

УДК 616-008.63

**НАРУШЕНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ
И КОМПЕНСАТОРНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ
ОРТОСТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ У БОЛЬНЫХ
С НЕЙРОГЕННЫМИ ОБМОРОКАМИ
(НА ОСНОВЕ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА
ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА)**

Научно-исследовательский институт комплексных проблем
гигиены и профессиональных заболеваний,
г. Новокузнецк
E-mail: mart-nov@yandex.ru

Мартынов Илья Дмитриевич, аспирант лаборатории медленно-волновых процессов Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк.

E-mail: mart-nov@yandex.ru
Область научных интересов: физиология, неврология.

Флейшман Арнольд Наумович, д-р мед. наук, профессор, руководитель лаборатории медленно-волновых процессов Научно-исследовательского института комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, г. Новокузнецк.

E-mail: anf937@mail.ru
Область научных интересов: физиология, неврология.

Представлено исследование, целью которого являлось изучение особенностей вегетативной регуляции у больных с нейрогенными обмороками при выполнении активной ортостатической пробы с использованием спектрального анализа вариабельности ритма сердца (ВРС). Ранее проводимые исследования ВРС в ходе тилт-теста не позволяют говорить об однонаправленности вегетативных сдвигов: в некоторых работах показано увеличение симпатического тонуса, в то время как в других отмечена выраженная индивидуальность ответа. При оценке результатов пробы не учитывался диапазон очень медленных колебаний VLF. Перспективы исследования ВРС у больных с нейрогенными обмороками могут быть также связаны с установленным ранее фактом наличия клинко-волновых синдромов – устойчивых паттернов медленноволновой структуры кардиоритма, определяющих активность метаболических процессов, возможности регуляции. По результатам исследования установлено, что больных с нейрогенными обмороками отличает вегетативная недостаточность, проявляющаяся снижением спектральных показателей LF и HF при выполнении активной ортостатической пробы более чем на 50 % от исходных (зарегистрированных в положении лежа). Показана возможность оценки компенсаторных возможностей регуляции гемодинамики по изменению показателя VLF, включающего в себя нейрогуморальный компонент регуляции, в частности активность ренин-ангиотензиновой системы, а также активность тканевого метаболизма, определяющего ауторегуляцию сосудов. Особенностью симпато-вагальных взаимоотношений при выполнении ортостатической пробы является снижение парасимпатического влияния на сердечно-сосудистую систему (показателя HF), что позволяет сохранять относительное доминирование показателя симпатической активности LF. У больных с вегетативной недостаточностью и снижением LF во время ортостатической нагрузки таким образом реализуется срочная компенсаторная реакция. Предложена модель клинической интерпретации изменений спектральных показателей ВРС во время ортостатической пробы. Установлено также, что исходные особенности вариабельности ритма сердца, обобщенные в клинко-волновые синдромы, могут определять возможность возникновения нейрогенных обмороков при нормальных показателях реактивности на ортостатическую нагрузку.

являющаяся снижением спектральных показателей LF и HF при выполнении активной ортостатической пробы более чем на 50 % от исходных (зарегистрированных в положении лежа). Показана возможность оценки компенсаторных возможностей регуляции гемодинамики по изменению показателя VLF, включающего в себя нейрогуморальный компонент регуляции, в частности активность ренин-ангиотензиновой системы, а также активность тканевого метаболизма, определяющего ауторегуляцию сосудов. Особенностью симпато-вагальных взаимоотношений при выполнении ортостатической пробы является снижение парасимпатического влияния на сердечно-сосудистую систему (показателя HF), что позволяет сохранять относительное доминирование показателя симпатической активности LF. У больных с вегетативной недостаточностью и снижением LF во время ортостатической нагрузки таким образом реализуется срочная компенсаторная реакция. Предложена модель клинической интерпретации изменений спектральных показателей ВРС во время ортостатической пробы. Установлено также, что исходные особенности вариабельности ритма сердца, обобщенные в клинко-волновые синдромы, могут определять возможность возникновения нейрогенных обмороков при нормальных показателях реактивности на ортостатическую нагрузку.

Ключевые слова:

Обморок, вариабельность ритма сердца, вегетативная недостаточность, ортостатические нарушения, компенсаторные возможности.

Синкопальные состояния являются одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем в мире, привлекая к себе внимание врачей различных специальностей. Это обусловлено широкой распространенностью обмороков, в том числе среди лиц молодого и среднего возраста, опасностью дополнительных повреждений, которым может подвергаться во время внезапной потери сознания пострадавший, а также реальным риском для других людей, если больной в это время выполняет функции водителя транспорта, оператора, управляющего движущимися механизмами [1].

Обмороки в тот или иной период жизни возникают почти у трети населения [2]. Данные фременгемского исследования подтверждают высокую распространенность обмороков: количество обращений за неотложной помощью достигает 3,5 %. Они характерны для всех возрастных групп, их распространенность в популяции имеет бимодальное распределение с пиками в подростковом и пожилом возрасте. Вазовагальные обмороки являются наиболее частым вариантом кратковременной потери сознания. Обращает на себя внимание факт, что в 20 % случаев причина обморока не была выявлена [3].

Приступ потери сознания вызывает серьезное беспокойство больных. Врачи сталкиваются со значительными трудностями при выяснении причин потери сознания и определении тактики ведения таких больных. Это обусловлено не только эпизодическим характером обмороков, но также многообразием причин и патогенетических механизмов их возникновения [4, 5].

Пассивная клиноортостатическая проба считается «золотым стандартом» в обследовании больных с подозрением на обмороки благодаря возможности оценки характера гемодинамического ответа на ортостаз [6, 7]. Однако отсутствуют диагностические методы, позволяющие определять нарушения в механизмах регуляции гемодинамики и возможности компенсаторных механизмов в поддержании адекватного уровня церебрального кровообращения при ортостатических нагрузках у пациентов с синкопальными состояниями.

Анализ variability ритма сердца в настоящее время широко используется для оценки функционального состояния вегетативной нервной системы, адаптационных возможностей, прогнозирования сердечно-сосудистых осложнений. Оценка вегетативной регуляции у пациентов с нейрогенными обмороками с помощью спектральных показателей ВРС проводится сравнительно недавно [8, 9]. Определяется преимущественно относительное содержание показателей в спектре variability при нагрузочном тестировании, а не изменение мощности колебаний. Недостаточно внимания уделяется динамике колебаний очень низкой частоты VLF, исходным особенностям и энергетике процесса регуляции.

Перспективы исследования ВРС у больных с нейрогенными обмороками могут быть связаны с установленным ранее фактом наличия клинико-волновых синдромов – устойчивых паттернов медленноволновой структуры кардиоритма, определяющих активность метаболических процессов, возможности регуляторных систем, адаптационные возможности [10]. Выделение клинико-волновых синдромов помогает определить тактику патогенетической терапии при различных заболеваниях.

Оценка variability ритма сердца в ходе тилт-теста не позволяет говорить об однонаправленности вегетативных сдвигов: в некоторых работах показано увеличение симпатического тонуса перед потерей сознания, в то время как в других отмечена выраженная индивидуальность ответа [8, 9, 11]. Изучение гемодинамических, гормональных, автономных изменений при тилт-индуцированных синкопах позволили сделать важный вывод: ответы на ортостатический стресс качественно и количественно различны у пациентов, имеющих редкие вазовагальные обмороки, имеющих частые, рецидивирующие вазовагальные обмороки и у здоровых людей, испытывающих только тилт-индуцированные синкопы [12]. У пациентов с частыми рецидивами синкопов наблюдаются изменения барорефлекторной функции и вегетативная недостаточность. Пациенты с редкими, классически протекающими вазовагальными обмороками, как правило, характеризуются отсутствием изменений барорефлекторной функции, а также автономной и гуморальной регуляции.

Однако до настоящего времени нет данных об особенностях изменений спектральных показателей variability ритма сердца при выполнении активной ортостатической пробы (АОП) у пациентов с нейрогенными обмороками.

Цель настоящего исследования – изучить особенности вегетативной регуляции у больных с нейрогенными обмороками при выполнении активной ортостатической пробы с использованием спектрального анализа variability ритма сердца.

Задачи исследования: 1) изучить и дать характеристику изменениям спектральных показателей variability ритма сердца по данным коротких пятиминутных записей ЭКГ при выполнении активной ортостатической пробы у больных с нейрогенными обмороками в сравнении с практически здоровыми лицами; 2) определить параметры нормальной реактивности на ортостатическую нагрузку; 3) выявить особенности срочной и длительной компен-

сации при ортостатических нагрузках у больных с нейрогенными обмороками; 4) разработать диагностические критерии для оценки характера и уровня нарушений вегетативной регуляции по данным спектрального анализа ВРС с применением функциональных нагрузок.

Материалы и методы исследования

Всего было обследовано 82 пациента с нейрогенными обмороками (НО). Важной задачей этого этапа являлось исключение других причин потери сознания с помощью общеклинического и инструментального исследований. Электрокардиограмма, при необходимости холтеровское мониторирование, позволяли исключить аритмию как причину обмороков. Электроэнцефалограмма проводилась для исключения эпилептиформной активности. Постановка диагноза нейрогенных обмороков выполнялась согласно критериям Европейского общества кардиологов (ESC, 2009), базировалась на основе наличия типичных триггерных факторов и характерных симптомов пресинкопального периода. Работа одобрена локальным этическим комитетом, все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Исследование проводили при помощи электрокардиографа «Нейрософт-Полиспектр 8Е» (ООО «Нейрософт», г. Иваново), выполнялась запись коротких пятиминутных участков кардиоритма (по 256 межсистолических интервалов в каждом) во II стандартном отведении с последующей спектральной обработкой методом быстрого преобразования Фурье и выделением волн: Very Low Frequency (VLF) в диапазоне 0,004...0,080 Гц, колебания очень низкой частоты, Low Frequency (LF) в диапазоне 0,09...0,16 Гц, колебания низкой частоты, и высокочастотные колебания High Frequency (HF) в диапазоне 0,17...0,50 Гц. Использовались значения максимальной амплитуды спектральных пиков (абсолютные единицы спектральной плотности мощности, $\text{mc}^2/\text{Гц}$), округление проводилось до десятых.

Диапазон HF отражает активность парасимпатической системы вегетативного контроля, колебания LF связаны с симпатическим вазомоторным влиянием, VLF – многокомпонентный показатель с нелинейными характеристиками, имеющий важное прогностическое значение. В качестве дополнительных сведений вносились данные об артериальном давлении и частоте сердечных сокращений (ЧСС) в начале и в конце каждого этапа.

Первоначальная оценка ВРС проводилась по стандартным пятиэтапным записям (фоновая запись, первая функциональная проба – счет в уме (вычитание от 500 7), восстановление после пробы, вторая функциональная проба – гипервентиляция, восстановление после пробы). Каждая функциональная проба имеет свою специфику: обратный счет провоцирует стресс-реакцию и вегетативную активацию, а углубленное произвольное дыхание направлено на стимуляцию парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС) и барорецепторную активацию.

Разнообразные функциональные и патологические изменения в организме рассматривались на фоне разных уровней энергетике. Значения амплитуды VLF от 30 до 130 $\text{mc}^2/\text{Гц}$ являются оптимальными. Согласно классификация энергоизмененных состояний (Флейшман А.Н., 1999), выделялись 4 типа основных исходных состояний: 1) с нормальной амплитудой и распределением показателей спектра; 2) с усилением variability ритма сердца, избыточными показателями всех компонентов спектра; 3) с устойчивым преобладанием LF-компонента спектра; 4) со сниженными показателями variability.

Далее исследование ВРС проводилось на этапах выполнения активной ортостатической пробы. После 3–5-минутной адаптации фиксировалась исходная 5-минутная ВРС в положении лежа на спине, далее после перехода пациента в положение стоя в течение 2,5–5 минут регистрировалась ВРС в активной фазе теста. Сравнивались изменения спектральных показателей ВРС с вычислением разницы между двумя значениями показателя (в положении лежа и после перехода в положение стоя) в виде процентного отношения.

Все экспериментальные данные исследования были обработаны с использованием программы MS Excel 2003 и статистического пакета BIOSTAT 4.03. Определение значимости различий полученных данных (p) в сравниваемых группах проведено с применением непараметрического Z-критерия (так как использовались расчетные данные, распределение призна-

ка отличалось от нормального), для анализа качественных признаков использовался хи-квадрат. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования

На основании предварительного анализа типологии изменений ВРС при выполнении активной ортостатической пробы были сформированы 3 типа изменений. Контрольная группа характеризовалась умеренным снижением мощности высокочастотных HF колебаний после перехода в положение стоя, до 50 % от исходных значений в положении лежа и усилением колебаний в диапазоне низких и очень низких частот (LF и VLF). В основной группе у части больных наблюдалась депрессия variability ритма сердца, выраженная преимущественно в диапазонах HF и LF – более чем на 50 % от исходных значений. Их объединяли исходно нормальные амплитуда и соотношение компонентов спектра; средняя энергетическая зона предполагает стабильное, предсказуемое поведение систем. Также в основной группе отчетливо просматривалась категория больных, у которых наряду с выраженным (в среднем более чем на 50 % от исходных значений) снижением HF показателя ВРС наблюдалось увеличение LF и умеренные колебания VLF показателей. Больных данной группы отличало исходное изменение мощности либо соотношения компонентов спектра: увеличение, снижение показателей variability либо устойчивое преобладание LF-компонента спектра ВРС; изменения волновой структуры ВРС укладывались в описание клинко-волновых синдромов (гиперадаптивный, энергодефицитный и синдром барорецепторной дисфункции).

Принимая во внимание эту особенность, далее, с позиций медленноволнового гомеостаза ВРС, особенностей адаптации и компенсаторных процессов, типичных клинических проявлений будут рассматриваться 3 группы: обследуемые, не имеющие обмороков, образующие контрольную группу (31 человек); больные с нейрогенными обмороками и исходно нормальными амплитудой и соотношением компонентов спектра (57 человек); больные с НО и различными клинко-волновыми синдромами (25 человек). Изменения спектральных показателей в ответ на ортостатическую пробу представлены в табл. 1.

Таблица 1. Динамика спектральных показателей ВРС при выполнении активной ортостатической пробы в группах пациентов с нейрогенными обмороками и контрольной группе, %

Изменения показателей	Контрольная группа (n = 31)	Группа больных с НО (n = 82)	Группа больных с НО с исходно			
			Нормальным распределением спектра (n = 57)	увеличенными показателями ВРС (n = 8)	устойчивым доминированием LF (n = 8)	сниженными показателями ВРС (n = 9)
VLF	79 (-22,9; 263)	-54,7* (-79,3; -5,1)	-63,6 (-84,3; -34)	-53,8 (-70,3; 88,2)	8,7 (-39,6; 52,9)	-3,9 (-37,2; 19,1)
LF	131,8 (57,6; 209,9)	-57,1** (-76,1; -29,8)	-65,3 (-81,8; -53)	34,7 (-14,9; 140,7)	1,1 (-16,8; 48,1)	43,7 (11,5; 136,8)
HF	-31,7 (-52,3; -3,4)	-91,9** (-96,4; -80,7)	-94,6 (-97,7; -91)	-70,6 (-83,7; -58,9)	-83,2 (-87,4; -67,4)	-80 (-81,1; -50)

Примечание: данные представлены в виде медианы с нижним и верхним квартилями (25-й и 75-й процентиля). Различия динамики спектральных показателей ВРС при выполнении активной ортостатической пробы в группах пациентов с нейрогенными обмороками и контрольной значимы по Z-критерию ($p < 0,03^*$, $p < 0,001^{**}$).

Наиболее устойчивым признаком, отличающим обследуемых из контрольной группы, является увеличение LF-показателя ВРС во время ортостатической нагрузки, отражая усиление активности симпатического отдела ВНС. Именно усилением симпатического вазомотор-

ного влияния характеризуется быстрый приспособительный ответ на ортостатическую нагрузку. Этот признак позволяет делать вывод об эффективности барорецепторного контроля и возможности быстрого вегетативного ответа, позволяющего реализовать адаптационные возможности организма при перемещении в вертикальное положение посредством увеличения периферического сосудистого сопротивления.

В контрольной группе наблюдалось умеренное (в сравнении с основной группой) снижение показателя HF, отражающего парасимпатической тонус – в среднем на 30 % (не более чем на 50 %) от исходных в положении лежа. Иннервирующие сердце блуждающего нерва, расположенные в продолговатом мозге, постоянно находятся в состоянии некоторого возбуждения, обозначаемого термином «тонус». Центральная регуляция кардиоритма возможна путем снижения тормозного влияния, оказываемого на сердце тоническим возбуждением холинергических нейронов. Благодаря этому сердце обладает большим резервом для усиления своей деятельности. При этом выраженность хронотропного влияния блуждающего нерва зависит от интенсивности барорецепторной афферентации.

Исходя из особенностей изменений высокочастотных колебаний у обследуемых контрольной группы, можно сделать вывод, что снижение вагального влияния является универсальным механизмом, позволяющим сердцу реализовать резервные возможности во время ортостатической нагрузки, и регулируется благодаря барорецепторной чувствительности. При этом увеличение частоты сердечных сокращений в большинстве случаев умеренное, тахикардия возникала либо в случае более выраженного снижения HF (на 50–70 %), либо при гипердаптивном типе реакции, проявляющемся усилением колебательной структуры кардиоритма, прежде всего в диапазоне VLF.

Показатель VLF, отражая общие адаптационные возможности организма, при значительном изменении может обуславливать разнообразную вегетативную симптоматику, в частности учащение сердечных сокращений. Избыточная импульсация с барорецепторов, активирующая стволовые депрессорные механизмы, способна провоцировать вегетативные состояния вплоть до вазовагального криза при условии нарушений в центральном звене рефлекса. Можно сделать вывод, что именно уровень колебаний очень низкой частоты VLF, отражающего участие высших вегетативных центров, позволяет регулировать выраженность вегетативного ответа. Его значительные колебания в зависимости от динамики показателей других компонентов спектра определяют возможность возникновения того или иного клинического синдрома.

При анализе изменений спектральных показателей ВРС во время ортостатической нагрузки наиболее выразительным признаком, объединяющим всех больных с нейрогенными обмороками, является выраженное более чем на 50 % (в среднем на 90 %) снижение показателя HF. Выраженность колебаний парасимпатической активности нельзя объяснить потребностями адаптации, они указывают на патологический характер изменения регуляции.

По изменениям показателя симпатического влияния LF больных с нейрогенными обмороками можно было разделить на 2 группы. В первой, наиболее многочисленной (57 человек, 69 %), наблюдалось выраженное более чем на 50 % от исходных в положении лежа снижение LF-показателя. В случае снижения симпатической активности нарушается возможность регуляции сосудистого тонуса, при ортостатических нагрузках под воздействием сил гравитации происходит перемещение и депонирование большого объема крови в сосуды нижних конечностей. Снижение венозного возврата к сердцу и наполнения желудочков сердца запускает рефлекторный механизм тахикардии. Избыточная афферентная импульсация с механорецепторов, расположенных в стенках желудочков, приводит к торможению сосудистого центра продолговатого мозга, вызывая рефлекторную брадикардию и сосудистую гипотонию. Этот механизм известен как «желудочковая тория» возникновения обмороков [5, 6].

Нарушение функции симпатических волокон в клинической практике определяется как вегетативная недостаточность (G 90 МКБ-10). Известно много форм вегетативной недостаточности, как первичных идиопатических, так и вторичных, возникающих при токсических, ятрогенных повреждениях, в результате аутоиммунных нарушений. Из первичных невропатий наиболее часто встречаются идиопатическая ортостатическая гипотензия (синдром Брэдбери–

Эгглестон), семейная дизавтономия (синдром Райли–Дея), полисистемная дегенерация (синдром Шая–Дрейджера), болезнь Паркинсона и др.

Наиболее частым клиническим проявлением является ортостатическая гипотензия, но возникает она во время тестирования не всегда, чаще всего диагноз выставляется по данным анамнеза. Вероятность возникновения ортостатической гипотензии зависит от множества факторов: возраста, приема различных лекарственных средств, питьевого и температурного режима, времени суток, степени физического и эмоционального напряжения, целого ряда заболеваний. Ортостатическая гипотензия носит преходящий характер; результаты ортостатической пробы могут быть нормальными, и диагноз остается предположительным, основанным на данных анамнеза и исключении других причин потери сознания.

Симптомы гипоперфузии мозга (головокружение, рассеянность внимания, нечеткость зрения, общая слабость) и вегетативной активации (сердцебиение, дрожь, тошнота, ощущение похолодания в конечностях), возникающие после перехода в вертикальное положение, определяются как синдром нарушения ортостатической толерантности. В отличие от ортостатической гипотензии, не наблюдается падения АД. Могут появляться после острой вирусной инфекции и быть связаны с аутоиммунной вегетативной невропатией, а также при гиповолемии, дегидратации, детренированности вследствие длительного постельного режима [13].

Учитывая положение Селье о том, что стресс характеризуется выбором адаптационной стратегии в неблагоприятных условиях существования организма, представляет интерес определение механизмов поддержания достаточного уровня перфузионного давления в церебральных сосудах у больных с нарушением симпатической вазомоторной иннервации.

Компенсаторные механизмы разделяются на быстрого кратковременного и медленного длительного действия. К быстрым относится вегетативная регуляция, прежде всего осуществляемая посредством барорецепторов. В случае нарушения симпатической активности выраженные колебания парасимпатического тонуса позволяют обеспечить некоторую эффективность рефлекторной вегетативной регуляции, формируя относительное симпатическое преобладание при ортостатических нагрузках. При длительном напряжении, что имеет место у больных с вегетативной недостаточностью, кратковременные механизмы регуляции ослабевают, присоединяются более длительные, устойчивые механизмы компенсации к ортостатическим нарушениям, включающие нейрогуморальный контроль сосудистого тонуса и местную метаболическую регуляцию тонуса церебральных сосудов.

VLF спектра ВРС – многокомпонентный показатель, который включает влияние стволовых вегетативных центров, метаболическую активность и гормональную регуляцию [10]. Высшие вегетативные центры почти никогда не берут на себя функцию полного управления церебральным кровообращением, но осуществляют важные корригирующие влияния, направленные на восстановление гомеостаза, которые надстраиваются над сложным уровнем саморегуляции.

Ауторегуляция сосудистого тонуса обусловлена метаболическими механизмами. В данном случае изменения VLF можно расценивать как достаточность местной регуляции сосудистого тонуса и функции мозга. Кроме того, колебания очень медленной частоты ВРС отражают активность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, играющей основную роль в поддержании сосудистого тонуса в условиях вегетативной недостаточности.

Помимо вегетативной недостаточности, в патогенез возникновения нейрогенных обмороков могут быть вовлечены другие механизмы, требующие дополнительной коррекции. Резидуальные церебральные повреждения, последствия патологии ante- и перинатального периодов, обуславливают дисфункцию надсегментарных регуляторных центров. Изменение чувствительности барорецепторов, повышение реактивности мозговых сосудов на гипоканию могут приводить к церебральной вазоконстрикции, увеличивающей вероятность возникновения нейрогенных обмороков.

Изменения показателя LF во второй группе больных с нейрогенными обмороками (25 человек, 31 %) могли проявляться либо умеренным снижением, либо увеличением. Выраженная депрессия высокочастотного компонента HF при отсутствии значимых колебаний LF указывала на нарушение адаптационной функции. При более внимательном рассмотрении пятиэтапных записей мы определили у больных из данной группы наличие какого-либо из

клинико-волновых синдромов: гипердаптивного, энергодефицитного, синдрома барорецепторной дисфункции.

Гиперадаптивный синдром проявляется усилением вариабельности, преимущественно в диапазоне очень медленных частот. В эту же группу включались больные с избыточными значениями HF, характеризующими парасимпатическую активацию. Гиперадаптивный синдром наблюдался у 8 больных с нейрогенными обмороками (10 %). Клинической особенностью возникновения обмороков в данной группе пациентов было наличие провоцирующих факторов. У 6 больных обмороки возникали при эмоциональных нагрузках, при виде крови (ситуационные обмороки). Гиперадаптация свидетельствует о напряжении регуляторных механизмов, и именно этим можно объяснить наличие в данной группе больных с ситуационными обмороками. Можно предполагать нарушение функционирования высших вегетативных центров как причину возникновения обмороков. Стоит отметить, что 2 больных проходили обследования сразу после перенесенного обморока. Усиление вариабельности в данном случае можно объяснить активными функциональными перестройками для предупреждения повторения обморока.

Устойчивое преобладание колебаний низкой частоты LF и усиление их мощности во время пробы с гипервентиляцией указывает на наличие барорецепторных нарушений. Высказываются предположения о генетической основе данного феномена, семейном характере и высокой вероятности наследования. Для пациентов с синдромом барорецепторной дисфункции характерна артериальная гипотензия в молодом возрасте, в дальнейшем раннее формирование артериальной гипертензии [10]. Устойчивое преобладание колебаний диапазона LF определялось у 8 больных с НО (10).

Вероятно, возникновение синдрома барорецепторной дисфункции связано с нарушением чувствительности барорецепторов, избыточная импульсация с которых приводит к подавлению активности сосудистого центра продолговатого мозга и артериальной гипотензии; в дальнейшем происходит снижение чувствительности сосудистого центра, утрачивается его влияние на артериальное давление, что приводит к неконтролируемой артериальной гипертензии. Нарушение барорецепторного контроля, одного из основных механизмов быстрой адаптации к ортостатическим нагрузкам, может являться фактором риска возникновения синкопальных состояний.

Возможно, данный феномен может быть вызван длительным состоянием гипоксии головного мозга, приводящей к стимуляции симпатoadреналовой системы. Симпатическая активация под воздействием ортостатического или любого другого стресса может приводить к неадекватной церебральной вазоконстрикции и возникновению синкопальных состояний при нормальных показателях системной гемодинамики. Активная церебральная вазоконстрикция в отсутствии гипотензии и брадикардии описана как один из механизмов формирования тилт-индуцированных пресинкопе у детей [9].

У 3 пациентов в данной группе больных обмороки возникали при виде крови (ситуационные), что указывает на участие центральных механизмов в барорецепторной регуляции. Пять пациентов предъявляли жалобы на частые липотимические состояния.

В ответ на ортостатическую нагрузку у больных с устойчивым доминированием LF-компонента спектра ВРС происходило выраженное уменьшение высокочастотных колебаний, показатели VLF и LF могли как увеличиваться, так и снижаться.

Снижение ВРС свидетельствует об энергодефицитном состоянии, определялось у 9 больных с нейрогенными обмороками (11 %). Клинической особенностью пациентов в возрасте до 30 лет данной группы являлась тахикардия, определяемая в покое – один из характерных признаков вегетативной недостаточности. У пациентов старшего возраста со сниженной вариабельностью сердечного ритма диагностировались сопутствующие соматические заболевания. При наличии энергодефицитного состояния в случае обострения хронических соматических заболеваний, стрессовых ситуаций можно ожидать возникновения синкопальных состояний.

У пациентов с низкими показателями вариабельности при выполнении АОП, несмотря на увеличение LF, происходит выраженное снижение HF-показателя, что указывает на пато-

логический характер приспособительных процессов. Умеренное снижение VLF может свидетельствовать о снижении адаптационных возможностей организма.

Снижение колебательной структуры кардиоритма часто регистрируется при полинейропатиях с повреждением вегетативных волокон, иннервирующих сердце. После денервации сердца увеличение количества перекачиваемой им крови при нагрузках достигается главным образом за счет возрастания систолического выброса при незначительном учащении сердечных сокращений, тогда как в норме увеличение минутного объема крови в большей степени зависит от увеличения ЧСС. Преимущественную роль приобретает реагирование миокарда на катехоламины, вырабатываемые надпочечниками и доставляемые кровью, и в большей степени проявляется значение миогенной регуляции миокарда [14].

Представленные особенности свидетельствуют о возможности возникновения нейрогенных обмороков у больных без выраженной депрессии показателей LF и HF спектра ВРС во время ортостатической нагрузки. В этом случае их объединяет наличие четко выраженного одного из клинико-волновых синдромов, и в целях профилактики возникновения нейрогенных обмороков требуется коррекция, направленная на восстановление правильной структуры спектра ВРС и улучшение вегетативной регуляции.

Заключение

Подводя итог исследованию, необходимо признать, что при помощи спектрального анализа ВРС активная ортостатическая проба позволяет выявлять специфические особенности вегетативной регуляции, определяющие конкретные нозологические формы, а также возможности компенсаторных механизмов. На рис. 1 представлена модель клинической интерпретации изменений спектральных показателей ВРС в ответ на ортостатическую нагрузку.

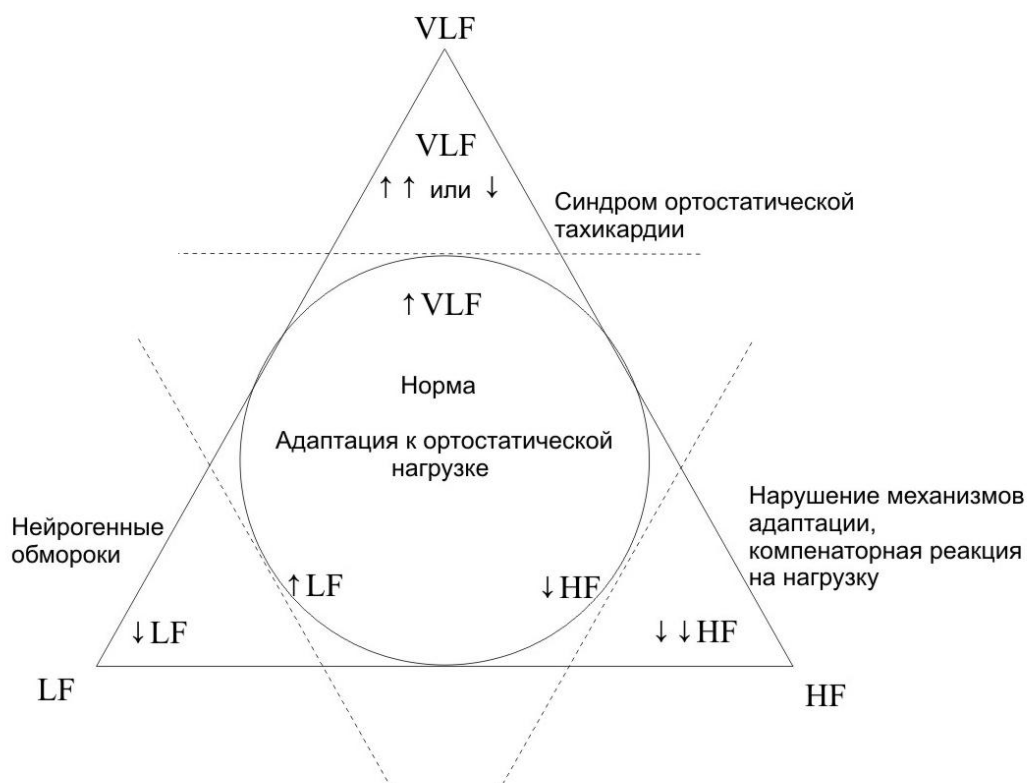


Рис. 1. Модель клинической интерпретации изменений спектральных показателей ВРС в ответ на ортостатическую нагрузку: VLF – очень низкочастотный; LF – низкочастотный; HF – высокочастотный компоненты спектра variability ритма сердца; ↑ – увеличение показателя во время ортостатической нагрузки; ↑↑ – выраженное увеличение показателя; ↓ – снижение показателя; ↓↓ – выраженное снижение

Нормальные процессы адаптации к ортостатической нагрузке заключаются в умеренных изменениях вариабельности ритма сердца, усилении колебаний в диапазоне низких и очень низких частот при возможном уменьшении высокочастотных колебаний. Выраженное более чем на 50 % от исходных значений снижение показателя парасимпатической активности HF во время пробы указывает на нарушение нормальных механизмов адаптации, компенсаторный характер изменений.

Снижение мощности LF во время нагрузки свидетельствует о нарушении симпатической вазомоторной иннервации, возможности возникновения ортостатической гипотензии. У больных с нейрогенными обмороками в большинстве случаев снижение компонента LF было выражено более чем на 50 % от исходных показателей.

Усиление колебаний в диапазоне очень низких частот VLF либо их снижение указывают на нарушение процессов адаптации, что может проявляться синдромом ортостатической тахикардии.

У 31 % больных с нейрогенными обмороками отмечалась нормальная вегетативная реактивность на ортостатическую нагрузку. У пациентов этой группы определялись исходные изменения амплитуды или соотношения компонентов спектра ВРС, обобщенные в клинико-волновые синдромы (гиперадаптивный, энергодефицитный, барорецепторной дисфункции). Таким образом, подтверждалось предположение, что исходные особенности вегетативного обеспечения могут влиять на возможность возникновения нейрогенных обмороков.

При гиперадаптивных состояниях повышенное вегетативное напряжение может приводить к формированию неадекватной надсегментарной программы регуляции вегетативных функций, что и было подтверждено результатами клинико-анамнестического анализа. В частности, ситуационные обмороки, обусловленные эмоциональным напряжением, возникали у 6 из 8 больных в данной группе. Двое больных обследовались в ближайшее время после синкопального состояния, усиление ВРС в данном случае можно объяснить активными функциональными перестройками вегетативной регуляции.

Барорецепторная дисфункция определялась при устойчивом преобладании LF-колебаний в спектре ВРС. Нарушение барорецепторного контроля, основного компонента системы быстрой адаптации к ортостатической нагрузке, может определять возможность возникновения нейрогенных обмороков. У 5 из 8 пациентов данной группы часто возникали предобморочные (липотимические) состояния.

Депрессия колебательной структуры кардиоритма характерна для энергодефицитных состояний, наблюдалась преимущественно у пациентов пожилого возраста и у больных с различными хроническими соматическими заболеваниями. В случае обострения заболеваний, дополнительных стрессовых факторов у данных пациентов можно ожидать повторения обмороков.

Таким образом, центральное звено методики анализа нарушений вегетативной регуляции у больных с нейрогенными обмороками – предложенная автором модель различных типов изменений медленноволновой структуры кардиоритма на ортостатическую нагрузку, включающая особенности клинических проявлений выделенных паттернов.

Вышеизложенное позволяет сформулировать следующие основные принципы использования спектрального анализа ВРС при выполнении активной ортостатической пробы: 1) клинико-физиологическая интерпретация результатов пробы должна основываться не на оценке конечного соотношения спектральных показателей, возникающего после нагрузки, а на их изменениях в сравнении с начальными значениями; 2) адаптационные возможности должны рассматриваться с позиции выделения быстрых и медленных приспособительных механизмов; 3) при анализе нагрузочной динамики спектра ВРС необходимо учитывать следующие факторы: исходный уровень показателей, возможные изменения с учетом классификации клинико-волновых синдромов, данные анамнеза (наличие у обследуемого синкопальных и липотимических состояний). Оценка изменений колебательной структуры кардиоритма, клиническая интерпретация полученных данных зависит от сочетания этих факторов.

Приведенные выше правила позволяют в каждом конкретном случае формулировать прогностическое заключение о возможном риске развития ортостатических нарушений, синкопальных состояний, несмотря на разнообразие возможных вариантов изменений спектра ВРС у больных с вегетативными нарушениями. Это определяет целесообразность использо-

вания спектрального анализа ВРС во время выполнения активной ортостатической пробы у больных с ортостатическими нарушениями, приступами потери сознания.

Изложенные выше материалы исследования позволили сформулировать следующие выводы:

1. Нормальная реактивность на ортостатическую нагрузку заключается в умеренных изменениях спектральных показателей ВРС. В частности, снижение HF в среднем на 30 % от исходных значений в положении лежа обеспечивает относительное доминирование LF-показателя симпатической вазомоторной активности. При этом снижение тонического вагального влияния позволяет сердцу реализовать резервные возможности за счет усиления хронотропной функции. Данная реакция обеспечивает быстрый вегетативный ответ на ортостатическую нагрузку.

2. Выраженность сдвигов VLF-показателя влияет на возможность возникновения тахикардии при ортостатической нагрузке. Нормальные приспособительные реакции проявляются умеренным увеличением VLF.

3. Снижение показателя LF во время пробы у больных с нейрогенными обмороками свидетельствует о вегетативной недостаточности. В данном случае обмороки могут быть обусловлены патологическим кардиоваскулярным рефлексом, возникающим в ответ на ортостатическую гипотензию и снижение венозного возврата к сердцу. Данный признак свидетельствует о высокой вероятности повторения обмороков.

4. Выраженное снижение показателя HF во время ортостатической нагрузки (более чем на 50 % от исходных) свидетельствуют о патологическом характере приспособления, таким образом реализуется срочная компенсаторная реакция на нагрузку.

5. Прогностически неблагоприятным признаком у больных с нейрогенными обмороками является снижение показателя VLF во время ортостатической нагрузки, свидетельствуя о нарушении механизмов длительной компенсации к ортостатической гипотензии.

6. Исходные изменения мощности и соотношения компонентов спектра, заключающиеся в усилении вариабельности, прежде всего в диапазонах VLF и HF, либо устойчивом преобладании LF-компонента спектра, а также при депрессии колебательной структуры кардиоритма, обобщенные в клинко-волновые синдромы (гиперадаптивный, барорецепторной дисфункции, энергодефицитный), могут определять возможность возникновения нейрогенных обмороков при нормальных показателях вегетативной реактивности на ортостатическую нагрузку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Г.А., Ерохина Л.Г., Стыкан О.А. Неврология синкопальных состояний. – М.: Медицина, 1987. – 208 с.
2. Гузева В.И. Эпилепсия и неэпилептические пароксизмальные состояния у детей. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2007. – 568 с.
3. Soteriades E.S., Eynans J.C., Larson M.G. et al. Incidence and prognosis of syncope // *N. Engl. J. Med.* – 2002. – V. 347, N 12. – P. 878–885.
4. Миллер О.Н., Бондарева З.Г., Гусева И.А. Причины синкопальных состояний у лиц молодого возраста // *Российский кардиологический журнал.* – 2003. – № 3. – С. 25–29.
5. Дупляков Д.В., Головина Г.А., Гаврилова Е.А. Спорные вопросы патогенеза нейромедиаторных синкопов // *Вестник аритмологии.* – 2008. – Т. 51, № 51. – С. 44–49.
6. Синкопальные состояния в клинической практике / Под ред. С.Б. Шутова. – СПб.: ЭЛБИ-СПб., 2009. – 336 с.
7. Eberhardt H., Fölsing R., Herterich R. Evaluation of syncope in children with tilt table test // *Klin. Pediat.* – 2003. – V. 215, N 4. – P. 228–233.
8. Furlan R., Piazza S., Dell’Orto S. et al. Cardiac autonomic patterns preceding occasional vasovagal reactions in healthy humans // *Circulation.* – 1998. – V. 98. – P. 1756–1761.
9. Тюрина Т. В. Вариабельность сердечного ритма у больных с кардиоингибиторными и вазодепрессорными нейрогенными обмороками // *Вестник аритмологии.* – 2004. – № 35 (прил.). – С. 70–72.

10. Флейшман А. Н. Медленные колебания гемодинамики: теория, практическое применение в клинической медицине и профилактике. – Новосибирск: Наука, 1999. – 264 с.
11. Леонтьева И.В., Тарасова А.В., Тутельман К.М. и др. Новые возможности диагностики синкопальных состояний у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2005. – № 1. – С. 23–27.
12. Brignole M., Menozzi C., Del Rosso A. et al. New classification of haemodynamics of vasovagal syncope: beyond the VASIS classification. Analysis of the pre-syncopal phase of the tilt test without and with nitroglycerin challenge // Europace. – 2000. – V. 2. – P. 66–76.
13. Штульман Д.Р., Левин О.С. Неврология. Справочник практического врача. – М.: МЕД-пресс-Информ, 2008. – 1024 с.
14. Физиология кровообращения. Физиология сердца. Серия «Руководство по физиологии» / под ред. Е.Б. Бабского. – Л.: Наука, 1980. – 387 с.

Поступила 21.01.2015 г.