

Стресс-реактивность гемодинамики у подростков и факторы, ее определяющие

*А.Н. Сумин**, *Л.Ю. Сумина***, *Н.Д. Васильева****

**ГУ Научно-производственная проблемная лаборатория реконструктивной хирургии сердца и сосудов СО РАМН, г. Кемерово

**ГУЗ Областной клинический госпиталь для ветеранов войн, г. Кемерово

***ФГЛПУ «Научно-клинический Центр охраны здоровья шахтеров», г. Ленинск-Кузнецкий

Резюме

С целью оценки факторов, влияющих на стресс-реактивность артериального давления, обследовано 66 здоровых подростков (25 мальчиков, 41 девочка) в возрасте 14–17 лет (в среднем $15,2 \pm 0,1$ лет). Всем обследуемым проводили тест с устным счетом, оценивали психологический статус (опросники Баса-Дарки, Кеттела, Спилбергера-Ханина), силу и выносливость скелетных мышц на многофункциональном тренажере. Гиперреактивность артериального давления в ответ на стресс встречалась у 27% подростков, нормальная реакция — у 47%, гипореактивность — у 26%. В группе гиперреакторов отмечено снижение силы и выносливости скелетных мышц, как верхних, так и нижних конечностей по сравнению с группами нормо- и гипореакторов. Психологические различия между группами были незначительными и заключались в более конкретном мышлении у гипореакторов и большей степени податливости, зависимости от окружающих, внутренней конфликтности в группе гиперреакторов. С реакцией артериального давления на тест с устным счетом в наибольшей степени коррелировали показатели силы и выносливости мышц, вес обследованных, уровень исходного артериального давления и степень развитости мышления. С реакцией частоты сердечных сокращений (ЧСС) в ходе теста были связаны только исходный уровень ЧСС и психологические факторы — уровень негативизма и зависимость от окружающих. Наши данные могут оказаться полезными в разработке программ снижения стресс-реактивности среди здоровых лиц, а также в первичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с наличием психосоциальных факторов риска.

Ключевые слова: стресс-реактивность, артериальное давление, мышечный статус.

Factors determining stress-reactivity of hemodynamics in the adolescents

A.N. Sumin, L.Y. Sumina, N.D. Vasilyeva

Resume

In order to assess factors contributing to stress reactivity of blood pressure 66 adolescents (25 boys and 41 girls) from 14 to 17 yrs ($15,2 \pm 0,1$ yrs) were examined. Test with oral calculation, psychological (questionnaires of Bass-Darky, Kettle, Spielberg) as well as force of skeletal muscles and were assessed. Hyperreaction of blood pressure (BP) was observed in 27% of adolescents, normal reaction — in 47% cases, low reactivity — in 26%. In hyperreactive subjects lower parameters of skeletal muscle force were documented. Psychological discrepancies were insignificant between the groups. The BP raise during mental stress correlated with muscle force, body weight, baseline BP level and mental development. The data obtained can indicate that reducing stress reactivity can be important instrument in primary prevention of cardiovascular diseases in psychogenic rest groups.

Key words: stress-reactivity, blood pressure, muscle tone.

Статья поступила в редакцию: 11.04.08. и принята к печати: 25.05.08.

Введение

Повышенная реакция гемодинамики на воздействия внешней среды может служить маркером развития в последующем заболеваний сердечно-сосудистой системы [1–3]. Индивидуальная реакция на стрессорные воздействия сильно варьирует, на ее выраженность могут влиять факторы различных уровней [4–8], в том числе состояние периферических тканей [8]. Поэтому постоянно продолжается поиск причин повышенной или сниженной устойчивости к стрессу, особенно у лиц с доклиническими состояниями [9]. Исходя из этого, целью нашего исследования явилась оценка факторов, определяющих стресс-реактивность уровня артериального давления (АД) у подростков без заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Материал и методы

Нами обследовано 66 здоровых подростков (в возрасте 14–17 лет, средний возраст $15,2 \pm 0,1$ лет, 25 мальчиков и 41 девочка), учащихся 9–11 классов одной из школ г. Ленинска-Кузнецкого. Всем обследуемым проводили тест с устным счетом, заключающийся в вычитании либо прибавлении определенного числа. В состоянии покоя, а также на 1-й и 3-й минутах теста обследуемым измеряли уровень АД и частоту сердечных сокращений (ЧСС). По реакции систолического АД на стресс выделили три группы подростков: гиперреакторы (ГИПЕР, $n=18$) — с повышением систолического АД на 20% и более от исходного, нормореакторы (НОРМО, $n=31$) — с повышением систолического давления в пределах 6–19% от исходного, и гипореакторы (ГИПО, $n=17$) — с повышением давления

менее 5% от исходного. Также всем подросткам проводили исследование силы и выносливости скелетных мышц на многофункциональном тренажере «Kettler» [10]. Для этого использовали следующие статико-динамические тесты: отжимание на скамейке, баттерфляй, притягивание каната к груди, разгибание и сгибание нижних конечностей, при выполнении которых груз увеличивали с пяти килограммов до максимально переносимого. Дополнительно оценивали выносливость разгибателей и сгибателей нижних конечностей путем удержания груза, равного половине от максимально поднятого. Силу мышц кистей рук оценивали с помощью кистевой динамометрии (КДМ). Психологическое состояние подростков оценивали с помощью опросников Басса-Дарки, Кеттела и Спилбергера-Ханина. Все обследуемые предварительно были ознакомлены с содержанием исследования, получено информированное согласие на него от родителей. Для оценки результатов исследования использовали метод вариационной статистики, однофакторный дисперсионный анализ с последующей оценкой различий между группами с помощью LSD-теста, а также непараметрический тест Крускалла-Уоллиса. Динамику показателей в ходе теста оценивали с помощью парного t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования

Выделенные нами группы с различной реакцией на стресс были сопоставимы по полу, возрасту и росту

(табл. 1). Отмечены достоверно более низкие значения веса в группе гиперреакторов (49,5±1,8 кг) по сравнению с группой нормореакторов (55,7±1,6 кг) и гипореакторов (57,4±2,3). Исходные показатели гемодинамики в группах имели немного отличий (табл. 2). Так, по уровню диастолического давления (63,6±2,0 в группе ГИПЕР, 65,5±1,2 в группе НОРМО, 65,2±2,3 мм рт.ст. в группе ГИПО-реакторов; p=0,70) и ЧСС (82,6±2,6; 82,5±1,9 и 80,9±3,1 уд/мин, соответственно, p=0,88) группы не различались. Исключение составил уровень систолического АД в группе гиперреакторов, который был ниже (103,2±2,7 мм рт.ст.; p=0,0497), чем в двух других группах (110,2±1,6 – в группе НОРМО, 110,9±2,9 мм рт.ст. в группе ГИПО-реакторов). Реакция на тест с устным счетом в группах заметно различалась: к первой минуте теста у гиперреакторов уровень систолического АД возрастал на 24,9%, диастолического АД – на 21,6%, ЧСС – на 30,0%, в группе нормореакторов эти показатели возрастали на 13,0%, 10,9% и 19,8%, соответственно. В группе гипореакторов отмечался заметный прирост ЧСС – на 21,7%, при минимальных изменениях уровня систолического (снижение на 1,5%) и диастолического (повышение на 1,4%) АД. На третьей минуте теста с устным счетом показатели гемодинамики были сопоставимы с первой минутой, при этом уровень систолического АД оказался существенно ниже в группе гипореакторов (112,9±3,7 мм рт.ст.; p=0,0038) по сравнению с группами гипер – (128,4±3,5 мм рт.ст.) и нормо-

Таблица 1

ВОЗРАСТНОЙ СОСТАВ И АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ В ГРУППАХ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬЮ СИСТОЛИЧЕСКОГО АД

Показатели	ГИПЕР n=18	НОРМО n=31	ГИПО n=17	F	P
Пол: м/ж	6/12	12/19	7/10	H=1,48	0,48
Возраст (лет)	15,1±0,2	15,4±0,2	14,8±0,2	1,85	0,165
Рост (см)	166,3±1,5	168,5±1,5	168,5±2,0	0,48	0,620
Вес (кг)	49,5±1,8	55,7±1,6*	57,4±2,3*	4,04	0,022

Примечания (здесь и в таблицах 2–6): F, P, — данные однофакторного дисперсионного анализа; * — p<0,05 по сравнению с группой ГИПЕР с помощью LSD-теста; # — p<0,05 по сравнению с группой НОРМО с помощью LSD-теста.

Таблица 2

ПОКАЗАТЕЛИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ТЕСТЕ С УСТНЫМ СЧЕТОМ В ГРУППАХ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬЮ

Показатели	ГИПЕР n=18	НОРМО n=29	ГИПО n=17	F	P
САД _{исх} (мм рт.ст.)	103,2±2,7	110,2±1,6 *	110,9±2,9 *	3,15	0,0497
САД _{1мин} (мм рт.ст.)	128,9±3,6	124,5±1,7	110,0±3,6*#	10,84	0,00009
САД _{3мин} (мм рт.ст.)	128,4±3,5	123,2±2,0	112,9±3,7*#	6,10	0,0038
ДАД _{исх} (мм рт.ст.)	63,6±2,0	65,5±1,2	65,2±2,3	0,36	0,702
ДАД _{1мин} (мм рт.ст.)	76,8±2,3	72,4±1,3	65,6±2,8*#	6,55	0,0026
ДАД _{3мин} (мм рт.ст.)	78,9±2,2	71,8±1,5 *	67,0±2,8 *	6,93	0,0019
ЧСС _{исх} (уд/мин)	82,6±2,6	82,5±1,9	80,9±3,1	0,126	0,882
ЧСС _{1мин} (уд/мин)	107,3±2,9	98,2±2,4	97,9±3,7	3,028	0,056
ЧСС _{3мин} (уд/мин)	108,3±2,9	100,7±2,5	96,5±3,4 *	3,481	0,037

Примечания: # — p<0,05 по сравнению с группой НОРМО с помощью LSD-теста; САД_{исх}, САД_{1мин}, САД_{3мин} — систолическое артериальное давление в исходном состоянии, на 1-й и на 3-й минутах теста с устным счетом; ДАД_{исх}, ДАД_{1мин}, ДАД_{3мин} — диастолическое артериальное давление в исходном состоянии, на 1-й и на 3-й минутах теста с устным счетом; ЧСС_{исх}, ЧСС_{1мин}, ЧСС_{3мин} — частота сердечных сокращений в исходном состоянии, на 1-й и на 3-й минутах теста с устным счетом.

СИЛА И ВЫНОСЛИВОСТЬ МЫШЦ В ГРУППАХ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬЮ ГЕМОДИНАМИКИ

Показатели	ГИПЕР n=18	НОРМО n=29	ГИПО n=17	F	P
СДТ-1 (кг)	18,8±2,0	25,0±2,3	32,5±4,1*	4,87	0,011
СДТ-2 (кг)	23,5±2,3	31,6±2,2 *	35,0±3,4 *	4,41	0,017
СДТ-3 (кг)	29,4±3,7	47,2±4,7 *	53,3±6,1 *	5,16	0,009
СДТ-4 (кг)	38,4±5,4	51,6±4,5	70,8±7,8 **	6,23	0,004
СДТ-5 (кг)	16,9±1,9	26,8±2,6 *	36,3±3,5 **	9,21	0,0004
A _{РНК} (кг*сек)	1948±435	2996±533	5316±1292 **	4,41	0,017
A _{СНК} (кг*сек)	533±79	796±110	1337±359 **	4,33	0,018
КДМ _{лев} (Н)	14,5±1,8	22,4±1,7 *	27,3±4,0 *	6,68	0,003
КДМ _{прав} (Н)	15,4±1,8	23,7±1,9 *	31,1±3,7 **	8,71	0,0005

Примечания: СДТ-1 — максимальный груз, поднятый при выполнении упражнения «отжимание на скамейке»; СДТ-2 — максимальный груз, поднятый при выполнении упражнения «баттерфляй»; СДТ-3 — максимальный груз, поднятый при выполнении упражнения «притягивание каната к груди»; СДТ-4 — максимальный груз, поднятый при выполнении упражнения «разгибание нижних конечностей»; СДТ-5 — максимальный груз, поднятый при выполнении упражнения «сгибание нижних конечностей»; А — работа, выполненная при удержании груза; РНК — разгибатели нижних конечностей; СНК — сгибатели нижних конечностей; КДМ_{лев} — сила мышц левой кисти при проведении кистевой динамометрии; КДМ_{прав} — сила мышц правой кисти при проведении кистевой динамометрии.

Таблица 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСНИКА БАССА-ДАРКИ В ГРУППАХ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬЮ СИСТОЛИЧЕСКОГО АД

Показатели (баллы)	ГИПЕР n=18	НОРМО n=29	ГИПО n=17	F	p
Физическая агрессия	6,53±0,45	5,90±0,34	7,11±0,45	1,89	0,162
Косвенная агрессия	4,93±0,44	4,79±0,29	5,56±0,50	0,78	0,462
Раздражение	6,33±0,52	5,69±0,37	6,78±0,62	1,23	0,299
Негативизм	3,53±0,37	3,14±0,30	4,00±0,44	1,17	0,318
Обида	4,20±0,45	4,14±0,35	4,33±0,41	0,04	0,958
Подозрительность	5,40±0,42	4,62±0,40	4,67±0,76	0,75	0,478
Вербальная агрессия	8,80±0,58	7,86±0,45	9,22±0,64	1,58	0,216
Чувство вины	5,27±0,38	4,24±0,35	4,56±0,69	1,56	0,220
Индекс агрессивности	16,73±0,72	14,93±0,67	17,22±0,88	2,51	0,091
Индекс враждебности	9,60±0,77	8,76±0,63	9,00±0,93	0,35	0,708

реакторов (123,2±2,0 мм рт.ст.). Диастолическое АД при том было наивысшим в группе гиперреакторов (78,9±2,2 мм рт.ст., p=0,0019), по сравнению с двумя другими группами (71,8±1,5 у НОРМО и 67,0±2,8 мм рт.ст. у ГИПЕР-реакторов). По величине ЧСС на третьей минуте также достигнуты различия (p=0,037): наименьшей она была в группе гипореакторов (96,5±3,4 уд/мин), максимальная — в группе гиперреакторов (108,3±2,9 уд/мин, p<0,05 по сравнению с группой гипореакторов).

Сопоставление мышечного статуса (табл. 3) в группах выявило однонаправленные изменения для всех изученных мышечных групп. Для всех мышечных групп отмечались наименьшие показатели в группе гиперреакторов, промежуточные — в группе нормореакторов, и максимальные — в группе гипореакторов. Так, сила разных групп мышц верхних конечностей в группе гиперреакторов была на 33–61% ниже, чем в группе нормореакторов, и на 49–81%, чем в группе гипореакторов (p=0,009–0,017). Также сила разгибателей и сгибателей нижних конечностей была ниже в группе гиперреакторов, чем в двух других группах — на 34–59% и 84–115%, соответственно (p=0,0004–0,004). Выносливость мышц нижних конечностей была максимальной в группе гипореакторов, она была достоверно выше, чем в группах нормореакторов (на 68–77%) и гиперреакторов (на 158–173%).

Попытки выявить психологические различия в группах подростков с различной стресс-реактивностью были менее успешными. Так, по всем шкалам опросника Баса-Дарки (таблица 4) не выявлено достоверной статистической разницы между группами. Причем наименьшие показатели по всем шкалам отмечены именно для группы нормореакторов, группы с гиперреактивностью и гипореактивностью на тест с устным счетом имели более высокие значения. Уровень агрессивности во всех группах был в пределах нормативных значений, а вот уровень враждебности был повышен во всех группах. Причем абсолютные значения индекса враждебности (9,6±0,8 баллов) были максимальными в группе гиперреакторов, хотя эти различия и не были статистически достоверными. Различия в уровне стресс-реактивности также не удалось объяснить различиями в уровне тревожности подростков. Данные опросника Спилбергера-Ханина (табл. 5) в группах не различались между собой.

В то же время, по данным опросника Кеттелла (табл. 6), гипореакторы отличались значительно меньшими значениями по шкале «В» (p=0,011), что свидетельствовало об ограниченности мышления среди них, трудностями в умении анализировать и обобщать. Тем не менее, уровень успеваемости в школе существенно не отражался на реактивности гемодинамики подростков. Хотя средний балл был ниже в группе гиперреакторов (3,68±0,11), чем

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСНИКА СПИЛБЕРГЕРА-ХАНИНА В ГРУППАХ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬЮ СИСТОЛИЧЕСКОГО АД

Таблица 5

Показатели (баллы)	ГИПЕР n=18	НОРМО n=29	ГИПО n=17	F	p
Личностная тревожность	45,3±2,1	44,8±1,8	46,6±2,5	0,17	0,847
Ситуационная тревожность	20,4±1,3	24,0±1,5	23,1±1,9	1,31	0,281

РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОСНИКА КЕТТЕЛА В ГРУППАХ ПОДРОСТКОВ С РАЗЛИЧНОЙ СТРЕСС-РЕАКТИВНОСТЬЮ СИСТОЛИЧЕСКОГО АД

Таблица 6

Показатели (баллы)	ГИПЕР n=18	НОРМО n=29	ГИПО n=17	F	p
A	5,83±0,53	6,60±0,54	5,78±0,94	0,58	0,568
B	3,83±0,46	4,10±0,39	2,11±0,35	5,05	0,011
C	5,58±0,61	6,25±0,46	6,44±0,69	0,54	0,585
E	7,00±0,54	8,30±0,26	7,33±0,76	2,56	0,091
F	6,50±0,71	7,45±0,51	7,56±0,75	0,77	0,470
G	7,58±0,51	7,40±0,46	7,22±0,52	0,10	0,908
H	6,58±0,53	7,15±0,45	6,89±0,48	0,35	0,705
I	4,58±0,58	4,90±0,41	5,67±0,75	0,80	0,457
L	7,33±0,7	7,70±0,42	7,56±0,78	0,14	0,873
M	6,25±0,68	6,40±0,37	5,22±0,81	1,07	0,355
N	6,08±0,61	6,01±0,49	6,67±0,78	0,29	0,747
O	6,58±0,57	5,80±0,52	7,00±0,84	0,99	0,379
Q ₁	4,83±0,44	5,15±0,49	4,44±0,58	0,43	0,654
Q ₂	6,50±0,42	6,60±0,37	6,89±0,63	0,15	0,862
Q ₃	6,17±0,42	6,55±0,44	7,44±0,47	1,43	0,251
Q ₄	6,33±0,48	5,70±0,35	6,11±0,51	0,64	0,533
Fa ₁	6,75±0,31	6,25±0,33	6,22±0,32	0,68	0,513
Fa ₂	6,25±0,57	7,55±0,49	6,78±0,49	1,63	0,210
Fa ₃	6,00±0,55	6,10±0,38	6,00±0,62	0,02	0,984
Fa ₄	5,92±0,42	6,30±0,38	5,67±0,71	1,14	0,327

в группах гипоректоров (3,88±0,15) и норморекторов (3,90±0,09), но эти различия не достигали статистической значимости (F=1,14; p=0,327). По ряду других шкал (E, Q₂, Q₃) наименьшие значения отмечались в группе гиперреакторов (для шкалы E даже с пограничной статистической достоверностью – p=0,091), эти подростки были более податливыми, отличались большей зависимостью от окружающих, недостаточностью самоконтроля [11].

При анализе корреляционных взаимоотношений отмечена достоверная взаимосвязь прироста систолического АД во время теста с устным счетом с весом (r=-0,35, p=0,004), силой мышц при упражнениях «отжимание от скамейки» (r=-0,26, p=0,048), «разгибание нижних конечностей» (r=-0,31, p=0,019), «сгибание нижних конечностей» (r=-0,35 p=0,009), статической работой разгибателей нижних конечностей (r=-0,28 p=0,039), силой правой (r=-0,38 p=0,004) и левой кистей (r=-0,31, p=0,017), показателями шкалы B опросника Кеттелла (r=0,36; p=0,017), а также с исходным уровнем систолического АД перед тестом (r=-0,25; p=0,042). Схожие взаимосвязи отмечались и для реакции диастолического АД на стресс-тест: с весом (r=-0,35; p=0,005), силой мышц при отжимании от скамейки (r=-0,31; p=0,02), сгибателей нижних конечностей (r=-0,29; p=0,028), правой (r=-0,41; p=0,001) и левой кистей (r=-0,39; p=0,003), исходным уровнем диастолического АД (r=-0,40 p=0,001) и числом баллов по шкале B опросника Кеттелла (r=0,34; p=0,030). Реакция ЧСС на стрессорную нагрузку коррелировала

достоверно только с уровнем исходной ЧСС (r=-0,45; p=0,001), выраженностью негативизма по опроснику Басса-Дарки (r=-0,28; p=0,043) и шкалой Q₂ опросника Кеттелла (r=-0,32; p=0,039), характеризующей зависимость от чужого мнения, несамостоятельность, ориентированность на социальное одобрение.

Обсуждение результатов

Главным результатом, полученным нами, явилась выявленная зависимость стресс-реактивности гемодинамики у подростков в меньшей степени с психоэмоциональным состоянием, а в большей степени с мышечным статусом.

При сравнительных исследованиях было показано, что повышенная стресс-реактивность характерна для пациентов с артериальной гипертензией, особенно при наличии «гипертонии белого халата» [12, 13]. Характерна она и для пациентов с сердечно-сосудистой патологией, для которой отмечена связь с хроническим психосоциальным стрессом [9]. Более интересной в практическом плане выглядит связь повышенной стресс-реактивности с доклиническими маркерами сердечно-сосудистых заболеваний. К примеру, в исследовании KIND показана взаимосвязь между степенью реактивности АД к лабораторным стрессорам и толщиной каротидной интимы-медии [14]. Последний же показатель является важным доклиническим маркером атеросклероза [15], связанным со степенью системного атеросклероза [16], наличием коронарного атеросклероза при коронарной

ангиографии [17], с частотой развития в последующем инфаркта миокарда и инсульта [18]. Еще более интересные данные получены при проспективной оценке взаимосвязи реакции АД на психоэмоциональный стресс и прогрессирования атеросклеротического процесса. Показано, что при семилетнем наблюдении за четырьмя когортами финских мужчин в возрасте от 42 до 60 лет, исходная реакция систолического АД на ментальный стресс была связана и со средними показателями толщины комплекса интима-медиа в каротидных артериях через 7 лет, и с их последующим прогрессированием, причем, независимо от других факторов риска [2]. Возможными механизмами данной взаимосвязи могут быть последствия избыточной гемодинамической реакции на стресс: гипердинамические циркуляторные изменения, повреждающие эндотелий сосудов [19–21]; вазоспастические реакции в ответ на симпатoadреналовую активацию [22]; прокоагулянтное состояние из-за мобилизации липидов и агрегации тромбоцитов вследствие адреномедуллярной и адренокортикальной реакций [23, 24]; иммунологические реакции, способствующие развитию бляшек [25]. Причем показано, что эти процессы могут быть наиболее значимыми среди индивидов не только с избыточной реакцией на стресс, но и подвергающихся хроническому стрессу в повседневной жизни [1, 14].

Другой важный аспект — прогностическое значение повышенной стресс-реактивности АД у здоровых лиц. Так, в исследовании CARDIA при 13-летнем проспективном наблюдении была убедительно подтверждена давняя гипотеза о связи выраженного возрастания уровня АД при лабораторном стрессе с последующим развитием гипертонической болезни [3]. Тем не менее, о природе этой связи можно говорить пока только предположительно. Возможно, имеет значение прямое воздействие частых колебаний АД, ведущих к повреждению и нарушению артериального баланса. Другой вероятной причиной является то, что реактивность АД отражает более гиперadrenergическое общее состояние, с повышением уровня нейrogормонов, приводящего к повышению риска гипертензии [12]. Наконец, гиперреактивность АД может отражать эндотелиальную дисфункцию или невозможность эндотелия адекватно противодействовать вазоконстрикторным силам, индуцированным симпатическими стимулами [3].

Различия в реакции на стресс могут быть обусловлены различиями в реагировании на трех уровнях: когнитивно-эмоциональном, нейрогуморальном и на уровне периферических тканей [8]. Психологические факторы могут в значительной мере определять стресс-реактивность. Действительно, при выполнении лабораторных стрессорных нагрузок с использованием эмоционально окрашенных ситуаций повышение АД было заметно более длительным по времени, причем независимо от абсолютной величины возрастания АД [7]. При этом показано, что простое размышление об эмоционально окрашенном стрессорном задании может продуцировать существенное и продолжительное повышение АД, в некоторых случаях до уровня, наблюдавшегося при стрессе [7]. Кроме того, высокий уровень враждебности был связан с избыточным повышением систолического АД как в условиях социального стресса [4], так и при моделировании конфликтных ситуаций в лаборатор-

ных условиях [6]. В условиях межличностного стресса высокий уровень враждебности повышал уровень АД и общее сосудистое сопротивление как у мужчин, так и у женщин [5]. Неудивительно, что именно влиянием на сердечно-сосудистую реактивность при психосоциальном стрессе объясняют имеющуюся связь между уровнем враждебности и развитием ишемической болезни сердца, не зависящую от других факторов риска [26]. Наши данные также свидетельствуют о более высоком индексе враждебности в группе гиперреакторов, хотя статистически значимыми различия с другими группами не были, возможно, из-за особенностей использованной нами модели психоэмоционального стресса. Мы не использовали при тестах межличностных взаимодействий, не моделировали конфликтных ситуаций, при которых была ранее показана связь между уровнем реактивности и психологическими факторами [5, 6]. Тем не менее, отмеченные нами прямые корреляционные связи стресс-реактивности подростков с развитостью мышления и обратные — со степенью их самостоятельности дают дополнительную информацию о возможных целях психологической коррекции обследуемых.

Еще одним уровнем, потенциально ответственным за индивидуальные различия в стресс-реактивности, является состояние периферических тканей [8]. К примеру, могут наблюдаться различия в чувствительности α - и β -рецепторов, в результате, кардиоваскулярная реакция на центральную активацию также будет различаться [27, 28]. Кроме того, у людей с артериальной гипертензией может выявляться измененная местная сосудистая реактивность в ответ на фармакологические вещества и внешние воздействия при сопоставимом с контролем уровнем адреналина и норадреналина [29].

Прямого сопоставления мышечного статуса и стресс-реактивности не проводили до сих пор. Однако есть данные о влиянии на выраженность стрессорных реакций уровня тренированности [30–33]. У больных гипертонической болезнью курс 6-месячных тренировок способствовал не только снижению уровня АД в покое, но и заметно снизил его реакцию на стрессорные воздействия [30]. Подобный положительный эффект аэробных тренировок наблюдали и у здоровых лиц среднего возраста [31]. Эти данные подтверждают известный феномен перекрестной адаптации, когда адаптация к одному из стрессорных факторов внешней среды (к примеру, физическим нагрузкам) повышает резистентность организма и к другим видам стрессорных нагрузок [34, 35]. Конкретные механизмы влияния на стресс-реактивность регулярных физических тренировок до последнего времени оставались неясными. Однако, в этом году опубликована работа Rimmelea U. и соавт., показавших, что у спортсменов, в отличие от нетренированных лиц, в ответ на психоэмоциональный тест в меньшей степени повышается уровень кортизола и ЧСС, менее выражены психологические реакции на стрессоры [32]. В исследовании WHITENALL II было показано, что более высокий уровень тренированности сопровождался существенно менее выраженной воспалительной реакцией на лабораторный психоэмоциональный стресс, возможно, за счет повышения парасимпатической активности [33]. Другим возможным механизмом снижения стресс-реактивности гемодинамики после

курса тренировок является улучшение эндотелиальной функции, наблюдающееся как у здоровых лиц [36], так и при патологии сердечно-сосудистой системы [37]. Это имеет важное значение, поскольку при остром стрессе развивается эндотелиальная дисфункция [19, 20], а при хроническом психоэмоциональном напряжении именно вызванная им дисфункция эндотелия считается пусковым звеном развертывания патологического процесса в сердечно-сосудистой системе [38].

Каково клиническое значение нашего исследования? Прежде всего, наши данные подчеркивают роль физического состояния здоровых лиц, начиная уже с подросткового возраста, в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. При этом снижение устойчивости к стрессорным факторам является одним из механизмов развития в последующем сердечно-сосудистой патологии. Наши наблюдения вполне согласуются с полученными недавно данными о прямой непосредственной связи между уровнем систолического АД и малоподвижным образом жизни у американских подростков [39]. Взаимосвязь же мышечного статуса со стресс-реактивностью гемодинамики свидетельствует о том, что в разработке тренировочных программ не следует ограничиваться только аэробными тренировками, но вполне уместно использовать и упражнения, направленные на увеличение силы и выносливости скелетных мышц [40].

Выводы

1. При проведении теста с устным счетом у здоровых подростков преобладала нормальная реакция АД (в 47% случаев), реже, но одинаково часто, встречались гиперреактивность — в 27% случаев и гипореактивность — в 26% случаев.

2. В группе гиперреакторов отмечено существенное снижение силы и выносливости скелетных мышц верхних и нижних конечностей как по сравнению с группой нормореакторов (на 33–61% и на 34–59%, соответственно), так и по сравнению с гипореакторами (соответственно, на 49–81 и 84–115%). Психологические различия между группами заключались в более конкретном мышлении подростков-гипореакторов, а для группы гиперреакторов были характерны большая податливость, зависимость от окружающих, внутренняя конфликтность.

3. С реакцией артериального давления на тест с устным счетом в наибольшей степени коррелировали показатели силы и выносливости скелетных мышц, вес обследованных, уровень исходного АД и уровень развитости мышления. С реакцией ЧСС в ходе теста были связаны только исходный уровень ЧСС и психологические факторы — уровень негативизма и внутренняя конфликтность.

4. Наши данные могут оказаться полезными в разработке программ снижения стресс-реактивности среди здоровых лиц, а также в первичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с наличием психосоциальных факторов риска.

Литература

1. Schwartz A.R., Gerin W., Davidson K.W., et al. Toward a causal model of cardiovascular responses to stress and the development of cardiovascular disease. *Psychosom Med.* 2003;65:22–35.

2. Jennings J.R., Kamarck T.W., Everson-Rose S.A., et al. Exaggerated Blood Pressure Responses During Mental Stress Are Prospectively Related to Enhanced Carotid Atherosclerosis in Middle-Aged Finnish Men. *Circulation.* 2004;110:2198–2203.

3. Matthews K.A., Katholi C.R., McCreath H., et al. Blood Pressure Reactivity to Psychological Stress Predicts Hypertension in the CARDIA Study. *Circulation.* 2004;110:74–78.

4. Smith T.W., Gallo L.C. Hostility and Cardiovascular Reactivity During Marital Interaction. *Psychosom Med.* 1999;61:436–445.

5. Davis M.C., Matthews K.A., McGrath C.E. Hostile Attitudes Predict Elevated Vascular Resistance During Interpersonal Stress in Men and Women. *Psychosom Med.* 2000;62:17–25.

6. Bishop G. D., Robinson N. Anger, Harassment, and Cardiovascular Reactivity Among Chinese and Indian Men in Singapore. *Psychosom Med.* 2000;62:684–692.

7. Glynn L.M., Christenfeld N., Gerin W. The Role of Rumination in Recovery from Reactivity: Cardiovascular Consequences of Emotional States. *Psychosom Med.* 2002;64:714–726.

8. Lovallo W.R., W. Psychophysiological Reactivity: Mechanisms and Pathways to Cardiovascular Disease. *Psychosom Med.* 2003;65:36–45.

9. Treiber F.A., Kamarck T., Schneiderman N., et al. Cardiovascular reactivity and development of preclinical and clinical disease states. *Psychosom Med.* 2003;65:46–62.

10. Сумин А.Н., Варюшкина Е.В., Доронин Д.В. и др. Статико-динамические тренировки в стационарной реабилитации больных с острой коронарной патологией // Кардиология.-2000.-№3.-С.16–21.

11. Капустина А.Н. Многофакторный личностный опросник Кеттела. М. Речь, 2002.

12. Lantelme P., Milon H., Gharib C., et al. White Coat Effect and Reactivity to Stress Cardiovascular and Autonomic Nervous System Responses. *Hypertension.* 1998;31:1021–1029.

13. Шабалин А.В., Гуляева Е.Н., Коваленко О.В. и др. Информативность психоэмоциональной нагрузочной пробы “математический счет” и ручной дозированной изометрической нагрузки в диагностике стресс-зависимости у больных эссенциальной артериальной гипертензией. *Артериальная гипертензия.* 2003;3:С.

14. Kamarck T.W., Everson S.A., Kaplan G.A., et al. Exaggerated blood pressure responses during mental stress are associated with enhanced carotid atherosclerosis in middle-aged Finnish men: findings from the Kuopio Ischemic Heart Disease Study. *Circulation.* 1997;96:3842–3848.

15. Devine P.J., Carlson D.W., Taylor A.J. Clinical value of carotid intima-media thickness testing. *J Nucl Cardiol.* 2006;13:710–8.

16. Kablak-Ziembicka A., Przewlocki T., Tracz W., et al. Diagnostic value of carotid intima-media thickness in indicating multi-level atherosclerosis. *Atherosclerosis.* 2007;193(2):395–400.

17. Graner M., Varpula M., Kahri J., et al. Association of Carotid Intima-Media Thickness With Angiographic Severity and Extent of Coronary Artery Disease. *Am J Cardiol.* 2006;97:624–629.

18. Bots M.L., Hoes A.W., Koudstaal P.J., et al. Common carotid intima-media thickness and risk of stroke and myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Circulation.* 1997;96:1432–7.

19. Gottdiener J.S., Kop W.J., Hausner E., et al. Effects of mental stress on flow-mediated brachial arterial dilation and influence of behavioral factors and hypercholesterolemia in subjects without cardiovascular disease. *Am J Cardiol.* 2003; 92(6): 687–91.

20. Сумин А.Н., Сумина Л.Ю., Галимзянов Д.М., Васильева Н.Д. Реакция гемодинамики и эндотелий-зависимая вазодилатация в ответ на стресс, мышечную релаксацию и их сочетание у здоровых подростков // Кардиоваскулярная терапия и профилактика.-2006.-№7.-С.69–74.

21. Shimbo D., Chaplin W., Akinola O., et al. Effect of anger provocation on endothelium-dependent and -independent vasodilation. *Am J Cardiol.* 2007;99:860–3.

22. Dakak N., Quyyumi A.A., Eisenhofer G., et al. Sympathetically mediated effects of mental stress on the cardiac microcirculation of patients with coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 1995;76(3):125–30.
23. Wirtza P.H., Ehlerta U., Eminia L., et al. Procoagulant stress reactivity and recovery in apparently healthy men with systolic and diastolic hypertension. *J Psychosom Res.* 2007;63:51–58.
24. von Kanel R., Mills P.J., Fainman C., Dimsdale J.E. Effects of psychological stress and psychiatric disorders on blood coagulation and fibrinolysis: a biobehavioral pathway to coronary artery disease? *Psychosom Med* 2001;63:531–44.
25. Lindahl B., Toss H., Siegbahn A., et al. Markers of myocardial damage and inflammation in relation to long-term mortality in unstable coronary artery disease. FRISC Study Group. *Fragmin during Instability in Coronary Artery Disease.* *N Engl J Med.* 2000;343: 1139–1147.
26. Miller T.Q., Smith T.W., Turner C.W., et al. A meta-analytic review of research on hostility and physical health. *Psychol Bull* 1996;119:322–48.
27. von Kanel R., Mills P.J., Ziegler M.G., Dimsdale J.E. Effect of beta2-adrenergic receptor functioning and increased norepinephrine on the hypercoagulable state with mental stress. *Am Heart J.* 2002;144(1):68–72.
28. Brownley K.A., Hinderliter A.L., West S.G., et al. Sympathoadrenergic mechanisms in reduced hemodynamic stress responses after exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(6): 978–86
29. Lovallo W.R., al’Absi M., Pincomb G.A. Caffeine raises blood pressure during extended mental stress in borderline hypertensive men. *Int J Behav Med* 2000;7:183–8.
30. Georgiades A., Sherwood A., Gullette E.C.D., et al. Effects of Exercise and Weight Loss on Mental Stress-Induced Cardiovascular Responses in Individuals With High Blood Pressure Hypertension. 2000;36:171–176
31. Spalding T.W., Lyon L.A., Steel D.H., Hatfield B.D. Aerobic exercise training and cardiovascular reactivity to psychological stress in sedentary young normotensive men and women. *Psychophysiology* 2004;41:552–562.
32. Rimmela U., Zellweger B.C., Martic B., et al. Trained men show lower cortisol, heart rate and psychological responses to psychosocial stress compared with untrained men. *Psychoneuroendocrinology.* 2007.
33. Hamer M., Steptoe A. Association Between Physical Fitness, Parasympathetic Control, and Proinflammatory Responses to Mental Stress. *Psychosom Med.* 2007;69:660–666.
34. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. М. «Медицина», 1998.
35. Sothmann M.S., Buckworth J., Claytor R.P., et al. Exercise training and the cross-stressor adaptation hypothesis. *Exerc Sport Sci Rev* 1996;24:267–87.
36. DeSouza C.A., Shapiro L.F., Clevenger C.M., et al. Regular Aerobic Exercise Prevents and Restores Age-Related Declines in Endothelium-Dependent Vasodilation in Healthy Men. *Circulation.* 2000;102:1351–1357
37. Higashi Y., Sasaki S., Kurisu S., et al. Regular Aerobic Exercise Augments Endothelium-Dependent Vascular Relaxation in Normotensive As Well As Hypertensive Subjects Role of Endothelium-Derived Nitric Oxide. *Circulation.* 1999; 100: 1194–1202.
38. Ghiadoni L., Donald A.E., Cropley M., et al. Mental stress induces transient endothelial dysfunction in humans. *Circulation* 2000; 102(20): 2473–8.
39. Sugiyama T., Xie D., Graham-Maar R.C., et al. Dietary and lifestyle factors associated with blood pressure among U.S. adolescents. *J Adolesc Health.* 2007 Feb;40(2):166–72 .
40. Matos N., Winsley R.J. Trainability of young athletes and overtraining. *J Sports Science Med.* 2007;6:353–367.