

УДК 616.839:616.127-005.4-07:612.172.2(045)

ДИНАМИКА МОЩНОСТИ НИЗКО- И ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНОВ СПЕКТРА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА С РАЗЛИЧНОЙ ТЯЖЕСТЬЮ КОРОНАРНОГО АТЕРОСКЛЕРОЗА В ХОДЕ НАГРУЗОЧНЫХ ПРОБ

© 2008 г. А. Р. Киселев, В. И. Гриднев, О. М. Посненкова, А. Н. Струнина, В. А. Шварц, Я. П. Довгалецкий

ФГУ Саратовский НИИ кардиологии Росмедтехнологий

Поступила в редакцию 08.05.2007 г.

Изучали особенности динамики низкочастотного (*LF*) и высокочастотного (*HF*) диапазонов спектра variability сердечного ритма (ВСР) у больных ишемической болезни сердца (ИБС) с различным числом гемодинамически значимо стенозированных коронарных артерий в ходе велоэргометрических проб. В исследование включено 143 пациента мужского пола с ИБС, в возрасте 49 ± 8 лет. Выделялись подгруппы с наличием гемодинамически значимых коронарных стенозов в одной, двух и трех артериях, и без таковых, с различной величиной показателя суммарного поражения коронарного русла. Ритмограммы регистрировались в ходе велоэргометрических проб с нагрузкой 25 и 50 Вт при спонтанном дыхании в течение 3 мин на каждом этапе пробы. Параметрическим методом построения спектра на основе авторегрессионной модели получали частотные оценки ВСР в *LF* и *HF* диапазонах спектра. Показано, что наличие гемодинамически значимых коронарных стенозов значительно влияет на состояние механизмов вегетативной регуляции сердца. Вегетативная регуляция сердца у больных ИБС с трехсосудистым коронарным поражением характеризуется чрезвычайно низкими адаптационными возможностями.

В формировании структуры variability сердечного ритма (ВСР) участвует сложный многоуровневый комплекс различных регуляторных структур с большим количеством внутренних связей, который можно условно объединить в понятие функциональной системы вегетативного управления сердцем. Механизмы регуляции сердечной функции, опосредуемые влияниями вегетативной нервной системы, модулируются множеством различных внешних влияний (дыхание, физическая нагрузка, изменения положения тела, психоэмоциональная сфера и т.д.) [1]. Подобная система управления обеспечивает адекватную адаптацию функции сердца к различным состояниям [2], изучение данных адаптационных процессов при различных функциональных состояниях возможно с использованием показателей ВСР [3–5].

В настоящее время существует мнение, что мощность высокочастотного (*HF*) диапазона спектра ВСР отражает прежде всего уровень дыхательной аритмии и парасимпатических влияний на сердечный ритм [6, 7]. Относительно природы низкочастотного (*LF*) диапазона спектра ВСР существует несколько точек зрения. Согласно одной гипотезе, медленные колебания ВСР определяются свойствами барорефлекторной петли обратной связи в контуре регуляции сердечно-

сосудистой системы [8–10]. По другой гипотезе, низкочастотные колебания частота сердечных сокращений (ЧСС) являются центрогенными: их порождает нейронная сеть ствола мозга, которая определяет колебания интенсивности потока импульсов как симпатических, так и парасимпатических кардиомоторных нейронов с периодом около 10 секунд, т.е. на частоте около 0.1 Гц [11]. В ранее опубликованном исследовании нашего авторского коллектива [12] было показано снижение уровня ВСР и, в частности, активности 0.1 Гц-колебаний в ВСР, при ишемической болезни сердца (ИБС).

Целью настоящей работы являлось изучение особенностей динамики *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСР у больных ИБС с различным числом гемодинамически значимо стенозированных коронарных артерий в ходе велоэргометрических проб.

МЕТОДИКА

В исследование были включены 143 пациента мужского пола с ИБС, в возрасте 49 ± 8 лет, находившиеся на лечении и обследовании в клинике Саратовского НИИ кардиологии. Все испытуемые дали добровольное согласие на включение их в данное исследование. В исследование не

включались больные старше 70 лет, с клапанными пороками сердца, с нарушениями ритма сердца и проводимости, препятствующими анализу ВСР, имеющие противопоказания для проведения велоэргометрической пробы, с эндокринной патологией, с симптоматическими артериальными гипертензиями, с нарушением периферического кровообращения (облитерирующий эндартериит), хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта (гепатит, язвенная болезнь желудка и 12-перстной кишки, холецистит), почек, других органов и систем в стадии обострения.

Для изучения особенностей функциональной зависимости *HF* и *LF* диапазонов спектра ВСР у больных ИБС при наличии и отсутствии гемодинамически значимых атеросклеротических стенозов коронарных артерий были выделены две группы: 1-я группа 88 пациентов с ИБС и наличием хотя бы одного стеноза коронарной артерии более 50%, в возрасте 49 ± 8 лет; 2-я группа 55 пациентов с ИБС без наличия стенозов коронарных артерий более 50%, в возрасте 46 ± 9 лет.

Для изучения особенностей зависимости *HF* и *LF* диапазонов спектра ВСР у больных ИБС с различным количеством коронарных артерий, имеющих атеросклеротический стеноз более 50%, сформированы следующие группы: группа а – 49 пациентов с ИБС и наличием коронарного стеноза более 50% в одной артерии, в возрасте 49 ± 7 лет;

группа б – 29 пациентов с ИБС и наличием коронарного стеноза более 50% в двух артериях, в возрасте 50 ± 7 лет; группа в – 14 пациентов с ИБС и наличием коронарного стеноза более 50% в трех артериях, в возрасте 45 ± 5 лет.

Также производилось изучение особенностей вегетативной регуляции сердца у больных ИБС в зависимости от величины показателя суммарного поражения коронарного русла (СПКР).

Всем больным проводились следующие инструментальные исследования: 12-канальная электрокардиография (цифровой электрокардиограф “VSD-804” фирмы “Волжские передовые технологии”, Россия), доплер-эхокардиография (Sonoline Si-450, Siemens), велоэргометрическая (ВЭМ) проба (ES 1200, Hellige, Germany), селективная коронарография (Polydiagnost-C, Philips, Netherlands) по методике, приведены в работе [13]. СПКР вычисляли по методике Петросяна – Йоселиани [14].

Регистрация ритмограмм (рядов *R-R*-интервалов) производилась в ходе ВЭМ проб с нагрузкой 25 и 50 Вт при спонтанном дыхании. Выбор уровня нагрузки в 25 и 50 Вт для изучения показателей ВСР обусловлен тем, что в ряде работ показана низкая информативность спектрального анализа ВСР при физических нагрузках высокой интенсивности [15, 16]. При проведении ВЭМ пробы нами определялись спектральные характеристи-

ки ВСР. Для этого значения *R-R*-интервалов регистрировались в покое и через 1.5 мин после начала каждой ступени нагрузки, тем самым исключались из записи процессы адаптации сердечной деятельности. Продолжительность регистрации *R-R*-интервалов на каждом этапе составляла 3 минуты как в исходном состоянии покоя, так и во время проведения нагрузки.

В условиях спонтанного дыхания можно оценивать реализацию тех или иных механизмов вегетативной регуляции в спектре ВСР в условиях естественного взаимодействия сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Все функциональные пробы проводились в утренние часы (9.00–10.00), что позволяет исключить влияние суточных колебаний ВСР [17–19] на результаты исследования.

Для получения частотных оценок ВСР использовался параметрический метод построения спектра временного ряда *R-R*-интервалов на основе авторегрессионной модели до 14 порядка. Программа анализа спектра (Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 980656 от 12 ноября 1998 года) обеспечивала шаг вычисления спектральной плотности мощности по частоте порядка 0.01 Гц в диапазоне от 0.01 Гц до 0.5 Гц, период квантования массива *R-R*-интервалов – 0.5 с. Для дальнейшего анализа выделялись два диапазона: высокочастотный (*HF*: 0.15–0.4 Гц) и низкочастотный (*LF*: 0.04–0.15 Гц) [20, 21], в которых вычислялась частотная мощность спектра ВСР (в мс^2). Для спектрального анализа отбирались трехминутные ритмограммы, не содержащие помех, экстрасистол, заметного линейного тренда и переходных процессов.

Статистический анализ результатов включал в себя следующее. С целью выбора дальнейшей методики анализа полученных параметров произведена проверка нулевой гипотезы о соответствии их закону нормального распределения на основе вычисления критерия Шапиро-Уилка *W*. Выявлено, что структура данных по изучаемым параметрам спектра ВСР не описывается законом нормального распределения, поэтому дальнейшие исследования зависимостей производились методами непараметрической статистики. Сравнения переменных выполнялись при помощи критерия парных сравнений Вилкоксона. Сравнение групп проводилось с использованием *U*-критерия Манна-Уитни. Корреляционные связи оценивались на основе коэффициентов ранговых корреляций Спирмена. Данные представлены в виде медианы (*Me*) и значений квартильного диапазона (25%, 75%). Надежность используемых статистических оценок принималась не менее 95%. Для статистических расчетов применялись следующие программные пакеты: “Excel MS Office-2003” и “Statistica 6.1”.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализируя клинико-anamnestическую картину обследованных больных ИБС, можно отметить, что тяжесть клинических проявлений основного заболевания (ИБС, стенокардия) закономерно увеличивается при увеличении степени атеросклеротического поражения коронарного русла. При этом изучаемые подгруппы больных ИБС были сопоставимы по показателям глобальной сократительной функции миокарда, частоте инфарктов миокарда в анамнезе, составу группы по функциональным классам стенокардии.

На рис. 1 представлен график совместной динамики мощности HF и LF диапазонов спектра ВСП в общей группе больных ИБС в ходе ВЭМ проб в условиях спонтанного дыхания. Из рис. 1 видно, что при увеличении нагрузки до 25 и 50 Вт происходит синхронное снижение мощности как LF , так и HF диапазонов спектра ВСП, при этом степень снижения является относительно пропорциональной, что свидетельствует о более-менее сопоставимом снижении участия механизмов вегетативной регуляции, определяющих мощность данных спектральных диапазонов, в формировании структуры ВСП.

При сравнительном анализе совместной динамики мощности HF и LF диапазонов спектра ВСП в ходе нагрузочных проб при спонтанном дыхании в группах больных ИБС с наличием хотя бы одного гемодинамически значимого стеноза коронарных артерий и без такового (рис. 2) выявлен сопоставимый профиль динамики LF диапазона спектра ВСП, тогда как мощность HF диапазона спектра ВСП имела более низкие исходные значения и характеризовалась достоверно ($p < 0.05$) более низкой амплитудой динамического профиля в группе больных ИБС без гемодинамически значимых стенозов.

У больных ИБС с одно- и двухсосудистым коронарным атеросклеротическим поражением мощность HF и LF диапазонов спектра ВСП была приблизительно идентична и имела достоверно большее значение (рис. 3), относительно группы с трехсосудистым поражением.

Необходимо отметить, что профиль совместной динамики мощности LF и HF диапазонов спектра ВСП у больных ИБС с гемодинамически значимым стенозом трех коронарных артерий достоверно ($p < 0.05$) отличался от такового в двух других группах.

Величина показателя СПКР не влияет достоверно на особенности профиля совместной динамики LF и HF диапазонов спектра ВСП у больных ИБС (рис. 3).

При увеличении нагрузки отмечалось достоверное ($p < 0.001$) повышение уровня ЧСС и артериального давления, сопоставимое во всех исследуемых группах (табл. 1 и 2), что свидетельствует

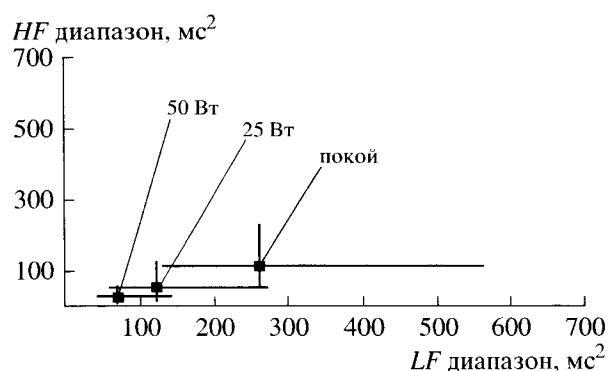


Рис. 1. Совместная динамика мощности низкочастотного (LF) и высокочастотного (HF) диапазонов спектра ВСП у общей группы больных ИБС в ходе велоэргометрических проб в условиях спонтанного дыхания.

об отсутствию различий между изучаемыми группами со стороны условного симпато-парасимпатического баланса.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основании полученных данных (рис. 2) можно сделать заключение, что у больных ИБС при наличии гемодинамически значимых коронарных стенозов наблюдается усиление дыха-

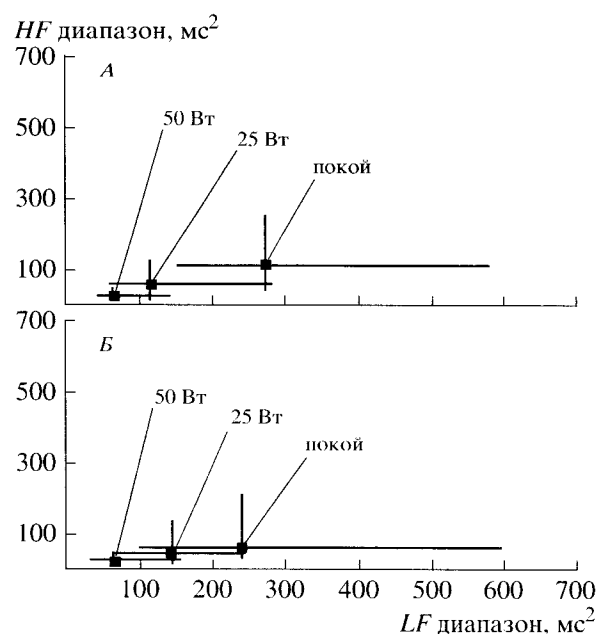


Рис. 2. Совместная динамика мощности низкочастотного (LF) и высокочастотного (HF) диапазонов спектра ВСП у больных ИБС с наличием гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий (А) и без них (Б) в ходе велоэргометрических проб в условиях спонтанного дыхания.

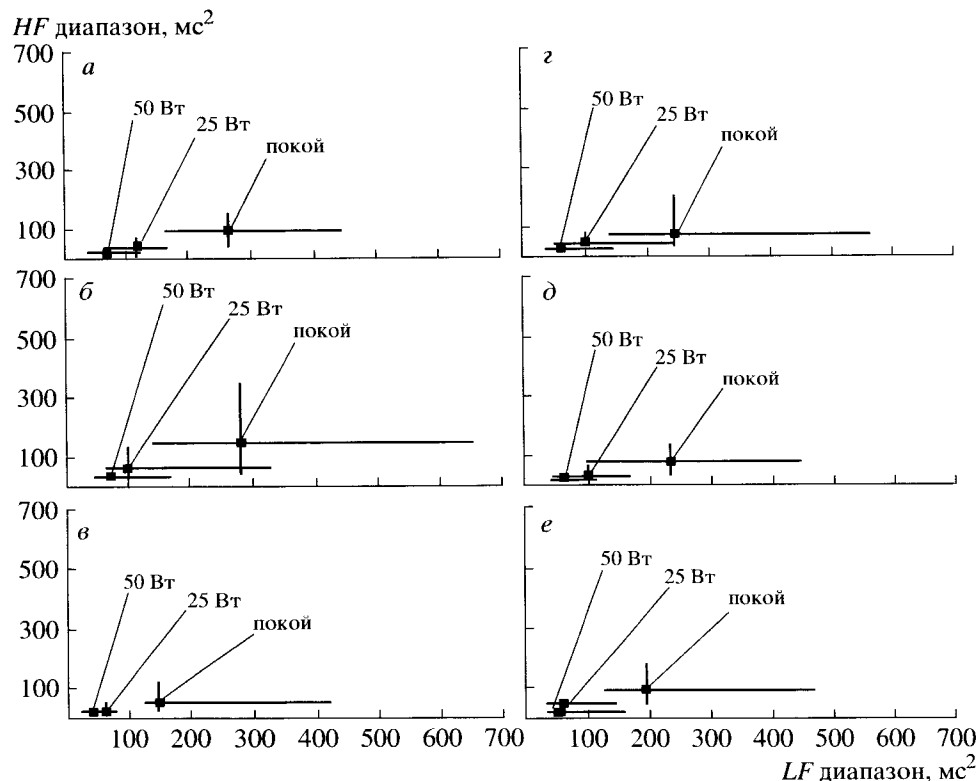


Рис. 3. Совместная динамика мощности низкочастотного (LF) и высокочастотного (HF) диапазонов спектра ВСП у больных ИБС с гемодинамически значимым стенозом одной (a), двух (b) и трех (b) коронарных артерий, с суммарным поражением коронарного русла менее 5% (z), 5–30% (d) и более 30% (e) в ходе велоэргометрических проб в условиях спонтанного дыхания.

тельно-парасимпатических влияний в вегетативной регуляции сердца, отражением которых является мощность HF диапазона спектра ВСП. Данное наблюдение обусловлено, вероятно, компенсаторным усилением активности дополнительных регуляторных механизмов в условиях относительной функциональной недостаточности 0.1 Гц-механизма вегетативной регуляции сердца. Недостаточность 0.1 Гц-механизма регуляции обусловлена, в первую очередь, его дисфункцией при ИБС, относительно здоровых людей, что показано в нашей ранее опубликованной работе [12]. Во-вторых, наличие гемодинамически значимого стеноза коронарной артерии обу-

словливает необходимость адаптации сердца к функционированию в условиях данного патологического состояния, что способствует повышению функциональных требований к механизмам вегетативной регуляции сердца.

При увеличении числа гемодинамически значимо стенозированных коронарных артерий наблюдается усиление вегетативной дисфункции как со стороны центрального (0.1 Гц) звена регуляции, так и со стороны более автономных дыхательно-парасимпатических влияний на вегетативную регуляцию сердца, что проявляется снижением мощности как низкочастотного, так и высокочастотного диапазонов спектра ВСП (рис. 3). При этом у больных ИБС с одно- и двухсосудистым атеросклеротическим стенозом коронарных артерий выраженность дисфункции изучаемых механизмов вегетативной регуляции сердца приблизительно идентична и менее значительна (рис. 3), чем в группе с трехсосудистым поражением. При трехсосудистом коронарном поражении наблюдается дисфункция всех механизмов вегетативной регуляции, что обуславливает чрезвычайно низкие потенциальные адаптационные возможности сердца у этих больных ИБС.

Таблица 1. Значения средней ЧСС у больных ИБС с наличием гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий и без них на этапах велоэргометрической пробы

Этапы	Нет стенозов более 50%	Стенозы более 50%	p -уровень
Покой	82 (70; 90)	78 (70; 90)	>0.05
Нагрузка 25 Вт	94 (74; 103)	95 (85; 105)	>0.05
Нагрузка 50 Вт	102 (92; 109)	103 (92; 113)	>0.05

Учитывая выявленные данные о том, что показатель СПКР, характеризующий степень общего атеросклеротического поражения коронарного русла, достоверно не связан с особенностями динамики *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСР в ходе нагрузочных проб у больных ИБС с различным количеством гемодинамически значимых коронарных стенозов (рис. 3), можно утверждать, что значимое влияние на состояние вегетативной регуляции сердца оказывает наличие гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий и их количество, а не степень общего атеросклеротического поражения коронарного русла.

Полученные в данном исследовании результаты показывают, что при увеличении количества гемодинамически значимо стенозированных коронарных артерий (трехсосудистое поражение) наблюдается одновременное нарушение функции и центрального (0.1 Гц) механизма вегетативной регуляции, и автономных дыхательно-парасимпатических влияний на сердце, что может свидетельствовать о наличии у них общих функциональных структурных элементов, нарушающихся при увеличении числа коронарных стенозов. Учитывая достоверное усугубление дисфункции изучаемых механизмов регуляции только при трехсосудистом поражении коронарного русла, можно утверждать, что функциональная организация системы вегетативной регуляции сердца обеспечивает ей достаточные адаптационные возможности и позволяет поддерживать вегетативную регуляцию сердечной функции на стабильном уровне при одно- и двухсосудистых поражениях коронарного русла, однако, при стенотическом поражении трех коронарных артерий наблюдается срыв адаптации вегетативной регуляции сердца.

Анализируя непосредственно зависимость мощности спектра в низкочастотном и высокочастотном диапазонах друг от друга, выявлено, что при увеличении мощности одного из них, происходит увеличение спектральной мощности другого. Необходимо отметить, что в покое при спонтанном дыхании сила данной зависимости является средней, что свидетельствует о достаточной автономности физиологических механизмов, обуславливающих формирование спектральной мощности в *LF* и *HF* диапазонах спектра ВСР (рис. 4). При увеличении уровня физической нагрузки до 25 Вт общая картина взаимоотношения данных диапазонов спектра ВСР у больных ИБС в целом не изменяется, уменьшается только диапазон изменчивости значений мощности обоих областей спектра ВСР (рис. 4). При дальнейшем увеличении уровня нагрузки до 50 Вт отмечается снижение силы связи между мощностью *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСР (рис. 4), при этом значительно начинает уменьшаться диапазон изменчивости высокочастотной составляющей спектра ВСР,

Таблица 2. Значения средней ЧСС у больных ИБС с различным количеством коронарных артерий, имеющих гемодинамически значимый стеноз, на этапах велоэргометрической пробы (достоверных отличий между изучаемыми группами не выявлено, $p > 0.05$)

Этапы	Стеноз 1 артерии	Стеноз 2 артерий	Стеноз 3 артерий
Покой	79 (70; 92)	75 (68; 86)	83 (77; 94)
Нагрузка 25 Вт	97 (88; 107)	95 (86; 105)	100 (91; 102)
Нагрузка 50 Вт	103 (92; 115)	102 (91; 113)	109 (97; 115)

Таблица 3. Взаимосвязь мощности низкочастотного (*LF*) и высокочастотного (*HF*) диапазонов спектра ВСР у больных ИБС с наличием гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий и без них на этапах велоэргометрической пробы

Этапы	Нет стенозов более 50%	Стенозы более 50%
	Коэффициент корреляции (<i>r</i>)	
Покой	0.45**	0.7***
Нагрузка 25 Вт	0.48**	0.73***
Нагрузка 50 Вт	0.43**	0.61***

Примечание. Здесь и в табл. 4 достоверность корреляции: ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

что свидетельствует о снижении влияния дыхательных возмущений на механизмы вегетативной регуляции сердца. Последнее может быть обусловлено как изменением состояния вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела вегетативной нервной системы, так и изменением состояния гуморальных механизмов регуляции.

Необходимо отметить, что сила корреляции мощности *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСР у больных ИБС увеличивается по мере увеличения тяжести атеросклеротического поражения коронарного русла. В частности, при сравнении группы больных ИБС с наличием хотя бы одного гемодинамически значимого стеноза коронарных артерий с группой больных ИБС без гемодинамически значимых стенозов показано, что наличие стеноза более 50% диаметра артерии значительно увеличивает степень корреляции между высоко- и низкочастотными диапазонами в состоянии покоя, что свидетельствует о формировании более жестко организованной и менее динамичной функциональной системы вегетативной регуляции сердца (табл. 3). Данное наблюдение свидетельствует о потенциально более низких адапта-

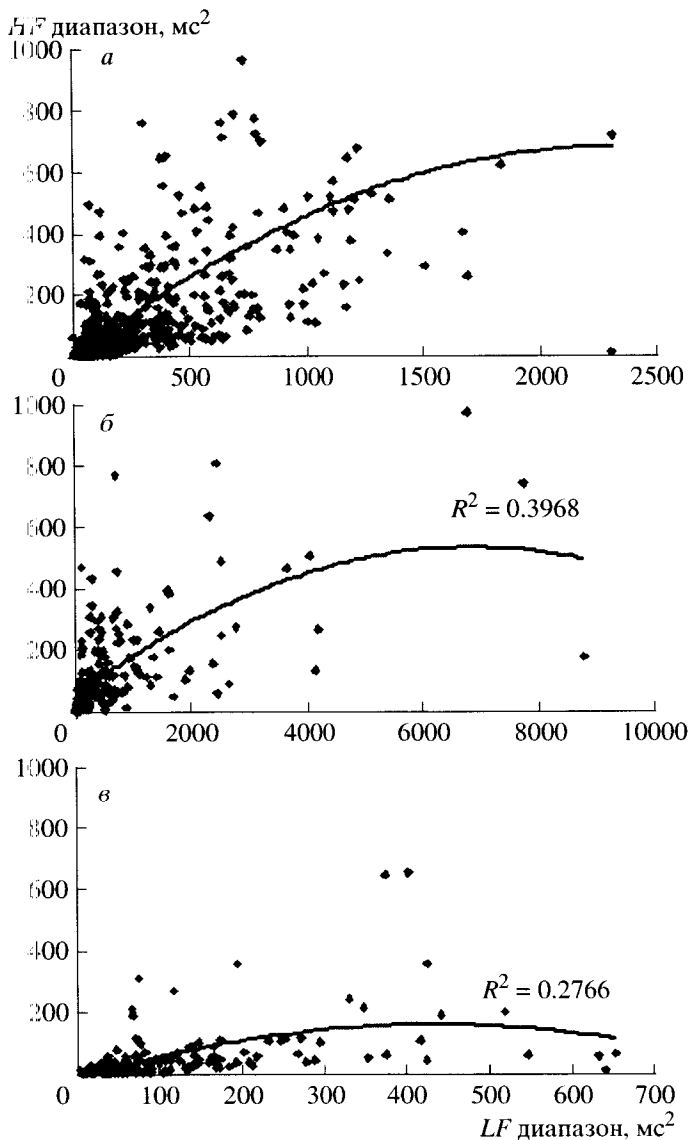


Рис. 4. Взаимосвязь мощности низкочастотного (*LF*) и высокочастотного (*HF*) диапазонов спектра ВСП у больных ИБС в покое (*а*) и при нагрузке 25 Вт (*б*) и 50 Вт (*в*) в условиях спонтанного дыхания.

ционных возможностях вегетативной регуляции сердца у больных ИБС с стенозами коронарных артерий более 50%. Подобное утверждение обусловлено тем, что с точки зрения функционирования сложных систем наибольшими адаптационными возможностями обладает биологическая система с наибольшим числом степеней свободы.

В настоящее время принято считать, что низкочастотный (*LF*) диапазон спектра ВСП характеризуется в большей мере свойством 0.1 Гц-колебаний в ВСП, являющихся следствием функциональной активности центральных механизмов вегетативной регуляции функцией сердца, а высокочастотный (*HF*) диапазон спектра ВСП характеризует

процессы взаимодействия сердечно-сосудистой системы и дыхательного центра регуляции в условиях спонтанного дыхания и, возможно, частично отражает парасимпатическую активность. Свободное взаимодействие указанных механизмов вегетативной регуляции обеспечивает достаточно высокую лабильность функциональных настроек системы вегетативной регуляции сердца, способствуя повышению ее адаптационных возможностей. Увеличение степени зависимости значений спектральной мощности данных диапазонов обусловлено снижением свободы взаимодействия компонентов системы вегетативной регуляции сердца и, как следствие, снижением ее адаптационных возможностей.

При увеличении нагрузки до 25 Вт значимых изменений в характере зависимости мощности *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСП у больных ИБС с наличием гемодинамически значимых стенозов коронарных артерий и без них не наблюдается, относительно состояния покоя (табл. 3), сохраняются исходные функциональные особенности вегетативной регуляции сердца. Дальнейшее увеличение нагрузки до 50 Вт также не сопровождается значимыми изменениями в характере взаимоотношений между изучаемыми диапазонами спектра ВСП (табл. 3).

Изучая влияние количества гемодинамически значимых атеросклеротических стенозов в коронарном русле на взаимосвязь мощности *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСП, мы выявили, что наиболее сильная корреляция между мощностями указанных диапазонов наблюдается в группе больных ИБС с трехсосудистым поражением коронарного русла, по мере уменьшения количества стенотически пораженных коронарных артерий наблюдается снижение силы связи данных параметров (табл. 4).

При увеличении нагрузки до 25 Вт наблюдается значительное снижение силы корреляции мощности в изучаемых диапазонах спектра ВСП в группе больных ИБС с трехсосудистым поражением коронарного русла (табл. 4), что свидетельствует, учитывая значения данного показателя в состоянии покоя у этой группы, о разрушении системы вегетативной регуляции сердца, как единой функциональной системы, и разобщении механизмов вегетативной регуляции сердца. Данное наблюдение еще раз подтверждает выдвинутое ранее предположение о том, что при увеличении количества стенотически пораженных коронарных артерий снижаются адаптационные возможности вегетативной регуляции сердца. К данному положению можно добавить утверждение, что у больных с трехсосудистым атеросклеротическим поражением коронарного русла система вегетативной регуляции сердца характеризуется низкой устойчивостью к нагрузкам низкой интенсивно-

Таблица 4. Взаимосвязь мощности низкочастотного (*LF*) и высокочастотного (*HF*) диапазонов спектра ВСП у больных ИБС с одно-, двух- и трехсосудистым гемодинамически значимым поражением коронарного русла на этапах велоэргометрической пробы

Этапы	Нет стенозов более 50%	Однососудистое поражение	Двухсосудистое поражение	Трехсосудистое поражение
	Коэффициент корреляции (<i>r</i>)			
Покой	0.45**	0.79***	0.63***	0.92***
Нагрузка 25 Вт	0.48**	0.73***	0.81***	0.44 (<i>p</i> > 0.05)
Нагрузка 50 Вт	0.43**	0.62***	0.91***	0.15 (<i>p</i> > 0.05)

сти, при воздействии которых происходит нарушение функциональных взаимосвязей между компонентами данной системы.

У больных ИБС с одно- и двухсосудистым поражением коронарного русла, а также у больных ИБС без гемодинамически значимых стенозов коронарного русла значения корреляции *LF* и *HF* диапазонов спектра ВСП достоверно не изменились при переходе к нагрузке 25 Вт, относительно состояния покоя, что косвенно может свидетельствовать об относительной устойчивости системы вегетативной регуляции к нагрузке 25 Вт.

При дальнейшем увеличении нагрузки отмечается снижение степени взаимозависимости мощности спектра ВСП в низко- и высокочастотном диапазоне в группе больных ИБС с трехсосудистым поражением коронарного русла (табл. 4). Во всех других группах больных ИБС сохраняются тенденции, характерные для состояния покоя и нагрузки 25 Вт.

Из полученных данных можно сделать заключение, что наличие гемодинамически значимых стенозов в коронарном русле значительно и достоверно влияет на функциональное состояние вегетативной регуляции сердца, при этом значение имеет количество пораженных стенозом артерий, обуславливая снижение адаптационных возможностей системы регуляции за счет формирования более динамически “ригидной” функциональной системы регуляции.

Ограничением для интерпретации результатов данного исследования является сравнительно небольшое число пациентов в группе больных ИБС с трехсосудистым коронарным поражением, что может в определенной мере отразиться на качестве полученных результатов. Однако использование методов непараметрической статистики, указанных в разделе “Методика”, в определенной мере может уменьшить искажение результатов при сравнении групп с небольшим количеством обследованных.

ВЫВОДЫ

1. Значимое влияние на параметры вегетативной регуляции сердца оказывает наличие гемодинамически значимых стенозов и количество пораженных ими коронарных артерий, а не степень общего атеросклеротического поражения коронарного русла.

2. У больных ИБС при наличии гемодинамически значимого стеноза в коронарном русле наблюдается усиление дыхательно-парасимпатических влияний на сердце на фоне относительной функциональной недостаточности 0.1 Гц-механизма вегетативной регуляции сердца, относительно больных ИБС без гемодинамически значимого стеноза.

3. Вегетативная регуляция сердца у больных ИБС с трехсосудистым атеросклеротическим поражением коронарного русла характеризуется чрезвычайно низкими адаптационными возможностями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Glass L. Synchronization and rhythmic processes in physiology // *Nature*. 2001. V. 410. P. 277.
2. Каменская В.Г., Музалевская Н.Н., Зверева С.В., Томанов Л.В. Показатели флуктуаций кардиоинтервалов при различных функциональных состояниях дошкольников // *Физиология человека*. 2001. Т. 27. № 3. С. 89.
3. Баевский Р.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. М.: Медицина, 2000. 295 с.
4. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 237 с.
5. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме / Пер. с англ. М.: Медгиз, 1960. 275 с.
6. Malik M., Camm A.J. Components of heart rate variability: what they really mean and what we really measure // *Am. Heart J.* 1994. V. 127. P. 1376.
7. Pagani M., Lombardi F., Malliani A. Heart rate variability: disagreement on the markers of sympathetic and

- parasympathetic activities // *J. Am. Coll. Cardiol.* 1993. V. 22. P. 951.
3. *De Boer R.W., Karemaker J.M., Stracker J.* Hemodynamic fluctuations and baroreflex sensitivity in humans: a beat-to-beat model // *Am. J. Physiol.* 1987. V. 253. № 3. P. 680.
 9. *Madwed J.B., Albrecht P., Mark R.G., Cohen R.J.* Low-frequency oscillation in arterial pressure and heart-rate: a simple computer model // *Am. J. Physiol.* 1989. V. 256. № 6. P. 1573.
 10. *Bernardi L., Passino C., Spadacini G. et al.* Arterial baroreceptor as determinants of 0.1 Hz and respiration-related changes in blood pressure and heart rate spectra // *Frontiers of blood pressure and heart rate analysis.* Amsterdam: IOS Press, 1997. 241 p.
 1. *Cevese A., Grasso R., Poltronieri R., Schena F.* Vascular resistance and arterial pressure low-frequency oscillations in the anesthetized dog // *Am. J. Physiol.* 1995. V. 268. № 1. P. 7.
 2. *Гриднев В.И., Киселев А.Р., Котельникова Е.В., и др.* Влияние внешних периодических стимулов на вариабельность сердечного ритма у здоровых лиц и у пациентов с ишемической болезнью сердца // *Физиология человека.* 2006. Т. 32. № 5. С. 74.
 3. *Jadkins M.* Selective coronary cinearteriography // *Radiology.* 1967. V. 89. P. 875.
 4. *Петросян Ю.С., Иоселиани Д.Г.* О суммарной оценке состояния коронарного русла у больных ишемической болезнью сердца // *Кардиология.* 1976. № 12. С. 41.
 15. *Довгалецкий П.Я., Гриднев В.И., Котельникова Е.В., Моржаков А.А.* Применение характеристик вегетативной регуляции сердечного ритма для повышения диагностической эффективности велоэргометрической пробы у больных ишемической болезнью сердца // *Кардиология.* 1999. № 7. С. 21.
 16. *Гриднев В.И., Довгалецкий П.Я., Котельникова Е.В., Скурлатова Н.Е.* Анализ вариабельности сердечного ритма больных ишемической болезнью сердца при физической нагрузке // *Вестник аритмологии.* 1998. № 7. С. 42.
 17. *Huikuri H.V., Niemela M.J., Ojala S. et al.* Circadian rhythms of frequency domain measures of heart rate variability in healthy subjects and patients with coronary artery disease. Effects of arousal and upright posture // *Circulation.* 1994. V. 90. № 1. P. 121.
 18. *Cajochen C., Pischke J., Aeschbach D. et al.* Heart rate dynamics during human sleep // *Physiol. Behav.* 1994. V. 55. № 4. P. 769.
 19. *Sapoznikov D., Luria M.H., Mahler Y. et al.* Day vs night ECG and heart rate variability patterns in patients without obvious heart disease // *J. Electrocardiol.* 1992. V. 25. № 3. P. 175.
 20. Методические рекомендации. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // *Уральский кардиологический журнал.* 2002. № 1. С. 22.
 21. *Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation and Clinical Use* // *Circulation.* 1996. V. 93. P. 1043.