

УДК 616.12–008.331.1–072.6

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЛЬФА-РИТМА ГОЛОВНОГО МОЗГА И ГЕМОДИНАМИКИ У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ

Курданова М.Х., Бесланев И.А., Курданова М.Х., Батырбекова Л.М.

Центр медико-экологических исследований, филиал ФГБУН «Государственный научный центр РФ Институт медико-биологических проблем РАН», Нальчик, e-mail: ibisl@yandex.ru

Проведен анализ взаимосвязей амплитудно-частотных показателей альфа-ритма головного мозга у больных артериальной гипертонией и здоровых лиц. Обследовано 65 больных с артериальной гипертонией (АГ) и 35 здоровых лиц. Всем проведено электроэнцефалографическое исследование, суточная запись артериального давления, электрокардиограммы (ЭКГ) и электроэнцефалография (ЭЭГ). Полученные результаты оценивались множественным регрессионным, корреляционным и факторным анализом в пакете программы «Statistica v. 10.1» StatSoft. Решен ряд уравнений множественной регрессии, показавших зависимость абсолютных и относительных значений показателей гемодинамики от индекса и амплитудно-частотных характеристик альфа-ритма. Установлено, что у больных АГ на фоне снижения индекса, амплитуды и мощности альфа-ритма изменяются взаимосвязи альфа-ритма между долями и полушариями мозга, взаимосвязанные с показателями гемодинамики и частотой сердечных сокращений.

Ключевые слова: амплитудно-частотные показатели альфа-ритма, гемодинамика, артериальная гипертония, взаимосвязи

SYSTEM ANALYSIS INDICATORS THE ALPHA RHYTHM OF THE BRAIN AND HEMODYNAMIC IN PATIENTS IN PATIENTS WITH ARTERIAL HYPERTENSION

Kurdanova M.H., Beslaneev I.A., Kurdanova M.H., Batyrbekova L.M.

Center for medical and environmental research, branch of State scientific center of Russian Federation Institute of biomedical problems of the Russian Academy of Sciences, Nalchik, e-mail: ibisl@yandex.ru

The analysis of the relationships of amplitude-frequency indices of the alpha – rhythm of the brain in patients with arterial hypertension (AH) and healthy individuals. Examined 65 patients with AH degree 2 and 35 healthy individuals. All conducted EEG study, the daily recording of blood pressure, electrocardiogram (ECG) and electroencephalography (EEG). The results were evaluated by multiple regression, correlation and factor analysis in the program package «Statistica v. 10.1» StatSoft. Solved a series of multiple regression equations that showed the dependence of absolute and relative values of hemodynamic parameters from the index and the amplitude-frequency characteristics of the alpha – rhythm. Found that in hypertensive patients the decline of the index, amplitude and power of the alpha – rhythm to change the relationship of the alpha – rhythm between the lobes and hemispheres of the brain, correlated with hemodynamic parameters and heart rate.

Keywords: amplitude-frequency indices of the alpha-rhythm, hemodynamic, arterial hypertension, relationship

Артериальная гипертония (АГ) является одной из актуальных медико-социальных проблем современной кардиологии и социологии. Нарушение механизмов регуляции вегетативной нервной системы (ВНС) и центральной нервной системы (ЦНС) является существенным фактором, определяющим течение и прогноз АГ [1].

На основе последних результатов экспериментальных и клинических исследований и изучения взаимосвязей между показателями спектральной позитронно-эмиссионной томографии и электроэнцефалографии (ЭЭГ) показано, что альфа-ритм является наиболее значимым среди всех ритмов мозговой активности, регистрируемых на ЭЭГ. Ни один из других видов электрической активности мозга не имеет такого значения в процессах эмоций, внимания, памяти и мотивации, как веретенообразные осцилляции в диапазоне 8 – 12 Гц [2]. Альфа-активность способствует переработке полученной ин-

формации, восстановлению энергоресурсов организма, активации парасимпатической системы и кровообращения мозга. Альфа-ритм активируют трофотропную функцию гипоталамуса и снижает возбуждение лимбической системы [3].

В начале XX века предполагалось, что единственным первичным генератором всех видов ритмической альфа-активности являются ядра таламуса. В последнее время установлено, что кальциевые каналы Т-типа, которые регулируют концентрацию ионов кальция мембраны нейрона, тормозят передачу сигнала через таламус и тем самым стабилизируют состояние покоя. Организация альфа-ритмической активности мозга обусловлена рефрактерностью кальциевого тока, определяющей частоту ритмического разряда нейронов [4, 5]. Таким образом, в основе внутрииндивидуальной изменчивости частоты альфа-активности лежат механизмы молекулярной, структурной

и рецепторной организации генерации и проведения импульса. Измерение отдельной характеристики – частоты или амплитуды не отражает полностью оценки альфа-активности, а анализ амплитудно-частотных параметров альфа-ритма ЭЭГ и их взаимосвязей может привести к выяснению особенностей центральных механизмов регуляции артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Статистические и экспериментальные данные свидетельствуют о том, что характер альфа-ритма является врожденным и наследственным, что определяет его гетерогенность [6].

Сердечная деятельность глубоко интегрирована во все органы и системы организма, особенно в ЦНС, которая является одним из основных «органов-мишеней» при развитии АГ. Функциональные расстройства вызывают повреждение подкорковых и корковых структур мозга и способствуют развитию дальнейших нарушений регуляции ВНС и ЦНС, возрастанию уровня АД, периферического сосудистого сопротивления и, как следствие, прогрессированию АГ.

Цель исследования. Изучить взаимосвязи между частотно-амплитудными показателями альфа-ритма электроэнцефалограммы и показателями гемодинамики у больных артериальной гипертонией.

Материалы и методы исследования

В клинических условиях обследовано:

55 больных АГ 2 степени, I – II стадии (25 мужчин и 30 женщин); возраст $53,5 \pm 3,6$ года; индекс массы тела $25,7 \pm 0,9$ кг/м², длительность течения АГ – $10,2 \pm 2,4$ лет.

35 условно здоровых лиц (15 мужчин и 20 женщин); возраст $46,7 \pm 3,3$ лет; индекс массы тела $24,2 \pm 1,3$ кг/м². Группы сопоставимы по полу, возрасту и индексу массы тела.

Диагноз АГ верифицировали на основании данных анамнестических, клинических и инструментальных методов исследований. Стратификацию факторов риска, общего риска определяли в соответствии с рекомендациями, изложенными в докладе Рабочей группы по лечению артериальной гипертензии Европейского общества гипертензии и Европейского общества кардиологов (ESH/ESC) 2013 г. [7].

Критерии включения: длительное наличие высоких цифр АД (более 159/99 мм рт. ст.), наличие АГ и факторов риска в анамнезе.

Критерии исключения из исследования: больные АГ 3 степени, III стадии; пациенты с уровнем АД $\geq 180/110$ и $\leq 90/60$ мм рт. ст.; наличие ассоциированных клинических состояний в анамнезе; лица с признаками острых и/или обострения хронических воспалительных заболеваний; пациенты с выявленной стенокардией и другими формами ишемической болезни сердца или наличия их в анамнезе; пациенты с функциональными или органическими нарушениями ЦНС; с острыми нарушениями мозгового кровообращения и черепно-мозговыми травмами в анамнезе; больные с нарушениями ритма и проводимости,

с симптоматической гипертензией; метаболическими и эндокринными нарушениями; лица, принимающие лекарственную терапию, влияющую на показатели ЭЭГ и АД.

Все пациенты были предварительно ознакомлены с содержанием исследования. Получено информированное согласие на его проведение. Для исключения синдрома «белого халата» все исследования проводились в обычной одежде.

Всем пациентам проведено клиническое, инструментальное и лабораторное обследование.

Электроэнцефалографию проводили на аппаратно-программном комплексе «ЭЭГ – 2000» Мицар – 201, (Россия) в состоянии спокойного бодрствования (в положении сидя с закрытыми глазами) в 21 монополярном и 18 биполярных отведениях с ушными референтными электродами в полосе частот 1 – 35 Гц синхронно с ЭКГ каналом ЭЭГ. Для количественной оценки ЭЭГ рассчитывали индекс альфа-ритма (%). В отфильтрованном спектре рассчитывали: усредненную для каждого пациента амплитуду (мкВ), частоту (Гц) и мощность альфа-ритма (мкВ²) и частотно-амплитудное отношение (ЧАО, ед.). Значения индекса и спектра альфа-ритма рассчитывали по 30 секундным интервалам ЭЭГ. Межзональные и межполушарные различия оценивали по асимметрии альфа-индекса, амплитуды, спектральной мощности альфа-ритма и амплитудному картированию.

Измерения АД во время проведения ЭЭГ регистрировались, 5-кратно, автоматическими тонометрами «Omron M3», (Япония). Анализировали систолическое (САД, мм рт. ст), диастолическое (ДАД, мм рт.ст), средне-динамическое (СрАД, мм рт.ст), пульсовое давление (ПАД, мм рт. ст) и двойное произведение – ДП=(АДС·ЧСС)/100, ед. Параллельно с записью ЭЭГ проводили регистрацию ЭКГ и АД суточными многофункциональными портативными носимыми мониторами – «СОЮЗ» – «ДМС», «ДМС – передовые технологии», (Россия). Параметры АД, ЧСС, линейную скорость кровотока (LV, см/с), ударный объем (УО, мл) и скорость распространения пульсовой волны (PWV, м/с) рассчитывали в программе «Союз 2010», «ДМС – передовые технологии» (Россия). Обработку ЭЭГ проводили с применением методов компьютерного анализа альфа-ритма в программе «ЭЭГ 2010» Мицар.

Статистический анализ. Полученные результаты обрабатывались параметрическими и непараметрическими методами статистики с использованием пакета программы «Statistica v.10.1. StatSoft». Данные представлены в виде средних арифметических значений (M) \pm стандартные средние ошибки (m). Статистическая значимость различий средних значений определяли по *t*-критерию Стьюдента и критерию Вилкоксона. Связь признаков изучалась при помощи линейной регрессии и корреляции Пирсона. Для оценки взаимосвязей между показателями альфа-ритма, альфа-ритма и гемодинамики применен метод множественного регрессионного и факторного анализа. Значимость факторов в уравнении регрессии оценивали по коэффициентам эластичности (Ei) и детерминации (d²) – отдельного распределения. Корреляции Пирсона исследовались между всеми показателями для исключения автокорреляций ($r_{xy} > 0,65$) и мультиколлинеарности (высокой взаимной корреляцией объясняющих переменных). Все полученные результаты обработаны на ПК. Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Основные показатели гемодинамики у больных АГ 2 степени и здоровых лиц представлены в табл. 1.

Расчеты анализа амплитуды, частоты и индекса альфа-ритма, представлены в табл. 2.

Как видно из таблицы, все средние значения амплитуды альфа-ритма достоверно снижены у больных АГ по сравнению

Таблица 1

Показатели гемодинамики у больных с артериальной гипертонией и здоровых лиц (M±m)

Группы Показатели	Больные АГ (n= 65)	Здоровые (n= 35)	p<
САД, мм рт. ст.	167,6±2,9	119,8±1,5	0,001
СрАД, мм рт. ст.	124,2±2,1	86,8±1,6	0,001
ДАД, мм рт. ст.	102,5±1,5	70,3±1,8	0,001
ПАД, мм рт. ст.	65,1±2,2	49,5±1,7	0,001
ЧСС, уд./мин	73,3±1,1	68,7±0,9	0,05
ДП, ед.	122,8±1,7	82,3±0,8	0,001
УО, мл	76,5±1,6	77,8±1,2	0,1
LV, см/с	97,6±0,9	73,7±0,8	0,01
PWV, м/с	8,97±0,07	7,18±0,03	0,05

Примечания: САД – систолическое артериальное давление; СрАД – средне-динамическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ПАД – пульсовое артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; ДП – двойное произведение (ДП = АДс*ЧСС/100) ед.; УО – ударный объем левого желудочка; LV – линейная скорость кровотока в плечевой артерии; PWV – скорость распространения пульсовой волны; p – достоверность различий между группами.

Как видно из табл. 1, все средние значения у больных АГ достоверно отличаются от таковых в группе здоровых лиц. У больных АГ выявлено не только значительное увеличение всех показателей АД, но и увеличение ЧСС, ДП, LV, PWV. Эти данные свидетельствуют о преобладании симпатической активности и влиянии ее на ЧСС у больных АГ.

Параметры фоновой записи ЭЭГ у больных АГ отличались от показателей в группе здоровых лиц величиной амплитуды, частотой, индексом и мощностью альфа-ритма. У больных АГ выявлено различие зональных и межполушарных значений амплитуды альфа-ритма со слабовыраженным фронтально-окципитальным градиентом. На ЭЭГ у больных АГ на фоне снижения медленной полиморфной низкоамплитудной активности (10 – 16 мкВ) доминировал альфа-ритм с амплитудой (30,1 – 45,8 мкВ), мощностью (23,3 – 29,7 мкВ²). Образ ритма: с мало выраженной амплитудной модуляцией с нарушением синусоидальности волн, структурированный в веретена, не устойчивый, со сглаженными зональными различиями.

с группой здоровых лиц. Наиболее низкие значения амплитуды и мощности альфа-ритма фиксируются в лобно-полусных лобных, височных отведениях.

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 теменные отведения от корковых зон, амплитудная асимметрия в центральных и височно-теменных отделах слева. Амплитудная межполушарная асимметрия (26%). Выявлено процентное снижение индекса альфа-ритма у больных АГ (до 49 До) по сравнению с группой здоровых лиц (82 До, p<0,01).

Частота альфа-ритма у больных АГ также достоверно снижена по сравнению с данными, полученными в группе здоровых лиц (табл. 2).

Во всех отведениях фиксировался альфа-ритм со средней частотой 9,89 колеб./с без выраженных зональных различий. Частотная межполушарная асимметрия у больных АГ была слабо выраженной, кроме височных отведений, с асимметрией 9 До.

Таблица 2

Амплитуда, частота и индекс альфа-ритма у больных АГ и здоровых лиц ($M \pm m$)

Группы Отведения	Амплитуда, мкВ		Частота (колеб./с)		альфа – индекс, До	
	Больные АГ (n=55)	Здоровые (n=35)	Больные АГ(n=55)	Здоровые (n=35)	Больные АГ (n=55)	Здоровые (n=35)
Fp1	30,9±0,2	35,2±0,2*	9,91±0,05	11,8±0,03*	70,5±1,1	82,4±0,9*
Fp2	31,1±0,3	35,8±0,2*	9,82±0,1	11,9±0,02*	73,5±1,2	82,5±1,1*
Fpz	30,3±0,3	35,1±0,2*	9,89±0,04	10,8±0,05*	70,2±0,9	82,3±0,9*
F7	33,6±0,4	37,2±0,3*	9,93±0,03	10,9±0,02*	74,6±1,3	82,7±1,2*
F3	32,2±0,5	38,9±0,4*	9,83±0,04	11,5±0,02*	75,5±1,1	83,8±0,9*
Fz	33,4±0,5	39,7±0,3*	9,95±0,06	11,9±0,1*	77,6±1,3	83,4±0,8*
F4	34,6±0,5	39,8±0,1*	10,1±0,05	11,9±0,03*	77,5±1,3	85,6±1,2*
F8	35,8±0,4	39,9±0,2*	9,83±0,03	11,7±0,03*	76,7±1,2	84,7±0,8*
C3	35,3±0,6	41,9±0,3*	9,96±0,04	11,8±0,05*	76,4±1,3	88,3±1,1*
C4	34,1±0,5	40,1±0,5*	9,92±0,02	10,9±0,05*	78,8±1,2	87,5±0,9*
Cz	34,3±0,4	41,5±0,3*	9,85±0,1	11,8±0,06*	72,3±1,3	87,7±1,1*
T3	36,1±0,2	41,8±0,3*	9,91±0,05	11,7±0,06*	74,1±1,3	88,2±1,2*
T4	37,2±0,2	42,3±0,3*	9,52±0,1	11,8±0,07*	78,5±1,4	88,4±1,1*
T5	36,4±0,3	42,1±0,4*	9,46±0,03	10,9±0,06*	78, 5±1,3	87,8±1,2*
T6	36,5±0,7	40,9±0,9*	9,42±0,06	11,9±0,02*	77,8±1,3	88,2±1,1*
P3	41,6±0,4	47,9±0,3*	9,96±0,05	11,9±0,03*	79,6±1,1	92,9±1,2*
P4	40,8±0,5	47,7±1,2*	9,97±0,02	11,9±0,04*	79,6±1,1	92,8±1,2*
Pz	41,2±0,6	47,8±0,2*	9,95±0,1	11,8±0,05*	78,2±1,2	92,6±1,2*
O1	45,8±1,2	65,2±1,2*	9,92±0,05	11,9±0,04*	78,1±1,3	94,9±1,1*
O2	47,6±1,2	64,8±1,3*	9,91±0,05	10,8±0,03*	79,2±1,2	94,8±0,9*
Oz	46,2±1,2	64,3±1,4*	9,93±0,05	11,9±0,04*	79,1±1,2	94,8±0,9*

Примечания: Fp1 – Oz – отведения ЭЭГ; * достоверность различий между группой больных АГ и здоровых лиц – $p < 0,05 - 0,01$.

Частотно-амплитудное отношение (ЧАО, ед.) в группе больных АГ достоверно увеличено в лобных, теменных и затылочных отведениях ($0,31 \pm 0,003$; $0,29 \pm 0,002$; $0,22 \pm 0,002$ ед.) по сравнению с группой здоровых лиц ($0,27 \pm 0,002$; $0,27 \pm 0,002$; $0,17 \pm 0,002$ ед.) и не различается в височных отведениях от корковых зон.

Мощность альфа-ритма у больных АГ снижена во всех отведениях и достоверно ниже в теменных и затылочных отведениях от корковых зон ($23,3 - 29,7$ мкВ²) по сравнению с группой здоровых лиц ($36,9 - 47,2$ мкВ², $p < 0,01$).

Выявленные функциональные нарушения альфа-ритма в группе больных АГ свидетельствуют о нарушении регуляции в надсегментарных интегративных отделах ЦНС (ядерные структуры продолговатого мозга, гипоталамус, лимбическая система) [8].

Для изучения взаимосвязей между показателями альфа-ритма ЭЭГ и между альфа-ритмом и параметрами гемодинамики был проведен множественный регрессионный анализ. Построены математические модели, отражающие закономерности взаимосвязи исследуемых параметров с определением

валидности переменных. Из показателей гемодинамики исключались наиболее вариабельные переменные, связанные с возрастом и гендерными различиями. Из показателей ЭЭГ не анализировались показатели, выраженные в процентах.

При проведении статистических расчетов были выявлены корреляционные связи между показателями амплитуды, частоты и мощности альфа-ритма ЭЭГ, между показателями альфа-ритма и показателями гемодинамики в группе больных АГ и здоровых лиц.

Между амплитудой и частотой альфа-ритма в группе больных АГ выявлены слабые прямые зональные корреляционные связи в височных, центральных и затылочных отведениях от корковых зон от ($r = 0,363$; $p < 0,05$, до $r = 0,393$; $p < 0,01$). Между амплитудой и частотой альфа-ритма в теменных отведениях от корковых зон (P3, P4) установлены прямые взаимосвязи ($r = 0,377$; $p < 0,05$, $r = 0,397$; $p < 0,05$), выраженные в группе здоровых лиц ($r = 0,483$; $p < 0,01$, $r = 0,512$; $p < 0,001$).

В группе больных АГ выявлены прямые взаимосвязи амплитуды и мощности альфа-ритма от левых теменных (P3) и затылочных

отведений (O1) с отведениями от центральных отведений (C3, C4) и височных отведений (T5, T6) с коэффициентами корреляции ($r=0,523$; $p<0,01$ – $r=0,648$; $p<0,001$), более сильные в группе здоровых лиц.

В группе больных АГ установлены прямые взаимосвязи амплитуды альфа-ритма между лобными отведениями (F3, F4, F7, F8) и отведениями от центральных отделов (C3, C4) ($r=0,453$; $p<0,01$ – $r=0,677$; $p<0,001$), слабые или отсутствующие в группе здоровых лиц.

У больных АГ между частотой альфа-ритма во всех отведениях от корковых зон выявлены сильные прямые корреляционные связи ($r=0,763$; $p<0,001$, $-r=0,926$; $p<0,0001$), слабые или отсутствующие в группе здоровых лиц [9]. В уравнениях множественной регрессии у больных АГ значимые коэффициенты регрессии (b) между частотой альфа-ритма выявлены только между правыми затылочными и теменными отведениями (O2, P4) $r=0,776$; $p<0,001$.

У больных АГ выявлены прямые взаимосвязи между амплитудой альфа-ритма в правых теменных и затылочных отведениях (P4, O2) с левыми отведениями от центральных (C3) и теменных (T3, T5) отведений от корковых зон ($r=0,393$; $p<0,03$, $-r=0,458$; $p<0,01$).

В группе здоровых лиц сильные взаимосвязи присутствуют на коротких участках в отведениях от лобно-полюсных (Fp1, F3), лобных (F3, F7), височных (T4, T5), центральных (C3, C4), теменных (P3, P4), затылочных отведениях (O1, O2) с увеличением коэффициентов корреляции от лобно-полюсных к затылочным отведениям. В группе больных АГ коэффициенты корреляции от лобно-полюсных к затылочным отведениям снижались, что свидетельствует о низкой когерентности между ними.

Коэффициенты корреляции между показателями индекса альфа-ритма в отведениях от корковых зон в группе больных АГ были аналогичны коэффициентам корреляции амплитуды альфа-ритма, но были менее выраженные ($r=0,382$ – $r=0,437$; $p<0,01$), чем в группе здоровых лиц ($r=0,412$ – $r=0,735$; $p<0,001$).

Между ЧАО в группе больных АГ выявлены сильные прямые взаимосвязи во всех отведениях ($r=0,762$ – $r=0,897$; $p<0,0001$), слабые или отсутствующие в группе здоровых лиц.

Коэффициенты корреляции между показателями мощности альфа-ритма в группе больных АГ были прямыми и значимыми в центральных, теменных и затылочных отведениях от корковых зон ($r=0,409$ – $r=0,512$; $p<0,01$). В группе здоровых лиц аналогич-

ные корреляции были сильными в височных, теменных и затылочных отведениях от корковых зон ($r=0,638$ – $r=0,757$; $p<0,001$).

Между индексом альфа-ритма и САД, ДАД, СрАД в группе больных АГ выявлены прямые корреляционные связи: ($r=0,636$; $p<0,001$, $r=0,518$; $p<0,001$, $r=0,619$; $r=0,412$; $p<0,001$), слабовыраженные в группе здоровых лиц. Между амплитудой альфа-ритма и САД, ДАД, СрАД в группе больных АГ выявлены прямые аналогичные взаимосвязи.

Между частотой альфа-ритма, ЧАО и САД, ДАД, СрАД в группе больных АГ выявлены слабые обратные взаимосвязи и прямые взаимосвязи между частотой альфа-ритма LV, PWV ($r=-0,398$; $-r=0,454$; $p<0,01$); ($r=0,407$; $r=0,448$; $p<0,01$), слабые или отсутствующие в группе здоровых лиц.

В группе больных АГ и в группе здоровых лиц не выявлены значимые взаимосвязи между частотой, амплитудой, мощностью альфа-ритма и УО.

Между амплитудой, индексом альфа-ритма и LV, ЧСС в группе здоровых лиц установлены слабые обратные взаимосвязи, более выраженные в группе больных АГ.

Большое количество разнонаправленных корреляций в группе больных АГ свидетельствует о снижении степеней свободы внутри системы. При этом снижается адаптационный и энергетический резерв организма и возрастает количество регуляций гемодинамическими параметрами, как на уровне ВНС, так и на уровне регуляции подкорковых и корковых интегративных структур ЦНС.

Полученные уравнения регрессии позволяют вычислить значение функции по входящим параметрам и определить коэффициенты корреляции. Результаты использованы для анализа между параметрами гемодинамики и показателями альфа-ритма ЭЭГ.

Передние отделы правого полушария доминируют в сердечно-сосудистой афферентации, в том числе при произвольной регуляции ритма сердца. Усиление альфа-активности в правой передней области головного мозга свидетельствует о сохранности оптимальных таламо-кортикальных и невровисцеральных связей у людей с нормальным уровнем артериального давления [10].

Изменения биоэлектрической активности головного мозга в значительной степени зависят от уровня АД и степени АГ. При высоком уровне АД у больных АГ возрастает вклад регуляторных влияний субкортикальных и гипоталамических структур головного мозга. При длительном повышении АД возрастает роль каудальных отделов ствола мозга с последующим истощением синхронизирующих влияний таламических и гипоталамических структур [11].

Выраженные изменения показателей ЭЭГ свидетельствуют о стойком вегетативном дисбалансе, прогрессирующем при высоких цифрах АД и длительном течении АГ. Значительное преобладание симпатических влияний у больных АГ может быть ассоциировано с развитием угрожающих для жизни осложнений и высоким риском поражений органов-мишеней, что значительно снижает их адаптационные возможности и качество жизни [12].

Учитывая вышеприведенные данные, можно сделать вывод о существенном вкладе ВНС и ЦНС в параметры гемодинамики у больных АГ.

В заключение следует отметить, что ЭЭГ имеет важное клиническое значение при АГ. С помощью комплексного исследования можно оценить влияние неврологического статуса и его центральных компонентов в процессы регуляции гемодинамики и применять полученные данные для достижения адекватного симпатического баланса у больных АГ.

Полученные данные позволяют предположить значимую роль альфа-ритма ЦНС в формировании гемодинамических сдвигов при АГ. Это предположение обосновывается достоверными различиями между группами здоровых лиц и больных АГ почти по всем изученным параметрам альфа-ритма и его высокой корреляцией с показателями гемодинамики.

Выводы

1. У больных АГ выявлено снижение амплитуды, частоты, мощности и индекса альфа-ритма с нарушением зональных различий на ЭЭГ.

2. У больных АГ выявлены отрицательные взаимосвязи между частотой альфа-ритма в отведениях ЭЭГ и параметрами гемодинамики.

3. Между амплитудой, индексом, мощностью альфа-ритма и параметрами центральной гемодинамики преобладают прямые корреляционные связи, более выраженные у больных АГ.

4. Изменение альфа-ритма у больных АГ может свидетельствовать о повышении активности ретикулярной формации и гипоталамических структур.

Список литературы

- Hall J.E., Granger J.P., do Carmo J.M. et al. Hypertension: physiology and pathophysiology // *Compr. Physiol.* – 2012. – Vol. 2, № 4. – P. 2393–2442.
- Базанова О.М. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ // *Международный неврологический журнал.* – 2011. – № 8(46). – С. 96–104.
- Klimesch W., Sauseng P., Hanslmayr S. EEG alpha oscillations: The inhibition-timing hypothesis // *Brain Res. Rev.* – 2007. – Vol. 53. – P. 63–88.
- Kirschfeld K. Relationship between the amplitude of alpha waves and reaction time // *Neuroreport.* – 2008. Vol. 19, № 9. – P. 907–910.
- Алексеева М.В., Балиоз Н.В., Муравлева К.Б. и др. Использование тренинга произвольного увеличения альфа-мощности ЭЭГ для улучшения когнитивной деятельности // *Физиология человека.* – 2012. – Т. 38. № 1. – С. 51–60.
- Montagnese S, Schiff S, Realdi A, et al. Abnormal cerebral electrogenesis is associated with impaired cognitive performance in hypertensive patients // *Journal of Human Hypertension.* – 2013. – Vol. 27. – P. 463–464. doi:10.1038/jhh.2013.21.
- Mancia G., Fagard R., Narkiewicz K. et al. 2013 ESH/ESC Guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC) // *Journal of Hypertension.* – 2013. – Vol. 31, № 7. – P. 1281–1357.
- Верещагин Н.В., Моргунов В.А., Гулевская Т.С. Патология головного мозга при атеросклерозе и артериальной гипертензии. – М.: Медицина, 1997. – 288 с.
- Курданова М.Х., Бесланеев И.А., Батырбекова Л.М., Курданов Х.А. Особенности variability ритма сердца и показателей электроэнцефалограммы у больных артериальной гипертензией // *Известия Кабардино-Балкарского государственного университета.* – 2013. – Т. III, № 2. – С. 109–113.
- Bazanova O.M. Aftanas L.I. Individual measures of electroencephalogram alpha activity and non-verbal creativity // *Neuroscience and Behavioral Physiology.* – 2008. – Vol. 38, Issue 3. – P. 227–235.
- Безродная Л.В. Резистентная (рефрактерная) артериальная гипертензия // *Артериальная гипертензия.* – 2011. – Т. 19, № 5. – С. 5–9.
- Papageorgiou C, Manios E, Tsaltas E, et al. Brain Oscillations Elicited by the Cold Pressor Test: A Putative Index of Untreated Essential Hypertension. *International Journal of Hypertension.* 2017. – Vol. 2017. – P. 1–17. doi.org/10.1155/2017/7247514.
- Gradman A.H., Basile J.N., Carter B.L. Combination therapy in hypertension // *J. Am. Soc. Hypertens.* – 2010. – № 4. – С. 42–50.