

УДК 616.12-008.331.1:612.821:001.891.5:612.13]-055.1(045)

МАКРО- И МИКРОГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНУЮ НАГРУЗОЧНУЮ ПРОБУ У МУЖЧИН С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Р.А. Новиков¹, О.В. Семячкина-Глушковская², К.Ю. Скворцов³,
В.Ф. Лукьянов³, Т.В. Головачева³

¹ФБУ «Центр медицинской и социальной реабилитации УФСИН России
по Саратовской области», г. Саратов, novikovr@bmail.ru

²ГОУ ВПО «Саратовский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского», г. Саратов,

³ГОУ ВПО «Саратовский Государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского», г. Саратов

Оценка влияния психоэмоциональной нагрузочной пробы «арифметический счет» на функциональное состояние сосудов микроциркуляторного русла (МЦР), показатели макрорегемодинамики и вариабельности ритма сердца (ВРС) сердца у лиц с оптимальным и высоким нормальным уровнями АД, а также у больных АГ I-II стадии. В исследование включено 60 мужчин с различными уровнями артериального давления.

Наиболее выраженные реакции в ответ на ментальный стресс отмечаются у мужчин с предгипертонией и здоровых мужчин, возможно, вследствие преобладания регуляторных механизмов вегетативной нервной системы (ВНС). У данных пациентов в регуляции потока крови в микроциркуляторном русле преобладают механизмы эндотелиальной и нервной регуляции.

У больных АГ I-II стадии стрессовая реакция механизмов ВНС сопровождается менее выраженной ответной реакцией со стороны сердечно-сосудистой системы. У подобных пациентов это ведет к снижению амплитуды в частотных диапазонах эндотелиального, нервного и мышечного компонентов. При этом преобладающей становится амплитуда в частотном диапазоне дыхательных волн.

Ключевые слова: артериальное давление, артериальная гипертония, ментальный стресс-тест, вариабельность ритма сердца, диастолическая дисфункция, лазерная доплеровская флоуметрия

MENTAL STRESS-TEST INDUCED MACRO- AND MICROHEMODYNAMIC REACTIONS IN MALES WITH DIFFERENT LEVELS OF BLOOD PRESSURE

R.A. Novikov¹, O.V. Semyachkina-Glushkovskaya², K.Y. Skvortsov³,
V.F. Lukyanov³, T.V. Golovacheva³

¹Center of medical and social aftertreatment of Russia across the Saratov region»,
Saratov, novikovr@bmail.ru

²The Saratov State university Of N.G.Chernyshevsky, Saratov,

³The Saratov State medical university of V.I.Razumovsky

Assessment of mental arithmetic stress test on functional status of microcirculatory vessels, macrohemodynamics and heart rate variability in 60 males with optimal, high normal blood pressure and I-II stages of arterial hypertension.

The most evident reactions to mental stress-test are registered in males with optimal and high normal levels of blood pressure. Probably, this originates due to predominance of regulatory mechanisms of autonomic nervous system. In these patients mechanisms of endothelial and nervous regulation determine the blood flow in microcirculatory vessels.

In patients with I-II stage of arterial hypertension mental stress-test leads to less apparent cardiovascular reactions. In these patients we registered the decrease of amplitude in frequency spectrum of endothelial, nervous and muscular components. At the same time amplitude in spectrum of respiratory waves begins to dominate.

Key words: blood pressure, arterial hypertension, mental stress-test, heart rate variability, diastolic dysfunction, laser Doppler flowmetry.

Введение

Артериальная гипертония (АГ) является самым распространенным заболеванием сердечно-сосудистой системы, сложность изучения которой связана с тем, что артериальное давление (АД) является как фактором гемодинамического повреждения, так и фактором адаптации гемодинамики к изменениям физической и психологической нагрузки. АГ рассматривается одновременно как «болезнь регуляции» и «болезнь (форма) компенсации» [1]. В формировании заболевания большую роль играют психосоциальные причины, и первая законченная теория о механизмах АГ была связана с представлениями о «неврозе сосудодвигательного центра» [5]. В настоящее время развитие этих классических исследований продолжено в представлениях о стресс-индуцированной гипертонии [6]. Непосредственные механизмы повреждающего действия психосоциальных факторов до сих пор обсуждаются, ведущая роль отводится изменению

активности вегетативной нервной системы [8]. Остаются неизученными вопросы о трансформации гиперактивности симпатической нервной системы в АГ и характер изменений макро- и микрогемодинамики на ранних стадиях развития этого заболевания [3,4]. Особую актуальность эта проблема приобретает у лиц с высоким нормальным АД или предгипертонией [7].

Цель исследования

Изучение влияния психоэмоциональной нагрузочной пробы «арифметический счет» (АС) на функциональное состояние сосудов микроциркуляторного русла (МЦР), показатели макрогемодинамики и вариабельности ритма сердца (ВРС) сердца у лиц с нормальными уровнями АД, а также у больных на стадии начальных проявлений АГ и на стадии поражения органов-мишеней.

Материалы и методы

Обследовали 60 мужчин с различными уровнями АД (оптимальным, высоким нормальным АД, АГ I-II стадий — группы I,

II, III и IV соответственно), имеющих 1–2 фактора риска развития ССО и не получавших постоянной гипотензивной терапии или нерегулярно принимавших антигипертензивные препараты. Возраст обследуемых колебался от 22 до 37 лет (в среднем $34,3 \pm 6,9$ года).

Группу обследованных лиц с высоким нормальным АД (предгипертонией, группа I) составили мужчины с офисным систолическим АД 130–139 и/или диастолическим АД 85–89 мм рт.ст., зарегистрированным во время двух последовательных визитов с интервалом не менее 2 месяцев, с соответствующими среднесуточными значениями АД, полученными в процессе амбулаторного мониторинга АД.

В качестве модели ментального стресса использовали психоэмоциональную нагрузочную пробу «арифметический счет» (АС), заключающийся в устном вычитании однозначного числа из трехзначного с переключением внимания при условии дефицита времени, а также в отсутствие помех и критики качества выполненной работы пациентом на протяжении трех минут [9].

До пробы, во время ее выполнения и в период реституции проводили постоянную регистрацию ЭКГ с анализом вариабельности ритма (НПП «Волготех», Саратов). Параллельно с регистрацией ЭКГ проводили исследование состояния и реактивности сосудов микроциркуляторного русла подушечки II пальца кисти методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛАКК-01, НПП «Лазма», Москва) по описанной ранее методике [2].

Показатели внутрисердечной гемодинамики оценивались исходно, на 3-й минуте

нагрузки и на 5-й минуте периода реституции с помощью ультразвукового аппарата General Electric Vivid 3 (США). Определяли следующие параметры: толщину стенки левого желудочка (ЛЖ), фракцию выброса (ФВ) ЛЖ по Тейхольцу, ударный и минутный объемы (УО и МО соответственно). В импульсном доплеровском режиме оценивали состояние трансмитрального кровотока с расчетом показателей диастолической функции ЛЖ — E, A, их соотношения и конечного диастолического давления. Результаты считали достоверными при значении $P < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Известно, что проба «АС» относится к тестам, имитирующим психологический стресс. Она применяется для оценки стрессреактивности больных ИБС, также обоснован набор показаний для проведения этого теста при различных стадиях АГ, изучены его чувствительность и специфичность [9].

При доплероэхокардиографическом исследовании в первых трех группах не получено достоверных различий (табл. 1). При АГ II стадии установлено достоверное увеличение толщины стенок миокарда левого желудочка, его радиуса, ИММЛЖ.

Увеличение ФВ ЛЖ и МО в ответ на проведение пробы ментального стресса фиксировалось только у лиц с оптимальным, высоким нормальным АД и при АГ I стадии, тогда как при АГ II стадии эти показатели увеличивались недостоверно.

В группе АГ II стадии исходно была снижена скорость раннего диастолического наполнения с увеличением активной предсердной систолы по сравнению со здоровы-

Таблица 1

Показатели внутрисердечной гемодинамики у здоровых мужчин с оптимальным, высоким нормальным уровнями АД и больных АГ в состоянии покоя (1), на фоне пробы «АС» (2) и в периоде реституции (3).

Показатели		Группа I (n=15)	Группа II (n=15)	Группа III (n=17)	Группа IV (n=13)
		Контроль	Предгипертония	АГ I стадии	АГ II стадии
УО, мл	1	61,10±0,32	68,25±4,40	66,76±0,65	66,82±0,33
	2	64,40±0,25	73,15±3,53	74,71±0,57	73,71±0,40
	3	60,40±0,29	63,10±4,12	72,94±0,42	71,06±0,60
	P 1-2	P >0,05	P >0,05	p>0,05	p>0,05
ФВ ЛЖ, %	1	64,40±0,36	64,56±0,17	68,06±0,45	68,24±0,62
	2	72,50±0,53	69,17±0,21	76,59±0,33	74,12±0,40
	3	71,60±0,38	66,17±0,21	71,29±0,29	68,18±0,32
	P 1-2	P < 0,001	P <0,01	P<0,01	P >0,05
Е/А	1	1,58±0,01	1,30±0,02	1,22±0,01	0,91±0,02
	2	1,40±0,02	1,12±0,01	0,96±0,02	0,66±0,02
	3	1,65±0,01	1,20±0,01	1,25±0,02	0,82±0,01
	P 1-2	P<0,001	P< 0,01	P<0,001	P<0,001
МО, мл	1	4185,65±21,67	4661,67±3,36	4563,63±25,67	4972,35±11,72
	2	5141,50±20,27	6086,11±4,26	5448,24±11,48	6330,60±26,70
	3	3983,50±14,83	4752,22±7,66	5445,30±11,32	5296,47±31,66
	P 1-2	p>0,05	P >0,05	P<0,05	P >0,05
КДД ЛЖ, мм рт.ст.	1	7,15±0,11	7,67±0,204	9,47±0,15	15,82±0,28
	2	10,95±0,19	12,63±0,08	16,47±0,23	21,47±0,30
	3	7,75±0,13	8,25±0,04	10,40±0,23	13,53±0,40
	P 1-2	P<0,01	P <0,01	P<0,001	P<0,001

ми и больными АГ I стадии. При АГ I стадии на фоне пробы «АС» фиксировалось нарушение исходно нормальной диастолической функции с уменьшением соотношения Е/А <1,0 и достоверным увеличением КДД. У лиц с оптимальным и высоким нормальным АД значение отношения Е/А достоверно снижалось при «АС», но не достигало патологических значений. Полученные данные свидетельствует о влиянии психоэмоционального стресса на диастолическую функцию ЛЖ.

При оценке ВРС установлено прогрессирующее (в зависимости от степени повышения АД) снижение показателей SDNN, характеризующее симпатическое и пара-

симпатическое влияние на активность синусового узла, а также гMSSD, отражающее парасимпатическое влияние. Кроме того, зарегистрировано увеличение индекса симпатико-парасимпатических отношений LF/HF по мере нарастания степени АД. Данные обследованных с оптимальным уровнем АД, предгипертонией и АГ I стадии свидетельствуют о наличии двух разнонаправленных тенденций: 1) к активации симпатической составляющей вегетативного тонуса нервной системы и 2) к снижению активности ее парасимпатического звена. Во время проведения ментального стресса у пациентов с АГ II стадии недостоверно увеличивались показатели активности па-

расимпатической нервной системы (rMSSD) увеличился на 7,7% по сравнению с исходным значением, $p > 0,05$). По всей вероятности, выявленные изменения есть отражение нестабильности вегетативных механизмов регуляции АД у здоровых лиц и на стадии предболезни, а на стадии сформировавшегося гипертензивного синдрома — отражением «стационарности» («инертности») системы регуляции АД, не реагировавшей на проведение ментального стресса. «Стационарность» системы регуляции АД (как, впрочем, и малое количество пациентов), вероятно, может объяснить отсутствие достоверных изменений исследованных показателей у больных с АГ II стадии (недостовверный прирост значений показателей ФВ ЛЖ, МО, ВРС). Это совпадает с суще-

ствующими представлениями о патогенетических механизмах АГ [1, 4, 6].

В табл. 2 представлены показатели ЛДФ-грамм, характеризующие состояние сосудов МЦР, а именно: амплитуды в диапазонах частот эндотелиальных колебаний (ЭК), колебаний, обусловленных нейрогенным тонусом (НК), миогенных колебаний (МК) и колебаний, связанных с венозным оттоком (дыхательный компонент, ДК) и притоком крови (сердечный компонент, СК) [2].

Стрессовая нагрузка привела к однонаправленному изменению амплитудных показателей во всех диапазонах частот. Во всех группах, за исключением пациентов на стадии предгипертонии, произошло незначительное увеличение амплитуды эндотелиальных колебаний (от 8,3% до 21,4%).

Таблица 2

Некоторые показатели гемодинамики МЦР у здоровых мужчин с оптимальным, высоким нормальным уровнями АД и больных АГ в состоянии покоя (1), на фоне пробы «АС» (2) и в периоде реституции (3)

Показатели		Группа I (n=15)	Группа II (n=15)	Группа III (n=17)	Группа IV (n=13)
ЭК 0,0095-0,02 Гц	1	0,42±0,03	0,41±0,02	0,36±0,02	0,28±0,04
	2	0,49±0,04	0,41±0,03	0,39±0,03	0,34±0,04
	3	0,39±0,03	0,34±0,05	0,32±0,03	0,28±0,02
	P 1-2	P <0,05	P >0,05	P >0,05	P >0,05
НК 0,02-0,052 Гц	1	0,48±0,04	0,40±0,02	0,24±0,02	0,22±0,04
	2	0,37±0,04	0,20±0,04	0,18±0,02	0,16±0,02
	3	0,42±0,02	0,22±0,04	0,20±0,04	0,20±0,02
	P 1-2	P <0,05	P <0,01	P <0,05	P <0,05
МК 0,07-0,15 Гц	1	0,38±0,05	0,32±0,04	0,27±0,05	0,22±0,02
	2	0,30±0,02	0,22±0,02	0,20±0,04	0,16±0,04
	3	0,36±0,06	0,20±0,04	0,21±0,02	0,18±0,02
	P 1-2	P <0,05	P <0,05	P <0,05	P =0,05
ДК 0,15-0,4 Гц	1	0,24±0,01	0,27±0,04	0,32±0,02	0,40±0,04
	2	0,34±0,07	0,36±0,04	0,40±0,04	0,49±0,08
	3	0,26±0,04	0,34±0,02	0,38±0,06	0,46±
	P 1-2	P <0,05	P <0,05	P <0,05	P <0,05
СК 0,8-1,6 Гц	1	0,36±0,01	0,37±0,06	0,42±0,02	0,48±0,02
	2	0,44±0,01	0,48±0,04	0,49±0,07	0,50±0,08
	3	0,32±0,04	0,46±0,04	0,46±0,04	0,50±0,04
	P 1-2	P <0,01	P <0,01	P <0,01	P >0,05

Эндотелиальные колебания имели наибольшую амплитуду у здоровых и на стадии предгипертонии, недостоверно снижаясь при АГ I стадии и становясь достоверно меньше при АГ II стадии ($A=0,28\pm 0,04$). Амплитуда нейрогенного компонента у здоровых лиц и при предгипертонии практически в два раза превосходит аналогичные показатели больных с АГ I–II стадий, соответственно 0,40–0,48 против 0,22–0,24. Амплитуда мышечного компонента у здоровых лиц и на стадии предгипертонии также превышает показатели больных АГ I–II стадии (0,32–0,38 против 0,22–0,27 соответственно). У больных АГ I–II стадии максимальные амплитудные показатели зафиксированы в дыхательном частотном диапазоне (0,40–0,32 против 0,24–0,27 у здоровых мужчин). Амплитуды сердечного компонента в сравниваемых группах мало различались между собою.

МЦР как у здоровых, так и у больных мужчин с АГ реагирует на стрессовую ментальную нагрузку одинаковым образом, но с доминированием различных механизмов регуляции потоков крови. У здоровых лиц и при предгипертонии в регуляции потока крови в МЦР в наибольшей степени принимают участие механизмы эндотелиальной и нервной регуляции. Установленные частотные изменения в сочетании со стрессовым ответом макрогемодинамики и ВРС, очевидно, обусловлены преобладанием у данной группы нейрогенных механизмов регуляции, что можно связать с высокой и нестабильной активностью вегетативной регуляции, характерной для дебюта такого регуляторного заболевания, как АГ [3, 6]. Данная группа попадает в ко-

гортю лиц, которых раньше было принято относить к «пограничной АГ».

В процессе развития АГ характер реакции не изменился, но ее выраженность стала меньше, что объясняется более разнообразными механизмами регуляции циркуляции крови, которые не исчерпываются только нейрогенной регуляцией [2]. У больных с АГ II стадии диапазон регуляторных возможностей эндотелия и нервной системы снижается («инертность» системы регуляции и/или истощение запасов эф-фектора — вазодилатора NO). При этом преобладающей становится амплитуда в частотном диапазоне дыхательных волн, с которым, как правило, связано переполнение и нарушение оттока из веноулярного отдела МЦР.

Заключение

Результаты проведенного исследования свидетельствует об однотипных ответных реакциях на ментальную стрессовую нагрузку во всех обследованных группах.

Наибольшие по выраженности ответные реакции на АС отмечаются у больных с предгипертонией и здоровых, что, вероятно, обусловлено преобладанием в регуляторных механизмах вегетативной нервной системы. У данных категорий пациентов в регуляции потока крови в МЦР в наибольшей степени принимают участие механизмы эндотелиальной и нервной регуляции.

У больных с АГ I–II стадии влияние вегетативной нервной системы на АД менее значимо. Вероятно, это обусловлено уже существующим и стабильным вовлечением автономной нервной системы в механизмы регуляции АД и принципиально более сложными патогенетическими механизмами

АГ (гормональные, электролитные, морфологические). Поток крови в МЦР характеризуется снижением амплитуды в частотных диапазонах эндотелиального, нервного и мышечного компонентов, при этом преобладающей становится амплитуда в частотном диапазоне дыхательных волн, что характерно для активации веноулярного отдела МЦР.

Подобное исследование проведено впервые и поэтому имеет серьезный недостаток: количество больных в каждой группе пациентов было малым, в связи с чем в ряде случаев страдала достоверность информации. Для подтверждения или опровержения полученных результатов необходимо проведение более крупных исследований.

Работа поддержана грантом «Инновационные кадры России 2009–2012» по программе 1.2.2., направление «Фундаментальная медицина и физиология», ГК-П441.

Список литературы

1. Кушаковский М.С. Гипертоническая болезнь (эссенциальная гипертензия). Причины, механизмы, клиника, лечение. — СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2002. — 416 с.

2. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. Руководство для врачей под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. — М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. — 256 с.

3. Лукьянов, В.Ф. Распределение кровотока при гипертонической болезни / В.Ф. Лукьянов, С.В. Лукьянова // Российский кардиологический журнал. — 2002. — № 5. — С. 34–38.

4. Маколкин В.И. Микроциркуляция в кардиологии. — М.: Визарт, 2004. — 136 с.

5. Мясников А.Л. Гипертоническая болезнь. — М.: Медгиз, 1954. — 391 с.

6. Шевченко О.П. Стресс-индуцированная гипертония / О.П. Шевченко, Е.А. Праскурничий. — М.: Реофарм, 2004. — 140 с.

7. Blood pressure usually considered normal is associated with an elevated risk of cardiovascular disease / A.V. Kshirsagar, M. Carpenter, H. Bang et al. // Am. J. Med. — 2006. — Vol. 119. — P. 133–141.

8. Van Egeren L.F. Laboratory stress testing to assess real-life cardiovascular reactivity / L.F. Van Egeren, A.W. Sparrow // Psychosom. Med. — 1989. — Vol. 51. — P. 1–9.

9. Weir M.R. Shifting paradigm in definition and treating hypertension: addressing global risk with combination therapy // J. Clin. Hypertens. — 2008. — Vol. 10. — Suppl. 1. — P. 2–3.

Список принятых сокращений

А — амплитуда

АГ — артериальная гипертензия

АД — артериальное давление

ВНС — вегетативная нервная система

ВРС — вариабельность ритма сердца

ДК — дыхательный компонент

ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка

КДД — конечное диастолическое давление

ЛДФ — лазерная доплеровская флоуметрия

ЛЖ — левый желудочек

МО — минутный объем

МК — мышечный компонент

МЦР — микроциркуляторное русло

НК — нервный компонент

СК — сердечный компонент

УО — ударный объем

ЭК — эндотелиальный компонент	ласти спектра ВРС rMSSD — среднееквadraticное отклонение в продолжительности
ЭКГ — электрокардиограмма	последовательных синусовых интервалов
А — фаза позднего (активного) диастолического наполнения левого желудочка	RR ЭКГ
Е — фаза раннего (пассивного) диастолического наполнения левого желудочка	SDNN — стандартное отклонение всех интервалов RR ЭКГ
NO — оксид азота	
LF/HF — отношение низкочастотной области спектра ВРС к высокочастотной об-	
