

ВЛИЯНИЕ ДОКЛИНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ СОСУДИСТОЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕАКТИВНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У МОЛОДЫХ МУЖЧИН С ФАКТОРАМИ РИСКА РАЗВИТИЯ АТЕРОСКЛЕРОЗА

Ким В.Н.¹, Карпов Р.С.², Кривулина Г.Б.¹, Шевелев В.М.¹

Клиники ГОУ ВПО СибГМУ Росздрава¹, НИИ кардиологии ТНЦ СО РАМН², Томск

Резюме

Изучали физическую работоспособность (ФР) у 142 мужчин-студентов с факторами риска атеросклероза (ФРА), эндотелиальной дисфункцией (ЭД) и нарушенной вегетативной реактивностью (ВР). Обнаружены высокие значения двойного произведения в покое и низкий уровень ФР, что косвенно указывало на снижение кислород-транспортной, «реципиентной» и максимальной аэробной возможности организма у молодых мужчин с ФРА и ЭД. Выявлена связь низкой ФР с ЭД и нарушением ВР.

Таким образом, ЭД у студентов с ФРА лимитирует функциональный резерв энергообразования и ФР, отражая низкий уровень их соматического здоровья.

Ключевые слова: мужчины-студенты, эндотелиальная и вегетативная дисфункция, физическая работоспособность.

Известно, что выполнение интенсивной физической работы в основном обеспечивается за счет строго координированных регуляторных изменений системы кровообращения, дыхания и метаболизма, направленных на увеличение поглощения кислорода и выделения CO₂ в соответствии с уровнем нагрузки [7]. Установлено, что во время работы в организме происходит параллельное развитие двух процессов:

а) обеспечение массивной и срочной вазодилатации в работающих мышцах;

б) обеспечение необходимого уровня среднего АД для поддержания адекватного возросшему метаболизму уровня перфузии работающей мускулатуры.

При этом главное значение в происхождении функциональной гиперемии придают местным метаболическим факторам и механизму эндотелий-зависимой вазодилатации (ЭЗВД), связанной с выработкой и влиянием оксида азота [10]. Одновременно возникающая эфферентная симпатическая активность на фоне гипервентиляции и вызванная этими влияниями адренергическая вазоконстрикция распространяются на сосуды кожи и брюшной полости, в то время как в работающих мышцах симпатической вазоконстрикции противостоит механизм так называемого функционального симпатолитиза [5]. Кроме того, происходит резкая гипервентиляция легких, причем с первых секунд нагрузки, которая весьма точно увеличивает минутный объем дыхания соответственно росту потребления кислорода. При этом в клинических условиях эквивалентом миокардиального потребления кислорода принято считать так называемое двойное произведение (ДП) [12], представляющее собой произведение ЧСС на систолическое АД: ДП, усл. ед. = ЧСС x АДс x 100-2.

В этой связи несомненный научный и практический интерес представляет оценка толерантности к

физической нагрузке (ТФН) у молодых мужчин с факторами риска атеросклероза (ФРА) и с нарушенными механизмами ЭЗВД и констрикции плечевой артерии (ПА) при пробах с реактивной гиперемией (ПРГ), гипервентиляцией (ПГВ) и нарушенным нейровегетативным статусом (НВС). С этой целью и была предпринята настоящая работа.

Материал и методы

Обследовано 142 физически не активных, клинически здоровых студентов — молодых мужчин в возрасте 18-25 лет с ФРА и дисфункцией эндотелия (ДЭ), составивших основную группу. Из них у 48 выявлена дислипидемия, у 44 — повышенное артериальное давление, 50 человек курили. Физическая активность считалась низкой у студентов, ограничивающихся только занятиями в рамках учебной программы по физической подготовке (менее 4 ч в неделю).

Оценку физической активности и других ФРА проводили в соответствии с требованиями кооперативного исследования «Эпидемиология и профилактика основных факторов риска ИБС и АГ среди студентов различных регионов» [8].

Контрольную группу составили 54 клинически здоровых, физически активных студентов в возрасте 18-25 лет без ФРА, ДЭ и спортивных разрядов. Все лица контрольной группы имели нормальный липидный спектр и АД, не превышавшее 130/80 мм рт. ст.

Всем обследованным провели ПРГ предплечья и ПГВ, включая определение ТФН на велоэргометре по стандартным протоколам [2, 9, 11].

Показатели нейровегетативного статуса (НВС) в покое и вегетативную реактивность (ВР) при ПГВ исследовали с помощью кардиоинтервалографии

Таблица 1

Клиническая характеристика обследованных групп, показатели регионарной гемодинамики и нейровегетативного статуса в состоянии покоя ($M \pm m$)

Показатель	Группа с ФРА (n=142)	Группа контроля (n=54)	p
Общие данные			
Возраст, лет	21,3 $\pm$ 2,0	22,7 $\pm$ 3,0	0,4
Индекс Кетле, кг/м ²	23,3 $\pm$ 1,07	21,3 $\pm$ 0,7	0,0001
Общий холестерин, ммоль/л	4,2 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,4	0,008
Триглицериды, ммоль/л	1,23 $\pm$ 0,3	1,01 $\pm$ 0,2	0,02
ЛПНП, ммоль/л	2,53 $\pm$ 0,3	2,06 $\pm$ 0,3	0,006
ЛПВП, ммоль/л	1,14 $\pm$ 0,2	1,22 $\pm$ 0,2	0,2
Коэффициент атерогенности (КА)	2,93 $\pm$ 0,4	2,01 $\pm$ 0,3	0,0005
САД, мм рт. ст.	126,6 $\pm$ 4,5	118,0 $\pm$ 4,9	0,0005
ДАД, мм рт. ст.	78,8 $\pm$ 4,1	76,8 $\pm$ 3,9	0,3
ЧСС, уд/мин	70,4 $\pm$ 5,1	68,2 $\pm$ 4,9	0,23
ДП _{покой}	85,6 $\pm$ 10,1	79,4 $\pm$ 9,4	0,005
Гемодинамика в покое			
D, см	0,41 $\pm$ 0,02	0,42 $\pm$ 0,01	0,15
Vps, см/с	60,9 $\pm$ 7,6	55,3 $\pm$ 7,2	0,26
РИ, Ом	0,032 $\pm$ 0,008	0,066 $\pm$ 0,01	0,0001
В/А, %	80,5 $\pm$ 3,0	65,2 $\pm$ 5,9	0,0001
ВО, %	9,69 $\pm$ 1,9	6,1 $\pm$ 1,4	0,05
Вегетативный статус в покое			
ΔX ,	0,25 $\pm$ 0,02	0,25 $\pm$ 0,02	0,68
c Амо,	22,1 $\pm$ 0,7	20,4 $\pm$ 0,7	0,35
% Мо, с	0,85 $\pm$ 0,13	0,83 $\pm$ 0,12	0,11
ИН, усл. ед.	206,2 $\pm$ 9,1	63,0 $\pm$ 4,7	0,0001

(КИГ). По методике Р.М. Баевского [3] рассчитывали следующие показатели КИГ: моду (M_o) – активность гуморального канала регуляции вегетативной нервной системы (ВНС); амплитуду моды (A_m) – степень влияния симпатического отдела ВНС; ΔX – оценка степени влияния парасимпатического отдела ВНС; индекс напряжения (ИН) – оценка уровня централизации регуляции сердечного ритма. Определяли в динамике частоту сердечных сокращений (ЧСС).

Реовазографию предплечья в исходном состоянии и при проведении ПРГ и ПГВ выполняли с помощью реографа Р4-02 по стандартной методике. Оценивали реографический индекс (РИ), В/А и ВО, косвенно отражающие кровенаполнение предплечья, периферическое сосудистое сопротивление (ПСС) и венозный отток.

Измерение диаметра плечевой артерии (ПА) осуществляли по методике, предложенной D. Celermajer et al. [9], используя ультразвуковые сканеры систем Acuson 128 XP 10 (США) и SIGMA 44 HVCD (Франция). Плечевую артерию лоцировали на 3–15 см выше локтевого сгиба. Исследование ЭЗВД ПА проводили в триплексном режиме (двухмерное сканирование, доплеровское цветное картирование потока, спектральный анализ доплеровского сдвига частот) с синхронной записью ЭКГ в покое, во время ПРГ и измерением диаметра ПА на пике ПГВ. Помимо диа-

метра артерии (D), оценивали пиковую (V_{ps}) скорость кровотока в покое, во время ПРГ и ПГВ. Расчет показателей в покое, на пике и в конце проб осуществляли с видеокассеты. Все изучаемые параметры рассчитывались в одних и тех же временных точках.

Для определения ТФН учитывали исходные значения систолического и диастолического АД (САД_{исх}, ДАД_{исх}), двойное произведение в покое и при максимальной нагрузке (ДП_{покой}, ДП_{макс}), а также время восстановления (ВВ) после нагрузки.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием критерия Ван дер Вардена и корреляционного анализа Спирмена. Данные представлены как $M \pm m$. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05. Статистический анализ выполнялся в Центре «Биостатистика» с использованием пакетов SAS 9 и SPSS 13.

Результаты и обсуждение

Клиническая характеристика обследованных мужчин-студентов, показатели регионарной гемодинамики и нейровегетативный статус в покое приведены в табл. 1. Так, у мужчин с ФРА и ДЭ были отмечены значимые межгрупповые различия по большинству изучаемых общеклинических параметров. В частности, наблюдался более высокий индекс Кетле, а также более высокие значения общего холестерина,

Таблица 2

Степень изменения ($\Delta\%$) и абсолютные значения (абс.) показателей регионарной гемодинамики у мужчин с ФРА и ДЭ и контрольной группы на пике реактивной гиперемии и гипервентиляции ($M \pm m$)

Показатель	Группа с ФРА (n=142)	Группа контроля (n=54)	p
На пике реактивной гиперемии			
D, %	6,3 $\pm$ 1,6	12,6 $\pm$ 1,4	0,0001
Vps, %	11,3 $\pm$ 2,3	-6,5 $\pm$ 2,7	0,0001
ЧСС, %	10,1 $\pm$ 2,5	2,1 $\pm$ 0,9	0,002
РИ, %	19,8 $\pm$ 7,3	34,1 $\pm$ 7,2	0,0001
B/A, %	-0,61 $\pm$ 0,2	1,5 $\pm$ 0,4	0,008
B/A (абс.), %	79,7 $\pm$ 2,1	66,1 $\pm$ 5,5	0,0004
ВО, %	27,6 $\pm$ 3,2	14,7 $\pm$ 2,4	0,005
На пике гипервентиляции			
D, %	-7,3 $\pm$ 2,07	-2,7 $\pm$ 0,7	0,003
Vps, %	-8,3 $\pm$ 1,1	-2,2 $\pm$ 0,7	0,003
ЧСС, %	1,8 $\pm$ 0,4	-2,4 $\pm$ 0,7	0,02
РИ, %	-14,5 $\pm$ 3,3	-0,1 $\pm$ 0,008	0,0001
B/A, %	-12,2 $\pm$ 2,6	-10,5 $\pm$ 2,3	0,52
B/A (абс.), %	68,6 $\pm$ 3,8	58,1 $\pm$ 3,0	0,0001
ВО (абс.), %	18,23 $\pm$ 2,1	13,31 $\pm$ 1,9	0,05

триглицеридов, липопротеинов низкой плотности и коэффициента атерогенности ($p=0,0005$). Кроме того, были повышены: уровень САД, ДПпокой и ПСС на фоне резкого снижения кровенаполнения предплечья, тенденции к замедлению венозного оттока крови и гиперактивности центрального контура регуляции ВНС даже в условиях покоя.

Состояние регионарной гемодинамики во время ПРГ и ПГВ отображено в табл. 2. Выявлено резкое уменьшение прироста ЭЗВД ($p=0,0001$), снижение прироста кровенаполнения предплечья и значимое замедление венозного оттока крови в группе с ФРА и ДЭ. Кроме того, зарегистрирован существенный прирост ЧСС на фоне различий по показателю В/А, отражающему ПСС, величина которого у лиц с ФРА уменьшилась на 0,61 $\pm$ 0,2%, тогда как в группе контроля, напротив, эта величина увеличилась на 1,5 $\pm$ 0,4% ($p=0,008$).

В ответ на ПГВ в положении лежа у лиц с ФРА и ДЭ выявлено значимое уменьшение скорости кровотока на 8,3 $\pm$ 1,1% и уменьшение диаметра ПА на 7,3 $\pm$ 2,07%, в то время как в контроле эти показатели изменились незначительно. Кроме того, наблюдалось также резкое снижение кровенаполнения предплечья, значимое замедление венозного возврата и заметное увеличение ЧСС. Абсолютное значение показателя В/А на пике пробы с гипервентиляцией у лиц с ФРА и ДЭ было повышенным и резко отличалось от значения этого показателя в контрольной группе ($p=0,0001$). Оценка НВС в ответ на гипервентиляцию (табл. 3) обнаружила резкое уменьшение активности центрального контура регуляции, показатели которого, однако, оставались выше, чем в контроле. При этом в обеих группах обнаружено однонаправленное повышение функции гуморального канала и пара-

симпатического отдела на фоне уменьшения активности симпатического отдела ВНС без статистически значимых межгрупповых различий. Вегетативная реактивность была представлена значимым преобладанием парасимпатического отдела и асимпатикотонией центрального контура ВНС в группе с ФРА и ДЭ на фоне снижения уровня ТФН и увеличения времени восстановления по сравнению с контрольной группой.

Необходимо отметить, что показатель толерантности к физической нагрузке является объективным критерием состояния системной деятельности организма в целом и адаптационно-приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы, в частности [1, 6].

Гиперактивность центрального контура регуляции ВНС и спастическое состояние регионарной гемодинамики, обнаруженные у лиц с ФРА и ДЭ даже в покое, свидетельствовали о явном перенапряжении регуляторных систем организма. Подтверждением тому служит обратная корреляционная связь между уровнем ПСС и кровенаполнением предплечья в покое ($r = -0,58$; $p=0,0001$), что указывает на истощение функционального регуляторного резерва, переход организма в состояние неудовлетворительной адаптации и развитие у лиц с ФРА и ДЭ преморбидного состояния [4]. На это также указывали и более высокие значения ДП в покое, который в той или иной степени определяет состояние кислород-транспортной системы, а также «реципиентной» (мышечной) ткани, поглощающей кислород. Кроме того, известно, что «двойное произведение» — индекс Робинсона — характеризует также и систолическую работу миокарда, отражая закономерность «экономизации функций» при увеличении максимальной аэробной воз-

Таблица 3

**Оценка нейровегетативного статуса на пике пробы с гипервентиляцией в положении лежа
и показателей ТФН у мужчин с ФРА и ДЭ (М±m)**

Показатель	Группа с ФРА (n=42)	Группа контроля (n=54)	Достигнутый уровень значимости
Вегетативный статус			
ΔX (абс.), с	0,29±0,05	0,27±0,06	0,12
Амо (абс.), %	18,3±3,2	16,7±2,9	0,35
Мо (абс.), с	0,90±0,06	0,89±0,06	0,42
ИН (абс.), усл. ед.	63,1±11,5	44,4±7,8	0,005
Вегетивная реактивность			
ΔX _{пик} /ΔX _{фон} , с	1,16±0,5	1,07±0,3	0,03
АМО _{пик} /АМО _{фон} , %	1,21±0,09	1,22±0,09	0,46
МО _{пик} /МО _{фон} , с	1,05±0,5	1,06±0,4	0,64
ИН _{пик} /ИН _{фон} , усл. ед.	0,31±0,5	0,70±0,6	0,0001
Физическая работоспособность			
ТФН, Ватт	103,0±1,9	125,0±2,2	0,008
ДП _{макс} , усл. ед.	257,0±11,9	255,0±12,3	0,57
ВВ, мин	7,7±1,1	2,75±0,5	0,0001

можности. Так, чем ниже ДП в покое, тем выше максимальные аэробные возможности индивида и, следовательно, уровень его соматического здоровья. Причем результаты тестирования общей физической работоспособности являются самым простым и доступным способом, позволяющим характеризовать резерв энергообразования и максимальные аэробные способности организма [1].

Таким образом, гиперактивность центрального контура регуляции ВНС, спастическое состояние периферического кровообращения и высокий показатель индекса Робинсона в состоянии покоя, а также нарушение ЭЗВД, вазоконстрикции и асимпатикотоническая реактивность на пробу с гипервентиляцией фактически предсказывают низкую физическую работоспособность и более продолжительное время восстановления у мужчин с ФРА и ДЭ. При этом важным оказался тот факт, что уровень ТФН в основном ассоциировался с изменениями показателей ПСС и НВС при гипервентиляции, отражая зависимость показателей ТФН от состояния вазоконстрикторных механизмов. Подтверждением тому служат тесные корреляционные связи. Так, обнаружены отрицательные корреляции ТФН с уровнем активности центрального контура ($r = -0,51$; $p = 0,006$), симпатического отдела ВНС ($r = -0,52$; $p = 0,005$) и ПСС в покое ($r = -0,55$; $p = 0,0001$), а также прямые корреляции ТФН с активностью гумо-

рального канала ВНС ($r = 0,51$; $p = 0,006$) и диаметром ПА ($r = 0,43$; $p = 0,02$) на пике ПГВ. Кроме того, ТФН положительно коррелировала с приростом показателя ПСС на пике ПРГ ($r = 0,44$; $p = 0,02$). Время восстановления после нагрузки также имело обратную корреляционную связь с приростом ПСС на пике ПРГ ($r = -0,54$; $p = 0,003$). Наконец, индекс Робинсона в покое имел прямую корреляционную связь с уровнем активности центрального контура ВНС в покое ($r = 0,56$; $p = 0,0004$).

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что дисфункция эндотелия со склонностью к констрикторным реакциям на фоне нарушений нейровегетативного статуса приводит к снижению показателей физической работоспособности у молодых мужчин с ФРА.

Выводы

1. Высокие значения индекса Робинсона в покое свидетельствуют о нарушении кислород-транспортной, «реципиентной» и максимальной аэробной функции организма у мужчин-студентов с ФРА и дисфункцией эндотелия.

2. Дисфункция эндотелия и спастический тип периферической гемодинамики лимитируют резерв энергообразования и физическую работоспособность у студентов с ФРА, отражая низкий уровень их соматического здоровья.

Литература

1. Апанасенко Г.Л., Попова Л.А. Медицинская валеология. Серия «Гиппократ». Ростов н/Д.: «Феникс», 2000.
2. Аронов Д.М. Функциональные пробы в кардиологии // Кардиология. — 1995. - № 3. - С. 74-82.
3. Баевский Р. М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. — М.: Медицина, 1979.
4. Баевский Р. М., Берсенева А. П. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья. Валеология, диагностика, средства и практика обеспечения здоровья. — СПб. - 1993. — С. 33-47.
5. Демченко И. Т. Метаболические факторы регуляции. Физиология кровообращения; регуляция кровообращения /

- Под ред. Б.И. Ткаченко. - Л.: Наука, 1986. - С. 67-93.
6. Каптелин А.Ф. Лечебная физкультура в системе медицинской реабилитации. — М., 1996.
 7. Карпов Р.С., Дудко В.А., Кляшев С.М. Сердце, легкие: патогенез, клиника, функциональная диагностика и лечение сочетанных форм ишемической болезни сердца и хронических обструктивных болезней легких. — Томск: STT, 2004.
 8. Шамарин В.М. Эпидемиология и профилактика основных факторов риска ишемической болезни сердца среди молодежи. — М., 1993.
 9. Celermajer D.S., Sorensen K.E., Gooch V.M. et al. Non-invasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis // Lancet. — 1992. - V. - 340. — P. 1111-1115.
 10. Moncada S., Radomsky M., Palmer R. Endothelium — derived relaxing factor: identification ad nitric oxide and role in the control of vascular tone and platelet function // Biochem. Pharmacol. — 1988. — V. 37. — P. 2495-2501.
 11. Nacao K., Ohushi M., Yoshimura M. et al. Hyperventilation as a specific test for diagnosis of coronary artery spasm // Amer. J. Cardiol. — 1997. — V. 80. — P. 545-549.
 12. Robinson R. Relation of heart rate and systolic blood pressure to the onset of pain in angina pectoris // Circulation. — 1967. — V. 35. — P. 1073-1083.

Abstract

Summary. Physical efficiency was studied in 142 male students with risk factors of atherosclerosis who had endothelial dysfunction and disturbed vegetative reactivity. High values of rate - pressure product at rest and low level of physical efficiency were found in these subjects. All that indirectly testified to the decrease in oxygen transporting, "recipient" and maximum aerobic resources in young men with risk factors of atherosclerosis and endothelial dysfunction. Relationship of low physical efficiency with endothelial dysfunction and disturbance in vegetative reactivity was found in this study.

Therefore, endothelial dysfunction in students with risk factors of atherosclerosis limits functional reserve of energy formation and physical efficiency indicating low level of somatic health of these subjects.

Keywords: male students, endothelial and vegetative dysfunction, physical efficiency.

Поступила 07/01-2006

ЭЛЕКТРОННЫЙ СПРАВОЧНИК ДЛЯ ВРАЧЕЙ «MEDI.RU — ПОДРОБНО О ЛЕКАРСТВАХ»

- Досье по фармацевтическим препаратам для профессионалов здравоохранения — подробные иллюстрированные описания, подборки статей, монографии о препаратах
- Избранные полнотекстовые статьи из 40 медицинских журналов.
- Доклады на конференциях, конгрессах и симпозиумах.
- Монографии ведущих специалистов — полный текст в электронном виде.

*Справочник MEDI.RU распространяется среди врачей бесплатно и свободно!
Его можно без ограничений копировать с компьютера на компьютер.*

Справочник MEDI.RU на компакт-диске можно получить бесплатно, отправив нам запрос:

- по электронной почте 1@medi.ru
- по почте 119136, Москва, 2-й Сетуньский проезд, 13-2-118
- по факсу / телефону (495) 780-0420, (495) 507-5502

Чтобы выслать Вам бесплатный MEDI.RU CD, мы должны знать:

Фамилию ИО, точный почтовый адрес с индексом для высылки CD,
специальность, место работы, должность, телефон, e-mail (если есть)

Запрос может содержать список лиц.

Вам будет предоставлено соответствующее количество MEDI.RU CD.

Справочник MEDI.RU доступен в сети Интернет на сайте: www.medi.ru