

Ю. Л. Масленникова, И. А. Осетров, П. В. Михайлов

Сравнительный анализ функционального состояния организма тренированных и детренированных лиц

Изучали состояние основных функций жизнеобеспечения тренированного и детренированного организма. Показано, что лица, проявляющие высокую аэробную производительность, обладают оптимальным составом тела, гематологическим профилем, экономичной работой ССС в покое, рациональной реакцией на стандартную физическую нагрузку и лучшим по степени функционального состояния сосудистым руслом нижних конечностей. У лиц, прекративших систематические занятия спортом, было обнаружено ухудшение параметров кислородтранспортной системы организма.

Ключевые слова: тренированный организм, состав тела, максимальное потребление кислорода, сердечно-сосудистая система, периферическое кровообращение.

Yu. L. Maslennikova, I. A. Osetrov, P. V. Mikhailov

A Comparative Analysis of the Functional State of Trained and Detrained Individuals

It was studied the functional state of trained and detrained individuals. The higher aerobic capacity, an optimum body composition, an effective hematological profile, a rational response to a standard exercise and the best in the degree of the functional state of the vascular bed of the lower extremities in trained individuals were found. It was revealed that oxygen transport efficiency parameters of the individuals who had discontinued the regular exercising decreased.

Keywords: a trained body, energy performance, body composition, maximal oxygen consumption, a cardiovascular system, peripheral circulation.

Проблема изучения центральных и периферических механизмов, лимитирующих максимальную производительность организма в покое и при физических нагрузках, по-прежнему актуальна [2, 4, 6]. При этом исследуются различные клеточные, органические и функциональные составляющие, способствующие оптимальному обеспечению транспорта кислорода и тканевого обмена [8–13, 15, 16].

Механизмы обеспечения тканей кислородом у тренированных лиц изучаются особенно активно и тесно связаны с увеличением резервного потенциала ведущих систем организма в ответ на нагрузку и экономизацией их работы в покое [1, 3, 5, 6]. В меньшей степени исследовано состояние функциональных систем организма при прекращении спортивной тренировки. Вместе с тем особенности работы систем, лимитирующих максимальную аэробную работу у лиц с заметно сниженной двигательной активностью, представляют несомненный теоретический и практический интерес.

Целью данного исследования было изучение особенностей функционирования систем орга-

низма, лимитирующих физическую работоспособность у тренированных лиц и у лиц, прекративших получать регулярные нагрузки более двух лет назад.

Материалы и методы

В качестве испытуемых были обследованы лица в возрасте от 18 до 23 лет ($n=36$), массой тела – $63,97 \pm 1,61$ кг. Они были распределены на 2 группы: группа 1 – лица, регулярно получающие нагрузку аэробной направленности, и группа 2 – испытуемые, прекратившие регулярные тренировочные занятия более двух лет назад и не получающие регулярные физические нагрузки.

У всех обследованных лиц проводили:

- антропометрическое исследование с определением состава тела по Э. Г. Мартиросову [7] рассчитывали индекс массы тела (ИМТ) ($\text{кг}/\text{см}^2$), процентное содержание жировой ткани (кг, %) и безжирового компонента (кг, %);

- определение общей работоспособности и аэробного потенциала с помощью субмаксимального нагрузочного теста (PWC_{170}) со ступенчатым увеличением нагрузки по общепринятой методике В. Л. Карпмана [1, 6].

- исследование функции внешнего дыхания с помощью спирометрии на ультразвуковом компактном приборе “FLOWSCREEN” (Германия);

- гематологические параметры определяли на автоматическом гематологическом анализаторе “МЕК8222К” фирмы “Nihon Kohden Corporation” (Япония);

- состояние сосудистого русла нижних конечностей по данным ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) с использованием доплеровской ультразвуковой диагностической компьютерной системы “DOPLEX-2500” фирмы ASTEL ltd elektrotech firm. Снимали показатели с подколенных и большеберцовых артерий [14, 17].

Статистическую обработку проводили с помощью программного пакета Statistica 6.0 (Statsoft Inc.).

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ состава тела свидетельствовал о том, что в группе 1 средние величины ИМТ составили $20,06 \pm 1,2$ кг/см, что соответствует норме должных величин для данной возрастной категории. Содержание жирового компонента было равно в среднем $19,2 \pm 1,98$ %. Это находится на нижней границе нормы и в большей степени соответствует величинам, характерным для тренированных спортсменов [7]. Содержание безжирового компонента тела составило $54,3 \pm 1,1$ кг. В группе 2 отмечены достоверные отличия в соотношении активного и пассивного компонентов состава тела (рис. 1). Средние величины антропометрических параметров характерны для основной популяции и отличны от популяции спортсменов.

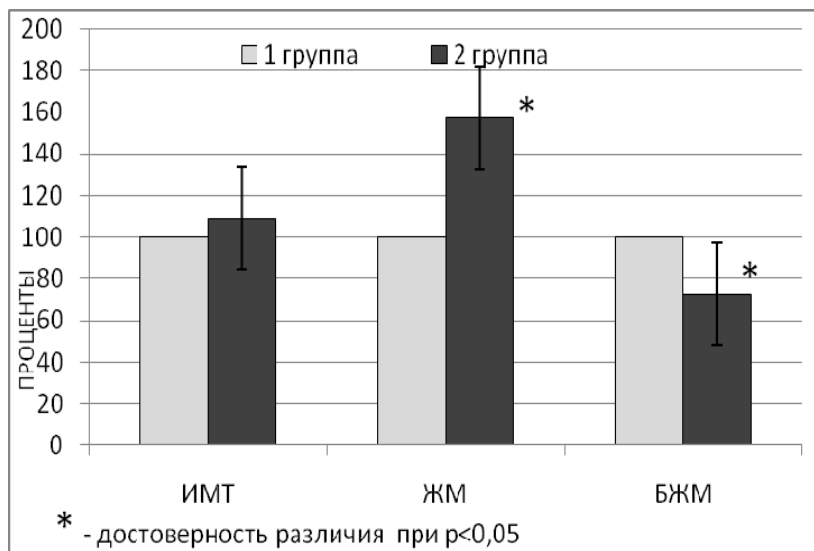


Рис. 1. Антропометрические показатели испытуемых (%) ИМТ – индекс массы тела ($\text{кг}/\text{м}^2$), ЖМ – жировая масса, %, БЖМ – безжировая масса, %

Известно, что большее процентное содержание жира и низкое содержание активного компонента считается менее благоприятным прогностическим фактором в отношении общего здоровья и может негативно влиять на проявление общей работоспособности и экономичности кровообращения в целом [1, 3, 5]. Данное предположение подтверждается тем, что у испытуемых группы 2 зарегистрирован менее экономичный режим работы сердечно-сосудистой системы в покое, невысокий уровень физической работоспособности (рис. 2).

Вместе с тем в группе 2 базовые характеристики невыгодно отличались, различие было достоверно и составило соответственно 16 % и 23 % для ЧССп и ДПп.

Величины МПК свидетельствовали о том, что у тренированных лиц толерантность к физической

нагрузке оценивается как высокая, уровень работоспособности соответствует оценке «выше среднего» [1, 6]. Величина МПК и МПК/МТ у лиц группы 1 составила, следовательно, $3,95 \pm 0,38$ л/мин. и $67,3 \pm 3,39$ мл/мин./кг. В группе 2 абсолютные и относительные величины аэробного потенциала были достоверно ниже на 13 % и 10 % соответственно (рис. 3).

Состояние периферического сосудистого русла свидетельствовало о том, что у всех обследованных был магистральный тип артериального кровотока, систолическая скорость во всех группах оказалась выше 25 см/сек., что соответствует возрастной норме [14, 17]. Характерные отличия доплерограмм испытуемых 1 и 2 групп обнаружены для медиальной скорости кровотока (рис. 4).

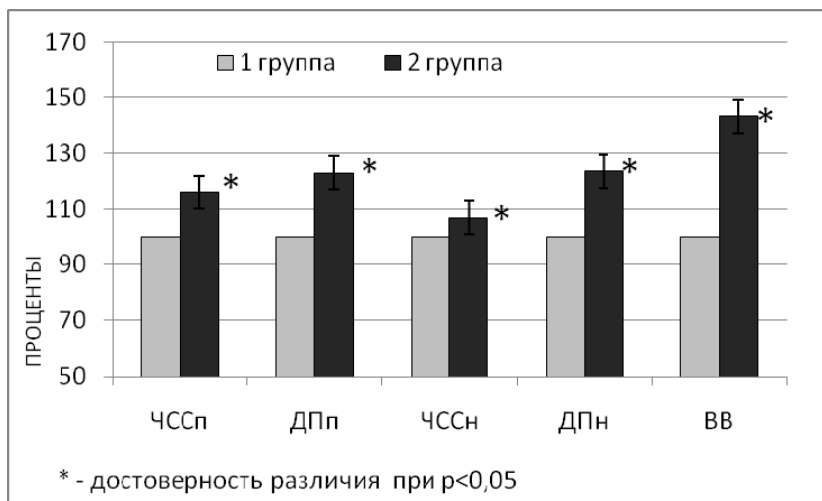


Рис. 2. Показатели в группах (%): ССп – частота сердечных сокращений в покое (уд/мин.); ЧССн – ЧСС на пике нагрузки; ДПп – Индекс Робинсона в покое; ДПн – индекс Робинсона при нагрузке; ВВ – время восстановления (мин.)

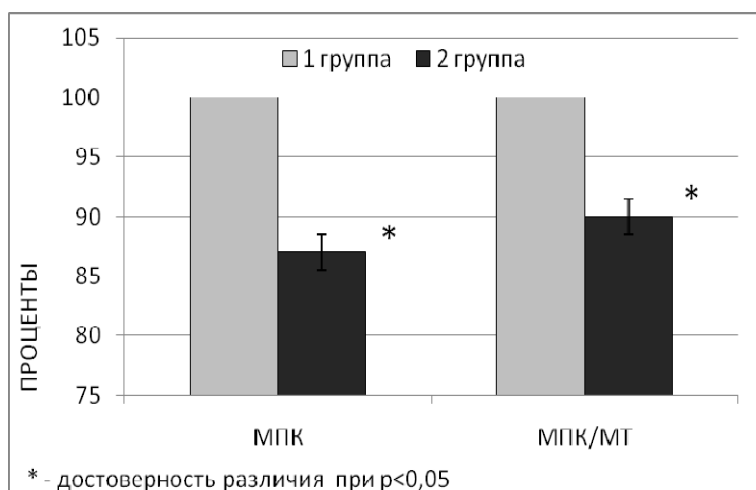


Рис. 3. Показатели абсолютной и относительной величины максимального потребления кислорода в группах испытуемых (%)

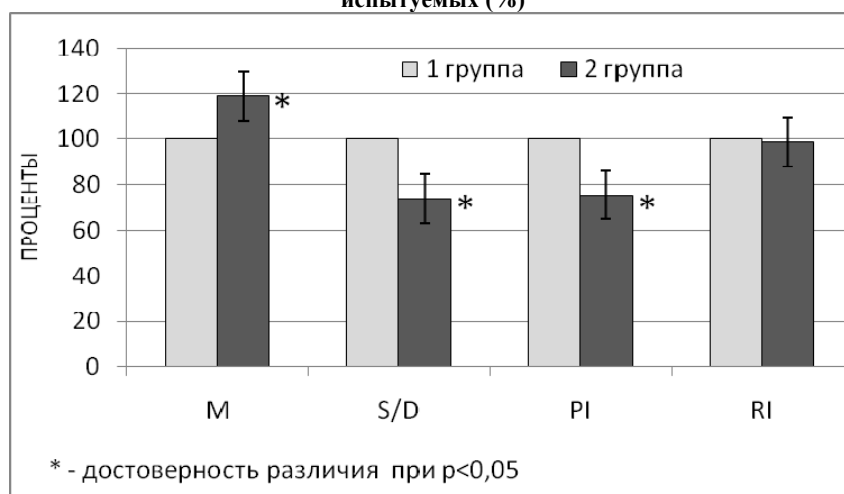


Рис. 4. Характеристики скорости периферического кровотока и состояния артерий нижних конечностей испытуемых по данным УЗДГ (%); М (см/сек.) – средняя скорость кровотока за период пульса; S/D – индекс Стюарта; RI – индекс Пурсело; PI – индекс Гослинга

Так, в состоянии покоя обнаружены достоверно меньшие средние величины скорости кровотока у действующих спортсменов в сравнении прекратившими занятия на 2,0 см/сек. (19 %). На доплерограмме это выражается снижением амплитуды первого компонента и связывается с меньшей скоростью движения частиц крови от сердца к периферии [14, 17]. Снижение скорости кровотока в покое, возможно, развивается по тому же компенсаторному механизму, что и снижение артериального давления и брадикардия в покое у тренированных спортсменов, на которые указывают многие авторы [2, 4, 6]. Наиболее выраженное отличие в группах выявлено по индексу Стюарта (S/D), он был достоверно выше в группе более активных лиц в среднем на 26 %.

Индекс пульсации Гослинга (PI) в группе 1 отличался в большую сторону в среднем на 75,5 %, что может обуславливаться приспособлением сосудов к регулярным нагрузкам с неравномерным кровотоком и, как следствие, вы-

соким периферическим сопротивлением при нагрузке, предъявляющим, в свою очередь, высокие требования к эластичности тканей. Кроме того, считается, что увеличение этого индекса может быть связано с разветвленностью сосудистого русла. Следовательно, можно предположить, что у спортсменов сосудистое русло из-за большей мышечной массы имеет больше разветвлений, чтобы не было обкрадывания тканей.

Средние значения индекса сопротивления Пурсело (резистентности) были ближе к единице ($0,981 \pm 0,004$) в группе 1, чем в группе 2 ($0,971 \pm 0,007$), что подтверждает описанные выше предположения о том, что упруго-эластический потенциал сосудов ног у лиц с регулярными физическими нагрузками выше в сравнении с лицами, прекратившими их получать.

Исследование внешнего дыхания показало, что должные величины МВЛ в группе 1 были несколько выше в сравнении с таковыми в группе 2 (рис. 5).

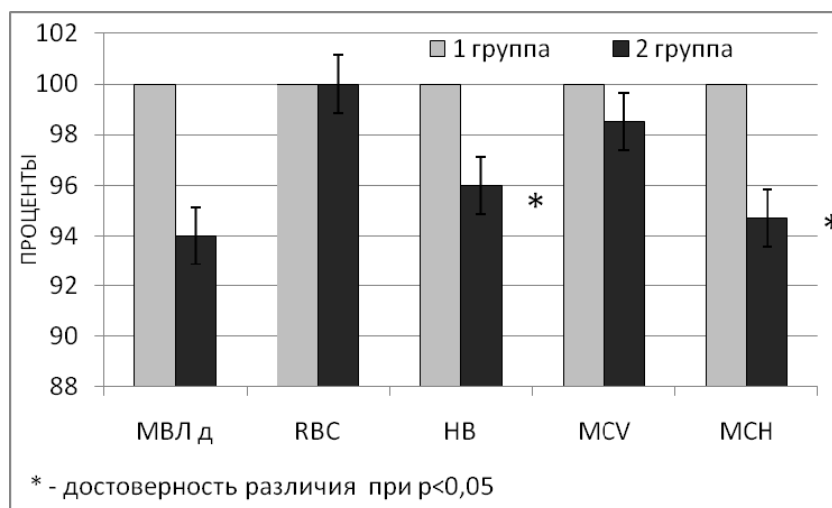


Рис. 5. Некоторые гематологические параметры и характеристики функции внешнего дыхания в группах испытуемых (%)

При рассмотрении картины гематологических показателей лиц группы 1 были обнаружены достоверно большие концентрации гемоглобина и MCH, чем в группе 2.

В целом полученные данные свидетельствуют о том, что у детренированных лиц в сравнении с активно тренирующимися спортсменами при одинаковой эффективности работы функции внешнего дыхания система транспорта кислорода более эффективна и создает лучшие условия для проявления общей аэробной работоспособности.

Заключение

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что лица с высокой аэробной работоспособностью имеют оптимальный состав тела, отличаются экономичной работой ССС в покое, рациональной реакцией на стандартную физическую нагрузку и оптимальным состоянием сосудистого русла нижних конечностей, тогда как состояние детренированности сопровождается неблагоприятными изменениями аэробной работоспособности, экономичности работы ведущих систем организма.

Библиографический список

1. Белоцерковский, З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности спортсменов [Текст] / З. Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.
2. Бородюк, Н. Р. Адаптация и гуморальная регуляция [Текст] / Н. Р. Бородюк. – М., 2003. – 152 с.
3. Волков, Н. И. Пульсовые критерии энергетической стоимости упражнения [Текст] / Н. И. Волков, О. И. Попов, А. Г. Самборский // Физиология человека. – 2003. – Т. 29, № 3. – С. 98–103.
4. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма [Текст] / Л. Х. Гаркави, Е. Б. Квакина, М. А. Уколова. – Ростов-на-Дону, 1990. – 88 с.
5. Геселевич, В. А. Актуальные вопросы спортивной медицины [Текст] : избранные труды / В. А. Геселевич ; сост. Г. А. Макарова. – М. : Советский спорт. – 2004. – 232 с.
6. Карпман, В. Л. Сердечно-сосудистая система и транспорт кислорода при мышечной работе : актовая речь [Текст] / В. Л. Карпман // Клинико-физиологические характеристики сердечно-сосудистой системы у спортсменов : сб., посвящ. 25-летию каф. спорт. медицины им. проф. В. Л. Карпмана. – М. : РГАФК. – 1994. – С. 12–39.
7. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека [Текст] / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. – М. : Наука, 2006. – 248 с.
8. Масленникова, Ю. Л., Михайлов, П. В. Сравнительный анализ полиморфизма гена рецептора брадикинина (BDKRB 2) у женщин и мужчин с разным уровнем неспецифической работоспособности [Текст] / Ю. Л. Масленникова, П. В. Михайлов // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2011. – № 4. – С. 113.
9. Михайлов, П. В. Оценка функционального состояния системы микроциркуляции у лиц с разным уровнем аэробной работоспособности [Текст] / П. В. Михайлов [и др.] // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2011. – № 4. – С. 140.
10. Михайлов, П. В. Состояние микроциркуляции у лиц с разным уровнем аэробной работоспособности [Текст] / П. В. Михайлов [и др.] // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2011. – № 3. – С. 87.
11. Михайлов, П. В. Возрастные особенности изменения микроциркуляторных характеристик в ответ на дозированную физическую нагрузку [Текст] / П. В. Михайлов [и др.] // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2012. – № 2. – С. 119.
12. Михайлов, П. В. Изменение параметров системы микроциркуляции в ответ на физическую нагрузку разной интенсивности [Текст] / П. В. Михайлов [и др.] // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2012. – № 1 – С. 121.
13. Муравьев, А. В. Две стратегии адаптации текучести крови к потребностям организма человека при мышечной деятельности [Текст] / А. В. Муравьев, [и др.] // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2012. – № 1. – С. 125.
14. Никитин, Ю. М. Ультразвуковая доплерография в диагностике поражений магистральных артерий головы и основания мозга / Ю. М. Никитин. – М., 1995. – 45 с.
15. Ослякова, А. О., Тихомирова, И. А. Состояние микроциркуляторного русла и гемореологический статус в норме и при нарушениях коронарного кровообращения [Текст] / А. О. Ослякова, И. А. Тихомирова // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2012. – № 2. – С. 103.
16. Сидельникова, Н. С. Особенности реологических и микроциркуляторных показателей у пациентов с метаболическим синдромом [Текст] / Н. С. Сидельникова [и др.] // Ярославский педагогический вестник. Естественные науки. – 2012. – № 2. – С. 91
17. Щуров, В. А., Елизарова, С. Н. Диаметр магистральных артерий нижних конечностей после велоэргометрической пробы [Текст] / В. А. Щуров, С. Н. Елизарова // Физиология человека, 2003. – Т. 29, № 2. – С. 109–112.