

Некоторые особенности variability ритма сердца и параметров биоэлектрической активности головного мозга у больных артериальной гипертонией

Курданова М. Х., Уметов М. А., Бесланев И. А., Батырбекова Л. М., Курданов Х. А.
Центр медико-экологических исследований — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Российской Федерации — Института медико-биологических проблем РАН.
Нальчик, Россия

Цель. Исследование параметров variability ритма сердца (BPC), α - и β -ритмов электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и их взаимосвязей у больных артериальной гипертонией (АГ).

Материал и методы. Обследованы 55 человек в возрасте 35-64 лет — 35 больных АГ 2 степени и 20 здоровых лиц. Все пациенты прошли клиническое обследование, в т.ч. исследование BPC и ЭЭГ. Были определены BPC в частотной области общего спектра (TP), VLF, LF, HF и статистические показатели — динамические числа — SDNN, SDANN и CV и др. ЭЭГ проводилась в 21 отведении на моно- и биполярных электродах. Полученные результаты были обработаны методами параметрической и непараметрической статистики.

Результаты. Параметры BPC — TP, VLF, LF и SDNN, были достоверно снижены в группе больных АГ. Между параметрами BPC (TP, VLF,

LF, HF), частотными и амплитудными показателями ЭЭГ выявлены корреляционные связи, более выраженные у больных АГ.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о тесной взаимосвязи и закономерностях между BPC, биоэлектрической активностью головного мозга и гемодинамикой у больных АГ.

Ключевые слова: variability сердечного ритма, электроэнцефалография, гемодинамика, артериальная гипертония, системный анализ.

Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2014; 13(6): 12–17
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2014-6-12-17>

Поступила 16/12-2013

Принята к публикации 25/02-2014

Specifics of Heart rate variability and parameters of electroencephalography in patients with arterial hypertension

Kurdanova M. Kh., Umetov M. A., Beslaneev I. A., Batyrbekova L. M., Kurdanov Kh. A.
Centre for Medical and Epidemiological Research — filial of Federal State Budget Science Institution of Russian Federation — Institute of Medical and Biological Problems of RAS. Nalchik, Russia

Aim. Investigation of heart rate variability parameters (HRV), α - & β -rhythms of electroencephalography (EEG) and their interrelations in patients with arterial hypertension (AH).

Material and methods. Totally 55 persons studied at the age 35-64 y.o. — 35 pts. with AH 2 stage and 20 healthy volunteers. All patients underwent clinical examination, including HRV and EEG. The HRVs were determined in frequency field of shared specter (SS) — VLF, LF, HF and static values — dynamic digits SDNN, SDANN and CV etc. EEG was done at 21-lead pattern with mono- and bipolar electrodes. The data obtained was processed by the parametric and nonparametric statistics software.

Results. HRV parameters — SS, VLF, LF and SNDD were significantly decreased in the group of AH patients. Among HRV parameters (TP, VLF,

LF, HF) and frequency and amplitude EEG values were found correlational linkages more prominent in AH patients.

Conclusion. The data obtained witnesses close interconnections and relationships of HRV, bioelectricity of the brain and hemodynamic in patients with AH.

Key words: heart rate variability, electroencephalography, hemodynamics, arterial hypertension, systemic analysis.

Cardiovascular Therapy and Prevention, 2014; 13(6): 12–17
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2014-6-12-17>

АГ — артериальная гипертония, АД — артериальное давление, АДср — среднее артериальное давление, ВНС — вегетативная нервная система, BPC — variability ритма сердца, ДАД — диастолическое артериальное давление, САД — систолическое артериальное давление, СМАД — суточное мониторирование артериального давления, ЦНС — центральная нервная система, ЧСС — частота сердечных сокращений, ЭКГ — электрокардиография, ЭЭГ — электроэнцефалограмма.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Тел./факс: 8 (8662) 44-23-90

e-mail: madinacor@gmail.com; kurdanov@yandex.ru

[Курданова М.Х. — и.о. старшего научного сотрудника, Уметов М.А. — д.м.н., профессор, зав. кафедрой факультетской терапии КБГУ им. Х.М. Бербекова, Бесланев И.А. — к.м.н., в.н.с., Батырбекова Л.М. — к.м.н., зам. директора по науке, Курданов Х.А. — д.м.н., профессор, директор].

Введение

Артериальная гипертензия (АГ) остается одной из самых актуальных проблем современной медицины и социологии. Это обусловлено широким распространением АГ и тем, что она является основным фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний: инфаркта миокарда, мозгового инсульта, определяющих высокую смертность и инвалидизацию населения во многих странах мира, в т.ч. в РФ [1].

Нарушения механизмов регуляции центральной нервной системы (ЦНС) и вегетативной нервной системы (ВНС) являются важными факторами формирования, становления, прогрессирования АГ и развития ее осложнений [2].

Клинико-физиологические исследования свидетельствуют о тесной связи вегетативных и психических процессов в формировании адаптивного потенциала организма и развития АГ. При этом в последнее время все большее внимание уделяется вопросам функциональной роли обратной афферентации от вегетативных систем в интегративную деятельность мозга [3].

Гипотеза кардиocereбральных синхронных влияний, фазовосвязанных с ритмической активностью альфа-ритма, сердечными сокращениями и сенсомоторными реакциями фазовосвязанных с кардиоциклом, была выдвинута Джоном и Биатрисой Лейси. Проведя клинические исследования, они показали, что увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) приводит к возрастанию афферентации от артериальных барорецепторов. Уменьшение ЧСС и АД, снижая барорецепторное торможение, приводит к улучшению восприятия внешних стимулов. Таким образом, структуры мозга не относящиеся к системе кардиоваскулярного гомеостаза, оказываются включенными в процесс висцеральной афферентной обратной связи, которая обеспечивает барорефлекс [3].

Вышеизложенные данные позволяют предположить целесообразность комплексной оценки ЦНС и ВНС у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями, в т.ч. у пациентов с АГ.

В последние годы для оценки состояния ВНС широко используется исследование variability ритма сердца (ВРС). Анализ ВРС свидетельствует о том, что по мере увеличения системного АД и степени АГ изменяются качество и количество регуляторных структур вегетативного статуса организма. Снижается общая мощность ВРС, возрастают высокочастотные (симпатические) влияния и снижаются низкочастотные (парасимпатические) влияния на ритм сердца [4].

В то же время, нарушение регуляции корковых и подкорковых структур ЦНС вносит существенный вклад в регуляцию сегментарного и надсегмен-

тарного отделов ВНС, системного АД, общего периферического сосудистого сопротивления, частоты дыхания и ЧСС, определяющих стационарность процесса ВРС и ее компонентов [5].

Комплексное изучение центральной и вегетативной регуляции ритма сердца, основных параметров гемодинамики может дополнить клинико-патогенетические особенности течения АГ.

Цель исследования — изучить особенности ВРС, уровней АД, альфа- и бета-ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ) и их взаимосвязи у больных АГ.

Материал и методы

В исследование были включены:

- 35 больных АГ 2 степени (ст.) (15 мужчин и 20 женщин); средний возраст $56 \pm 3,6$ года; средний индекс массы тела $25,7 \pm 0,9$ кг/м², длительность течения АГ — $15,8 \pm 3,2$ лет.

- 20 условно здоровых лиц (9 мужчин и 11 женщин); средний возраст $43,2 \pm 4,3$ год; индекс массы тела $24,1 \pm 1,2$ кг/м².

Диагноз АГ 2 ст. выставлялся на основании Национальных клинических рекомендаций ВНОК [1].

Критерии исключения:

- лица с признаками острых и/или обострения хронических воспалительных заболеваний;

- пациенты с выявленной стенокардией и другими формами ишемической болезни сердца или при наличии их в анамнезе;

- пациенты с функциональными или органическими нарушениями ЦНС, с острым нарушением мозгового кровообращения в анамнезе;

- больные с нарушениями ритма и проводимости, с симптоматической гипертензией, метаболическими и эндокринными изменениями;

- больные АГ с АД $\geq 180/110$ мм рт.ст.

Антигипертензивную терапию отменяли за 48 ч до обследования. Все обследованные были ознакомлены с исследованием. Получено их информированное согласие.

Всем пациентам проведены инструментальное, лабораторное и биохимическое обследования. ЭЭГ выполняли на аппаратно-программном комплексе “ЭЭГ-2000” Мицар-201, (Россия) в положении сидя в 21-ом моно-, биполярном отведении с ушными референтными электродами в полосе частот 1-35 Гц. Для количественной оценки в спектре ЭЭГ рассчитывали усредненную величину амплитуды (мкВ), частоты (Гц), действующего значения (ед.), индекса альфа- и бета-ритма (%), абсолютные значения мощности альфа- и бета-ритма (мкВ²/Гц) и асимметрию всех перечисленных значений. Значение мощности спектров альфа- и бета-ритмов рассчитывали по 30-секундным интервалам ЭЭГ. Ритмическую фотостимуляцию проводили вспышками белого и красного цвета в частотном диапазоне 3-25 Гц. Межзональные и межполушарные различия оценивали по альфа-индексу и амплитудному картированию. Измерения АД во время ЭЭГ регистрировались дополнительно, 5-кратно, автоматическими тонометрами “Omron” (Япония). Параллельно с записью ЭЭГ, проводили регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) и АД-суточными, многофункциональ-

Таблица 1
Основные показатели ВРС у больных АГ
и в группе здоровых лиц ($M \pm m$)

Показатели	Группы	Больные АГ n=35	Здоровые лица n=20
SDNN		68,7±3,6*	98,3±4,3
SDANN		79,2±2,9*	92,7±3,4
RMSSD		26,2±1,3*	35,2±3,2
pNN50, %		6,2±0,3*	9,7±0,5
CV, %		4,12±0,54*	9,43±0,9
АМо, %		59,2±2,7*	36,5±1,8
ИВР, ед.		220,2±10,6*	126,3±7,1
ВПП, ед.		18,7±0,58*	5,05±0,43
ИН, ед.		12,2±1,4*	7,5±1,3
ПАПР, ед.		78,6±3,6*	56,7±3,5
TP, мс ²		1558,4±103,7*	2575,4±98,2
VLF, мс ²		832,3±20,3*	936,3±19,2
LF, мс ²		548,4±17,6*	935,2±16,3
HF, мс ²		436,2±36,5*	1107,7±23,6
LF/HF, ед.		1,21±0,02*	0,89±0,01
(LF+VLF)/HF, ед.		3,35±0,13*	1,78±0,12
LF/VLF, ед.		0,64±0,02*	1,01±0,1

Примечание: * — различия показателей ВРС между больными АГ и здоровыми лицами ($p < 0,01$).

ми, портативными, носимыми мониторами — КМкн-“СОЮЗ”-“ДМС”, “ДМС — передовые технологии” (Россия). При обработке ЭЭГ применяли методы компьютерного анализа ритмов программой “ЭЭГ 2012, Мицар” (Россия). Параметры ВРС, АД, ЧСС рассчитывали в программе “Союз 2012”, “ДМС — передовые технологии” (Россия).

Анализ ВРС. Во временной области рассчитывались статистические характеристики динамического ряда: количество кардиоциклов — NN, стандартное отклонение всех NN интервалов — SDNN, стандартное отклонение средних NN интервалов, вычисленных за 5-минутные временные промежутки, (низкочастотные компоненты ВРС) — SDANN. А также получены среднеквадратичное отклонение абсолютных приращений длительности кардиоциклов (высокочастотные компоненты ВРС) — RMSSD, процент кардиоциклов, длительность которых отличается от предыдущего на >50 миллисекунд — pNN50%, коэффициент вариации — $CV = (SDNN / NN \cdot 100\%)$. Определены показатели вариационной пульсометрии одномерного и двумерного распределения по Р.М. Баевскому: Мо — мода, значение длительности кардиоцикла, соответствующее середине модального класса шириной $5 \cdot 10^{-2}$ сек., характеризующая доминирующее значение синусового узла; амплитуда моды — АМо, % — процент значений в модальном классе, характеризующий меру влияния симпатического отдела ВНС; вторичные производные показатели пульсометрии — индекс вегетативного равновесия (ИВР=АМо/dRR), отражающий соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС; вегетативный показатель ритма (ВПП=1/Мо • dRR), показатель вегетативного баланса организма. Изучены: показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР=АМо/Мо), отражающий соответствие между активностью симпатического отдела

ВНС и уровнем доминирования синусового узла; индекс напряжения (стресс-индекс) $ИН = АМо / (2 \cdot dRR \cdot Мо)$, отражающий степень централизации регуляции ритма сердца [6, 7].

Анализ волновой структуры ритма. В частотной области ВРС в стационарных интервалах кардиоинтервалограммы определяли: TP — общую мощность всех нормальных интервалов R-R (мс²), $<0,4$ Гц, отражающую суммарное влияние регуляторных систем на ритм сердца; спектральные плотности мощности в диапазоне очень низких частот — VLF (мс²), 0,003-0,04 Гц, отражающие влияние терморегуляторной и периферической моторной систем; мощность в диапазоне низких частот — LF (мс²), 0,04-0,15 Гц, отражающую симпатические кардиальные влияния; мощность в диапазоне высоких частот — HF (мс²), 0,15-0,4 Гц, характеризующую парасимпатические кардиальные влияния; индекс LF/HF, отражающий баланс симпатических и парасимпатических влияний на ВРС; индекс централизации — LF+VLF/HF, отражающий степень преобладания дыхательных составляющих на синусовой ритм; индекс активности подкорковых нервных центров ИАЦ — LF/VLF, характеризующий активность нервных центров, регулирующих частоту ритма сердца, частоту дыхания, АД и влияние на них процессов коркового торможения [8].

Полученные результаты обрабатывались с помощью параметрических и непараметрических методов статистики с использованием пакета статистических программ “Microsoft Excel 14 for Windows” и “Statistica v.6.1. StatSoft”. Данные представлены в виде средних арифметических значений (M)±стандартные средние ошибки (m). Статистическая значимость различий средних значений определяли по t-критерию Стьюдента и критерию Вилкоксона. Связь признаков изучали, используя линейную регрессию и корреляции Брауэ — Пирсона. Производные показатели вариационной пульсометрии сравнивали ранговой корреляцией Спирмена. Различия считали значимыми при коэффициенте достоверности $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Показатели ВРС у больных АГ 2 ст. и здоровых лиц, представлены в таблице 1.

Все основные средние значения частотной и временной области ВРС у больных АГ достоверно отличаются от таковых у здоровых лиц. У больных АГ выявлено снижение суммарной мощности ВРС; SDNN, RMSSD и PNN50% и увеличение высокочастотных составляющих ВРС — SDANN, отражающих влияние симпатической нервной системы на ритм сердца. У больных АГ отмечено значительное снижение абсолютных значений TP, снижение мощности VLF и LF; снижение абсолютных значений HF; увеличение LF/HF в 1,3 раза; увеличение LF+VLF/HF в 2,2 раза и снижение индекса LF/VLF на 29% в сравнении с группой здоровых лиц.

Эти данные свидетельствуют о преобладании симпатической активации ВНС и ее влиянии на ВРС в группе больных АГ. Избыточная активация симпатико-адреналовой системы и уменьшение активности парасимпатической регуляции ВРС указывают

Таблица 2

Средние уровни АД у больных АГ и здоровых лиц (M±m)

Показатели	Группы	Больные АГ n=35		Здоровые лица n=20	
		Офисное АД	СМАД	Офисное АД	СМАД
САД, мм рт.ст.		168,6±4,2	140,2±3,4*	119,8±3,2	107,2±2,6*
ДАД, мм рт.ст.		97,6±3,6	88,9±2,3*	69,8±2,5	66,4±2,3
АДср, мм рт.ст.		121,3±3,8	110±2,6*	85,9±2,8	80±2,4*

Примечания: * — достоверность различий $p < 0,05$.

на развившиеся дезадаптивные процессы. Чем выше ТР, тем лучше функциональное состояние организма и выше его адаптационный потенциал. Об этом же свидетельствуют сниженные значения SDNN, SDANN, PNN50% у больных АГ по сравнению с группой здоровых лиц. Низкие значения отношения LF/HF, индекса централизации и более высокие показатели индекса активности подкорковых нервных центров в группе здоровых лиц, а также высокие значения HF характерны для меньшей симпатико-адреналовой активности и более выраженных вагусных влияний на ритм сердца. Это подтверждают низкие значения таких показателей как ИН, ВПР, ИВР и ПАРС, отражающие меньшую централизацию регуляции сердечного ритма и лучшее функциональное состояние организма, и больший адаптационный резерв у здоровых лиц. Увеличение ИН, ИВР, ВПР и ПАРС, снижение HF, высокие значения отношения LF/HF и индекса централизации свидетельствуют о большем напряжении регуляторных механизмов в группе больных АГ, чем у здоровых лиц и о смещении вегетативного баланса в область преобладания симпатических и гуморальных влияний. Преобладание VLF — компонента в структуре спектральной мощности ВРС у больных АГ обусловлено преобладанием центральных эрготропных влияний над трофотропными. Низкие показатели индекса активности подкорковых нервных центров в группе больных АГ свидетельствуют о нарушениях регуляции на уровне ядерных подкорковых и корковых структур головного мозга и снижении влияния на них коркового торможения.

Избыточная активация симпатико-адреналовой системы, снижение активности парасимпатической регуляции ВНС характерны для нарушения процессов регуляции, наиболее выраженных у больных АГ с длительным (7-10 лет) течением заболевания.

При проведении статистических расчетов были выявлены корреляции в группе больных АГ между уровнями АД и показателями ВРС в частотной, временной областях и показателями динамического ряда.

Между систолическим артериальным давлением (САД) и VLF — $r=0,693$, $p < 0,01$; между САД и LF — $r=0,783$, $p < 0,01$; между САД и HF — $r=-0,685$, $p < 0,01$; САД и LF/HF — $r=-0,672$, $p < 0,01$;

Между диастолическим артериальным давлением (ДАД) и VLF — $r=0,693$, $p < 0,01$; между ДДД

и LF — $r=0,664$, $p < 0,01$; между АДД и HF — $r=-0,684$; $p < 0,01$; между ДАД и LF/HF — $r=-0,657$; $p < 0,01$;

Между средним АД (АДср) и VLF — $r=0,769$, $p < 0,01$; между АДср и LF — $r=0,708$, $p < 0,01$; между АДср и HF — $r=-0,645$, $p < 0,01$; между АДср и LF/HF — $r=0,688$, $p < 0,01$;

Между АМо и ИВР — $r=0,937$, $p < 0,01$; между ИВР и ИН — $r=0,957$, $p < 0,01$; между ПАПР и ИН — $r=0,945$, $p < 0,01$;

Между RMSSD и pNN50% — $r=0,917$, $p < 0,01$; между ТР и SDNN, SDANN — $r=0,787$; $p < 0,01$, $r=0,607$; $p < 0,01$.

Изменение биоэлектрической активности головного мозга в значительной степени зависит от уровня АД и степени АГ. При высоком системном АД с нормальным типом ЭЭГ возрастает вклад регуляторных влияний гипоталамических структур головного мозга. При длительном повышении АД возрастает роль каудальных отделов ствола мозга с истощением синхронизирующих влияний гипоталамуса [9].

В таблице 2 представлены средние уровни АД в изученных группах.

Средние уровни офисного САД, ДАД и АДср в группе больных АГ достоверно выше, чем аналогичные средние уровни при суточном мониторинговании АД (СМАД) и по сравнению с группой здоровых лиц. В группе здоровых лиц уровни офисного САД и АДср достоверно выше аналогичных показателей при СМАД.

В группе больных АГ наиболее значимое снижение уровня САД, как в процентах — 17%, так и в абсолютных единицах — на 28,6 мм рт.ст.

Фоновая запись ЭЭГ у больных АГ отличалась от показателей здоровых лиц частотой, амплитудой, мощностью, процентным отношением и действующим значением альфа-ритма. Выявлено нарушение зональных и межполушарных различий, асимметрия частотных спектров, индекса и диапазонов альфа-ритма.

У больных АГ на фоне увеличения низкоамплитудной полиморфной медленной активности 12-8 мкВ, доминировал альфа-ритм с амплитудой 27-57 мкВ, с частотой 9,8-10,4 Гц. Образ ритма: с маловыраженной амплитудной модуляцией, нарушением синусоидальности волн. При спектральном анализе у больных АГ на ЭЭГ выявлено: нарушение зонального и межполушарного распределения альфа-ритма; снижение

амплитуды альфа-ритма со смещением альфа-активности в центральные и височные отделы мозга; асимметрия в центральных и височно-теменных отделах слева; амплитудная межполушарная асимметрия (26%); частотная зональная асимметрия — 0,2-0,9 Гц. Мощность частотного диапазона 19-21 мкВ²/Гц у больных АГ была достоверно меньше по сравнению с группой здоровых лиц на 8-11% ($p < 0,05$). Выявлено снижение индекса альфа-ритма у больных АГ до 67% по сравнению с группой здоровых лиц (86%, $p < 0,05$). Выявлена сниженная когерентность альфа- и бета-ритмов у больных АГ, которая характерна для нарушенной интегративной активности головного мозга [10].

У больных АГ по всей конвекситальной поверхности мозга выявлен низкочастотный бета-ритм (17-20 Гц), со снижением амплитуды (3-12 мкВ) во фронтально-височных и теменных областях. Межполушарная амплитудная асимметрия (30 %), значительно превышала асимметрию у здоровых лиц (6%), которая была более выражена в правой височно-теменной и фронтальной областях. Индекс бета-ритма (76,3%) был достоверно снижен по сравнению с группой здоровых лиц — (81,2%, $p < 0,02$). Частота бета-ритма у больных АГ была также достоверно снижена (18,4 Гц) по сравнению с группой здоровых лиц (21,8 Гц, $p < 0,01$). У больных АГ выявлена частотная асимметрия бета-ритма в лобно-височной области справа (0,9-1,8 Гц), межзональная и межполушарная асимметрия действующего значения бета-ритма в местах регистрации максимальной амплитуды. Реакция усвоения ритма на фотостимуляцию у больных АГ была незначительно снижена по сравнению с группой здоровых лиц.

Корреляционные связи между параметрами ВРС и альфа-ритмом были значимыми при сравнении частотного диапазона ВРС с амплитудой, действующим значением и индексом α -ритма. Внутригрупповые корреляционные связи были более выражены у больных АГ. Между амплитудой и действующим значением выявлены прямые корреляционные связи ($r = 0,586-0,898$; $p < 0,01$).

Между амплитудой и частотой α -ритма отмечены зональные корреляционные связи в височно-центральных ($r = 0,543-0,773$; $p < 0,05$) и теменных ($r = 0,477-0,797$; $p < 0,05$) областях.

Между статистическими и динамическими показателями ВРС и амплитудой, частотой α -ритма имели место умеренные положительные корреляционные связи ($r = 0,516-0,582$, $p < 0,01$).

Внутригрупповые корреляционные связи обнаружены в группе здоровых лиц: между амплитудой и частотой бета-ритма ($r = 0,546 — r = 0,637$; $p < 0,01$), между амплитудой и действующим значением бета-ритма ($r = -0,605 — r = -0,838$; $p < 0,01$). Между частотой бета-ритма и действующим значением ($r = -0,766 — r = -0,862$; $p < 0,01$). Между амплитудой бета-ритма и индексом бета-ритма ($r = 0,796$; $p < 0,01$).

Внутригрупповые корреляционные связи в группе больных АГ были более выражены: между амплитудой и частотой бета-ритма ($r = 0,683 — r = 0,787$; $p < 0,01$), между амплитудой и действующим значением бета-ритма ($r = -0,694 — r = -0,725$; $p < 0,01$). Менее выраженные корреляционные связи выявлены между частотой бета-ритма и действующим значением ($r = -0,421 — r = -0,448$; $p < 0,05$). Между амплитудой бета-ритма и индексом бета-ритма ($r = 0,487 — 0,568$; $p < 0,01$).

Между параметрами ВРС, амплитудой и частотой бета-ритма получены корреляционные связи в группе больных АГ: между SDNN, RMSSD, pNN50% и амплитудой бета-ритма ($r = 0,437$; $p < 0,05$, $r = 0,604$; $p < 0,01$, $r = 0,582$; $p < 0,01$); между SDANN, RMSSD и частотой бета-ритма ($r = -0,567$; $p < 0,01$, $r = -0,674$; $p < 0,01$); между SDANN и действующим значением бета-ритма ($r = 0,583$; $p < 0,01$); между RMSSD и действующим значением бета-ритма ($r = -0,612$; $p < 0,01$).

Между уровнями АД, амплитудой и частотой бета-ритма определены корреляционные связи в группе больных АГ. Между САД, ДАД, АДср и амплитудой бета-ритма выявлены отрицательные корреляционные связи ($r = -0,495$; $p < 0,05$, $r = -0,614$; $p < 0,01$, $r = -0,616$; $p < 0,01$).

Корреляционные связи в группе больных АГ свидетельствуют о сниженной когерентности ритмов в регуляторных центрах и большем вовлечением количества регуляций в процессы обеспечения гомеостаза организма [11].

Изменения показателей ЭЭГ, хотя и отличаются от таковых в группе здоровых лиц, не могут быть однозначно интерпретированы как характерные для АГ. Это связано с большой гетерогенностью и не специфичностью ритмов мозга и их высокой вариабельностью [12].

Параметры частотного спектра ВРС более специфичны, отличаются низкой вариабельностью и постоянством спектральных составляющих у больных АГ. Кроме этого, параметры ВРС отражают большее количество регуляций как ВНС, так и ЦНС, вовлеченных в процессы обеспечения гомеостаза организма [13].

Неблагоприятными для течения АГ являются следующие показатели ВРС и ЭЭГ:

- снижение общей мощности спектра — SDNN, TP;
- снижение мощности в диапазоне — HF;
- возрастание мощности в диапазонах — VLF, LF;
- увеличение отношения LF/HF и индекса централизации;
- снижение показателей статического и динамического рядов;
- снижение индекса подкорковых нервных центров с одновременным увеличением мощности в диапазоне VLF >40%;
- снижение индекса α -ритма;

- выраженная межполушарная асимметрия альфа и бета-ритма;
- увеличение производных показателей вариационной пульсометрии — ИН, ИВР, ВПР.

Выраженные изменения спектральных и временных показателей ВРС свидетельствуют о вегетативном дисбалансе, прогрессирующем при высоких цифрах АД и длительном течении АГ. Значительное преобладание симпатических вегетативных влияний над парасимпатическими у больных АГ ассоциировано с развитием угрожающих для жизни осложнений и высоким риском поражений органов-мишеней, что значительно снижает их адаптационные возможности [14].

Имеющиеся в литературе работы в основном посвящены изучению взаимосвязи ВРС и ЭЭГ во время сна [15] и при неврологических заболеваниях. К сожалению, в доступной литературе практически отсутствуют исследования, посвященные комплексному анализу ВРС, биоэлектрической активности головного мозга и гемодинамики у больных АГ. Этим осложняется возможность сравнительного анализа полученных результатов с другими работами.

Имеются единичные работы по исследованию альфа-активности головного мозга и параметров сердечной деятельности у здоровых [16]. Автор показала, что наибольший вклад в формирование кардиоцеребральных взаимосвязей вносят альфа-индекс и длительность сердечного цикла. Эти данные согласуются с результатами настоящего исследования.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о тесной взаимосвязи и закономерностях между ВРС, биоэлектрической активностью головного мозга и гемодинамикой.

Следует также отметить, что метод одновременного анализа ВРС и ЭЭГ имеет важное клиническое значение при АГ. С помощью исследования ВРС и ЭЭГ можно оценить влияние вегетативного и неврологического статуса и его центральных компонентов на процессы регуляции ритма сердца, параметры гемодинамики и осуществлять подбор индивидуальной терапии для достижения адекватного симпатико-вагусного баланса у больных АГ.

Заключение

У больных АГ снижена общая мощность спектра ВРС, увеличены высокочастотные составляющие VLF, LF на фоне снижения низкочастотного диапазона HF.

У больных АГ выявлено усиление центральных симпатических влияний с низкой активностью парасимпатического и симпатического отделов регуляции ритма сердца.

Между статическими и динамическими показателями ВРС и амплитудой, частотой альфа-ритма выявлены достоверные положительные корреляционные связи ($r=0,516-0,582$, $p<0,01$).

Между спектральными составляющими ВРС — VLF, LF, HF и параметрами центральной гемодинамики существуют обратные корреляционные связи, более выраженные у больных АГ.

Литература

1. Russian scientific society of cardiologists. Russian medical society for arterial hypertension. Diagnosis and treatment of arterial hypertension. Russian recommendations (fourth revision). J Systemic hypertension 2010; 3:5-26. Russian (Всероссийское научное общество кардиологов. Российское медицинское общество по артериальной гипертензии. Диагностика и лечение артериальной гипертензии. Российские рекомендации (четвертый пересмотр). Ж Системные гипертензии 2010; 3: 5-26).
2. Mancia G, Grassi G. The autonomic nervous system and hypertension Circ. Res 2014, 114 (11): 1804-14.
3. Sudakov KV. Development of the theory of functional systems in the scientific school P.K. Anokhin. Elektronnoe periodicheskoe izdanie "Vestnik Mezhdunarodnoj akademii nauk. Russkaya sektsiya", 2011; 1: 1-5. Russian (Судаков К. В. Развитие теории функциональных систем в научной школе П.К. Анохина. Электронное периодическое издание "Вестник Международной академии наук. Русская секция", 2011;1: 1-5).
4. Bilchick KC, Berger RD. Heart Rate Variability. J Cardiovasc Electrophysiol. 2006;17(6):691-4.
5. Alter P, Grimm W, Vollrath A, et al. Heart rate variability in patients with cardiac hypertrophy relation to left ventricular mass and etiology. Am Heart J 2006; 151(4): 829-36.
6. Ping Shi, Hongliu Yu Heart Rate Variability in Essential Hypertension Patients with Different Stages by Nonlinear Analysis: A Preliminary Study Advances in Biomedical Engineering Research, 2013; 1(3): 33-9. www.seipub.org/aber.
7. Cotet I, Kurcalte I, Rezus C, et al. Dynamics of heart rate and blood pressure in hypertensive patients Electrocardiology 2014 - Proceedings of the 41st International Congress on Electrocardiology, p. 89-92.
8. Ramazan ALDEM, Mahmut TOKMAK Investigation of respiratory and heart rate variability in hypertensive patients. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences <http://journals.tubitak.gov.tr/elektrik/>
9. Gnezdickiy VV. Inverse problem of EEG and clinical electroencephalography. M: Medpress-inform 2004; 626 p. Russian (Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография. М.: Медпресс-информ 2004; 626 с).
10. Faramarzi S, Sadri S. The effect of basic neuropsychological interventions on performance of students with dyscalculia. Neuropsychiatry and Neuropsychologia 2014; 9 (2): 48-54.
11. Bezrodnaya LV. Resistant (refractory) arterial hypertension. Arterial hypertension 2011; 19(5): 5-9. Russian (Безродная Л. В. Резистентная (рефрактерная) артериальная гипертензия. Артериальная гипертензия 2011; 19(5): 5-9).
12. Ostroumova OD, Smolyarchuk EA, Polikarpova O. The brain as a target organ of hypertension "Farmateka", 2010; 20: 48-53 Russian (Остроумова О. Д., Смолярчук Е. А., Поликарпова О. Головной мозг как орган-мишень артериальной гипертензии, Фарматека, 2010; 20: 48-53).
13. Multanovsky BL, Leszczynski LA, Kuzelin YL. Influence of arterial hypertension on frequency indicators of heart rate variability according to the daily monitoring of the electrocardiogram. Bulletin of Arrhythmology 2005; 40: 39-44. Russian (Мультиановский Б. Л., Лещинский Л. А., Кузелин Ю. Л. Влияние артериальной гипертензии на частотные показатели вариабельности сердечного ритма по данным суточного мониторирования электрокардиограммы. Вестник аритмологии 2005; 40: 39-44).
14. Brak IV, Gilinskaya OM, Aftanas LI, et al. Individual dynamics of cardiovascular reactivity in the process of implementation of protective cardioreflexion in normal and essential hypertension. Bulletin of the Russian Academy of medical Sciences 2007; 125(3): 88-97. Russian (Брак И. В., Гилинская О. М., Афтanas Л. И. и др. Индивидуальная динамика сердечно-сосудистой реактивности в процессе реализации защитного кардиорефлекса в норме и при эссенциальной гипертензии. Бюллетень СО РАМН 2007; 125(3): 88-97).
15. Lado MJ, Vila XA. Detecting Sleep Apnea by Heart Rate Variability Analysis: Assessing the Validity of Databases and Algorithms. Journal of Medical Systems 2011; 35(4): 473-481.
16. Tananakina TP. Correlation parameters alpha-activity EEG, heart rate and Patern of breath in a group of conditionally healthy people. Ukrainian Journal of clinical and laboratory medicine 2009; 4(1): 88-91. Russian (Тананакина Т. П. Корреляционные связи параметров альфа-активности ЭЭГ, сердечного ритма и паттерна дыхания в группе условно здоровых лиц. Украинский журнал клінічної та лабораторної медицини 2009; 4(1): 88-91).