

## Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у больных гипертонической болезнью с синдромом обструктивного апноэ во время сна

В. В. Щёкотов, Е. А. Лучникова, П. Н. Барламов

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский государственный медицинский университет  
имени академика Е. А. Вагнера» Министерства  
здравоохранения Российской Федерации, Пермь, Россия

### Контактная информация:

Щёкотов Владимир Валерьевич,  
ГБОУ ВПО «ПГМУ им. акад. Е. А. Ваг-  
нера» Минздрава России, ул. Б. Гагарина,  
д. 68, Пермь, Россия, 614077.  
Тел.: +7(342)263-43-99.  
E-mail: healthpro@mail.ru

Статья поступила в редакцию  
08.10.15 и принята к печати 23.10.15.

### Резюме

**Цель исследования** — проанализировать особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у пациентов гипертонической болезнью (ГБ) с различной тяжестью синдрома обструктивного апноэ во время сна (СОАС) в покое и при проведении активной ортостатической пробы (ОСП). **Материалы и методы.** Обследовано 65 больных ГБ, средний возраст —  $53,7 \pm 10,1$  года; из них — 26 человек с СОАС легкой и средней степени тяжести (группа 1) и 39 человек с тяжелым СОАС (группа 2). В комплекс обследования входило определение антропометрических показателей, проведение кардиопульмонального мониторинга (КПМ), анализ вариабельности ритма сердца (ВРС) в покое и при проведении ОСП. **Результаты.** В группе 1 выявлено преобладание симпатических влияний в регуляции сердечного ритма, а также значительный вклад волн очень низкой частоты (VLF — very low frequency) в общий спектр. Основные показатели КПМ в этой группе не влияли на показатели ВРС. В группе 2 выраженность нарушений дыхания во время сна прямо коррелировала с увеличением доли волн низкой частоты и коэффициента LF/HF, а также снижением доли волн высокой частоты (HF — high frequency). При проведении ОСП в группе 1 увеличивалась общая мощность спектра за счет большего вклада волн низкой частоты (LF — low frequency) и VLF-волн. Коэффициент LF/HF возрастал при проведении ОСП. В группе 2 парадоксально увеличивалась доля HF-волн в регуляции сердечного ритма. Коэффициент LF/HF уменьшался. **Выводы.** Выявлено нарушение вегетативной регуляции сердечного ритма у пациентов с СОАС. С увеличением степени тяжести СОАС происходила избыточная симпатическая активация, проявляющаяся увеличением доли VLF и LF-волн в сердечном ритме.

**Ключевые слова:** синдром обструктивного апноэ во время сна, гипертоническая болезнь, вариабельность ритма сердца

Для цитирования: Щёкотов В. В., Лучникова Е. А., Барламов П. Н. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у больных гипертонической болезнью с синдромом обструктивного апноэ во время сна. Артериальная гипертензия. 2016;22(1):15–22. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-1-15-22.

## Heart rate autonomic regulation in hypertensive patients with obstructive sleep apnea syndrome

V. V. Shchekotov, E. A. Luchnikova, P. N. Barlamov

Perm State Medical University named after Academician  
E. A. Vagner, Perm, Russia

Corresponding author:

Vladimir V. Shchekotov,  
Perm State Medical University n.a.  
Academician E.A. Vagner 68 B. Gagarin  
street, Perm, 614077 Russia.  
Phone: +7(342)263-43-99.  
E-mail: healthpro@mail.ru

Received 8 October 2015;  
accepted 23 October 2015.

### Abstract

**Objective.** To analyze peculiarities of heart rate autonomic regulation in patients with hypertension and obstructive sleep apnea (OSA) at rest and during active orthostatic test (AOT). **Design and methods.** The study involved 65 patients, average age —  $53,7 \pm 10,1$  years. The complex examination included anthropometric parameters measurement, cardiopulmonary monitoring (CPM), and analysis of heart rate variability (HRV) at rest and during the AOT. **Results.** The group 1 included 26 people with mild-to-moderate OSA, the group 2 consisted of 39 patients with severe OSA. In group 1 sympathetic influences on the heart rate regulation were predominant, and very low frequency (VLF) waves made a significant contribution in the overall spectrum. Key indicators of the CPM had no effects on HRV in group 1. In group 2, the severity of respiratory disorders directly affected the heart rate: low frequency (LF) waves and the LF/HF index, while high frequency (HF) waves reduced along with the increase in OSA severity. In group 1, the total capacity of the spectrum increased due to a larger contribution of LF-waves and VLF-waves during the AOT. The LF/HF index increased during the AOT. In group 2, there was a paradoxical increase in HF-waves, and a decrease in LF/HF index. **Conclusions.** The autonomic regulation of the heart rate is disturbed in hypertensive patients with OSA. Excessive sympathetic activation occurs as OSA severity increases, manifesting as the rise of VLF and LF-waves proportion and being the most profound in patients with severe OSA.

**Key words:** obstructive sleep apnea syndrome, hypertension, heart rate variability

*For citation: Shchekotov VV, Luchnikova EA, Barlamov PN. Heart rate autonomic regulation in hypertensive patients with obstructive sleep apnea syndrome. Arterial'naya Gipertenziya = Arterial Hypertension. 2016;22(1):15-22. doi: 10.18705/1607-419X-2016-22-1-15-22.*

### Введение

Синдром обструктивного апноэ во время сна (СОАС) характеризуется эпизодами полной или неполной остановки дыхания во время сна за счет спадения мягких тканей на уровне глотки продолжительностью более 10 секунд, сопровождающимися снижением уровня кислорода крови. СОАС встречается у 3–7% мужчин и 2–5% женщин [1]. СОАС часто сопровождает такие патологические состояния, как ожирение, сахарный диабет, ишеми-

ческая болезнь сердца, различные виды аритмий, гипертоническая болезнь (ГБ) [2, 3].

Нарушение вегетативной регуляции систем организма — неотъемлемая часть СОАС. Характеристика вариабельности ритма сердца (ВРС) — один из самых простых рутинных методов оценки влияния вегетативной регуляции на сердечно-сосудистую систему. В ряде исследований показано, что СОАС сопровождается преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм. При этом

степень нарушений напрямую зависит от степени тяжести СОАС. В основном все исследователи основывались на данных ночных записей электрокардиограммы (ЭКГ), проводимых одновременно с полисомнографическими исследованиями [4, 5]. Данных о состоянии вегетативной нервной системы в дневные часы значительно меньше. В работе, посвященной исследованию ВРС в дневное время, было показано, что у пациентов с СОАС степень нарушений вегетативной регуляции ритма сердца напрямую зависит от тяжести нарушений дыхания во время сна, причем изменения ВРС не зависели от наличия ГБ и сердечной недостаточности [6]. Работ, посвященных сравнению степени нарушений вегетативной регуляции сердечного ритма у пациентов с СОАС различной степени тяжести предельно мало, а результаты их противоречивы.

Мы предположили, что эпизоды апноэ и десатурации в ночное время приводят к недостаточной вегетативной обеспеченности деятельности сердечно-сосудистой системы при функциональных нагрузках днем.

**Цель исследования** — проанализировать особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у пациентов ГБ с различной тяжестью СОАС в дневные часы (состояние покоя), а также оценить адаптивные возможности у таких пациентов при проведении ортостатической пробы.

### Материалы и методы

В нашем исследовании приняло участие 65 пациентов с ГБ. Из них с I стадией ГБ — 8 человек (12,3%), с II — 8 (12,3%) и с III — 49 человек (75,4%). Среди них 27 женщин и 38 мужчин. Средний возраст —  $53,7 \pm 10,1$  года. Все пациенты предъявляли жалобы на ночной храп и/или дневную сонливость. Критерии исключения: наличие хронической сердечной недостаточности IV функционального класса, нарушения ритма сердца на момент исследования, расстройство мозгового кровообращения, инфаркт миокарда менее чем за 6 месяцев до исследования, состояние после аортокоронарного шунтирования (менее 6 месяцев), бронхиальная астма в анамнезе, анемия, злокачественные новообразования, патология ЛОР-органов.

В комплекс проводимых диагностических процедур входило общеклиническое обследование с определением антропометрических показателей. Измерение офисного артериального давления проводилось трижды с интервалом в 2–3 минуты, на плечевой артерии по методу Короткова. Диагноз ГБ ставился на основании Национальных рекомен-

даций по диагностике и лечению артериальной гипертензии [7]. Длительность ГБ определяли по данным медицинской документации и анамнезу. Все пациенты получали индивидуализированную антигипертензивную терапию, которая отменялась за 3 дня до исследования ВРС. Ситуационная терапия осуществлялась каптоприлом.

Всем пациентам было проведено кардиопульмональное мониторирование (КПМ), запись ЭКГ с последующим анализом ВРС. КПМ проводилось с помощью прибора ResMed, ApneaLink (Германия). Аппарат позволяет регистрировать респираторный дыхательный поток и сатурацию кислорода во время сна. Прибор используется для скрининговой диагностики СОАС. Протокол исследования включает: количество эпизодов апноэ и гипопноэ, ограничение воздушного потока, храп, сатурацию кислорода в крови, эпизоды дыхания Чейн-Стокса за время записи.

Индекс апноэ-гипопноэ (ИАГ) — количество эпизодов апноэ и гипопноэ за час записи. Апноэ определяли как полное прекращение воздушного потока длительностью более 10 секунд. Гипопноэ — снижение воздушного потока более чем на 50% или ограничение более чем на 30%, сопровождающееся снижением сатурации на 3% и более, длительностью более 10 секунд. Количество эпизодов апноэ за час записи принято называть индексом апноэ (ИА), количество эпизодов десатурации за час записи — индексом десатурации (ИД). Оба показателя могут быть использованы для оценки степени нарушения дыхания во время сна.

СОАС диагностировали согласно рекомендациям Американской академии медицины сна [8]. Дневная сонливость измерялась с помощью шкалы оценки Эпворта [9].

ВРС оценивалась с помощью системы «НейроСофт» (Россия) и ее программного модуля «ПолиСпектр-Ритм». Исследование включало запись ЭКГ в покое (300 кардиоинтервалов) и при проведении активной ортостатической пробы (ОСП). Оценка ВРС проводилась с 11:00 до 12:00 часов дня. Пациенты обследовались натошак. После 10-минутного отдыха в положении лежа проводилась регистрация ЭКГ (300 кардиоинтервалов) в I стандартном отведении. Затем пациента просили быстро встать (ортостатическая проба). В течение 6 минут регистрировали ЭКГ в положении стоя. Далее проводился спектральный анализ данных. Оценивались общая мощность спектра (TP — total power); мощность волн очень низкой (VLF — very low frequency), низкой (LF — low frequency) и высокой (HF high frequency) частот, измеренные в абсолютных единицах мощности — миллисекун-

## ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУПП ПАЦИЕНТОВ

Показатель	СОАС легкой и средней тяжести (n = 26)	СОАС тяжелой степени (n = 39)	p
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	35,19 ± 7,35	40,15 ± 8,53	0,019
Возраст, годы	52,73 ± 10,9	54,38 ± 8,29	0,490
Мужчины/женщины, n	13 / 13	25 / 14	0,265
Длительность ГБ, годы	8,52 ± 6,53	10,59 ± 5,61	0,182
Средний показатель САД, мм рт. ст.	150,84 ± 21,44	148,77 ± 22,00	0,712
Средний показатель ДАД, мм рт. ст.	83,28 ± 12,65	85,41 ± 13,54	0,531
ИАГ, событий/час	9,28 ± 7,34	54,61 ± 16,9	< 0,001
ИА, событий/час	4,20 ± 5,09	37,7 ± 20,5	< 0,001
ИД, событий/час	13,23 ± 11,66	49,39 ± 16,5	< 0,001
Средняя длительность апноэ, с	48,14 ± 9,86	32,3 ± 9,6	< 0,001
Шкала оценки Эпворта	6,53 ± 3,99	12,76 ± 6,80	0,003

**Примечание:** СОАС — синдром обструктивного апноэ во время сна; ИМТ — индекс массы тела; ГБ — гипертоническая болезнь; САД — систолическое артериальное давление; ДАД — диастолическое артериальное давление; ИАГ — индекс апноэ-гипопноэ; ИА — индекс апноэ; ИД — индекс десатурации.

дах, возведенных в квадрат (мс<sup>2</sup>), в относительных единицах мощности — нормализованных единицах (LFnu и HFnu) и в процентах. Вычислялся коэффициент вагосимпатического баланса (LF/HF).

Исследование одобрено локальным этическим комитетом. Все пациенты подписали информированное согласие.

Статистическая обработка проводилась с помощью программного обеспечения «Statistica 6.0». Связь признаков оценивали при помощи коэффициентов корреляции Пирсона (r). Для проверки значимости различий применяли t-критерий Стьюдента, критерий Манна-Уитни для независимых групп. Внутригрупповые сравнения проводились с помощью критерия знаков. Данные представляли в виде  $M \pm \sigma$ . Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

После проведения всего комплекса исследований все пациенты были разделены на 2 группы по степени тяжести СОАС. В первую группу вошло 26 человек с ИАГ не более 30 событий в час сна (легкая и средняя степени тяжести СОАС), во вторую группу вошло 39 человек с ИАГ  $\geq 30$  событий в час сна (тяжелая степень СОАС). Характеристики групп приведены в таблице 1.

Группы 1 и 2 значительно отличались по всем показателям КПМ, а также по индексу массы тела. По возрастному и половому составу, характеристикам ГБ группы были идентичны.

При проведении корреляционного анализа между показателями КПМ и ВРС среди всех обследованных было выявлено увеличение доли

гуморально-метаболических и симпатических влияний на сердечный ритм с увеличением степени тяжести СОАС.

При увеличении ИАГ и ИА происходило увеличение доли волн VLF в общем спектре ( $r = 0,300$ ,  $p = 0,039$  и  $r = 0,391$ ,  $p = 0,010$  соответственно). Их доля уменьшалась при увеличении средней продолжительности эпизода апноэ ( $r = -0,347$ ,  $p = 0,048$ ). При этом средняя продолжительность апноэ уменьшалась параллельно увеличению степени тяжести СОАС ( $r = -0,686$ ,  $p < 0,001$ ).

У пациентов с большей степенью тяжести СОАС в КПМ фиксировались более низкие показатели минимальной сатурации кислорода во время эпизодов апноэ ( $r = -0,518$ ,  $p < 0,001$ ). Снижение уровня кислорода в крови приводило к увеличению симпатических влияний на сердечный ритм — выявлена обратная зависимость между коэффициентом LF/HF и минимальным содержанием кислорода в крови за время записи ( $r = -0,368$ ,  $p = 0,015$ ).

В группе 1 наблюдалась тенденция к преобладанию симпатических влияний в регуляции сердечного ритма: с увеличением ИД, происходило увеличение значений коэффициента LF/HF. ИД прямо коррелировал с ИАГ ( $r = 0,911$ ,  $p < 0,001$ ), что может отражать степень нарушения дыхания во время сна (табл. 2).

Значимой взаимосвязи с показателями LFnu и HFnu в этой группе не было выявлено, однако тенденция к возрастанию доли гуморальных влияний сохранялась. Процентный вклад волн VLF существенно возрастал с увеличением ИД ( $r = 0,485$ ,  $p = 0,026$ ). Обратная зависимость была выявлена между

ПОКАЗАТЕЛИ КОРРЕЛЯЦИЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ  
РИТМА СЕРДЦА И КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ В ПОКОЕ

Показатель	LF/HF		TP, мс <sup>2</sup>		LF, nu		HF, nu	
	СОАС легкой и средней тяжести	СОАС тяжелой степени	СОАС легкой и средней тяжести	СОАС тяжелой степени	СОАС легкой и средней тяжести	СОАС тяжелой степени	СОАС легкой и средней тяжести	СОАС тяжелой степени
ИАГ, событий/час	0,153	<b>0,427*</b>	0,167	<b>-0,404*</b>	0,171	0,333	-0,171	-0,333
ИА, событий/час	0,029	<b>0,461*</b>	-0,014	<b>-0,554*</b>	0,195	<b>0,461*</b>	-0,195	-0,462*
ИД, событий/час	<b>0,638*</b>	0,294	0,043	0,039	0,341	0,137	-0,341	-0,137
Минимальная сатурация, %	<b>-0,726*</b>	-0,129	0,134	-0,098	-0,325	-0,115	0,325	0,115
Средняя продолжительность апноэ, с	-0,452	-0,107	0,344	0,469	-0,347	-0,095	0,347	0,095

**Примечание:** LF/HF — коэффициент LF/HF; TP, мс<sup>2</sup> — общая мощность спектра, мс<sup>2</sup>; LF, nu — доля волн LF, измеренная в nu; HF, nu — доля волн HF, измеренная в nu; СОАС — синдром обструктивного апноэ во время сна; ИАГ — индекс апноэ-гипопноэ; ИА — индекс апноэ; ИД — индекс десатурации; \* —  $p < 0,05$ .

относительным значением VLF и минимальной сатурацией ( $r = -0,506$ ,  $p = 0,019$ ), а также между относительным значением VLF и средней длительностью эпизода апноэ ( $r = -0,584$ ,  $p = 0,017$ ). Таким образом, в этой группе выявлен значительный вклад волн VLF в регуляцию сердечного ритма, что свидетельствует о смещении уровня регуляции на надсегментарный гуморально-метаболический уровень.

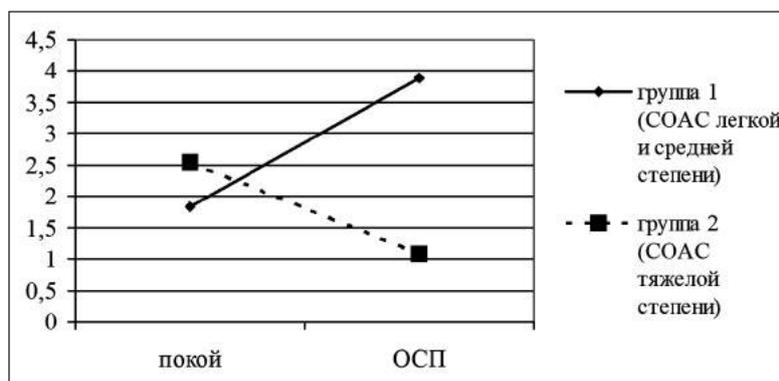
Основные показатели КППМ (ИАГ, ИА) в этой группе не коррелируют с показателями ВРС, что может быть связано с легкой и средней степенью кардиопульмональных нарушений во время сна.

В группе 2 выраженность нарушений дыхания была непосредственно связана с сердечным ритмом: с увеличением ИАГ и ИА происходило увеличение доли волн низкой частоты и коэффициента LF/HF, а также пропорциональное снижение HF-волн (табл. 2).

Что касается вклада VLF-волн в регуляцию сердечного ритма, в этой группе также сохранялось увеличение доли гуморально-метаболических влияний параллельно нарастанию тяжести СОАС (для ИАГ —  $r = 0,472$ ,  $p = 0,017$ ; для ИА —  $r = 0,602$ ,  $p = 0,003$ ). По-видимому, триггерную активность по отношению к вегетативной регуляции в контуре сердечно-сосудистой системы проявляет только СОАС тяжелой степени.

При проведении ОСП в группе 1 происходило увеличение общей мощности спектра за счет большего вклада низкочастотных волн и волн очень низкой частоты. Доля HF-волн в абсолютных единицах мощности уменьшалась (табл. 3). Коэффициент LF/HF возрастал при проведении ОСП (рис. 1). Таким образом, можно говорить об избыточной активации симпатического звена регуляции сердечного ритма и смещении уровня регуляции на над-

Рисунок 1. Коэффициент LF/HF в покое и при проведении ортостатической пробы



**Примечание:** СОАС — синдром обструктивного апноэ во время сна; ОСП — ортостатическая проба.

Таблица 3

СТРУКТУРА ОБЩЕГО СПЕКТРА В ПОКОЕ И ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ  
(ВНУТРИГРУППОВОЕ СРАВНЕНИЕ)

Показатель	VLF, %		LF, %		HF, %	
	В покое	ОСП	В покое	ОСП	В покое	ОСП
СОАС легкой и средней тяжести	33,94 ± 19,57	44,70 ± 19,04	30,37 ± 14,92	32,82 ± 13,14	<b>35,48 ± 20,71</b>	<b>22,47 ± 17,62*</b>
СОАС тяжелой степени	42,55 ± 28,02	38,77 ± 25,33	23,07 ± 11,62	22,62 ± 7,11	<b>34,36 ± 26,80</b>	<b>38,58 ± 22,01*</b>

**Примечание:** VLF, % — доля волн очень низкой частоты в общем спектре, %; LF, % — доля волн низкой частоты в общем спектре, %; HF, % — доля волн высокой частоты в общем спектре, %; ОСП — ортостатическая проба; СОАС — синдром обструктивного апноэ во время сна; \* —  $p < 0,05$ .

Таблица 4

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА В ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЕ В ГРУППАХ 1 И 2  
(МЕЖГРУППОВОЕ СРАВНЕНИЕ)

Показатель	СОАС легкой и средней тяжести	СОАС тяжелой степени	p
LF, nu	66,67 ± 22,65	39,94 ± 16	<b>0,001</b>
HF, nu	33,34 ± 22,64	60,06 ± 16	<b>0,001</b>
LF/HF	3,89 ± 4,15	1,07 ± 1,57	<b>0,002</b>

**Примечание:** СОАС — синдром обструктивного апноэ во время сна; LF, nu — доля волн LF, измеренная в nu; HF, nu — доля волн HF, измеренная в nu; LF/HF — коэффициент LF/HF.

сегментарный гуморальный уровень у больных ГБ с ИАГ менее 30 событий в час сна.

В группе 2 — при проведении ОСП общая мощность спектра увеличивалась в разы. Происходило парадоксальное увеличение доли волн высокой частоты (HF) в регуляцию сердечного ритма (табл. 3). Коэффициент LF/HF уменьшался (рис. 1). Процентное распределение волн было близко к нормальному, хотя активность симпатического звена регуляции была избыточной. Увеличение доли волн очень низкой частоты в общем спектре свидетельствует об избыточности гуморально-метаболических влияний на сердечный ритм при проведении функциональной пробы.

О разной реактивности автономной нервной системы на нагрузку у пациентов с различной степенью тяжести СОАС говорят данные, полученные с помощью межгруппового анализа с использованием критерия Манна-Уитни для независимых групп (табл. 4). Подтверждается противоположное влияние отделов автономной нервной системы на ВРС при проведении ОСП в двух группах.

**Обсуждение**

Данные исследований, посвященных оценке ВРС у пациентов с СОАС, противоречивы. Прежде всего они отличаются методическими подходами. Анализируются разные по длительности записи

ЭКГ; для анализа используются как временные, так и спектральные показатели.

Обычно ВРС оценивается по данным суточного мониторирования ЭКГ или ночным записям ЭКГ, полученным при проведении полисомнографии.

В большинстве исследований показано снижение доли HF-волн и повышение коэффициента LF/HF у пациентов с СОАС в сравнении с пациентами без нарушений дыхания во время сна, а также при повышении степени тяжести синдрома [10, 11].

По результатам нашего анализа разницы между 1 и 2 группами в покое по показателям LF, HF, VLF, коэффициенту LF/HF получено не было. Однако с увеличением ИАГ отмечалась тенденция к увеличению доли волн LF, снижению тромбоцитов и доли HF-волн в общем спектре. В ранее проведенных исследованиях получены сходные результаты [10, 11].

Ряд авторов также наблюдал увеличение доли волн VLF и HF в общем спектре [12, 13], что было объяснено выраженной дыхательной аритмией во время сна у пациентов с СОАС. Мы склонны полагать, что подобные изменения регуляции сердечного ритма сохраняются во время бодрствования.

В. М. Михайлов с соавторами исследовал реактивность вегетативной нервной системы у пациентов с ГБ. Согласно его данным, при наличии

у больных ГБ гипертрофии левого желудочка при проведении ОСП происходило нарастание активности гуморально-метаболических влияний на сердечный ритм (увеличение доли VLF-волн). Отмечался более слабый ответ симпатического звена автономной нервной системы. Полученные нами результаты в группе легкой и средней тяжести СОАС были сходны с этими данными. Возможно, у этих пациентов влияние СОАС на ВРС менее значимо, чем вклад ГБ.

В исследовании L. T. Montemurro и соавторов (2014) получены различия в VLF-компоненте у пациентов с тяжелым СОАС в зависимости от степени дневной сонливости. Авторы рассматривают VLF-компонент как показатель симпатического влияния на ВРС, наряду с LF-компонентом [14]. Отсутствие дневной сонливости у части пациентов с тяжелым течением СОАС авторы объясняют высокой симпатической активностью, проявляющейся большими значениями VLF в этой группе пациентов, в сравнении с группой, предъявляющей жалобы на дневную сонливость. В нашем исследовании в обеих группах также наблюдалось увеличение доли волн VLF в общей мощности спектра.

Исследование имеет ряд ограничений. Результаты ВРС, полученные при записи дневных коротких отрезков не всегда хорошо воспроизводимы. При этом большая вариабельность наблюдается в группе пациентов с исходно нормальной ЭКГ и без сердечно-сосудистой патологии. Наибольший разброс значений возможен у показателя VLF ( $\text{мс}^2$ ). Таким образом, анализ VLF-компонента в регуляции сердечного ритма в коротких записях нужно проводить только с учетом клинических данных, а о возможном генезе этих волн можно говорить с известной осторожностью. В то же время проведение спектрального анализа на основе преобразования Фурье и оценка реактивности организма при проведении функциональных проб практически невозможны в 24-часовой записи [15].

### Выводы

1. У больных ГБ в сочетании с СОАС при анализе коротких записей ЭКГ в покое и при проведении ОСП в дневное время обнаруживается нарушение вегетативной регуляции симпатической направленности.

2. С увеличением степени тяжести СОАС у больных ГБ происходит избыточная симпатическая активация, проявляющаяся увеличением доли VLF и LF-волн в сердечном ритме.

3. У больных ГБ по данным ОСП выявлено разнонаправленное обеспечение деятельности в зависимости от тяжести СОАС. В группе легкого

и среднетяжелого СОАС наблюдается избыточная симпатическая активация сердечного ритма. В группе тяжелого СОАС преобладает парасимпатическая направленность вегетативной регуляции.

### Конфликт интересов / Conflict of interest

Авторы заявили об отсутствии потенциального конфликта интересов. / The authors declare no conflict of interest.

### Список литературы / References

- Punjabi NM. The epidemiology of adult obstructive sleep apnea. *Proc Am Thorac Soc.* 2008;5(2):136–143. doi: 10.1513/pats.200709-155MG
- Khan A, Patel NK, O’Hearn DJ, Hindawi SK. Resistant hypertension and obstructive sleep apnea. *Int J Hypertens.* 2013;2013:193010. doi: 10.1155/2013/193010
- Щекотов В. В., Янкина Т. И. Апноэ сна и артериальная гипертензия. Возможности медикаментозного лечения. М.: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 156 с. [Shchekotov VV. Sleep apnea and arterial hypertension. Possibility of drug treatment. Moscow: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 156 p. In Russian].
- Song M, Ha JH, Ryu SH, Yu J, Park DH. The effect of aging and severity of sleep apnea on heart rate variability indices in obstructive sleep apnea syndrome. *Psychiatry Investig.* 2012;9(1):65–72. doi: 10.4306/pi.2012.9.1.65.
- Cheng JH, Hua CC, Chen NH, Liu YC, Yu CC. Autonomic activity difference during continuous positive airway pressure titration in patients with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome with or without hypertension. *Chang Gung Med J.* 2011;34(4):60–70.
- Narkiewicz K, Montano N, Cogliati C. Altered cardiovascular variability in obstructive sleep apnea. *Circulation.* 1998;98(11):1071–1077.
- Чазова И. Е., Бойцов С. А., Небиеридзе Д. В. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. В: Национальные клинические рекомендации. Сборник. Под ред. П. Г. Оганова — 2-е издание. М.: Силицея-Полиграф, 2009. 528 с. [Chazova IE, Boitsov SA, Nebieridze DV. Diagnosis and treatment of arterial hypertension. In: National Clinical Recommendation. Digest. Edited by Oreganov RG. Second edition. Moscow: Siliceya-Poligraf, 2009. 528 p. In Russian].
- Hosset J, Ayappa I, Norman RG, Krieger AC, Rapoport DM. Classification of sleep-disordered breathing. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163(2):398–405.
- Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep.* 1991;14(6):540–545.
- Wiklund U, Olofsson BO, Franklin K, Blom H, Bjerle P, Niklasson U. Autonomic cardiovascular regulation in patients with obstructive sleep apnea: a study based on spectral analysis of heart rate variability. *Clin Physiol.* 2000;20(3):234–241.
- Aydin M, Altin R, Ozeren A, Kart L, Bilge M, Unalacak M. Cardiac autonomic activity in obstructive sleep apnea: time-dependent and spectral analysis of heart rate variability using 24-hour Holter electrocardiograms. *Tex Heart Inst J.* 2004;31(2):132–136.
- Saul JP, Berger RD, Chen MH, Cohen RJ. Transfer function analysis of autonomic regulation. Part II: Respiratory sinus arrhythmia. *Am J Physiol.* 1989;256(1):153–61.
- Khooa MCK, Blasib A. Sleep-related changes in autonomic control in obstructive sleep apnea: a model-based perspective. *Respir Physiol Neurobiol.* 2013;188(3):267–76. doi: 10.1016/j.resp.2013.05.017

14. Montemurro LT, Floras JS, Phil D. Relationship of heart rate variability to sleepiness in patients with obstructive sleep apnea with and without heart failure. *J Clin Sleep Med.* 2014;10(3):271–6. doi: 10.5664/jcsm.3526

15. Михайлов В. М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода. — 2-е изд. Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. 290 с. [Mikhailov VM. Heart rate variability: experience of the practical application of the method. Ivanovo: Ivanovo St Med Academy, 2002. 290 p. In Russian].

#### **Информация об авторах**

Щёкотов Владимир Валерьевич — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой внутренних болезней и поликлинической терапии ГБОУ ВПО «ПГМУ им. акад. Е. А. Вагнера» Минздрава России;

Барламов Павел Николаевич — доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней и поликлинической терапии ГБОУ ВПО «ПГМУ им. акад. Е. А. Вагнера» Минздрава России;

Лучникова Екатерина Андреевна — аспирант кафедры внутренних болезней и поликлинической терапии ГБОУ ВПО «ПГМУ им. акад. Е. А. Вагнера» Минздрава России.

#### **Author information**

Vladimir V. Shchekotov, MD, PhD, DSc, Professor, Chief, Department of Internal Medicine with the Polyclinic Course, Perm State Medical University named after academic E. A. Vagner;

Pavel N. Barlamov, MD, PhD, DSc, Professor, Department of Internal Medicine with the Polyclinic Course, Perm State Medical University named after academic E. A. Vagner;

Ekaterina A. Luchnikova, MD, PhD Student, Department of Internal Medicine with the Polyclinic Course, Perm State Medical University named after academic E. A. Vagner.