

УДК 796/799

DOI: 10.26456/vtbio237

ОСОБЕННОСТИ АЭРОБНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОКОЯ У СПОРТСМЕНОВ С РАЗНЫМИ КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫМИ ПРИЗНАКАМИ

Н.Ю. Арепина, Е.А. Голоулина, Ю.Н. Лисицына, А.В. Резаева
Тверской государственной университет, Тверь

В статье рассматриваются особенности аэробного обеспечения у спортсменов разных ростовых групп и с разной степенью выраженности динамических компонентов массы тела в условиях покоя. Перекрестный анализ данных по исследуемым группам спортсменов позволил установить, что увеличение значений показателей, характеризующих габитус спортсменов, повышает энергетические запросы организма. Предполагается, что установленная взаимосвязь отражает компенсационный механизм энергообеспечения, обеспечивающего соответствующий уровень метаболизма и оптимизацию аэробного обеспечения в условиях мышечного покоя.

Ключевые слова: *морфометрические показатели, динамические компоненты массы тела, аэробное обеспечение.*

Введение. Многолетние занятия спортом вызывают адаптивные перестройки основных систем организма, в связи с чем у высококвалифицированных спортсменов проявляются существенные морфофункциональные различия, отражающие специфику избранного вида спорта (Исаев, 1994; Панасюк, 1998; Грабельников и др., 2018). Сформированные адаптации проявляются не только как реакции основных систем организма при выполнении физических нагрузок, но и как достаточно стойкие изменения морфологических и функциональных показателей в состоянии относительного мышечного покоя (Панасюк, 1998; Дорохов, Губа, 2002; Губа, Чеснокова, 2008; Грабельников и др., 2018).

Формирующее воздействие многолетнего тренировочного процесса проявляется у спортсменов в выраженном изменении и компонентов массы тела (Мартиросов и др., 2006; Грабельников и др., 2018). Действительно, изменения лабильных компонентов массы тела (мышечной и жировой масс) – это показатель адаптивных сдвигов как структурного, так и эргогенного характера в организме спортсмена под воздействием многолетнего систематического тренировочного процесса. Направленность и интенсивность подобных изменений – показатель специфического воздействия тренировочных нагрузок

(Панасюк, 1998; Дорохов, Губа, 2002; Мартиросов и др., 2006; Губа, Чеснокова, 2008).

Считается, что эффективность механизмов аэробного обеспечения в покое складывается из многих составляющих, таких как: особенности внешнего дыхания, диффузии газов в легких, особенностей кровообращения, особенностей метаболических процессов на клеточном уровне (Панасюк, 1998; Таймазов, Марьянович, 2002). Не последнюю роль играют и морфологические особенности. В связи с этим целью исследования являлось выявление особенностей аэробного обеспечения у спортсменов разных ростовых групп и с разной степенью выраженности мышечного компонента массы тела в условиях покоя.

Методика. В эксперименте приняли участие 64 спортсмена, которые были разделены как на три ростовые группы, так и на три группы по мышечной массе тела. Расчет компонентов масс тела осуществляли по методике J. Mateika (Мартиросов и др., 2006). Ростовые группы: 1-я ростовая группа – длина тела 170–179 см, 2-я ростовая группа – длина тела 180–189 см, 3-я ростовая группа – длина тела 190 см и выше (Волков, Савельев, 2002). Группы по мышечной массе тела: 1-я ММТ-группа – мышечная масса до 34,9 кг, 2-я ММТ-группа – мышечная масса 35–44,9 кг, 3-я ММТ-группа – мышечная масса свыше 45 кг (Грабельников и др., 2018). Исследование проводилось в лабораторных условиях. Показатели внешнего дыхания и аэробного обеспечения у участников исследования регистрировали при помощи аппаратно-программного комплекса «Метабограф VO2000» в условиях покоя.

Результаты и обсуждение. Средние значения морфо-функциональных показателей в состоянии покоя у спортсменов разных ростовых групп и с разной мышечной массой приведены в таблицах 1 и 2. Перекрестный анализ данных, приведенных в таблицах, показывает, что при перераспределении испытуемых по выраженности мышечного компонента массы тела, в отличие от распределения по ростовому показателю, более четко проявляются межгрупповые различия по морфологическим признакам. В частности, отмечаем последовательное и достоверное увеличение жировой массы тела от 1-й «ММТ-группы» к 3-й, при сохранении общей тенденции, связывающей увеличение мышечной массы тела с увеличением ростового показателя и общей массы тела (табл. 1, 2).

Также отметим уменьшение среднего значения общей массы тела при сравнении двух пар групп: $70,4 \pm 1,80$ кг и $65,6 \pm 0,93$ кг - для 1-й ростовой и 1-й «ММТ-группы» соответственно и $81,0 \pm 3,12$ кг и $76,2 \pm 1,22$ кг – для 2-й ростовой и 2-й «ММТ-группы» соответственно (табл. 1, 2). Отмеченное уменьшение общей массы тела связано с

меньшими значениями жирового компонента в 1-й и 2-й «ММТ-группах» – т.е. явное преобладание признаков эктоморфии и мезоморфии.

Таблица 1

Средние значения морфо-функциональных показателей в состоянии покоя у спортсменов разных ростовых групп (M±m)

Группа	Рост (см)	М тела (кг)	ММТ (кг)	ЖМТ (кг)	ЧСС (уд/мин)	f (цикл/мин)	Vt (мл)	V (л/мин)	Vo2 (мл/мин)
Все N=64 n=142	184,1± 1,30	78,6± 1,50	41,4± 0,91	8,8± 0,48	62,5± 0,60	14,9± 0,33	643,1± 20,34	9,2± 0,21	287,8± 8,74
1-я рост. гр. N=19 n=43	174,3± 0,72	70,4± 1,80	36,8± 1,03	8,3± 0,71	61,7± 1,06	15,2± 0,61	539,8± 30,16	7,9± 0,23	238,5± 8,16
2-я рост. гр. N=18 n=41	184,9± 0,62	81,0± 3,12	42,8± 1,97	9,6± 1,34	61,6± 1,20	13,9± 0,60	700,4± 30,50	9,5± 0,26	292,8± 16,47
	P* <0,01	<0,01	<0,05	<0,05	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01
3-я рост.гр. N=27 n=58	197,5± 0,93	88,0± 1,40	46,7± 0,98	8,9± 0,51	64,7± 0,66	15,3± 0,50	735,7± 28,24	10,9± 0,18	353,1± 9,64
	P*** <0,01	<0,05	>0,05	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	<0,01	<0,01
	P*** <0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01

Примечание. P* – достоверность различий между 2-й и 1-й ростовыми группами, P** – достоверность различий между 3-й и 2-й ростовыми группами, P*** – достоверность различий между 3-й и 1-й ростовыми группами.

Таблица 2

Средние значения морфо-функциональных показателей в состоянии покоя у спортсменов с разной мышечной массой тела (M±m)

Группа	ММТ (кг)	Рост (см)	М тела (кг)	ЖМТ (кг)	ЧСС (уд/мин)	f (цикл/мин)	Vt (мл)	V (л/мин)	Vo2 (мл/мин)
Все N=64 n=142	41,4± 0,91	184,1± 1,30	78,6± 1,50	8,8± 0,48	62,5± 0,58	14,9± 0,33	643,1± 20,34	9,2± 0,21	287,8± 8,74
1-я ММТ-группа N=13 n=32	33,0± 0,49	175,3± 1,57	65,6± 0,93	6,9± 0,57	59,2± 1,29	15,7± 0,88	531,8± 40,83	8,0± 0,23	230,6± 6,36
2-я ММТ-группа N=33 n=69	40,0± 0,52	183,3± 1,51	76,2± 1,22	8,5± 0,47	63,2± 0,65	14,5± 0,39	644,3± 25,54	9,1± 0,26	266,2± 9,44
	P* <0,01	<0,01	<0,01	<0,05	<0,05	>0,05	<0,05	<0,01	<0,01
3-я ММТ-группа N=18 n=41	50,1± 1,44	192,1± 2,49	92,4± 2,31	10,8± 1,33	63,8± 1,20	14,9± 0,73	721,2± 38,16	10,4± 0,28	368,7± 13,46
	P** <0,01	<0,01	<0,01	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05	<0,01	<0,01
	P*** <0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,05	>0,05	<0,01	<0,01	<0,01

Примечание. P* – достоверность различий между 2-й и 1-й ММТ-группами, P** – достоверность различий между 3-й и 2-й ММТ- группами, P*** – достоверность различий между 3-й и 1-й ММТ- группами.

В третьей паре наблюдаем увеличение среднего значения общей массы тела – $88,0 \pm 1,40$ кг и $92,4 \pm 2,31$ кг для 3-й ростовой и 3-й «ММТ-групп» соответственно, но на фоне увеличенной жировой массы тела для 3-й «ММТ-группы». Т.е. для третьей пары сравниваемых групп уже характерна выраженная мезоморфия.

Таким образом, основные конституциональные признаки как эктоморфия, мезоморфия и в редких случаях эндоморфия проявляются в разных сочетаниях во всех вариантах сравниваемых групп (по ростовому показателю и по показателю мышечной массы тела), но при этом детерминированы не ростовым показателем, а общей массой тела и ее мышечным компонентом. По всей вероятности, именно общая масса тела и ее мышечный компонент будут являться определяющими при выявлении особенностей аэробного обеспечения у спортсменов исследуемых групп.

В частности, подтверждением данного предположения следует считать, что при распределении испытуемых по мышечному компоненту массы тела наблюдаем более выраженную тенденцию к увеличению частоты сердечных сокращений от 1-й ММТ-группы к 3-й (табл. 1, 2). Это косвенно отражает повышенный кислородный запрос у спортсменов с большими показателями габитуса [1, 3, 8].

Аналогичная динамика отмечается и для показателей внешнего дыхания. Так, фактически, при одинаковой частоте дыхания в группе испытуемых с большей мышечной массой (2-я и 3-я ММТ-группы) отмечаются более высокие значения дыхательного объема, что и обуславливает увеличение минутного объема вентиляции (табл. 2). Таким образом, увеличение минутного объема дыхания в состоянии покоя, как при увеличении роста, так и при увеличении мышечного компонента массы тела, указывает на повышенный кислородный запрос у спортсменов с большими показателями габитуса.

Об этом свидетельствуют среднегрупповые значения показателей потребления кислорода, как в ростовых группах, так и в «ММТ-группах» (табл. 1, 2). В обоих случаях наблюдаем увеличение среднего значения показателя $\dot{V}O_2$ при увеличении ростового показателя и показателя мышечного компонента массы тела, более выраженное у испытуемых с макросомными конституциональными признаками. В то же время межгрупповые различия в парах «ростовые группы - ММТ-группы» статистически не значимы. Так, средние значения показателя $\dot{V}O_2$ в 1-й ростовой группе и в 1-ой «ММТ-группе» соответственно составили $238,5 \pm 8,2$ мл/мин и $230,6 \pm 6,36$ мл/мин; во 2-ой ростовой и во 2-ой «ММТ-группе» $292,8 \pm 16,5$ мл/мин и $266,2 \pm 9,4$ мл/мин соответственно. Но уже в 3-й ростовой группе и в 3-ей «ММТ-группе» (соответственно $353,1 \pm 9,64$ мл/мин и $368,7 \pm 13,46$ мл/мин), в состоянии

покоя отмечается более высокий уровень потребления кислорода у испытуемых с выраженной мезоморфией (табл. 1, 2).

Причинами повышения кислородного запроса в условиях покоя при увеличении ростового показателя могут являться повышение эластического и резистивного сопротивления дыхания из-за увеличения дыхательного объема и длины воздухоносных путей (трахеи и бронхов), вследствие чего увеличивается работа дыхательных мышц (Дорохов, Губа, 2002). У спортсменов с выраженными макросомными признаками (высокорослые в сочетании с мезоморфией), кислородный запрос увеличивается в силу естественного повышения запроса в энергетическом обеспечении большей мышечной массы (Таймазов, Марьянович, 2002; Губа, Чеснокова, 2008). При этом, как было показано ранее, величина потребления кислорода во всех ростовых группах испытуемых в большей мере детерминируется массой тела и ее мышечным компонентом (Грабельников и др., 2018).

Заключение. Приведенные данные, позволяют говорить об оптимизации аэробного обеспечения организма спортсмена во взаимосвязи с основными конституциональными признаками, сформировавшимися в ходе многолетнего тренировочного процесса. Выявленные тенденции, предположительно, подчеркивают компенсационный механизм энергообеспечения – увеличение общей массы тела и ее компонентов (особенного мышечного) обязательно сопровождается увеличением энергетического запроса, а, следовательно, увеличивается и потребление кислорода. Таким образом, увеличение значений показателей, характеризующих габитус испытуемых, повышает энергетические запросы организма, в связи с чем, минутный объем дыхания и легочный газообмен должны обеспечить соответствующий уровень метаболизма и оптимизацию аэробного обеспечения в условиях мышечного покоя.

Список литературы

- Волков Н.И., Савельев И.А. 2002. Кислородный запрос и энергетическая стоимость напряженной мышечной деятельности человека // Физиол. человека. Т. 28. № 4. С. 80-93.
- Грабельников С.А., Демин А.С., Белоусова Е.В., Вирский П.Е., Джорджевич О.Ю., Куликов И.А., Савкин В.П. 2018. Влияние многолетнего тренировочного процесса на формирование основных соматотипических признаков у спортсменов разных ростовых групп // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. № 2. С. 42-54.
- Губа В.П., Чеснокова Н.Н. 2008. Резервные возможности спортсменов. М.: Физическая культура. 146 с.
- Дорохов Р.Н., Губа В.П. 2002. Спортивная морфология. М.: СпортАкадемПресс. 236 с.
- Исаев Г.Г. 1994. Физиология дыхательных мышц // Физиология дыхания. Основы

- современной физиологии. СПб.: Наука. С. 178-196.
- Мартыросов Э.Г., Николаев Д.В., Руднев С.Г. 2006. Технологии и методы определения состава тела человека. М.: Наука. 248 с.
- Панасюк Т.В. 1998. Антропологический мониторинг как средство спортивного прогноза и совершенствования многолетнего тренировочного процесса у юных спортсменов // Юбилейн. сб. тр. учен. РГАФК, посвящ. 80-летию акад. М., 1998. Т. 2. С. 136-140.
- Таймазов В.А., Марьянович А.Т. 2002. Биоэнергетика спорта. СПб.: Шатон. 119 с.

FEATURES OF AEROBIC SUPPORT IN RESTING ATHLETES WITH DIFFERENT CONSTITUTIONAL CHARACTERISTICS

N.Yu. Arepina, E.A. Goloulina, Yu.N. Lisitsyna, A.V. Rezaeva
Tver State University, Tver

The article considers the features of aerobic support at rest in athletes of different growth groups and with different degrees of expression of the dynamic components of body weight. Cross-analysis of data on the studied groups of athletes revealed that increasing the values of indicators that characterize the habit of athletes, increases the body's energy needs. It is assumed that the established relationship reflects the compensatory mechanism of energy supply, ensuring the appropriate level of metabolism and optimization of aerobic supply in conditions of muscles at rest.

Keywords: *morphometric indicators, dynamic components of body weight, aerobic support.*

Об авторах:

АРЕПИНА Наталья Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Arepina.NY@tversu.ru.

ГОЛОУЛИНА Елена Александровна – ассистент кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Goloulina.EA@tversu.ru.

ЛИСИЦЫНА Юлия Николаевна – ассистент кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Lisitsyna.YN@tversu.ru.

РЕЗАЕВА Анна Владимировна – ассистент кафедры физического воспитания, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: Rezaeva.AV@tversu.ru.

Арепина Н.Ю. Особенности аэробного обеспечения в условиях покоя у спортсменов с разными конституциональными признаками / Н.Ю. Арепина, Е.А. Голоулина, Ю.Н. Лисицына, А.В. Резаева // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2022. № 1 (65). С. 33-38.