

УДК 572.51 + 612.13 + 796.015

А.В. ИЛЬЮТИК, канд. биол. наук, доцент
доцент кафедры физиологии и биохимии¹
E-mail: anna-iluytik@yandex.ru



Д.К. ЗУБОВСКИЙ, канд. мед. наук
заведующий лабораторией функциональной диагностики
и восстановительных технологий¹
E-mail: zubovskid@mail.ru



А.Ю. АСТАШОВА
ведущий специалист лаборатории функциональной диагностики
и восстановительных технологий¹
¹Белорусский государственный университет физической культуры,
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: astashova@mail.ru



Статья поступила 2 декабря 2022 г.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЮНОШЕЙ 17–18 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

В статье приводятся результаты сравнительного анализа антропометрических показателей, компонентного состава массы тела, показателей кровообращения и внешнего дыхания у юношей 17–18 лет, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта. Выявлены различия морфофункциональных показателей у гребцов, волейболистов и боксеров, которые следует учитывать в процессе спортивного отбора, а также для индивидуализации подготовки спортсменов с целью роста спортивных результатов и сохранения здоровья.

Ключевые слова: юные спортсмены, морфофункциональные показатели, гемодинамические показатели, гребцы, волейболисты, боксеры, индивидуализация.

ILYUTSIK A.V., PhD in Biol. Sc., Associate Professor
Associate Professor of the Department of Physiology and Biochemistry¹
E-mail: anna-iluytik@yandex.ru

ZUBOVSKY D.K., PhD in Med. Sc.
Head of the Laboratory of Functional Diagnostics and Restorative Technologies¹
E-mail: zubovskid@mail.ru

ASTASHOVA A.Y.
Leading Specialist of the Laboratory of Functional Diagnostics and Restorative Technologies¹
¹Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus
E-mail: astashova@mail.ru

MORPHOFUNCTIONAL INDICATORS OF YOUNG MEN AGED 17-18 YEARS, DEPENDING ON SPORTS SPECIALIZATION

The article presents the results of a comparative analysis of anthropometric indicators, the component composition of body weight, blood circulation and external respiration indicators in young men aged 17-18 years engaged in speed and power sports. The differences of morphofunctional indicators in rowers, volleyball players and boxers have been revealed, which should be taken into account in the process of sports selection, as well as for individualizing the training of athletes in order to increase sports results and preserve health.

Keywords: *young athletes, morphofunctional indicators, hemodynamic indicators, rowers, volleyball players, boxers, individualization.*

Введение. Актуальным вопросом спортивной антропологии является изучение формирования определенного телосложения у представителей различных спортивных специализаций в процессе подготовки и роста спортивного мастерства [1]. С другой стороны, нерешенной проблемой, весьма важной для современной спортивной науки, является индивидуализация подготовки спортсменов на основе учета уникальных особенностей организма, в том числе генетических, особенностей функционирования основных физиологических систем организма, возможностей систем энергообеспечения, а также особенностей телосложения [1, 2]. Организация тренировочного процесса в период интенсивного роста и развития организма юных спортсменов требует особенно взвешенного и тщательного подхода в вопросах подбора тренировочных средств, так как в детском, подростковом и юношеском возрасте закладываются основы не только спортивных достижений индивида, но и его будущего здоровья [2]. Так как морфологический статус человека во многом предопределяется его функциональными возможностями, которые отражаются на предрасположенности к различным видам спортивной деятельности, то спортсмены с определенными чертами телосложения оказываются более чем другие приспособленными к высоким достижениям в конкретных видах спорта [1–5]. Нагрузки скоростно-силового характера вызывают наибольшее напряжение функционирования организма, а поиск путей оптимизации учебно-тренировочного процесса юных спортсменов на основании учета их индивидуальных морфофункциональных особенностей является актуальным направлением исследований.

Цель исследования – сравнение морфофункциональных показателей юношей 17–18

лет, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта.

Методы и организация исследования. Обследовано 195 юношей в возрасте 17–18 лет, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта. В первую группу вошли спортсмены, специализирующиеся в академической гребле и гребле на байдарках и каноэ (n=75). Вторая группа – юноши, занимающиеся волейболом (n=46). Третью группу составили спортсмены-боксеры (n=74). Обследованные юноши имели спортивную квалификацию от 1 взрослого разряда до мастера спорта (МС).

Программа антропометрических исследований включала измерение роста-весовых и обхватных размеров тела, диаметров дистальных эпифизов трубчатых костей плеча, предплечья, бедра и голени, кистевую динамометрию: определение силы мышц сгибателей кисти, калиперометрию: измерение толщины кожно-жировых складок, измерение жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и дыхательных объемов (ДО), а также расчет компонентного состава массы тела (по формулам Й. Матейки), относительной силы (в перерасчете на килограмм массы тела) и индекса массы тела (ИМТ). Показатели центральной гемодинамики (ЦГД) регистрировались методом дифференциальной тетраполярной реографии (компьютерный реограф «Импекард-М»). Изучались показатели ЦГД: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), ударный объем крови (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, мл/мин), сердечный индекс (СИ, л/мин×м²).

Математическая обработка результатов исследования проводилась с использованием методов вариационной статистики с помощью пакета программ «Microsoft Office Excel» и «IBM SPSS Statistics 26». Количественные признаки не подчинялись закону

нормального распределения (по критерию Шапиро-Уилка) и представлены в виде медианы значений (Me) и интерквартильного размаха с описанием значений 25 и 75 процентов: Me (25%; 75%). Значимость различий между показателями в сравниваемых группах определяли с помощью U -критерия Манна-Уитни (при сравнении двух независимых выборок), H -критерия Краскела-Уоллиса (при сравнении трех независимых выборок), критическое значение уровня значимости 0,05.

Результаты и их обсуждение. На основании полученных экспериментальных данных рассчитаны среднегрупповые величины морфофункциональных и гемодинамических показателей юношей 17–18 лет, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта (таблицы 1–2).

Обследованные юноши специализируются в видах спорта с преимущественно скоростно-силовой направленностью нагрузок. При этом академическая гребля и гребля на байдарках и каноэ относятся к циклическим видам спорта, волейбол – к игровым видам, а бокс – к спортивным единоборствам. Несмотря на одинаковую направленность тренировочного процесса (скоростно-силовую), принципиальное различие между физическими нагрузками в данных видах спорта состоит в следующем. Нагрузки в циклических видах спорта представляют собой завершённые циклы движений, непрерывно повторяющиеся в течение всего периода соревновательной деятельности, и по энергообеспечению соответствуют характеристикам определенных зон мощности работы. В игровых видах и в спортивных единоборствах соревновательная деятельность по мощности и характеру энергообеспечения работы может изменяться непредвиденно в соответствии с реально складывающимися ситуациями во время соревнования. Специфика каждого вида спорта предполагает наличие у спортсменов определенных морфофункциональных признаков, определяющих функциональные возможности организма в целом и влияющих на проявление физических качеств.

При анализе полученных результатов, которые представлены в таблице 1, выявлены особенности антропометрических показателей юношей 17–18 лет, занимающихся греблей, волейболом и боксом. В целом спортс-

мены характеризовались правильным, пропорциональным телосложением, при этом гребцы и волейболисты отличались более высоким ростом по сравнению с популяционными данными (таблица 1). Отмечены статистически значимые различия в длине тела у обследованных спортсменов различных видов спорта ($P < 0,05$ при сравнении трех групп по H -критерию Краскела-Уоллиса, таблица 1). Самыми высокими являлись волейболисты, длина тела которых составила 193,2 (189,0; 197,0) см. Длина тела гребцов 184,0 (181,4; 189,3) см и боксеров 175,2 (172,0; 180,9) см значимо ниже, чем у волейболистов ($P < 0,05$ по U -критерию Манна-Уитни, таблица 1).

Масса тела человека зависит от состояния метаболизма, факторов питания, конституциональных особенностей, двигательной активности [4–6]. Отмечены статистически значимые различия в массе тела у обследованных спортсменов ($P < 0,05$, таблица 1). Масса тела боксеров составила 68,9 (64,6; 72,9) кг, что значимо ниже ($P < 0,05$), чем масса тела гребцов (79,9 (76,4; 84,3) кг) и масса тела волейболистов (85,2 (78,9; 91,3) кг).

Показатель ИМТ отражает соотношение массы и длины тела и используется для оценки плотности телосложения. У 17–18-летних юношей различных видов спорта наблюдались значимые различия ИМТ ($P < 0,05$, таблица 1), а также увеличение ИМТ в ряду: гребцы – волейболисты – боксеры.

Следует отметить, что у 32,0 % гребцов величина ИМТ была выше физиологической нормы при величине жирового компонента массы тела в пределах нормы, что обусловлено выраженностью мышечного компонента массы тела у данных спортсменов.

При анализе силовых показателей юношей выявлены статистически значимые различия в величине абсолютной силы ($P < 0,05$, таблица 1). Сила левой кисти гребцов составила 46,5 (43,1; 50,0) кг, что значимо выше, чем сила левой кисти боксеров: 38,0 (33,5; 42,5) кг.

Сила правой кисти гребцов (50,0 (47,5; 55,0) кг) и волейболистов (48,5 (47,0; 52,0) кг) значимо выше, чем сила правой кисти боксеров (42,0 (37,0; 45,5) кг, $P < 0,05$, таблица 1).

Таблица 1. – Антропометрические показатели и компонентный состав массы тела 17–18-летних спортсменов в зависимости от вида спорта, Ме (25 %;75 %)

Показатели	Группы обследованных спортсменов 17–18 лет		
	Гребцы (n=75)	Волейболисты (n=46)	Боксеры (n=74)
Масса тела, кг	79,9 (76,4; 84,3)* ³	85,2 (78,9; 91,3)* ³	68,9 (64,6; 72,9)* ^{1, 2}
Длина тела, см	184,0 (181,4; 189,3)* ³	193,2 (189,8; 197,0)* ³	175,2 (172,0; 180,9)* ^{1, 2}
ИМТ, у.е.	23,9 (22,2; 25,6)	22,8 (21,9; 24,7)	21,5 (20,6; 23,4)
Сила левой кисти, кг	46,5 (43,1; 50,0)* ³	45,0 (41,0; 48,0)	38,0 (33,5; 42,5)* ¹
Сила правой кисти, кг	50,0 (47,5; 55,0)* ³	48,5 (47,0; 52,0)* ³	42,0 (37,0; 45,5)* ^{1, 2}
Относительная сила, у.е.	0,63 (0,59; 0,69)	0,57 (0,51; 0,68)	0,61 (0,55; 0,67)
Мышечный компонент	кг	38,8 (36,2; 41,0)* ³	33,3 (30,3; 35,5)* ^{1, 2}
	%	49,3 (47,2; 50,5)	48,3 (46,3; 49,4)
Жировой компонент	кг	10,2 (7,5; 12,5)	8,7 (7,2; 11,1)
	%	12,2 (10,3; 15,3)	13,1 (11,4; 16,1)
Костный компонент	кг	12,7 (12,2; 14,0)* ³	10,9 (10,5; 11,6)* ^{1, 3}
	%	16,5 (15,2; 17,3)	16,3 (16,0; 17,1)

Примечания:

1) Курсивом выделены значимые различия между тремя группами по H-критерию Краскела-Уоллиса (P<0,05);

2) * – значимые различия между двумя группами по U- критерию Манна-Уитни (P<0,05).

Однако, оценивая результаты динамометрии, следует учитывать как абсолютную величину силы, так и относительную, соотношенную с массой тела, так как рост силовых показателей в процессе спортивной тренировки в значительной степени определяется увеличением массы тела и мышечной массы. В показателях относительной силы значимых различий у юношей разных видов спорта не выявлено (таблица 1), что свидетельствует о высоких силовых способностях спортсменов всех трех групп.

Изменения состава массы тела спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта, как правило, проявляются в повышении мышечного и снижении жирового компонентов, что отражает процесс спортивного совершенствования, а также определяется функциональной зрелостью эндокринной системы и влиянием анаболических гормонов [5, 6]. У всех обследованных У 17–18-летних спортсменов отмечены достаточно высокие показатели мышечного компонента массы тела в диапазоне 45–50 % и приемлемые показатели жирового компонента массы тела в диапазоне 11–16 %, что согласуется с существующими модельными характеристиками для представителей ско-

ростно-силовых видов спорта данной возрастной группы [4]. При этом значимые различия наблюдались в абсолютных величинах мышечного компонента массы тела. У боксеров этот показатель составил 33,3 (30,3; 35,5) кг, что значимо ниже по сравнению с гребцами, у которых мышечный компонент массы тела был 38,8 (36,2; 41,0) кг, и волейболистами, у которых мышечный компонент массы тела был 39,3 (38,1; 41,4) кг (P<0,05, таблица 1). Данные различия объясняются меньшими значениями массы боксеров по сравнению с гребцами и волейболистами. Динамика мышечной и жировой массы тела в тренировочном процессе тесно связана с изменениями специальной физической работоспособности и отражает текущие адаптационные сдвиги в организме [1].

В таблице 2 представлены среднегрупповые величины показателей внешнего дыхания и гемодинамики юношей 17–18 лет, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта.

Сравнительный анализ данных выявил различия в параметрах дыхания между группами спортсменов. Так, гребцы и волейболисты отличались более высокими показателями статических объемов (ДО, ДОм) и емко-

стей (ЖЕЛ), характеризующих упругие свойства легких и грудной стенки. ЖЕЛ у гребцов составила 6,32 (5,92; 6,84) л, у волейболистов – 6,77 (5,96; 7,42) л, что значимо выше, чем у боксеров, у которых величина ЖЕЛ была 5,10 (4,74; 5,67) л ($P < 0,05$, таблица 2). Самые высокие показатели дыхательных объемов зафиксированы у 17–18-летних волейболистов: 1,31 (1,09; 1,80) л. У боксеров ДО значимо ниже: 0,88 (0,71; 1,05) л ($P < 0,05$). Минутный объем дыхания (МОД), так же как и величина ДО, уменьшается в ряду: волейболисты–гребцы–боксеры (таблица 2). В целом, зарегистрированные у 17–18-летних спортсменов показатели внешнего дыхания указывают на адаптацию дыхательной системы и развитие дыхательной мускулатуры в процессе спортивной тренировки, что позволяет спортсменам оптимально реализовывать свои физические и технические возможности при выполнении тренировочных и соревновательных нагрузок.

Средние значения ЧСС у спортсменов трех групп соответствовали физиологической норме и не отличались (таблица 2). Следует подчеркнуть, что у юношей с высокой частотой зафиксирована брадикардия: у 66,7 % гребцов, у 71,7 % волейболистов и у 62,2 % боксеров. ЧСС ниже 60 уд/мин можно рассматривать как показатель экономизации функционирования сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя, что благоприятно для спортсменов.

Отмечено, что у 75,9 % обследованных 17–18-летних спортсменов, специализирующихся в скоростно-силовых видах спорта, значения УО были выше физиологической нормы [7], что объясняет высокие среднегрупповые показатели УО, МОК и СИ (таблица 2).

Среднегрупповые величины УО у гребцов составили 155,1 (127,5; 181,7) мл, у волейболистов – 128,4 (109,4; 142,4) мл, у боксеров – 108,3 (91,4; 124,6) мл (таблица 2, $P < 0,05$, различия значимы при сравнении трех групп по Н-критерию Краскела-Уоллиса). Как средние, так и индивидуальные высокие показатели УО у 17–18-летних спортсменов свидетельствуют о высокой производительности миокарда, об адаптации к выполняемым физическим нагрузкам и высоком уровне развития скоростно-силовых качеств.

Среднегрупповые значения МОК у спортсменов трех групп были выше физиологической нормы. При этом МОК у гребцов составил 9,2 (7,9; 11,0) л, что значимо выше по сравнению с боксерами, у которых величина МОК была 6,4 (5,6; 7,5) л ($P < 0,05$, таблица 2).

Отмечены значимые различия в величине СИ у юношей в зависимости от вида спорта. Среднегрупповые значения СИ у гребцов составили 4,6 (4,0; 5,5) л/мин \times м² и были выше по сравнению с волейболистами (3,8 (3,3; 4,2) л/мин \times м², различия не значимы) и значимо выше по сравнению с боксерами (3,3 (2,9; 3,8) л/мин \times м², $P < 0,05$, таблица 2).

Таблица 2. – Показатели дыхания и центральной гемодинамики у 17–18-летних спортсменов в зависимости от вида спорта, Ме (25 %; 75 %)

Показатели	Группы обследованных спортсменов 17–18 лет		
	Гребцы (n=75)	Волейболисты (n=46)	Боксеры (n=74)
ЖЕЛ, л	6,32 (5,92; 6,84)* ³	6,77 (5,96; 7,42)* ³	5,10 (4,74; 5,67)* ^{1, 2}
ЖЕЛ, %	120,1 (115,2; 125,4)* ³	113,5 (105,0; 122,6)	106,2 (100,5; 114,3)* ¹
ДО, л	1,18 (0,96; 1,52)	1,31 (1,09; 1,80)* ³	0,88 (0,71; 1,05)* ²
ДОм, л	2,71 (2,27; 3,57)	2,62 (2,13; 3,46)	2,06 (1,67; 2,59)
МОД, л/мин	21,7 (17,2; 25,5)	24,1 (18,6; 32,9)	18,9 (14,7; 25,4)
ЧСС, уд/мин	61 (56; 69)	61 (55; 68)	60 (54; 66)
УО, мл	155,1 (127,5; 181,7)* ³	128,4 (109,4; 142,4)	108,3 (91,4; 124,6)* ¹
МОК, л/мин	9,2 (7,9; 11,0)* ³	7,5 (6,5; 9,3)	6,4 (5,6; 7,5)* ¹
СИ, л/мин \times м ²	4,6 (4,0; 5,5)* ³	3,8 (3,3; 4,2)	3,3 (2,9; 3,8)* ¹

Примечания:

- 1) ДОм – минутный объем дыхания в режиме максимальной вентиляции (л);
- 2) Курсивом выделены значимые различия между тремя группами по Н-критерию Краскела-Уоллиса ($P < 0,05$);
- 3) * – значимые различия между двумя группами по U- критерию Манна-Уитни ($P < 0,05$)

Заключение. Анализ антропометрических показателей, компонентного состава массы тела, показателей кровообращения и внешнего дыхания у юных спортсменов способствует выявлению индивидуальных критериев адаптации организма к выполняемым физическим нагрузкам.

В группах 17–18-летних юношей, занимающихся гребными видами спорта, волейболом и боксом, выявлены различия морфофункциональных показателей, которые следует учитывать для индивидуализации подготовки спортсменов. У волейболистов отмечены самые высокие значения длины и массы тела, ЖЕЛ и дыхательных объемов. Гребцы характеризовались самыми высокими величинами ИМТ, абсолютной силы, а также гемодинамических показателей. Высокие значения УО, МОК и СИ у 17–18-летних гребцов отражают специфику адаптации сердечно-сосудистой системы к нагрузкам скоростно-силового характера. У боксеров рассматриваемые морфофункциональные показатели были значимо ниже по сравнению с волейболистами и гребцами. Однако относительные показатели силы, мышечного и жирового компонентов массы тела, а также величины ЧСС у представителей различных скоростно-силовых видов спорта не отличались и соответствовали существующим модельным характеристикам. Учитывая, что обследованные гребцы, волейболисты и боксеры являлись квалифицированными спортсменами, это можно рассматривать как признак эффективной адаптации организма к выполняемым тренировочным нагрузкам преимущественно скоростно-силовой направленности.

При организации как спортивного отбора, так и учебно-тренировочного процесса юных спортсменов в скоростно-силовых видах спорта необходимо учитывать индивидуальные морфофункциональные особенности организма, определяющие, в числе прочих факторов, предрасположенность к выполнению физических нагрузок определенной направленности и интенсивности, с целью роста спортивных результатов, а также сохранения и укрепления состояния здоровья.

Список литературы

1. Давыдов, В. Ю. Спортивная антропология как научное направление: аналитический взгляд на проблему / В. Ю. Давыдов // Здоровье для всех. – 2022. – № 1. – С. 35–51.

2. Анпилогов, И. Е. Аналитический взгляд на проблему подготовки резерва в циклических видах спорта в период интенсивного роста: комплексный подход, основанный на индивидуальных особенностях атлета / И. Е. Анпилогов, Н. Г. Кручинский // Здоровье для всех. – 2022. – № 1. – С. 30–34.
3. Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике : методические рекомендации / В. А. Тутельян [и др.]. – Москва : Спорт; 2018. – 64 с.
4. Оценка морфологического статуса спортсмена : практическое пособие / Д. С. Пфейфер [и др.]. – Минск : РНПЦ спорта, 2017. – 36 с.
5. Рылова, Н. В. Актуальные аспекты изучения состава тела спортсменов / Н. В. Рылова // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 1. – С. 108–111.
6. Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes / B. F. Marinho [et al.] // Sport Sciences for Health. – 2016. – Vol. 12. – P. 157–165.
7. Макарова, Г. А. Спортивная медицина : учебник / Г. А. Макарова. – Москва : Советский спорт, 2003. – 480 с.

References

1. Davydov V.Yu. Sportinnaya antropologiya kak nauchnoe napravlenie: analiticheskiy vzglyad na problemu [*Sports anthropology as a scientific direction: an analytical view of the problem*]. *Zdorov'ye dlya vseh* [Health for all]. 2022, no 1, pp. 35–51. (In Russian)
2. Anpilogov I.E., Kruchynsky N.G. Analiticheskiy vzglyad na problemu podgotovki rezerva v ciklicheskih vidah sporta v period intensivnogo rosta: kompleksniy podhod, osnovanniy na individualnyh osobennostyah atleta [*Analytical view on the problem of reserve training in cyclical sports during the period of intensive growth: a complementary approach based on the individual characteristics of the athlete*]. *Zdorov'ye dlya vseh* [Health for all]. 2022, no 1, pp. 30–34. (In Russian)
3. Tutel'yan V.A., Nikituk D.B., Klochkova S.V. Ispolzovanie metoda kompleksnoy antropometrii v sportivnoy i klinicheskoy praktike: metodichesskie rekomendacii [*The use of the method of complex anthropometry in sports and clinical practice: methodological recommendations*]. Moscow, Sport, 2018, 64 p. (In Russian)

4. Pheifer D.S., Baskakova A.P., Zaharevich A.L., Kuzikevich A.S. Otsenka morfologicheskogo statusa sportsmena: prakticheskoe posobie [*Assessment of the morphological status of an athlete: a practical guide*]. Minsk, RNPC of Sport, 2017, 36 p. (In Russian)
5. Rylova N.V. Aktualnye aspekty izucheniya sostava tela sportsmenov [*Actual aspects of studying the body composition of athletes*]. Kazansky medicinsky jurnal [*Kazan Medical Journal*]. 2014, T. 95, no 1, pp. 108–111. (In Russian)
6. Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes / B. F. Marinho [et al.] // *Sport Sciences for Health*. – 2016. – Vol. 12. – P. 157–165.
7. Makarova G.A. Sportivnaya medicina: uchebnik [*Sports Medicine : textbook*]. Moscow, Sovetsky Sport, 2003, 480 p. (In Russian)

Received 2 December 2022