artery and assessment of the blood flow spectrum before and during the stress echocardiography were successful in 67% of cases (64–70% – 95% confidence interval). It allowed calculating coronal flow reserve ratio. In case of the left ventricle contractility disorder left anterior descending artery blood flow was registrated in 66% of the cases (95% confidence interval – 61–71%), in patients with negative result of the test – in 74% (95% confidence interval – 70–78%) ( $P = 0.02$ ). Frequency of the coronary flow visualization during the physical activity did not depend on the sex, age, arterial hypertension, and diabetes mellitus. Significant negative correlation between left anterior descending artery stenosis (coronarography) and coronary flow reserve ratio (ultrasound) was revealed ( $r_s = -0.40, P < 0.005$ ).*

***Key words:*** *exercise stress echocardiography, coronary flow, coronary flow reserve, left anterior descending artery, noninvasive coronary artery flow assessment, coronary artery visualization.*