

УДК 796.01:612

П.Г. ПИГУЛЬ

магистрант, преподаватель кафедры анатомии¹

E-mail: polina.pigul@mail.ru



С.Б. МЕЛЬНОВ, доктор биол. наук, профессор
профессор кафедры анатомии¹

E-mail: sbmelnov@gmail.com



Н.Р. ТАРАСЕВИЧ

аспирант, преподаватель кафедры анатомии¹

E-mail: natusik.tarasevich.23@mail.ru

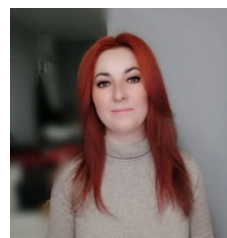


В.А. КУРНОСОВА

аспирант¹

¹Белорусский государственный университет физической культуры,
г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: veronica_kozlovskaya@tut.by



Статья поступила 6 декабря 2022 г.

**ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКОГО СТАТУСА СПОРТСМЕНОВ
ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ**

В статье рассмотрены изменения антропометрических показателей в различных видах спорта и представлены результаты исследования измерений спортсменов разной квалификации. Измерения проводились по четырем параметрам с использованием стандартного набора антропометрических инструментов (антропометра, медицинских весов, сантиметровой ленты, калипера) утром с 8.30 до 10.30. Для интегральной оценки физического развития по соотношению отдельных антропометрических признаков использовались антропометрические индексы (Пинье, Кетле, Эрисмана, Пирке, пропорциональности между окружностью грудной клетки и ростом). Полученные данные, касающиеся спортсменов высокой квалификации, в целом соответствуют антропометрическим параметрам. Наличие выявленных гендерных антропометрических тенденций вполне ожидаемо, учитывая преобладание тотальных показателей у мужчин в сравнении с женщинами. Приведенные данные позволяют говорить о том, что в соответствии с особенностями конкретных видов спорта размеры тела и их соотношения, способствующие высоким достижениям в спорте? могут варьировать. И на основании полученных данных можно

констатировать, что большие квалификационные успехи достигают лица с более высоким индексом Кетле и Эрисмана и сниженным индексом Пинье. Индекс пропорциональности обхвата талии к обхвату бедер мало информативен. Полученные данные могут быть использованы как на стадии отбора более перспективных спортсменов, так и при их профилизации.

Ключевые слова: антропология, антропометрический статус, пропорции тела, соматотип, морфология, индексы.

PIGUL P.G., Undergraduate¹

MELNOV S.B., Doctor of Biol. Sc., Professor¹

TARASEVICH N.R., Graduate Student¹

KURNOSOVA V.A., Graduate Student¹

¹Belarusian State University of Physical Culture, Minsk, Republic of Belarus

FEATURES OF THE ANTHROPOMETRIC STATUS OF HIGHLY QUALIFIED ATHLETES

The article considers changes in anthropometric indices in different sports and presents the results of measurements of athletes with different qualifications. Measurements were taken according to four parameters using a standard set of anthropometric tools (anthropometer, medical scales, centimeter tape, caliper) in the morning from 8.30 to 10.30. Anthropometric indices (Pignet, Kettle, Erisman, Pirke, proportionality between chest circumference and height) were used for integral evaluation of physical development according to the ratio of individual anthropometric features. The obtained data concerning high-skilled athletes generally correspond to the anthropometric parameters. The presence of the identified gender anthropometric trends is quite expected, given the predominance of total values in men in comparison to women. These data allow us to say that in accordance with the peculiarities of specific sports the body sizes and their ratios, contributing to high achievements in sports can vary. On the basis of the data we can state that individuals with a higher Kettle and Erisman's index and a lower Pignet's index achieve greater qualification successes. The index of proportionality of waist circumference to hip circumference is of little informative value. The obtained data can be used both at the stage of selection of more promising athletes and during their profiling.

Keywords: anthropology, anthropometric status, body proportions, somatotype, morphology, indices.

Введение. Спортивная антропология является одним из направлений общей антропологии и одновременно считается составной частью наук о спорте. Ее особенностью является то, что спортивная антропология изучает закономерности морфологических, морфофизиологических и соматопсихологических изменений, происходящих в организме человека под влиянием спортивной деятельности при различных условиях внешней среды и в связи со спортивными достижениями, а также после окончания спортивной деятельности, в процессе старения спортсменов [1]. Полученные результаты при применении ее подходов играют важную роль в отборе наиболее перспективных начинающих спортсменов на ранних этапах тренировочного процесса, что позволяет не только «не потерять» их, но и может существенно экономить государственные средства.

В настоящее время арсенал средств и методов существенно расширен за счет внедрения новых подходов в рамках антропогенетики и антропоэкологии, а также спортивной медицины. Однако основным методом изучения морфологической изменчивости человека, его морфологического развития, является антропометрия, основанная на измерении размеров тела, или соматометрии (собственно антропометрии – измерении живого человека) [2], которые в свою очередь объединяются в интегральные оценки в форме соматотипирования и системы индексов.

Многочисленные исследования, выполненные за последние десятилетия, показали, что успешность соревновательной деятельности спортсменов в выбранном виде спорта определяется в первую очередь морфологическими особенностями организма. Эти особенности оказывают существенное влия-

ние на проявление силовых и скоростных способностей организма, выносливости и адаптации к факторам внешней среды. В целом, именно они определяют физическую работоспособность человека [3].

Известно, что на пропорции тела оказывают влияние как эндогенные, так и экзогенные факторы. В связи с этим пропорции существенно варьируют в различных гендерных, возрастных и этнических группах. При этом они, как и их возрастная динамика, строго индивидуализированы даже в пределах одной возрастной этнически аутентичной половой группы.

Общеизвестно, что антропометрические параметры тела и их соотношение изменяются под влиянием занятий спортом. Под воздействием физических упражнений происходят изменения не только в опорно-двигательном аппарате, но и в сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной системах, что составляет сущность процесса адаптации к меняющимся условиям окружающей среды [5]. Отслеживание в динамике основных антропометрических показателей позволяет оценить течение и сам характер адаптационных процессов, а также не допустить срыва адаптации и перехода ее в звено патогенеза.

Одними из главных физиологических факторов, определяющих степень адаптации к физическим нагрузкам, являются показатели состояния кровеносных и дыхательных систем, обеспечивающих транспорт кислорода. Первым увеличивается размер самого сердца и его компартментов – формируется так называемое «спортивное сердце». Также значительных изменений претерпевают кровеносные сосуды, снижается тонус их стенок и пропорционально увеличивается эластичность. Активная мышечная деятельность способствует гипертрофии сердечной мышцы и увеличению полостей сердца. Увеличение объема сердца, особенно его левого желудочка, сопровождается повышением его сократительной способности, увеличением систолического и минутного объемов. Физическая нагрузка способствует изменению деятельности не только сердца, но и кровеносных сосудов. При физических нагрузках почти полностью раскрывается микроскопическая капиллярная сеть, которая в покое задействована всего на 30-40%. Все это позволяет существенно ускорить кровоток и, следовательно, увеличить

поступление питательных веществ и кислорода во все клетки и ткани организма.

Изменения показателей дыхательной системы при выполнении мышечной деятельности оцениваются по частоте дыхания, жизненной емкости легких, потреблению кислорода, кислородному долгу и другим более сложным лабораторным исследованиям [6]. Аналогичные изменения затрагивают и все остальные базовые системы организма спортсмена – в первую очередь нервную [5], эндокринную [7] и др., т.е. имеют системный характер.

В то же время, анатомической основой успешной перестройки физиологической базы организма, является перестройка основных антропометрических параметров тела спортсмена.

Необходимо также помнить, что изучение пропорций тела у спортсменов в связи со спортивной специализацией также позволяет установить характерные черты строения тела, которые могут способствовать достижению высоких спортивных результатов при работе в конкретном амплуа [5].

Так, например, Дж. Таннер (1964) указывает, что в борьбе за высокие спортивные результаты (на уровне международного класса) разница в строении тела спортсменов может быть, при определенных условиях, решающей [6]. Данные о пропорциях тела спортсменов, преимущественно связанные в единое целое системой антропометрических индексов и соматотипированием [2], могут помочь более правильному отбору для занятий спортом, а также выбрать специфические упражнения для устранения недостатков в пропорциях тела, индивидуализировать спортивную тренировку.

Профессор Э. Г. Мартиросов [1], исследовавший марафонцев, также показал, что спортивные результаты у них возрастают с увеличением длины тела и его абсолютной и относительной поверхности, с уменьшением обхвата бедра, веса подкожного, внутреннего и общего жира. Подкожный жировой слой у них выражен очень слабо и равномерно распределен по всей поверхности тела.

В настоящее время установлено, что, например, метатели по сравнению с бегунами и пловцами имеют наибольшую длину тела, длину ноги и руки, ширину плеч и ширину таза, т.е. по первым двум признакам они относятся к долихоморфному, а по двум последним – к брахиморфному типу пропорций тела.

У пловцов есть признаки как долихоморфии (длинные ноги, короткое туловище, относительно узкий таз), так и брахиморфии (средней ширины плечи, относительно короткие руки). Хорошо развитая мускулатура пояса верхних конечностей и грудной клетки, узкий таз и длинные ноги обуславливают своеобразную каплевидную форму тела пловцов, уменьшающую вихревое сопротивление воды и способствующую удлинению «шага» при плавании. Относительно короткие руки оказывают влияние на качество гребка (меньше плечо силы сопротивления, меньший момент инерции руки при переносе и т.п.) [4].

Тяжелоатлетам свойственны преимущественно черты мезо- и брахиморфии; долихоморфия у них отсутствует. Наряду с этим тяжелоатлеты различных весовых категорий характеризуются неодинаковыми пропорциями тела. Спортсмены наилегчайшей и полулегкой весовых категорий – коротконогие и широкоплечие; тяжелоатлеты легкой и полулегкой весовых категорий – средненогие и широкоплечие; представители всех остальных весовых категорий имеют длинные ноги и широкие плечи, т.е. относятся к гигантоидному типу [3, 4].

У баскетболистов преимущественно длинные ноги и узкие плечи, т.е. долихоморфный тип пропорций тела. Для гимнастов характерен мезоморфный тип с некоторой тенденцией к долихоморфии и гармоидный (средней длины ноги и плечи).

У борцов в большинстве случаев отмечается мезоморфный тип с тенденцией к брахиморфии [7].

Если сопоставить размеры сегментов верхней конечности, то можно отметить, что у гимнастов самое короткое плечо и предплечье, но самая длинная кисть (важно для захвата снаряда). Для баскетболистов характерна самая большая длина плеча при средней длине предплечья и кисти. У волейболистов – длинные плечо и (особенно) предплечье с относительно короткой кистью [3].

Что касается сегментов нижней конечности, то у гимнастов большая длина бедра, у баскетболистов – голени, а у волейболистов – стопы. Ширина таза по отношению к ширине плеч у гимнастов составляет 67,4%, у баскетболистов – 71,27%, а у волейболистов – 69,74%. Поперечный диаметр груди по отношению к ширине плеч у гим-

настов составляет 72,5%, у баскетболистов – 71,39%, у волейболистов – 71,92%, а переднезадний диаметр по отношению к поперечному у гимнастов – 66,46%, у баскетболистов – 69,87% и у волейболистов – 69,62% [4].

Соответственно классификации В.В. Бунака, среди гимнастов, баскетболистов и волейболистов встречаются спортсмены с различным типом пропорций тела, при этом наиболее часто отмечается гигантоидный тип [2].

Целью исследования являлось выявление особенностей антропометрического статуса спортсменов разной квалификации.

Методы и организация исследования.

Было проведено комплексное обследование спортсменов. В исследованиях приняли участие 80 спортсменов в возрасте от 17 до 20 лет, имеющих спортивные разряды от 1 юношеского до МС. Обследования включали антропометрические измерения в лабораторных условиях. Антропометрическое исследование включало измерение роста при помощи антропометра с точностью до 0,1 см, измерение массы на медицинских весах с точностью до 100 г. Обхват грудной клетки определен сантиметровой лентой, с точностью до 0,1 см. Измеряли толщину подкожно-жировых складок при помощи калипера. Расчет был произведен при помощи индексов.

Математическая обработка результатов проводилась при помощи пакета программ Microsoft Excel и SPSS Statistics 27 с использованием общепринятых методов статистики. Количественные признаки представлены в виде среднего значения (\bar{X}) и стандартной ошибки среднего (S). Достоверность различий между показателями определяли при помощи t-критерия Стьюдента. Критический уровень значимости принимали равным 0,05.

Определение антропометрического статуса методом индексов

Метод индексов позволяет оценивать физическое развитие по отношению отдельных антропометрических признаков и с помощью простейших математических выражений. Он широко пользуются для оценки многих функциональных показателей и возможностей спортсмена. На сегодняшний день многими индексами пользуются для ориентировочной оценки отдельных показателей физического развития.

Индекс Пинье (ИП) – это показатель, который характеризует тип телосложения. Рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ИП} = \text{Рост стоя (см)} - (\text{Вес (кг)} + \text{ОГК (см)}),$$

где ОГК – окружность грудной клетки в фазе спокойного выдоха.

Оценка результата:

меньше 10 – крепкое телосложение (гиперстеник);

от 10 до 20 – хорошее телосложение (нормостеник);

от 21 до 25 – среднее телосложение (нормостеник);

от 25 до 36 – слабое телосложение (астеник);

более 36 – очень слабое телосложение (астеник).

Индекс пропорциональности показывает отношение между окружностью грудной клетки и ростом:

$$\text{Инд. проп.} = \frac{\text{ОГК (см)}}{\text{Рост стоя (см)}} * 100 \%,$$

где ОГК – окружность грудной клетки в состоянии паузы.

Оценка результата: средний показатель для девушек 16-18 лет составляет 50-52 %, для юношей 16-18 лет – 52-54 %. Эти значения характерны для нормостеников. Значения индекса менее 50 % характерны для узкогрудых (астеников), свыше 55 % – для широкогрудых (гиперстеников).

Весоростовой (ВР) индекс Кетле:

$$\text{ВР инд.} = \frac{\text{Масса тела (г)}}{\text{Рост стоя (см)}}.$$

Оценка результата: средний показатель для девушек 16-18 лет – 325-375 г/см (оптимальная величина – 350 г/см), для юношей 16-18 лет – 375-425 г/см (оптимальная величина – 400 г/см).

Индекс пропорциональности развития грудной клетки (Эрисмана): разность между окружностью грудной клетки (в см) в паузе и половиной длины тела (в см). Средние значе-

ния индекса Эрисмана для мужчин +5,8 см, для женщин +3,8 см.

У широкогрудых результаты выше, а у узкогрудых – ниже средних величин.

Индекс Пирке (Бедузи): (рост стоя – рост сидя) / рост стоя * 100%

Величина показателя позволяет судить об относительной длине ног: менее 87% – малая длина ног; 87-92% – пропорциональное физическое развитие; более 92% – относительно большая длина ног.

Низкая величина – низкое расположение центра тяжести (скоростной спуск, трамплин, борьба, фристайл). Высокая величина (более 92 %) – высокое расположение центра тяжести (прыжки в высоту, спринтерский бег).

Результаты и обсуждение. Методы индексов позволяют получить интегральную оценку определенных фенотипических характеристик.

Полученные данные, касающиеся спортсменов высокой квалификации, в целом укладываются в соответствующий возрастной диапазон антропометрических параметров. Наличие выявленных гендерных антропометрических тенденций также вполне ожидаемо, учитывая преобладание значений тотальных показателей у мужчин в сравнении с женщинами. В тоже время использование системы индексов позволило выявить некоторые факты.

Из данных таблицы 1 следует, что у спортсменов высокой квалификации индекс Кетле, как у мужчин так и у женщин, существенно выше, чем у спортсменов более низкой квалификации (♂ 378,9±2,3 против ♂ 355,4±2,4, p<0,05; ♀ 364,1±2,2 против ♀ 337,9±2,3 соответственно, p<0,05). Таким образом, высокие значения данного показателя отличают более высококвалифицированных спортсменов, от менее квалифицированных и могут использоваться при оценке их перспективности.

Таблица – Показатели индексов при различной квалификации спортсменов

Квалификация	Пол	ПОКАЗАТЕЛИ ИНДЕКСОВ				
		Индекс Кетле	Индекс Эрисмана	Индекс Пинье	Индекс отношения ОТ / ОБ*	Индекс Пирке
МС, КМС	♂	378,9±2,3	5,5±2,4	22,8±1,9	0,8±2,5	54,6±2,1
	♀	364,1±2,2	3,8±2,3	20,6±1,8	0,7±2,3	47,8±2,3
Разрядники	♂	355,4±2,4	2,1±2,3	27,6±1,7	0,79±2,6	56,4±2,1
	♀	337,9±2,3	1,7±2,1	37,2±1,7	0,71±2,2	48,4±2,4

Примечание – *ОТ – обхват талии; ОБ – обхват бедер

Вместе с тем, индекс Эрисмана свидетельствует, что у высококвалифицированных спортсменов в 2 раза выше показатели развития грудной клетки, чем у низкоквалифицированных спортсменов. Что, вероятно, связано с развитием физиологических показателей кардиореспираторной системы и может считаться универсальным преимуществом вне зависимости от вида спорта (♂ $5,5 \pm 2,4$ против ♂ $2,1 \pm 2,3$, $p < 0,05$; ♀ $3,8 \pm 2,3$ против ♀ $1,7 \pm 2,1$ соответственно, $p < 0,05$).

Данные по индексу Пинье также указывают на то, что у менее квалифицированных спортсменов показатели выше, что сопоставимо со стандартными значениями индекса: чем меньше показатели индекса, тем лучше развито телосложение (♂ $22,8 \pm 1,9$ против ♂ $27,6 \pm 1,7$; ♀ $20,6 \pm 1,8$ против ♀ $37,2 \pm 1,7$; $p < 0,05$).

В свою очередь, индекс отношения ОТ к ОБ и индекс Пирке оказались не информативными. Ни в одном случае не было выявлено существенной разницы ($p > 0,05$).

Заключение. Таким образом, на основании представленных данных проведенного исследования можно констатировать, что большие квалификационные успехи достигают лица с более высоким индексом Кетле и Эрисмана, и сниженным индексом Пинье. Индекс пропорциональности и индекс Пирке оказались мало информативными для решения задач настоящего исследования. Полученные результаты могут быть использованы как на стадии отбора наиболее перспективных спортсменов, так и при их последующей профилизации.

Список литературы

1. Мартиросов, Э. Г. Применение антропологических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе : учеб. пособие / Э. Г. Мартиросов, С. Г. Руднев, Д. В. Николаев. – М. : Физическая культура, 2009. – 144 с.
2. Антропометрический статус спортсменов разной специализации и квалификации : сб. науч. ст. / Д.Б. Никитюк [и др.] // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И. П. Павлова. – СПбГМУ, 2011. – Том 18. – 98 с.
3. Пашин, А. А. Мониторинг физического развития, физической и функциональной подготовленности учащейся молодежи : учеб. пособие / А. А. Пашин, Н. В. Анисимова, О. Н. Опарина. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 142 с.
4. Физическая культура, спорт, туризм: инновационные проекты и передовые практики: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию основания кафедры физического воспитания. 14–15 мая 2019 г. Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова ; редкол. : Л. Б. Андрющенко [и др.]. – М. : ФГБОУ ВО, 2019. – 856 с.
5. Саваровский, А. Б. Изменение функций организма под влиянием занятий спортом : сб. науч. ст. / А. Б. Саваровский // Наука и здоровье. – М, 2021. – № 1. – 136 с.
6. Богданова Т. А. Влияние физических нагрузок на показатели сердечно-сосудистой и дыхательной систем школьников : дис. канд. биол. наук : 44.03.01 / Т. А. Богданова ; НИУ «БелГУ». – Белгород, 2018. – 43 с.
7. Карпман, В. Л. Спортивная медицина : учебник для институтов физической культуры / В. Л. Карпман. – М, 2011. – с.

References

1. Martirosov E. G., Rudnev S. G., Nikolaev D. V. *Primenenie antropologicheskikh metodov v sporte, sportivnoj mediczine i fitnese* [Application of anthropological methods in sport, sports medicine and fitness : textbook]. М. : Physical training, 2009, 144 p. (In Russian)
2. Nikityuk D.B. et al. *ntropometricheskij status sportmenov raznoj speczializaczii i kvalifikaczii* [Anthropometric status of athletes of different specialization and qualification : collection of scientific articles]. *Ucheny'e zapiski SPbGMU im. akad. I. P. Pavlova* [Scientific Notes SPbMSU named after Acad. I. P. Pavlov]. SPbMSU, 2011. Vol. 18, 98 p. (In Russian)
3. Pashin A. A., Anisimova N. V., Oparina O. N. *Monitoring fizicheskogo razvitiya, fizicheskoy i funkcional'noj podgotovlennosti uchashhejsya molodezhi* [Monitoring of physical development, physical and functional fitness of students: manual]. Penza : Publishing house of PSU, 2015, 142 p. (In Russian)
4. *Fizicheskaya kul'tura, sport, turizm: innovaczionny'e proekty` i peredovy'e praktiki: materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferenczii, posvyashhennoj 90-letiyu osnovaniya kafedry` fizicheskogo*

- vospitaniya* [Physical culture, sports, tourism: innovative projects and best practices: materials of the International scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the department of physical education]. May 14-15, 2019 / Plekhanov Russian University of Economics. G.V. Plekhanov Russian University of Economics ; ed. L. B. Andryushchenko [et al]. M. : FGBOU WO, 2019, 856 p. (In Russian)
5. Savarovsky A. B. *Izmenenie funkczij organizma pod vliyaniem zanyatij sportom* [Changes of functions of an organism under the influence of sports training : collection of scientific articles]. *Nauka i zdorov'e* [Science and Health]. M, 2021, no. 11, 36 p. (In Russian)
 6. Bogdanova T. A. *Vliyanie fizicheskikh nagruzok na pokazateli serdechno-sosudistoj i dykhatel'noj sistem shkol'nikov* [Influence of physical activity on the indicators of the cardiovascular and respiratory systems of schoolchildren] Cand. Sci. diss. Belgorod, 2018, 43 p. (In Russian)
 7. Karpman V. L. *Sportivnaya mediczina* [Sports medicine]. M., 2011. (In Russian)

Received 6 December 2022