

Научная статья
УДК 796.4
doi: 10.17223/15617793/513/24

Биоимпедансный анализ компонентного состава тела девушек в гимнастических видах спорта

Данил Викторович Чаюн¹

¹ Тюменский государственный университет, Тюмень, Россия, d.v.chayun@utmn.ru

Аннотация. Представлены результаты биоимпедансного анализа компонентов состава тела девушек сборных команд Тюменской области по чир-спорту, спортивной гимнастике и аэробике. Определены сходства в массе тела девушек в возрасте 12–14 лет и длине тела – в возрасте 15–18 лет. Наибольшие различия выявлены в относительных показателях жирового компонента и массы тела девушек 15–18 лет. Установлено, что мышечной гипертрофией всех сегментов тела характеризуются 100% гимнасток, 54,5% аэробисток и 12% представительниц чир-спорта.

Ключевые слова: компонентный состав тела, биоимпедансный анализ, девушки-подростки, спортивная аэробика, спортивная гимнастика, чир-спорт

Источник финансирования: исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-78-01196.

Для цитирования: Чаюн Д.В. Биоимпедансный анализ компонентного состава тела девушек в гимнастических видах спорта // Вестник Томского государственного университета. 2025. № 513. С. 209–216. doi: 10.17223/15617793/513/24

Original article
doi: 10.17223/15617793/513/24

Bioimpedance analysis of body composition in female athletes in gymnastic sports

Danil V. Chayun¹

¹ University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation, d.v.chayun@utmn.ru

Abstract. The problem of studying the component composition of the female athlete's body in gymnastic sports unites scientists from many countries of the world, but all researchers agree that the additional burdening of gymnasts with "excess" weight limits their athletic performance. Nevertheless, reducing fat mass below reference values is not recommended at any age and in any sports discipline. The aim of the study is to identify the morphofunctional status and characteristics of the body composition component of female athletes aged 12–14 and 15–18 from Tyumen Oblast teams in cheerleading, artistic gymnastics, and aerobics. The study involved 23 female athletes aged 12 to 18 years, of which 17% were girls from the artistic gymnastics team, 35% from the cheerleading one, and 48% from the aerobic gymnastics one. The study was conducted at the University of Tyumen using InBody 370, a multi-frequency bioimpedance analysis equipment. According to the results of anthropometric diagnostics, it was found that cheerleaders and aerobic athletes aged 12–14 correspond to the average height indicators (151 and 153 cm), and gymnasts aged 12–14 correspond to the level below the norm (145 cm). By the age of 15–18, the differences in body length indicators for all female athletes are smoothed out (from 163.7 to 165.5 cm). In terms of body weight indicators, on the contrary, there is a significant difference in indicators between the 15–18 age group (from 54.2 kg in gymnastics to 65.4 kg in cheerleading) and the 12–14 group (from 37 kg to 41 kg). The results of bioimpedance analysis of body composition showed that in absolute muscle mass indicators, female athletes aged 15–18 had similar data (from 26.5 to 26.9 kg), and at the age of 12–14, gymnasts exceeded aerobic athletes and cheerleaders by 2 kilograms of muscle mass. It was found that muscle hypertrophy of all body segments is characteristic for 100% of gymnasts, 54.5% of aerobic athletes and 12% of cheerleaders. At the age of 12–14, the difference in fat mass of female athletes was 3.1 kg (min for aerobic athletes – 3.3 kg, max for cheerleaders – 6.4 kg), while at the age of 15–18 it was 9.9 kg (min for gymnasts – 7.0 kg, max for cheerleaders – 16.9 kg; $p \leq 0.05$). More than half of the girls (62%) had a deficit in fat mass (100% in gymnastics, 63% in aerobic gymnastics, 50% in cheerleaders), and a surplus was found in one athlete in cheerleaders. As a result, the obtained average group characteristics of anthropometry and component composition of female athletes in the regional teams will serve as the basis for the development of the information and analytical digital service to support long-term training in gymnastics.

Keywords: body composition, bioimpedance analysis, adolescent girls, aerobic gymnastics, artistic gymnastics, cheerleading

Financial support: The study is supported by the Russian Science Foundation, Project No. 23-78-01196.

For citation: Chayun, D.V. (2025) Bioimpedance analysis of body composition in female athletes in gymnastic sports. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 513. pp. 209–216. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/513/24

Введение

Развитию гимнастических видов спорта всегда уделялось пристальное внимание со стороны Правительства РФ, что подтверждается широким распространением гимнастических школ во всех городах России, высокой массовостью занимающихся, а также лидирующими позициями сборных команд страны на международной арене по каждому виду гимнастики.

В 2024 г. развитие спортивных видов гимнастики получило новый импульс в результате объединения спортивной и художественной гимнастики, прыжков на батуте, спортивной акробатики и аэробики в единую общероссийскую Федерацию гимнастики. В России гимнастика вполне заслуженно закрепила за собой статус вида спорта, наиболее соответствующего гармоничному развитию личности ребенка. И хотя красота и эстетика выполнения движений присуща каждому виду гимнастики, влияние специализированных тренировочных воздействий избранного вида гимнастики приводит к существенным различиям как в уровне физической подготовленности, так и в морфофункциональном состоянии занимающихся.

Изучение компонентного состава тела человека на основе биоимпедансного анализа, которое проводится с 1970-х гг., позволяет выявить и оценить количественное соотношение мышечной, жировой, безжировой массы и общего содержания воды в организме, что дает возможность ранней диагностики метаболического синдрома, коррекции и оценки эффективности его лечения, составления рационов питания на основе объективных данных [1]. В растущем организме биоимпедансный анализ позволяет точно определять тканевые дефициты и возможность их последующего своевременного устранения [2–4].

В спортивной практике по результатам биоимпедансного анализа состава тела человека можно оценить взаимосвязь выявленных компонентов с уровнем развития физических качеств, спрогнозировать успешность соревновательной деятельности, осуществить качественный спортивный отбор и разработать персональные программы подготовки [5]. Динамика мышечной и жировой долей, водной и белково-минеральной частей во время тренировочного процесса отображает направленность и степень адаптационных сдвигов на структурном уровне [6]. Кроме того, следует учитывать критичность периодов интенсивного роста занимающихся, когда подростки наиболее чувствительны к нагрузкам и остро реагируют на воздействие внешних факторов [7]. Необъективное дозирование физической нагрузки во время тренировочного процесса может приводить к состояниям перенапряжения и даже нарушениям нормального физического развития растущего организма, в связи с чем контроль роста-весовых показателей с учетом возрастной динамики крайне важен для сохранения здоровья юных спортсменов.

Проблема исследования компонентного состава тела девушек в гимнастических видах спорта объединяет ученых из многих стран мира. Л.Н. Ботова,

Е.С. Ниази, А.А. Судакова, S. Bacciotti, A. Baxter-Jones, A. Gaya, J. Maia занимались изучением особенностей морфологического статуса девушек в спортивной и художественной гимнастике, М.Г. Ткачук, Е.А. Кокорина, Ю.С. Филиппова, А. Lamosova, О. Kyselovicova, Р. Tomkova – в спортивной аэробике, С.Л. Houska, L. Zhang, L. Tian – в чир-спорте, но все исследователи сходятся во мнении, что дополнительноеотягощение «лишним» весом гимнасток лимитирует их спортивную работоспособность, в связи с чем модельные характеристики по параметрам компонентного состава тела заметно отличаются недостатком жирового компонента в сравнении с показателями девушек, не занимающихся гимнастикой [8–14]. Следует обратить внимание, что в связи с эстетическими основами исполнительского мастерства в видах гимнастики избыток жировой массы тела может также приводить к снижению соревновательной оценки вследствие субъективности судейства [13]. Тем не менее снижение жировой массы ниже референсных значений не рекомендовано в любом возрасте и в любой спортивной дисциплине.

Проблема исследования заключается в необходимости изучения компонентного состава тела девушек, занимающихся гимнастическими видами спорта.

Цель исследования – изучить морфофункциональный статус и выявить характеристики компонентного состава тела девушек сборных команд Тюменской области по чир-спорту, спортивной гимнастике и аэробике в возрасте 12–14 и 15–18 лет.

Материалы и методы исследования

Исследование компонентного состава тела спортсменов – членов сборных команд Тюменской области по спортивной гимнастике, аэробике и чир-спорту было проведено на базе Института физической культуры Тюменского государственного университета в марте–апреле 2024 г. В исследовании приняли участие 23 девушки в возрасте от 12 до 18 лет (17% – представительницы спортивной гимнастики, 35% – чир-спорта, 48% – спортивной аэробики). 50% девушек из группы спортивной гимнастики входят в состав сборной команды Российской Федерации и имеют звание «Мастер спорта России», 100% девушек 15–18 лет из группы чир-спорта – члены сборной команды России. Девушки из группы спортивной аэробики являются победителями (12–14 лет) и серебряными призерами (15–17 лет) первенства России 2024 г. (табл. 1).

Исследование компонентного состава тела спортсменов проходило с использованием многочастотного оборудования биоимпедансного анализа «InBody – 370» (Южная Корея), длина тела измерялась с помощью ростомера Кауе (Германия). Границы нормы определялись с помощью программного обеспечения аппаратного оборудования «InBody – 370» автоматически, на основе статистики Всемирной организации здравоохранения в соответствии с индивидуальными показателями пола, возраста, длины и массы тела. Обработка полученных результатов проводилась с помощью методов математической статистики.

Результаты и обсуждение

Для оценки физического развития девушек нами были использованы такие антропометрические показатели, как длина тела и масса тела, а также рассчитан индекс массы тела (ИМТ) (рис. 1).

Согласно результатам диагностики антропометрических показателей чир-спортсменки имеют большую длину тела (12–14 лет – 153,3 см; 15–18 лет – 165,5 см), чем их сверстницы из спортивной гимнастики и аэробики. При этом ростовые показатели 12–14-летних представительниц чир-спорта и аэробики соответствуют среднестатистическим значениям (151 и

153 см), а ростовые показатели представительниц гимнастики аналогичного возраста соответствуют уровню «ниже нормы» (145 см) [15].

К 15–18 годам различия в показателях длины тела у всех девушек сглаживаются (от 163,7 до 165,5 см), а значения показателей массы тела существенно различаются (от 54,2 кг в гимнастике до 65,4 кг в чир-спорте). У спортсменок в возрасте 12–14 лет значения данного показателя колеблются от 37 до 41 кг. При этом средние значения показателей массы тела у представительниц гимнастики и чир-спорта составляют 40–41 кг, а у представительниц спортивной аэробики – 37 кг.

Таблица 1

Социально-демографические характеристики участников исследования

Дисциплина	Кол-во девушек		Разряд/звание		Членство в сборной команде региона	Членство в сборной команде России		Лучший результат 2024 г. (место)	
	12–14	15–18	12–14	15–18		12–14	15–18	12–14	15–18
Спортивная гимнастика	2	2	КМС, МС	КМС, МС	100%	50%	50%	ПУрФО – 1; ПР – 4	ЧР – 1
Спортивная аэробика	4	7	1 сп.р.	КМС		0	0	ПР – 1	ПР – 2
Чир-спорт	4	4	1 юн.р.	КМС		0	100%	ПУрФО – 1	ПР – 2

Примечание: КМС – кандидат в мастера спорта; МС – мастер спорта России; ПР – Первенство России; ЧР – Чемпионат России; ПУрФО – Первенство Уральского федерального округа.

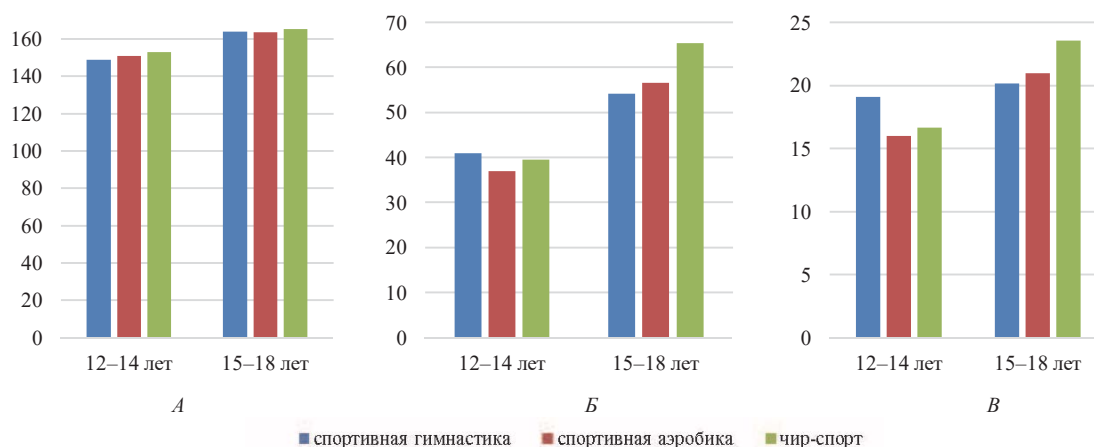


Рис. 1. Антропометрические показатели девушек спортивных видов гимнастики 12–14 и 15–18 лет: А – длина тела, см; Б – масса тела, кг; В – индекс массы тела

Несоответствие показателей массы тела возрасту и длине тела выявлено лишь у четырех девушек: у двух наблюдается дефицит массы (по одной представительнице спортивной аэробики и чир-спорта, 12–14 лет) и у двух – профицит массы тела (обе – 15–18-летние представительницы чир-спорта).

Также стоит отметить выявленные пограничные значения массы тела, соответствующие нижней границе нормы у трех девушек (по одной из спортивной аэробики и чир-спорта, 12–14 лет, и у одной представительницы спортивной аэробики, 15–18 лет).

Рекомендации по коррекции массы тела получили 43% девушек, большинство рекомендаций направлено на устранение дефицита массы тела. Максимальный дефицит массы тела составил +10,7 кг, а максимальный профицит –6,7 кг (в обоих случаях речь о представительницах чир-спорта). Следует отметить, что дефицит массы

тела выявлен у девушек в каждом виде гимнастики, а профицит – лишь у 15–18-летних представительниц чир-спорта.

Аналогичные результаты зафиксированы группой авторов в исследовании морфологического состояния девушек, занимающихся спортивной аэробикой и акробатическим рок-н-ролом: большая часть занимающихся были гармонично развиты; среди отклонений в физическом развитии чаще всего отмечалась недостаточная масса тела [16].

Таким образом, мы можем подтвердить, что зачастую спортивные виды гимнастики требуют от спортсменок дефицита массы тела, выраженного в низком уровне жирового компонента.

Интегральный ростово-весовой показатель физического развития ИМТ, соответствующий норме, зафиксирован у 86% девушек.

За пределами нормы данный показатель отмечен у двух представительниц чир-спорта: ниже нормы – в младшей группе, выше нормы – в старшей. Следует отметить, что показатель ИМТ гимнасток 12–14 лет (19,1) выше такового представительниц чир-спорта и спортивной аэробики (16,7 и 16,0 соответственно).

Корреляционный анализ дефицита и профицита массы тела и возраста спортсменов всех трех дисциплин показал средний отрицательный коэффициент корреляции ($r = -0,54$), что говорит о наличии зависимости между возрастом спортсменок и значением их массы тела относительно нормальных (прогнозируемых) величин.

Действительно, согласно возрастной физиологии рост и развитие частей тела и физиологических систем в процессе биологического созревания происходит гетерохронно; возраст от 11 до 13 лет характеризуется как период ростового скачка, когда за 1 год происходит увеличение длины тела до 10–12 см. В

возрасте 8–10 лет и 14–20 лет отмечается интенсивное развитие. Как показали исследования, 100% девушек 12–13 лет имеют рекомендации по увеличению массы тела [17].

Корреляционный анализ дефицита и профицита массы тела и возраста спортсменок по отдельным дисциплинам выявил наибольшую отрицательную зависимость в чир-спорте ($r = -0,81$). Скорее всего, выявленная взаимосвязь обусловлена тем, что спортсменки, преодолевшие ростовой скачок и период интенсивного физического развития к 15–18 годам, занимают роли «нижних» партнеров (база или споттер), что требует от них проявления в большей степени силовых качеств.

По результатам компонентного состава тела девушек-гимнасток выявлено значительно больше отклонений от нормального диапазона значений, чем по антропометрическим показателям (рис. 2).

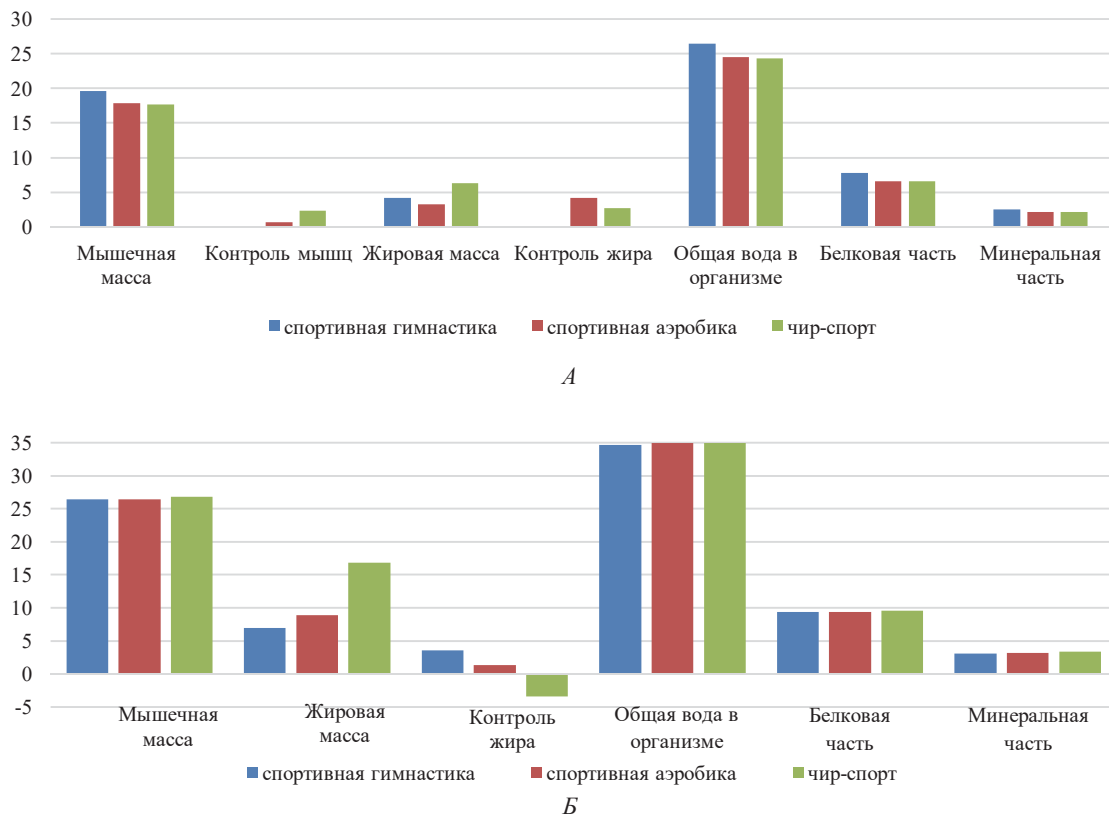


Рис. 2. Среднегрупповые значения абсолютных показателей компонентного состава тела девушек 12–14 лет (А) и 15–18 лет (Б), кг

По результатам биоимпедансного анализа состава тела определено, что по абсолютные показатели мышечной массы девушек 15–18 лет имели близкие значения (от 26,5 до 26,9 кг), а в младшей группе представительницы спортивной гимнастики на 2 кг мышечной массы превосходили своих сверстниц из спортивной аэробики и чир-спорта. Хотелось отметить, что превышение мышечной массы относительно среднестатистических значений выявлено у 8 девушек: 50% – в спортивной гимнастике, 45% – в спортивной аэробике, 25% – в чир-спорте; дефицит мышечной массы определен у двух представительниц чир-спорта.

В возрасте 12–14 лет разница в жировой массе девушек составила 3,1 кг: минимальные значения зафиксированы у аэробисток (3,3 кг), максимальные – у чир-спортсменок (6,4 кг). В возрасте 15–18 лет данный показатель составил 9,9 кг: минимальные значения – у гимнасток (7,0 кг), максимальные – у чир-спортсменок (16,9 кг), $p \leq 0,05$. Наибольшее количество отклонений от среднестатистических значений выявлено в оценке жировой массы. Более чем у половины девушек (62%) зафиксирован дефицит жировой массы (100% – в гимнастике, 63% – в спортивной аэробике, 50% – в чир-спорте), а профицит – у одной представительницы чир-

спорта. В норме содержание жира в теле диагностировано у 33% девушек. В исследовании, направленном на выявление компонентного состава тела спортсменок со сниженной массой тела различными методами (биоимпедансный анализ, воздушная плетизмография, подводное взвешивание), было определено, что риск для здоровья, связанный с критично низкими показателями жировой массы тела, часто переоценивают по результатам биоимпедансного анализа [4]. Считаем, что говорить о риске здоровья для девушек с представленными показателями дефицита жировой массы тела будет корректно.

В исследовании Ю.С. Филипповой указано, что в 2006 г. у девушек, занимающихся спортивной аэробикой, среднее количество жировой массы в возрасте от 11 до 15 лет составляло около 8 кг, а в возрасте от 16 до 18 лет – 12,2 кг [12]. Таким образом, мы можем сказать, что сегодня аэробики 12–14 лет имеют примерно на 5 кг, а 15–18 лет – на 3 кг меньше жировой массы, чем представительницы данного вида спорта в 2006 г. Предполагаем, что это связано с повышением требований к соревновательным упражнениям.

Корреляционный анализ возраста и количества жировой массы показал средний по значимости отрицательный коэффициент ($r = -0,44$) во всех трех исследуемых дисциплинах, однако детальный анализ по отдельным видам гимнастики снова выявил устойчивую зависимость недостатка жировой массы от возраста в чир-спорте ($r = -0,94$).

Показатели содержания общей воды в организме у 52% девушек соответствуют среднестатистическим значениям, у 44% – выше нормы и у одной представительницы младшей группы чир-спорта диагностирован показатель ниже нормы (18,5 кг). Сниженные показатели общей воды в организме спортсменок могут при-

водить к ухудшению аэробной выносливости и нарушению процессов терморегуляции, в то же время в связи уменьшением массы тела спортсменки чувствуют легкость при выполнении сложнокоординационных упражнений. С другой стороны, повышенные показатели содержания общей воды в организме спортсменок обеспечивают трофику их мышечной ткани. Поэтому содержание воды в организме гимнасток также требует систематического контроля в процессе многолетней подготовки.

Как известно, мышечная ткань на 75–77% состоит из воды, на 20% – из белков и на 1% – из минеральных солей, в связи с чем увеличение доли перечисленных компонентов по мере повышения мышечной массы абсолютно закономерно и, на наш взгляд, не должно рассматриваться как отклонение от нормы, несмотря на выход за пределы диапазонов прогнозируемых значений общей воды в организме и белково-минеральной части. Данная тенденция наблюдается у 7 из 8 девушек, показавших превышение мышечного компонента.

Исследователями Сияньского университета (Китай) определена положительная динамика прироста минерального состава костей у молодых людей 18 лет, занимающихся чир-спортом, что обусловлено большим количеством прыжков в процессе тренировочного занятия [18]. Мы можем предположить, что другие виды гимнастики тоже позитивно влияют на минеральный состав костей детей и подростков.

Учеными НИИ Поволжского государственного университета в процессе педагогического эксперимента, в котором принимали участие высококвалифицированные гимнасты, выявлена значимая корреляционная связь между минеральной массой и максимальной мощностью работы ног спортсменов, что подтверждает значимость систематического контроля данных показателей [8].

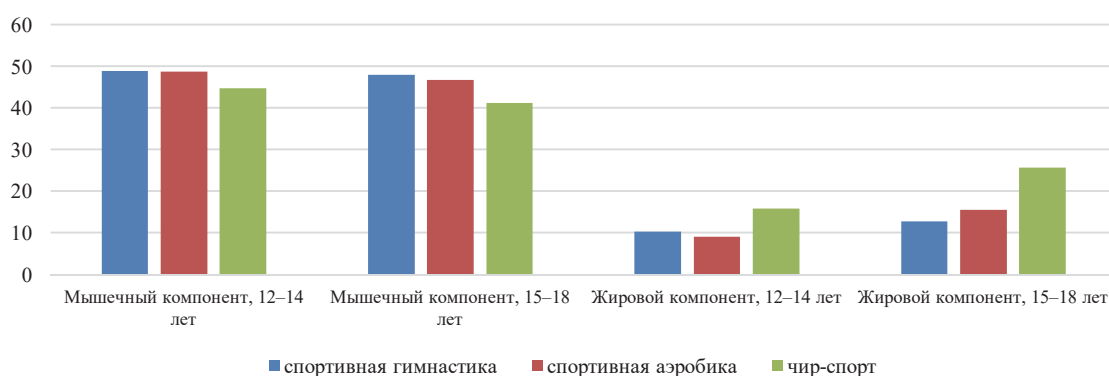


Рис. 3. Среднегрупповые значения относительных показателей мышечного и жирового компонентов девушек 12–14 и 15–18 лет, %

Анализ относительных показателей мышечной и жировой массы девушек (в процентах от общей массы тела) выявил тенденцию снижения мышечной и повышения жировой доли от спортивной гимнастики к чир-спорту, что, несомненно, обусловлено разницей в применяемых в ходе тренировочного процесса физических нагрузках.

Наибольший диапазон варьирования мышечного и жирового компонента между старшей и младшей возрастными группами выявлен у представительниц чир-

спорта (мышечный компонент снизился на 2,6%, жировой – повысился на 9,8%). Также выявлены дефициты доли жирового компонента относительно общей массы тела у 100% гимнасток, 80% аэробики и 25% чир-спортсменок.

Анализ процентного отношения фактической мышечной и жировой массы к прогнозируемой, рассчитанной на основе индивидуальных показателей пола, возраста, длины и массы тела, также позволил выявить

определенные закономерности. Абсолютное большинство гимнасток имеют превышение мышечной массы относительно индивидуальной нормы (в среднем на 11%). Большинство аэробисток (72%) также имеют превышение массы мускулатуры в среднем на 12,4%. Превышение исследуемого параметра в чир-спорте наблюдается у 62% девушек (в среднем на 21,8%), что связано с амплуа спортсменов.

Китайские исследователи Lisha Zhang и Lili Tian определили, что процентное содержание жира у аэробисток (17,85%) по сравнению с чир-спортсменками ниже (18,88%), а содержание мышечной массы выше (35,26 и 31,98% соответственно) [14].

Продемонстрированное отношение фактического жирового компонента к его индивидуальной норме выявило две закономерности: повышение исследуемого параметра от гимнасток к чир-спортсменкам ($r = 0,52$) и повышение исследуемого параметра по мере взросления спортсменок ($r = 0,52$).

На наш взгляд, выявленные взаимосвязи могут быть обусловлены двумя факторами: естественной возрастной физиологией и особенностями тренировочного процесса разных дисциплин. Для осуществления контроля процесса подготовки, качественной спортивной ориентации и возможности разработки моделей наиболее результативных девушек в спортивных видах гимнастики в будущем рассчитаны среднегрупповые характеристики антропометрии и компонентного состава тела (табл. 2).

С функциональной точки зрения большое значение имеет сегментарное распределение тощей массы (воды, мышц, скелета, внутренних органов и других структур). Например, для велосипедистов наиболее характерна гипертрофия пояса нижних конечностей, для скалолазов – плечевого пояса и верхних конечностей, а для гребцов, выполняющих работу всеми основными крупными мышечными группами, одинаково важны все сегменты тела, включая туловище.

Таблица 2

Среднегрупповые характеристики компонентного состава тела и антропометрических показателей девушек 12–14 и 15–18 лет в спортивных видах гимнастики ($\bar{x} \pm \sigma$)

Параметры	Возраст	Спортивная гимнастика	Спортивная аэробика	Чир-спорт
Антропометрические показатели				
Длина тела, см	12–14	147,0 $\pm$ 2,1	151,0 $\pm$ 2,2	153,2 $\pm$ 8,6
	15–18	167,0 $\pm$ 3,2	163,7 $\pm$ 6,6	165,5 $\pm$ 12,2
Масса тела, кг	12–14	41,2 $\pm$ 1,2	36,7 $\pm$ 1,7	39,6 $\pm$ 7,4
	15–18	54,0 $\pm$ 0,8	56,6 $\pm$ 7,5	65,4 $\pm$ 12,2
ИМТ	12–14	19,1 $\pm$ 2,1	16,1 $\pm$ 1,2	16,7 $\pm$ 1,5
	15–18	20,2 $\pm$ 1,1	21,0 $\pm$ 1,8	23,6 $\pm$ 1,3
Показатели компонентного состава тела				
Мышечная масса, кг	12–14	19,7 $\pm$ 0,5	17,9 $\pm$ 0,7	17,7 $\pm$ 3,4
	15–18	26,5 $\pm$ 4,5	26,5 $\pm$ 3,5	26,9 $\pm$ 5,4
Жировая масса, кг	12–14	4,2 $\pm$ 1,2	3,3 $\pm$ 0,5	6,4 $\pm$ 2,1
	15–18	7,0 $\pm$ 1,7	8,9 $\pm$ 2,8	16,9 $\pm$ 4,5
Относительная мышечная масса, %	12–14	49,0 $\pm$ 1,5	48,8 $\pm$ 0,3	44,8 $\pm$ 1,2
	15–18	48,0 $\pm$ 2,4	46,8 $\pm$ 2,1	41,2 $\pm$ 2,6
Относительная жировая масса, %	12–14	10,3 $\pm$ 2,3	9,1 $\pm$ 1,0	15,9 $\pm$ 2,7
	15–18	12,9 $\pm$ 3,2	15,6 $\pm$ 3,6	25,7 $\pm$ 4,1
Содержание воды	12–14	26,5 $\pm$ 0,7	24,6 $\pm$ 0,8	24,4 $\pm$ 4,1
	15–18	34,7 $\pm$ 5,6	35,0 $\pm$ 4,4	35,5 $\pm$ 6,7
Белковая часть	12–14	7,2 $\pm$ 0,5	6,6 $\pm$ 0,2	6,6 $\pm$ 1,1
	15–18	9,4 $\pm$ 1,5	9,4 $\pm$ 1,2	9,6 $\pm$ 1,8
Минеральная часть	12–14	2,3 $\pm$ 0,2	2,2 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,3
	15–18	3,1 $\pm$ 0,5	3,2 $\pm$ 0,5	3,4 $\pm$ 0,6

Анализ сегментарной оценки тощей массы представителей спортивных видов гимнастики показал, что наибольшей гипертрофией и симметричным превышением тощей массы всех сегментов тела характеризуются девушки, занимающиеся спортивной гимнастикой. Среди девушек, занимающихся спортивной аэробикой, доля таких симметрично и гармонично развитых спортсменов составила 54,5%. Наиболее развитым сегментом тела у аэробисток является туловище, включающее в себя мышцы и кости спины, грудной клетки, таза, а также живота, что может быть связано с большим количеством мышечной работы в статическом режиме (при приземлении в упор лежа, выполнении упоров углом и взаимодействия с партнерами).

Среди представительниц чир-спорта также чаще всего встречается превышение нормы тощей массы туловища, реже – пояса верхних конечностей.

Также следует отметить, что представительницы данной дисциплины единственные показали нормальную сегментарную оценку тощей массы, не отличающуюся гипертрофией какого-либо сегмента.

Выявленные сходства и различия в компонентном составе тела девушек 12–14 и 15–17 лет, специализирующихся в чир-спорте, спортивной гимнастике и аэробике, позволяют тренерам-преподавателям, опираясь на результаты научных исследований, регулировать тренировочные нагрузки, своевременно корректировать режим питания и осуществлять качественную спортивную ориентацию в процессе подготовки к соревнованиям.

Выводы

Девушки сборной команды региона по чир-спорту (за исключением «флаера») имеют больший рост по сравнению с аэробиостками и гимнастками в возрасте

12–14 и 15–17 лет ($p \geq 0,05$). В младшей возрастной группе показатели массы тела незначительно больше у представительниц спортивной гимнастики ($p \geq 0,05$), однако в возрасте 15–18 лет представительницы чир-спорта на 10 кг превосходят своих сверстниц из аэробики и гимнастики.

43% участниц исследования получили рекомендации по коррекции массы тела, направленные на устранение её дефицита.

По итогам биоимпедансного анализа состава тела членов сборных команд Тюменской области определено, что девушки, специализирующиеся в спортивной гимнастике, к 12–14 годам имеют на 2 кг мышечной массы больше, нежели чир-спортсменки и аэробистки, а к 15–18 годам данная разница уменьшается до 0,4 кг. При этом разница между показателями жировой массы с возрастом увеличивается с 2 кг между чир-спортсменками и аэробистками 12–14 лет ($p \geq 0,05$) до 9 кг между чир-спортсменками и гимнастками 15–18 лет ($p \leq 0,05$). Превышение мышечной массы относительно индивидуальной нормы отмечено у 100% гимнасток, 72% аэробисток и 62% представительниц чир-спорта.

Как и предполагалось, влияние специализированных воздействий родственных видов гимнастики на организм занимающихся приводит к формированию различного морфологического статуса спортсменок одного возраста. Спортивная гимнастика характеризуется наиболее строгими требованиями к показателям компонентного состава тела, особенно в возрасте 15–

18 лет, безусловно выражающимся в повышенных значениях мышечного и сниженных – жирового компонентов относительно сверстниц.

В чир-спорте отсутствует разница в показателях компонентного состава тела между «нижними» спортсменками независимо от амплуа (база или споттер), но выявлены значительные различия с показателями «верхней» спортсменки (флаер) в обеих возрастных группах.

Показатели же аэробисток в 60% исследуемых параметров находятся в коридорах значений между показателями гимнасток и чир-спортсменок, а в 26% параметров имеют схожие значения с таковыми у девушек одной из групп, что также объясняется спецификой вида спорта: большим количеством заимствованных гимнастических элементов и акробатических поддержек в групповых упражнениях, причем в разных поддержках могут участвовать разные партнеры по упражнению, поэтому успешные аэробисты должны обладать широким арсеналом сложных технических действий, таких как броски и ловля партнера, полеты, полуперевороты и сальтовые упражнения в воздухе.

Среднегрупповые характеристики антропометрических показателей и показателей компонентного состава тела лучших спортсменок Тюменской области по видам гимнастики станут ориентирами для тренеров-преподавателей, а также послужат основой при разработке информационно-аналитического цифрового сервиса по сопровождению многолетней тренировки в спортивных видах гимнастики.

Список источников

1. Руднев С.Г., Соболева Н.П., Стерликов С.А. и др. Биоимпедансное исследование состава тела населения России. М. : РИО ЦНИИОИЗ, 2014. 493 с.
2. Корнеева И.Т., Поляков С.Д., Николаев Д.В. Биоимпедансный анализ состава тела как метод оценки функционального состояния юных спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2012. № 10. С. 30–36.
3. Lamosova A., Kyselovicova O., Tomkova P. Anthropometric and motor changes after one-year aerobic gymnastics training in young gymnasts // Science of Gymnastics Journal. 2021. Vol. 13, № 2. P. 243–251.
4. Houska C.L. et al. Comparison of body composition measurements in lean female athletes // International journal of exercise science. 2018. Vol. 11, № 4. P. 417–424.
5. Бутыч Н.С., Маюрова И.А. Разработка персонализированных программ здоровья студентов на основе биоимпедансного анализа состава тела // Вестник Томского государственного университета. 2024. № 499. С. 147–156. doi: 10.17223/15617793/499/16
6. Биндусов Е.Е., Кукинова В.В., Федосеева А.А. Влияние различных тренировочных режимов подготовительного мезоцикла на компонентный состав тела гимнастов // Культура физическая и здоровье. 2019. № 4. С. 76–78.
7. Манжелей И.В., Чаюн Д.В. Психологическое сопровождение подготовки спортсменов в аэробной гимнастике // Вестник Томского государственного университета. 2018. № 434. С. 155–161. doi: 10.17223/15617793/434/21
8. Ботова Л.Н., Ниязи Е.С. Функциональный профиль гимнастов высокой квалификации // Наука и спорт: современные тенденции. 2024. Т. 12, № S2. С. 18–28.
9. Судакова А.А., Сударева Т.В., Голанцев И.А. Сравнительная характеристика показателей физического развития девочек, занимающихся спортивной и художественной гимнастикой // Смоленский медицинский альманах. 2018. № 2. С. 118–121.
10. Bacciotti S. et al. The physique of elite female artistic gymnasts: a systematic review // Journal of human kinetics. 2017. Vol. 58, № 1. P. 247–259.
11. Ткачук М.Г., Кокорина Е.А. Морфофункциональные критерии отбора в спортивную аэробику // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. 2015. № 1 (119). С. 173–176.
12. Филиппова Ю.С., Рубанович В.Б., Айзман Р.И. Морфофункциональные особенности спортсменок 9–22 лет, занимающихся спортивной аэробику // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 2. С. 1–6.
13. Kyselovicová O., Zemková E. The effects of aerobic gymnastics training on performance-related variables in an elite athlete: a 2-year follow-up study // Frontiers in Physiology. 2024. Vol. 15. doi: 10.3389/fphys.2024.1380024
14. Zhang L., Tian L. A biomechanical and biological investigation of the impact of cheerleading training on enhancing the physical fitness and musculoskeletal health of girls // Molecular & Cellular Biomechanics. 2024. Vol. 21. № 3. Art. No. 635. doi: 10.62617/mcb635
15. Справочник по росту девушек в возрасте 5–19 лет // ВОЗ. URL: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/height-for-age-\(5-19-years\)/sft-hfa-girls-z-5-19years.pdf?sfvrsn=65c549dc_4](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/height-for-age-(5-19-years)/sft-hfa-girls-z-5-19years.pdf?sfvrsn=65c549dc_4) (дата обращения: 01.02.2025).
16. Podrigalo L.V. et al. Analysis of the physical development and somatotype of girls and females involved into dancing and gymnastic sports // Physical education of students. 2019. Vol. 23, № 2. P. 75–81.
17. Лысова Н.Ф., Айзман Р.И. Возрастная анатомия и физиология. М. : ИНФРА-М, 2019. 352 с.
18. Wang L. et al. Effects of cheerleading practice on advanced glycation end products, areal bone mineral density, and physical fitness in female adolescents // Frontiers in physiology. 2022. Vol. 13. doi: 10.3389/fphys.2022.954672

References

1. Rudnev, S.G. et al. (2014) *Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naseleniya Rossii* [Bioimpedance Study of Body Composition of the Russian Population]. Moscow: RIO TsNIIOIZ.
2. Korneeva, I.T., Polyakov, S.D. & Nikolaev, D.V. (2012) Bioimpedansnyy analiz sostava tela kak metod otsenki funktsional'nogo sostoyaniya yunyh sportmenov [Bioimpedance Analysis of Body Composition as a Method for Assessing the Functional State of Young Athletes]. *Lechebnaya fizkul'tura i sportivnaya meditsina*. 10. pp. 30–36.
3. Lamosova, A., Kyselovicova, O. & Tomkova, P. (2021) Anthropometric and motor changes after one-year aerobic gymnastics training in young gymnasts. *Science of Gymnastics Journal*. 13 (2). pp. 243–251.
4. Houska, C.L. et al. (2018) Comparison of body composition measurements in lean female athletes. *International Journal of Exercise Science*. 11 (4). pp. 417–424.
5. Butych, N.S. & Mayurova, I.A. (2024) Development of personalized health programs for students based on bioimpedance analysis of body composition. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 499. pp. 147–156. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/499/16
6. Bindusov, E.E., Kuksinova, V.V. & Fedoseeva, A.A. (2019) Vliyanie razlichnykh trenirovochnykh rezhimov podgotovitel'nogo mezotsikla na komponentnyy sostav tela gimnastov [The Influence of Various Training Regimes of the Preparatory Mesocycle on the Component Composition of Gymnasts' Bodies]. *Kul'tura fizicheskaya i zdorov'e*. 4. pp. 76–78.
7. Manzheley, I.V. & Chaun, D.V. (2018) Psychological Follow-Up of Athletes' Training in Aerobic Gymnastics. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta – Tomsk State University Journal*. 434. pp. 155–161. (In Russian). doi: 10.17223/15617793/434/21
8. Botova, L.N. & Niaz, E.S. (2024) Funktsional'nyy profil' gimnastov vysokoy kvalifikatsii [Functional Profile of Highly Qualified Gymnasts]. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii*. 12 (S2). pp. 18–28.
9. Sudakova, A.A., Sudareva, T.V. & Golantsev, I.A. (2018) Sravnitel'naya kharakteristika pokazateley fizicheskogo razvitiya devochek, zanimayushchikhsya sportivnoy i khudozhestvennoy gimnastikoy [Comparative Characteristics of Physical Development Indicators of Girls Engaged in Rhythmic and Artistic Gymnastics]. *Smolenskiy meditsinskiy al'manakh*. 2. pp. 118–121.
10. Bacciotti, S. et al. (2017) The physique of elite female artistic gymnasts: a systematic review. *Journal of Human Kinetics*. 58 (1). pp. 247–259.
11. Tkachuk, M.G. & Kokorina, E.A. (2015) Morfofunktsional'nye kriterii otbora v sportivnyuyu aerobiku [Morphofunctional Criteria for Selection in Sports Aerobics]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*. 119 (1). pp. 173–176.
12. Filippova, Yu.S., Rubanovich, V.B. & Aizman, R.I. (2006) Morfofunktsional'nye osobennosti sportsmenok 9–22 let, zanimayushchikhsya sportivnoy aerobikoy [Morphofunctional Features of Female Athletes Aged 9–22 Years Engaged in Sports Aerobics]. *Fiziologiya cheloveka*. 32 (2). pp. 1–6.
13. Kyselovičová, O. & Zemková, E. (2024) The effects of aerobic gymnastics training on performance-related variables in an elite athlete: a 2-year follow-up study. *Frontiers in Physiology*. 15. doi: 10.3389/fphys.2024.1380024
14. Zhang, L. & Tian, L. (2024) A biomechanical and biological investigation of the impact of cheerleading training on enhancing the physical fitness and musculoskeletal health of girls. *Molecular & Cellular Biomechanics*. 21 (3). Art. No. 635. doi: 10.62617/mcb635
15. WHO. (2025) *Spravochnik po rostu devushek v vozraste 5–19 let* [Height-for-age (5–19 years) Girls]. [Online] Available from: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/height-for-age-\(5-19-years\)/sft-hfa-girls-z-5-19years.pdf?sfvrsn=65c549dc_4](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/height-for-age-(5-19-years)/sft-hfa-girls-z-5-19years.pdf?sfvrsn=65c549dc_4) (Accessed: 01.02.2025).
16. Podrigalo, L.V. et al. (2019) Analysis of the physical development and somatotype of girls and females involved into dancing and gymnastic sports. *Physical Education of Students*. 23 (2). pp. 75–81.
17. Lysova, N.F. & Aizman, R.I. (2019) *Vozrastnaya anatomiya i fiziologiya* [Age Anatomy and Physiology]. Moscow: INFRA-M.
18. Wang, L. et al. (2022) Effects of cheerleading practice on advanced glycation end products, areal bone mineral density, and physical fitness in female adolescents. *Frontiers in Physiology*. 13. doi: 10.3389/fphys.2022.954672

Информация об авторе:

Чаюн Д.В. – канд. пед. наук, доцент кафедры технологий физкультурно-спортивной деятельности Тюменского государственного университета (Тюмень, Россия). E-mail: d.v.chayun@utmn.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Information about the author:

D.V. Chayun, Cand. Sci. (Pedagogics), associate professor, University of Tyumen (Tyumen, Russian Federation). E-mail: d.v.chayun@utmn.ru

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 17.02.2025;
одобрена после рецензирования 27.03.2025; принята к публикации 30.04.2025.

The article was submitted 17.02.2025;
approved after reviewing 27.03.2025; accepted for publication 30.04.2025.