



**ОЦЕНКА ДВУСТОРОННЕЙ СИММЕТРИИ И СОСТАВА ТЕЛА ПО СЕКТОРАМ У
СПОРТСМЕНОК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКОЙ,
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕОБЛАДАЮЩЕЙ КОНЕЧНОСТИ**

К.В. ВЫБОРНАЯ *, Р.М. РАДЖАБКАДИЕВ *, М.М. СЕМЕНОВ **, Е.В. БЕКЛЕМИШЕВА ***,
А.А. ГОЛОВИН ****, Д.Б. НИКИТИОК *****

* ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Устьинский пр., 2/14с1, г. Москва, 109240, Россия

** Санаторий им. И.М. Сеченова – научно-клинический филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, ул. Ленина, д. 25, г. Есентуки, Ставропольский край, 357600, Россия

*** ФГБОУ ВО «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК» (РУС «ГЦОЛИФК»),
Сиреневый бул., д.4, стр. 1, г. Москва, 105122, Россия

**** Колледж многоуровневого профессионального образования ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации» (КМПО РАНХиГС),
Волгоградский просп., 43, стр. 1А, г. Москва, 109443, Россия

***** ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова»,
ул. Россолимо, 15/13 с.1., г. Москва, 119992, Россия

***** ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы",
ул. Миклухо-Маклая, 6, г. Москва, 117198, Россия

Аннотация. Целью исследования было оценить двустороннюю симметрию и состав тела по секторам у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от преобладающей конечности. **Материалы и методы исследования.** Было обследовано 100 спортсменок 7,5-19,8 лет, занимающихся художественной гимнастикой. В зависимости от преобладающей конечности спортсменки были разделены на три группы. Измеряли обхватные размеры тела с обеих сторон и разницу показателей, величины кожно-жировых складок, сегментный компонентный состав тела; рассчитывали разницу силы кисти и силовых индексов между противоположными конечностями. **Результаты и их обсуждение.** Медианные значения безжировой массы (БЖМ) правой руки и правой ноги были, хоть и не достоверно, но выше, чем медианные значения БЖМ левой руки и левой ноги, при равных показателях жировой массы (ЖМ) рук и ЖМ ног, у художественных гимнасток независимо от принадлежности к группе по ведущей конечности. Медианные значения обхватов правого напряженного плеча, правого расслабленного плеча и правого бедра, были хоть и не достоверно, но выше, чем медианные значения обхватов левого напряженного плеча, левого расслабленного плеча и левого бедра, при равных показателях окружности предплечий и голеней, у художественных гимнасток независимо от принадлежности к группе по ведущей конечности. Медианные разницы БЖМ рук и ног были положительными, но не отрицательными, что подтверждает незначительно большее развитии мышечного компонента в конечностях на теле справа. В группе обследованных гимнасток выявлено 88 правшей (88 %), 9 левшей (9 %) и 3 амбидекстра (3 %). В группе левшей самая высокая частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ рук (44,4 %) и положительной разницы ЖМ рук (33,5 %), что говорит о большем развитии БЖМ в левой руке в группе спортсменок-левшей. Частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ ног была самой высокой в группе амбидекстр, на втором месте – в группе левшей (22,2 %), что не может говорить о большем развитии БЖМ в правой ноге у левшей, и, скорее всего, связана со спецификой физической нагрузки в художественной гимнастике, а именно с равномерным распределением нагрузки на обе ноги независимо от типа ведущей конечности (возможно, с упором на правую ногу). В группе левшей выявлена также большая частота встречаемости отрицательной разницы ЖМ ног – 66,7 %, что можно приравнять к частоте ее встречаемости в группе правшей (75 %) и амбидекстр (66,65 %). Это говорит о том, что у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, независимо от типа ведущей конечности, ЖМ преимущественно выше в левой ноге. Независимо от ведущей конечности, положительная разница силы кистей, говорящая о большей силе правой руки, встречалась в группе обследованных гимнасток чаще (64 %), чем отрицательная (16 %) или нулевая (20 %). Доминирование силы правой руки над левой так же подтверждается большим количеством положительной разницы между силовыми индексами правой и левой руки (64 %) (16 % с отрицательной разницей, 20 % с отсутствием разницы). **Заключение.** Даные, полученные в настоящем исследовании, могут служить ориентиром для проведения сравнения с данными собственных исследований, а также дополнят немногочисленную базу оценки симметрии тела у спортсменов, в том числе занимающихся художественной гимнастикой.

Ключевые слова: симметрия тела, спортивная асимметрия, состав тела по секторам, разница обхватных размеров, преобладающая конечность, художественная гимнастика

**ASSESSMENT OF BILATERAL SYMMETRY AND SEGMENTAL BODY COMPOSITION
IN FEMALE ATHLETES PRACTICING RHYTHMIC GYMNASTICS DEPENDING
ON THE DOMINANT LIMB**

K.V. VYBORNAYA*, R.M. RADZHABKADIEV*, M.M. SEMENOV**, E.V. BEKLEMISHEVA ***,
A.A. GOLOVIN ****, D.B. NIKITYUK*, *****

* *Federal State Budgetary Institution “Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology”,
Ustinsky pr., 2/14 bldg. 1, Moscow, 109240, Russia*

** *I.M. Sechenov Sanatorium – Scientific and Clinical Branch of Federal State Budgetary Institution “National
Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology” of the Ministry of Health of the Russian Federation,
Lenin St., 25, Yessentuki, Stavropol Krai, 357600, Russia*

*** *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian University of Sport
‘GCOLIFK’” (RUS ‘GCOLIFK’), Sirenevy Blvd., 4, bldg. 1, Moscow, 105122, Russia*

**** *College of Multilevel Professional Education of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher
Education “Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration”
(RANEPA College), Volgogradsky Ave., 43, bldg. 1A, Moscow, 109443, Russia*

***** *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “First Moscow State Medical
University named after I.M. Sechenov”, Rossolimo St., 15/13 bldg. 1, Moscow, 119992, Russia*

***** *Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Peoples’ Friendship University of
Russia named after Patrice Lumumba”, Miklukho-Maklaya St., 6, Moscow, 117198, Russia*

Abstract. *The aim of the study* is to assess bilateral symmetry and segmental body composition in female athletes engaged in rhythmic gymnastics, depending on the dominant limb. **Materials and methods.** One hundred athletes aged 7.5–19.8 years participating in rhythmic gymnastics were examined. According to the dominant limb, the athletes were divided into three groups. Body circumferences on both sides and their differences, skin-fold thickness, segmental body composition, hand grip strength, and strength indices between opposite limbs were measured. **Results and discussion.** Median values of fat-free mass (FFM) in the right arm and right leg were slightly, although not significantly, higher than the left arm and leg, while fat mass (FM) of arms and legs was equal, regardless of dominant limb group. Median circumferences of the right flexed shoulder, right relaxed shoulder, and right thigh were slightly, but not significantly, larger than the left side, with equal forearm and calf circumferences, in all athletes. Median differences in FFM of arms and legs were positive, indicating slightly greater muscle development in the right limbs. Among the examined gymnasts, 88 were right-handed (88%), 9 left-handed (9%), and 3 ambidextrous (3%). In the left-handed group, the highest occurrence of negative arm FFM difference (44.4%) and positive arm FM difference (33.5%) was observed, indicating greater FFM in the left arm. The highest occurrence of negative leg FFM difference was found in ambidextrous athletes, followed by left-handed athletes (22.2%), suggesting that physical load in rhythmic gymnastics is evenly distributed between legs, regardless of dominant limb. In left-handed athletes, negative leg FM difference occurred in 66.7%, comparable to right-handed (75%) and ambidextrous athletes (66.65%), indicating fat mass is predominantly higher in the left leg in all athletes. Positive hand grip difference, indicating greater right hand strength, was more frequent (64%) than negative (16%) or zero (20%), as was the positive difference between strength indices of right and left hands (64%). **Conclusion.** The results of this study may serve as a reference for comparison with future research and add to the limited database on body symmetry assessment in athletes, including those engaged in rhythmic gymnastics.

Keywords: Body symmetry, sports asymmetry, segmental body composition, circumference difference, dominant limb, rhythmic gymnastics

Симметрию можно определить как свойство демонстрировать точное соответствие размера, формы и очертания при разделении вдоль заданной оси [10]. Асимметрия тела ассоциируется как с видом спорта, которым занимается спортсмен, так и с повышенным травматизмом [10]. Теория управления моторикой предполагает, что наличие асимметрии представляет собой потенциальное ограничение движения спортсмена; в результате спортсмены могут принимать двигательное поведение, которое увеличивает риск травмы [10, 12]. Потенциальные механизмы для получения травмы могут включать в себя выполнение спортсменами задач неэффективным или дисфункциональным образом, что приводит к накоплению усталости или микротравмам. Кроме того, физические ограничения могут заставить спортсмена принимать позы во время выступления, которые ставят под угрозу здоровье мышц и/или суставов, увеличивая вероятность травмы [10]. Однако, данные литературного обзора [9] выявили доказательства среднего и низкого качества, подтверждающие, что функциональная асимметрия нижних конечностей является фактором риска травматизма в спорте (наиболее изученная группа – футболисты), что подтвер-

ждает необходимость дальнейших исследований более высокого качества с применением стандартизованных методологий.

Спортивные асимметрии — это термин, который может лучше описывать двусторонние различия в параметрах, таких как выходная сила или высота прыжка. Эти асимметрии являются функцией доминирования конечности и усиливаются длительным опытом занятий спортом и не оказывают явного отрицательного влияния на показатели спортивных результатов [10]. Такие виды спорта, как ракеточные виды спорта (большой теннис, бадминтон) или фехтование, требуют от спортсменов выполнения большого объема выпадов на доминирующей в навыке стороне тела. Поэтому такой морфологический показатель, как масса четырехглавой мышцы, который в общей популяции, скорее всего, будет симметричным на обеих ногах, в связи с требованиями спортивной деятельности, приведет к асимметричной адаптации. В таких случаях асимметричное развитие рассматривают как функциональную адаптацию, позволяющую спортсмену выступать в своем виде спорта [10].

Направленные тренировки могут уменьшить спортивную асимметрию и улучшить спортивные результаты. Считается, что более слабая конечность имеет больший потенциал адаптации по сравнению с сильной и может демонстрировать более высокую восприимчивость к тренировкам [10]. Спортсмены, выполняющие упражнения симметрично, более эффективны и менее подвержены травмам вследствие одностороннего растяжения [13].

Для оценки симметрии тела и связи ее с результативностью используют разные морфологические параметры. Это может быть как непосредственный компонентный состав тела, изучаемый посегментно [3, 4, 13, 15], так и некоторые антропометрические параметры, напрямую связанные (окружности конечностей, величины кожно-жировых складок) [13, 15], а так же не связанные (размер уха, ширина ноздрей, длина 2-5-го пальца и ширина запястья) [11] с развитием мышц и жировой ткани.

Изучение антропометрических переменных, связанных со спортивными достижениями, представляет интерес, поскольку некоторые исследования связывают показатели *массы тела* (МТ), *длины тела* (ДТ), *индекса массы тела* (ИМТ) и количества мышечной массы с силой [5, 18]. При этом было показано, что низкая *жировая масса тела* (ЖМТ) у женщин (по сравнению с группой сравнения [14], и с мужской группой [7]) наравне с хорошо развитой мышечной, так же является предиктором успешности в художественной гимнастике (была установлена отрицательная связь между значениями жировой массы и улучшением силы и производительности). Мышечная сила так же положительно коррелирует со спортивной результативностью, в том числе, в художественной гимнастике [6, 16].

Исследования по сегментной оценке состава тела художественных гимнасток единичны [3], а по оценке симметричности развития в художественной гимнастике – вовсе отсутствуют, но имеются в других видах спорта, но они так же немногочисленны [4, 11, 13, 15, 17].

Отклонения от идеальной симметрии в парных признаках, таких как размер уха и ширина ноздрей, могут указывать на нестабильность развития и/или кратковременные колебания гормонального фона. В обоих случаях симметрия считается оптимальной и указывает на высокое фенотипическое качество. *Manning J.T.* с соавт. определяли взаимосвязи между симметрией и результативностью у бегунов на средние дистанции ($n = 50$, мужской пол, 800 и 1500 метров). Показано, что симметрия таких признаков, как ноздри и уши, указывает на хорошие беговые способности [11].

Stagi S. с соавт. провели изучение влияния занятий гиревым спортом на состав тела, симметрию силы и симметрию сегментного состава тела в выборке итальянских элитных спортсменов (11 мужчин и 5 женщин; возраст $34,5 \pm 9,0$ лет). Показатели обхватных размеров конечностей (плеча, бедра и голени), сила хвата руки и состав тела были симметричными, за исключением более высокой доли ЖМТ в правой ноге, что указывает на благоприятное влияние занятий гиревым спортом, выражющееся увеличением мышечной массы тела, нормализацией состава тела и симметрии силы, особенно в верхней части тела [15].

Poliszczuk T. с соавт. изучили симметрию у 17 юных баскетболисток (возраст - $18,11 \pm 0,8$ года, стаж занятий баскетболом – $6,83 \pm 1,75$ года). Анализ состава тканей правой и левой верхних конечностей выявил значительную асимметрию по параметрам жировой массы, доли жировой массы и безжировой массы – значения этих параметров были выше в нерабочей руке [13].

Björklund G. с соавт. оценили симметрию антропометрических данных, состава тела (метод рентгеновской абсорбциометрии) и мышечной функции у лыжников-гонщиков ($n = 20$, возраст $21,7 \pm 3,8$ года, ДТ $180,6 \pm 7,6$ см, МТс $73,2 \pm 7,6$ кг) и их взаимосвязи с мощностью прыжка в высоту. На групповом уровне верхняя часть тела была более асимметричной в отношении мышечной массы ($p = 0,022$) и функциональной силы ($p = 0,019$), чем нижняя часть тела. На индивидуальном уровне не было показано достоверных различий между безжировой массой обеих ног ($p = 0,517$) [4].

Vicente-Rodriguez G. с соавт. провели сравнительный анализ состава тела художественных гимнасток (ХГ), спортивных гимнасток и девочек группы сравнения [3] и выявили, что спортсменки отличаются по *безжировой (тощей) массе* (БЖМ, ТМ), как всего тела, так и отдельно конечностей, от представительниц группы сравнения в большую сторону. У спортивных гимнасток ТМ тела выше, чем у ХГ. У

спортивных гимнасток наблюдалась значительно более высокая мышечная масса ($p < 0,05$; размер = 0,14–0,24 и сила = 0,60–0,83) во всем теле и конечностях, чем у ХГ и группы сравнения. При возрасте группы ХГ $10,4 \pm 0,72$ года, ДТ $138,8 \pm 6,13$ см, МТ $31,6 \pm 3,24$ кг и ИМТ $16,4 \pm 1,44$ кг/м², спортсменки имели ЖМТ $6,5 \pm 2,16$ кг, долю ЖМТ $21 \pm 6,13$ % и ТМ тела – 23,2 кг. По секторам ТМ распределилась следующим образом: между доминантной и контрлатеральной конечностями различий выявлено не было, ТМ обеих рук составила по 1,0 кг, обеих ног – по 3,7 кг. При этом не были обсуждены различия компонентного состава правой и левой конечностей в сравнении между собой, как на индивидуальном уровне, так и в группах спортсменок с разным доминированием рук и ног.

Целью исследования было оценить двустороннюю симметрию и состава тела по секторам у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от преобладающей конечности.

Материалы и методы исследования. Было обследовано 100 спортсменок 7,5–19,8 лет, занимающиеся художественной гимнастикой. В зависимости от преобладающей конечности спортсменки были разделены на три группы: 1-я группа – правши ($n = 88$, возраст – 7,6 ± 19,8 лет), 2-я группа – левши ($n = 9$, возраст – 7,9 ± 19,8 лет), 3-я группа – амбидекстры ($n = 3$, возраст 10,2 ± 11,1 лет).

Габаритные размеры тела, обхватные размеры тела, величины *кожно-жировых складок* (КЖС) на теле измеряли методом антропометрии, вычисляли антропометрические индексы, суммы КЖС на конечностях и туловище отдельно и общую сумму 8-ми КЖС, а также разницу величин обхватных размеров [2].

Оценку компонентного состава тела, в том числе общей БЖМ, БМЖ туловища и четырех конечностей по отдельности, общей *жировой массы* (ЖМ), ЖМ туловища и четырех конечностей проводили методом биомпедансометрии с помощью биомпедансного анализатора состава тела ABC-01 Медасс с программным обеспечением 04545_w_(2019-11-04) для проведения анализа состава тела и водного баланса по регионам (полисегментного биомпедансного анализа). Вычисляли разницу величин БЖМ и ЖМ между противоположными конечностями [1].

Силу кисти правой и левой руки определяли методом динамометрии, рассчитывали силовые индексы обеих рук и разницу силы кисти и силовых индексов между противоположными конечностями.

Статистический анализ. Статистические расчеты проводились с помощью пакета *Statistica 12* (StatSoft, США) и программы *Microsoft Excel*. Нормальность распределения оценивали с помощью критерия Шапиро-Уилка. Достоверность различий определяли с помощью непараметрических критериев Манна-Уитни (*U*-тест) и рангового критерия Краскела-Уоллса (*H*-критерий), поскольку более половины полученных данных имели распределение, отличное от нормального. Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$. Данные представлены в виде медианы (*Me*) и межквартильных интервалов [нижний quartиль (*Q25*); верхний quartиль (*Q75*)], минимального и максимального значений признака (*Min* ± *Max*).

Результаты и их обсуждение. При разделении спортсменок на группы в зависимости от ведущей стороны тела (руки и ноги) анализ данных габаритных размеров и компонентного состава тела показал отсутствие достоверных различий между тремя группами по всем измеренным показателям. При этом медианные значения БЖМ правой руки и правой ноги были, хоть и не достоверно, но выше, чем медианные значения БЖМ левой руки и левой ноги, при равных показателях ЖМ рук и ЖМ ног, у художественных гимнасток независимо от принадлежности к группе по ведущей конечности (табл. 1).

Таблица 1

Габаритные размеры и компонентный состав тела по секторам спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения на группы по ведущей стороне тела (преобладающей конечности)

Показатель	Данные	Вся группа, $n = 100$	1 группа, правши, $n = 88$	2 группа, левши, $n = 9$	3 группа, амбидекстры, $n = 3$
Десятичный возраст, лет	<i>Me</i>	11,8	12,1	11,4	10,8
	[25; 75]	[9,8; 16,0]	[9,7; 16,0]	[9,8; 19,0]	[10,2; 11,1]
	(<i>Min</i> ± <i>Max</i>)	(7,6 ± 19,8)	(7,6 ± 19,8)	(7,9 ± 19,8)	(10,2 ± 11,1)
Масса тела, кг	<i>Me</i>	36,3	37,3	33,6	32,7
	[25; 75]	[30,25; 50,2]	[30,55; 50,4]	[29,5; 49,3]	[27,4; 34,1]
	(<i>Min</i> ± <i>Max</i>)	(21,4 ± 64,9)	(21,4 ± 64,9)	(21,5 ± 55,6)	(27,4 ± 34,1)
Длина тела, см	<i>Me</i>	147,3	149,2	144,5	146,2
	[25; 75]	[136,6; 161,2]	[136,85; 161,45]	[132,4; 158,7]	[132,4; 147,2]
	(<i>Min</i> ± <i>Max</i>)	(123 ± 181,5)	(123 ± 181,5)	(128,5 ± 164)	(132,4 ± 147,2)

Продолжение таблицы 1

Окружность талии (ОТ), см	<i>Me</i>	59,0	60,0	57,0	57,0
	[25; 75]	[56; 64]	[56; 64,5]	[55; 61]	[52; 57]
	(Min ÷ Max)	(47 ÷ 84)	(47 ÷ 84)	(51 ÷ 64)	(52 ÷ 57)
Окружность бедер (ОБ), см	<i>Me</i>	74,5	75,5	71,0	70,0
	[25; 75]	[69; 86]	[69,5; 86]	[68; 89]	[67; 74]
	(Min ÷ Max)	(59 ÷ 100)	(59 ÷ 100)	(61 ÷ 95)	(67 ÷ 74)
Безжировая масса (БЖМ) общая, кг	<i>Me</i>	30,3	31,4	28,1	28,5
	[25; 75]	[24,85; 38,6]	[25,3; 38,9]	[23,7; 37,9]	[21,3; 28,9]
	(Min ÷ Max)	(19,2 ÷ 47,1)	(19,2 ÷ 47,1)	(19,9 ÷ 42,1)	(21,3 ÷ 28,9)
Доля БЖМ, %	<i>Me</i>	81,4	81,5	80,2	84,7
	[25; 75]	[78,5; 84,65]	[78,5; 84,4]	[79; 83,5]	[77,7; 87]
	(Min ÷ Max)	(66,3 ÷ 92,7)	(66,3 ÷ 92,3)	(74,5 ÷ 92,7)	(77,7 ÷ 87)
БЖМ туловища, кг	<i>Me</i>	17,3	17,5	16,2	16,9
	[25; 75]	[15,03; 20,14]	[15,175; 20,145]	[14,26; 20,16]	[13; 17,12]
	(Min ÷ Max)	(12,59 ÷ 23,51)	(12,59 ÷ 23,51)	(13,62 ÷ 21,96)	(13 ÷ 17,12)
БЖМ правой руки, кг	<i>Me</i>	1,4	1,5	1,2	1,3
	[25; 75]	[1,06; 1,985]	[1,065; 2]	[0,97; 1,89]	[0,83; 1,25]
	(Min ÷ Max)	(0,66 ÷ 2,82)	(0,66 ÷ 2,82)	(0,67 ÷ 2,18)	(0,83 ÷ 1,25)
БЖМ левой руки, кг	<i>Me</i>	1,4	1,4	1,2	1,2
	[25; 75]	[1,04; 1,95]	[1,065; 1,985]	[0,97; 1,92]	[0,84; 1,24]
	(Min ÷ Max)	(0,65 ÷ 2,79)	(0,66 ÷ 2,79)	(0,65 ÷ 2,13)	(0,84 ÷ 1,24)
БЖМ правой ноги, кг	<i>Me</i>	5,2	5,3	4,8	4,5
	[25; 75]	[3,915; 7,2]	[3,985; 7,22]	[3,75; 6,94]	[3,29; 4,84]
	(Min ÷ Max)	(2,43 ÷ 9,43)	(2,43 ÷ 9,43)	(2,51 ÷ 8,13)	(3,29 ÷ 4,84)
БЖМ левой ноги, кг	<i>Me</i>	5,1	5,3	4,8	4,4
	[25; 75]	[3,865; 7,125]	[3,995; 7,145]	[3,7; 7,01]	[3,33; 4,72]
	(Min ÷ Max)	(2,45 ÷ 9,4)	(2,45 ÷ 9,4)	(2,49 ÷ 8,01)	(3,33 ÷ 4,72)
Жировая масса (ЖМ) общая, кг	<i>Me</i>	6,5	6,8	5,8	5,2
	[25; 75]	[4,9; 10,9]	[4,9; 11,15]	[5,5; 11,2]	[4,2; 6,1]
	(Min ÷ Max)	(1,6 ÷ 21)	(2,2 ÷ 21)	(1,6 ÷ 14,2)	(4,2 ÷ 6,1)
Доля ЖМ, %	<i>Me</i>	18,7	18,5	19,8	15,3
	[25; 75]	[15,35; 21,5]	[15,6; 21,5]	[16,5; 21]	[13; 22,3]
	(Min ÷ Max)	(7,3 ÷ 33,7)	(7,7 ÷ 33,7)	(7,3 ÷ 25,5)	(13 ÷ 22,3)
ЖМ туловища, кг	<i>Me</i>	3,3	3,6	2,7	2,4
	[25; 75]	[1,855; 7,14]	[1,855; 7,175]	[2,33; 7,25]	[1,41; 2,54]
	(Min ÷ Max)	(-1,13 ÷ 15,08)	(-0,62 ÷ 15,08)	(-1,13 ÷ 9,72)	(1,41 ÷ 2,54)
ЖМ правой руки, кг	<i>Me</i>	0,4	0,4	0,5	0,4
	[25; 75]	[0,4; 0,495]	[0,4; 0,495]	[0,44; 0,5]	[0,35; 0,49]
	(Min ÷ Max)	(0,3 ÷ 0,81)	(0,3 ÷ 0,81)	(0,35 ÷ 0,63)	(0,35 ÷ 0,49)
ЖМ левой руки, кг	<i>Me</i>	0,5	0,4	0,5	0,4
	[25; 75]	[0,41; 0,525]	[0,41; 0,525]	[0,45; 0,55]	[0,36; 0,49]
	(Min ÷ Max)	(0,27 ÷ 0,79)	(0,27 ÷ 0,79)	(0,36 ÷ 0,66)	(0,36 ÷ 0,49)
ЖМ правой ноги, кг	<i>Me</i>	1,2	1,2	1,2	1,0
	[25; 75]	[1,05; 1,365]	[1,06; 1,385]	[1,02; 1,32]	[0,95; 1,31]
	(Min ÷ Max)	(0,63 ÷ 2,16)	(0,63 ÷ 2,16)	(0,95 ÷ 1,53)	(0,95 ÷ 1,31)
ЖМ левой ноги, кг	<i>Me</i>	1,2	1,2	1,2	1,1
	[25; 75]	[1,09; 1,45]	[1,095; 1,45]	[1,03; 1,34]	[1,05; 1,28]
	(Min ÷ Max)	(0,66 ÷ 2,16)	(0,66 ÷ 2,16)	(0,95 ÷ 1,65)	(1,05 ÷ 1,28)
Активная клеточная масса (АКМ), кг	<i>Me</i>	15,9	17,1	14,1	15,2
	[25; 75]	[13,1; 21,1]	[13,4; 21,5]	[11,7; 20,4]	[11,6; 15,6]
	(Min ÷ Max)	(10,3 ÷ 28,3)	(10,3 ÷ 28,3)	(10,6 ÷ 24,2)	(11,6 ÷ 15,6)
Доля АКМ, % в БЖМ	<i>Me</i>	54,2	54,4	53,1	54,0
	[25; 75]	[52,75; 56,2]	[52,75; 56,3]	[50,3; 53,8]	[53,5; 54,3]
	(Min ÷ Max)	(49,2 ÷ 60,8)	(49,3 ÷ 60,8)	(49,2 ÷ 58,3)	(53,5 ÷ 54,3)

Продолжение таблицы 1

Скелетно-мышечная масса (СММ), кг	<i>Me</i>	15,8	16,6	15,4	15,2
	[25; 75]	[13,15; 19,65]	[13,25; 19,75]	[12,5; 18,7]	[10,5; 15,3]
	(Min ÷ Max)	(10 ÷ 24,2)	(10 ÷ 24,2)	(10,8 ÷ 21,3)	(10,5 ÷ 15,3)
Доля СММ, % в БЖМ	<i>Me</i>	52,0	52,0	52,8	53,0
	[25; 75]	[51; 53,5]	[51; 53,5]	[50,7; 54]	[49,3; 53,5]
	(Min ÷ Max)	(48 ÷ 57)	(48 ÷ 57)	(49,3 ÷ 54,9)	(49,3 ÷ 53,5)

Таблица 2

Обхватные размеры тела спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения на группы по ведущей стороне тела (преобладающей конечности)

Показатель	Данные	Вся группа, n = 100	1 группа, правши, n = 88	2 группа, левши, n = 9	3 группа, амбидекстры, n = 3
Обхват правого плеча (ОПправ) напряженного, см	<i>Me</i>	22,5	22,5	24,0	20,5
	[25; 75]	[20,5; 25]	[20,8; 25]	[19,5; 26]	[19,5; 23,3]
	(Min ÷ Max)	(17,5 ÷ 30,5)	(17,5 ÷ 30,5)	(18,5 ÷ 28)	(19,5 ÷ 23,3)
ОПправ расслабленного, см	<i>Me</i>	21,5	21,5	23,0	19,0
	[25; 75]	[19,5; 24]	[19,5; 24]	[18,5; 24,5]	[18; 22]
	(Min ÷ Max)	(16 ÷ 29)	(16 ÷ 29)	(17 ÷ 27)	(18 ÷ 22)
Обхват левого плеча (ОПлев) напряженного, см	<i>Me</i>	22,5	22,5	24,3	19,5
	[25; 75]	[20,5; 24,8]	[21; 24,75]	[19,5; 26]	[19; 22,5]
	(Min ÷ Max)	(17,5 ÷ 31)	(17,5 ÷ 31)	(18,5 ÷ 28)	(19 ÷ 22,5)
ОПлев расслабленного, см	<i>Me</i>	21,5	21,5	23,0	18,5
	[25; 75]	[19,5; 23,65]	[19,5; 23,5]	[18,5; 24,5]	[18; 21,5]
	(Min ÷ Max)	(16 ÷ 30)	(16 ÷ 30)	(17 ÷ 27)	(18 ÷ 21,5)
Обхват правого предплечья, см	<i>Me</i>	19,5	19,5	21,5	19,0
	[25; 75]	[18,5; 21,5]	[18,5; 21,5]	[18; 22,5]	[18; 20]
	(Min ÷ Max)	(16 ÷ 24,5)	(16 ÷ 24,5)	(16,5 ÷ 23)	(18 ÷ 20)
Обхват левого предплечья, см	<i>Me</i>	19,5	19,5	21,5	18,5
	[25; 75]	[18,5; 21]	[18,5; 21]	[18; 21,5]	[17,2; 19,5]
	(Min ÷ Max)	(15,5 ÷ 24,5)	(15,5 ÷ 24,5)	(16 ÷ 23)	(17,2 ÷ 19,5)
Окружность грудной клетки (ГК) пауза, см	<i>Me</i>	70,0	70,0	80,0	66,0
	[25; 75]	[63; 79]	[63; 78,75]	[60,5; 81]	[60; 74]
	(Min ÷ Max)	(55 ÷ 88)	(55 ÷ 88)	(55 ÷ 83)	(60 ÷ 74)
Обхват правого бедра, см	<i>Me</i>	43,5	43,5	48,5	39,0
	[25; 75]	[40,5; 50,5]	[41; 50,25]	[39,8; 52,5]	[37; 46]
	(Min ÷ Max)	(32 ÷ 57)	(32 ÷ 57)	(36,5 ÷ 55)	(37 ÷ 46)
Обхват левого бедра, см	<i>Me</i>	42,8	42,8	47,5	38,0
	[25; 75]	[40; 49,5]	[40,25; 49,25]	[38,8; 52]	[37; 45]
	(Min ÷ Max)	(32 ÷ 57)	(32 ÷ 57)	(36,5 ÷ 54)	(37 ÷ 45)
Обхват правой голени, см	<i>Me</i>	30,0	30,0	33,0	27,5
	[25; 75]	[27,5; 33,25]	[27,5; 33]	[28; 34]	[26,5; 31]
	(Min ÷ Max)	(23,5 ÷ 37,5)	(23,5 ÷ 37,5)	(24,5 ÷ 37)	(26,5 ÷ 31)
Обхват левой голени, см	<i>Me</i>	30,3	30,3	34,0	27,5
	[25; 75]	[27,5; 33,5]	[27,5; 33,5]	[28; 35]	[26,5; 31]
	(Min ÷ Max)	(23,5 ÷ 37,5)	(23,5 ÷ 37)	(24,5 ÷ 37,5)	(26,5 ÷ 31)

При разделении спортсменок на группы в зависимости от ведущей стороны тела (руки и ноги) анализ данных обхватных размеров тела показал отсутствие достоверных различий между тремя группами по всем измеренным показателям. При этом медианные значения обхватов правого напряженного плеча, правого расслабленного плеча и правого бедра, были хоть и не достоверно, но выше, чем медианные значения обхватов левого напряженного плеча, левого расслабленного плеча и левого бедра, при

равных показателях окружности предплечий и голеней, у художественных гимнасток независимо от принадлежности к группе по ведущей конечности (табл. 2).

При разделении спортсменок на группы в зависимости от ведущей стороны тела (руки и ноги) анализ величин КЖС не показал достоверных различий по всем измеренным показателям между спортсменками 1 и 2 групп и 2 и 3 групп; однако были показаны достоверные различия между 1 и 3 группами по КЖС под лопаткой, на плече сзади, на плече спереди, сумме КЖС на руке, КЖС на голени, сумме КЖС на ноге и сумме всех восьми КЖС. У амбидекстров выявлены меньшие показатели всех измеренных КЖС, что, скорее всего, связано с тем, что эта группа была сформирована тремя спортсменками 10,2 - 11,1 лет, в отличие от двух других групп: группа правшей была самая многочисленная, группа левшей – менее малочисленная, но обе они были сформированы спортсменками более старшего возраста (7,6 ÷ 19,8 и 7,9 ÷ 19,8 лет соответственно) (табл. 3).

Таблица 3

Величины кожно-жировых складок спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения на группы по ведущей стороне тела (преобладающей конечности)

Показатель	Данные	Вся группа, n = 100	1 группа, правши, n = 88	2 группа, левши, n = 9	3 группа, амбидекстры, n = 3
Кожно-жировая складка (КЖС) под лопаткой, мм	Me	6,0	6,0 ³	7,0	5,0 ¹
	[25; 75]	[5; 8,5]	[5; 9]	[4; 7]	[4; 5]
	(Min ÷ Max)	(4 ÷ 16)	(4 ÷ 16)	(4 ÷ 11)	(4 ÷ 5)
КЖС на животе, мм	Me	7,0	7,0	9,0	4,0
	[25; 75]	[6; 11,5]	[6; 12]	[6; 10]	[4; 10]
	(Min ÷ Max)	(3 ÷ 26)	(3 ÷ 26)	(3 ÷ 19)	(4 ÷ 10)
КЖС над подвздошным гребнем, мм	Me	7,0	7,0	7,0	5,0
	[25; 75]	[5; 10]	[5; 10]	[5; 9]	[4; 6]
	(Min ÷ Max)	(3 ÷ 17)	(3 ÷ 17)	(4 ÷ 10)	(4 ÷ 6)
СУММА КЖС на туловище, мм	Me	20,8	20,8	22,0	15,0
	[25; 75]	[15; 30,5]	[15,5; 31]	[15; 26]	[13; 19]
	(Min ÷ Max)	(10 ÷ 53)	(10 ÷ 53)	(11 ÷ 39)	(13 ÷ 19)
КЖС на плече сзади, мм	Me	11,0	11,0 ³	11,0	8,0 ¹
	[25; 75]	[9; 16]	[10; 16]	[9; 18]	[7; 9]
	(Min ÷ Max)	(5 ÷ 22)	(5 ÷ 22)	(7 ÷ 21)	(7 ÷ 9)
КЖС на плече спереди, мм	Me	6,0	6,5 ³	5,0	3,0 ¹
	[25; 75]	[4,5; 8]	[5; 9]	[3; 7]	[3; 5]
	(Min ÷ Max)	(2 ÷ 15)	(2 ÷ 15)	(2 ÷ 8)	(3 ÷ 5)
КЖС на предплечье, мм	Me	7,0	7,0	7,0	5,0
	[25; 75]	[5; 8,5]	[5; 9]	[5; 8]	[5; 6]
	(Min ÷ Max)	(3 ÷ 13)	(4 ÷ 13)	(3 ÷ 10)	(5 ÷ 6)
Сумма КЖС на руке, мм	Me	24,0	24,5 ³	24,0	18,0 ¹
	[25; 75]	[19,5; 32,5]	[20; 33]	[20; 32]	[15; 18]
	(Min ÷ Max)	(11 ÷ 46)	(11 ÷ 46)	(12 ÷ 38)	(15 ÷ 18)
КЖС на бедре, мм	Me	14,0	14,0	16,0	11,0
	[25; 75]	[11; 18]	[11; 18]	[12; 19]	[6; 15]
	(Min ÷ Max)	(3 ÷ 29)	(3 ÷ 26)	(8 ÷ 29)	(6 ÷ 15)
КЖС на голени, мм	Me	13,5	13,5 ³	15,0	10,0 ¹
	[25; 75]	[11; 16]	[11; 16]	[10; 20]	[6; 11]
	(Min ÷ Max)	(4 ÷ 23)	(4 ÷ 22)	(8 ÷ 23)	(6 ÷ 11)
Сумма КЖС на ноге, мм	Me	28,0	28,0 ³	28,0	21,0 ¹
	[25; 75]	[21,5; 34]	[22; 34]	[26; 42]	[16; 22]
	(Min ÷ Max)	(10 ÷ 51)	(10 ÷ 48)	(18 ÷ 51)	(16 ÷ 22)
Сумма 8 КЖС, мм	Me	73,0	74,0 ³	77,0	53,0 ¹
	[25; 75]	[58; 98]	[58,5; 99]	[59; 95]	[49; 55]
	(Min ÷ Max)	(32 ÷ 139)	(32 ÷ 139)	(41 ÷ 128)	(49 ÷ 55)
Средняя КЖС (/8), мм	Me	9,1	9,3	9,6	6,6
	[25; 75]	[7,25; 12,25]	[7,3; 12,4]	[7,4; 11,9]	[6,125; 6,875]
	(Min ÷ Max)	(4 ÷ 17,375)	(4 ÷ 17,375)	(5,1 ÷ 16)	(6,1 ÷ 6,9)

При разделении спортсменок на группы в зависимости от ведущей стороны тела (преобладающей конечности: руки и ноги) анализ показал отсутствие достоверных различий между группами по показателям ИМТ, ИТБ, разнице БЖМ рук и ног, разнице ЖМ рук и ног, разнице между напряженным и расслабленным обхватами правого плеча, разнице между напряженным и расслабленным обхватами левого плеча, разнице обхватов правого расслабленного и левого расслабленного плеч, разнице обхватов бедер, разнице обхватов голеней, ОГК на вдохе и выдохе, экскурсии грудной клетки, силы кисти правой руки, силы кисти левой руки и силовым индексам правой и левой рук. Были выявлены достоверно значимые различия по показателю разницы обхватов правого напряженного и левого напряженного плеча амбидекстров от спортсменок правшей и левшей, по показателю разницы обхватов предплечий между амбидекстрами и правшами, разнице силы правой и левой кистей рук между правшами и левшами, а так же по разнице силовых индексов между правшами и левшами (табл. 4).

Таблица 4

Различия между показателями правой и левой стороны тела в целом по группе художественных гимнасток, а так же в зависимости от разделения на группы по ведущей стороне тела (преобладающей конечности)

Показатель	Данные	Вся группа, n = 100	1 группа, правши, n = 88	2 группа, левши, n = 9	3 группа, амбидекстры, n = 3
Индекс массы тела, кг/м ²	Me	17,0	17,1	16,8	15,6
	[25; 75]	[15,6; 19,2]	[15,7; 19,4]	[14,9; 18,8]	[15,3; 15,7]
	(Min ÷ Max)	(13 ÷ 22)	(13,3 ÷ 22)	(13 ÷ 21,2)	(15,3 ÷ 15,7)
Индекс ОТ/ОБ (ИТБ)	Me	0,78	0,79	0,78	0,78
	[25; 75]	[0,745; 0,81]	[0,745; 0,82]	[0,72; 0,81]	[0,78; 0,81]
	(Min ÷ Max)	(0,65 ÷ 0,95)	(0,67 ÷ 0,95)	(0,65 ÷ 0,85)	(0,78 ÷ 0,81)
Разница БЖМ рук	Me	0,02 ^{п/л}	0,02 ^{п/л}	0,00	0,01
	[25; 75]	[0; 0,04]	[0; 0,04]	[-0,01; 0,03]	[-0,01; 0,02]
	(Min ÷ Max)	(-0,08 ÷ 0,12)	(-0,08 ÷ 0,12)	(-0,03 ÷ 0,12)	(-0,01 ÷ 0,02)
Разница БЖМ ног	Me	0,04 ^{п/л}	0,04 ^{п/л}	0,02	0,09
	[25; 75]	[0; 0,09]	[0; 0,09]	[0; 0,08]	[-0,04; 0,12]
	(Min ÷ Max)	(-0,16 ÷ 0,23)	(-0,16 ÷ 0,23)	(-0,13 ÷ 0,16)	(-0,04 ÷ 0,12)
Разница ЖМ рук	Me	-0,01 ^{п/л}	-0,01 ^{п/л}	0,00	-0,01
	[25; 75]	[-0,03; 0]	[-0,03; 0]	[-0,03; 0,01]	[-0,02; 0]
	(Min ÷ Max)	(-0,1 ÷ 0,06)	(-0,1 ÷ 0,06)	(-0,1 ÷ 0,02)	(-0,02 ÷ 0)
Разница ЖМ ног	Me	-0,04 ^{п/л}	-0,04 ^{п/л}	-0,01	-0,07
	[25; 75]	[-0,075; 0]	[-0,08; -0,01]	[-0,07; 0]	[-0,1; 0,03]
	(Min ÷ Max)	(-0,18 ÷ 0,13)	(-0,18 ÷ 0,13)	(-0,13 ÷ 0,12)	(-0,1 ÷ 0,03)
Разница между напряженным и расслабленным обхватами правого плеча, см	Me	1,1	1,1	1,0	1,5
	[25; 75]	[1; 1,5]	[1; 1,5]	[1; 1,5]	[1,3; 1,5]
	(Min ÷ Max)	(0,5 ÷ 3)	(0,5 ÷ 3)	(0,8 ÷ 1,5)	(1,3 ÷ 1,5)
Разница между напряженным и расслабленным обхватами левого плеча, см	Me	1,0	1,0	1,0	1,0
	[25; 75]	[1; 1,5]	[0,9; 1,5]	[1; 1,3]	[1; 1]
	(Min ÷ Max)	(0,5 ÷ 2,5)	(0,5 ÷ 2,5)	(0,5 ÷ 1,5)	(1 ÷ 1)
Разница ОП напряженного левого и правого, см	Me	0,00	0,00 ³	0,00 ³	0,80 ^{1,2}
	[25; 75]	[0; 0,5]	[-0,1; 0,4]	[0; 0]	[0,5; 1]
	(Min ÷ Max)	(-1 ÷ 1,5)	(-1 ÷ 1,5)	(-0,5 ÷ 0,5)	(0,5 ÷ 1)
Разница ОП расслабленного левого и правого, см	Me	0,00	0,00	0,00	0,50
	[25; 75]	[-0,4; 0]	[-0,5; 0]	[0; 0]	[0; 0,5]
	(Min ÷ Max)	(-3,7 ÷ 1,5)	(-3,7 ÷ 1,5)	(-1 ÷ 0,5)	(0 ÷ 0,5)
Разница обхватов предплечий, см	Me	0,00 ^{п/л}	0,00 ^{п/л,3}	0,00	0,50 ¹
	[25; 75]	[0; 0,5]	[0; 0,5]	[0; 0,5]	[0,5; 0,8]
	(Min ÷ Max)	(-0,7 ÷ 1,1)	(-0,7 ÷ 1,1)	(-0,3 ÷ 1)	(0,5 ÷ 0,8)

Продолжение таблицы 4

	<i>Me</i>	0,50 π/л	0,50 π/л	1,00 π/л	1,00
Разница обхватов бедер, правого и левого, см	[25; 75]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]	[0; 1]
	(Min ÷ Max)	(-1 ÷ 1)	(-1 ÷ 1)	(0 ÷ 1)	(0 ÷ 1)
Разница обхватов голеней, правой и левой, см	<i>Me</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	[25; 75]	[-0,25; 0]	[-0,25; 0]	[-1; 0]	[0; 0]
	(Min ÷ Max)	(-1,5 ÷ 1)	(-1,5 ÷ 1)	(-1 ÷ 0)	(0 ÷ 0)
Окружность ГК вдох, см	<i>Me</i>	75,0	75,0	85,0	70,0
	[25; 75]	[68,5; 85]	[69; 85]	[65; 87]	[66; 82]
	(Min ÷ Max)	(60 ÷ 736,5)	(61 ÷ 736,5)	(60 ÷ 93)	(66 ÷ 82)
Окружность ГК выдох, см	<i>Me</i>	67,8	67,8	76,0	65,0
	[25; 75]	[61; 77]	[61; 76,5]	[58; 79]	[59; 73]
	(Min ÷ Max)	(45 ÷ 84)	(45 ÷ 84)	(53 ÷ 81)	(59 ÷ 73)
Экскурсия ГК, см	<i>Me</i>	7,3	7,3	8,0	7,0
	[25; 75]	[6,5; 8,75]	[6,25; 8,5]	[7; 10]	[5; 9]
	(Min ÷ Max)	(3 ÷ 669,5)	(3 ÷ 669,5)	(5 ÷ 12)	(5 ÷ 9)
Динамометрия правой руки, кг	<i>Me</i>	20,0	20,0	26,0	18,0
	[25; 75]	[16; 25]	[16; 25]	[17; 27]	[16; 24]
	(Min ÷ Max)	(12 ÷ 34)	(12 ÷ 34)	(14 ÷ 30)	(16 ÷ 24)
Динамометрия левой руки, кг	<i>Me</i>	19,0	19,0	21,0	17,0
	[25; 75]	[16; 23]	[16; 23]	[15; 22]	[16; 22]
	(Min ÷ Max)	(11 ÷ 32)	(11 ÷ 32)	(11 ÷ 26)	(16 ÷ 22)
Разница силы кистей	<i>Me</i>	1,00 π/л	1,00 π/л,2	4,00 ¹	1,00
	[25; 75]	[0; 3]	[0; 3]	[3; 5]	[0; 2]
	(Min ÷ Max)	(-5 ÷ 5)	(-5 ÷ 5)	(-1 ÷ 5)	(0 ÷ 2)
Силовой индекс ПР руки, кг силы*100/кгМТ	<i>Me</i>	53,0	52,3	53,5	57,6
	[25; 75]	[48,7; 58,8]	[47,9; 58,7]	[50,7; 59,8]	[54,4; 58,8]
	(Min ÷ Max)	(39,5 ÷ 69,3)	(39,1 ÷ 69,3)	(47,1 ÷ 62,5)	(54,4 ÷ 58,8)
Силовой индекс Л руки, кг силы*100/кгМТ	<i>Me</i>	50,0	50,2	45,0	55,6
	[25; 75]	[45,3; 56,6]	[45,6; 56,8]	[42,1; 51,8]	[49,9; 57,6]
	(Min ÷ Max)	(35,0 ÷ 69,8)	(35 ÷ 69,8)	(38,4 ÷ 60,2)	(49,9 ÷ 57,6)
Разница силовых индексов	<i>Me</i>	3,30 π/л	3,21 π/л,2	8,73 ¹	3,27
	[25; 75]	[0; 7,11]	[0; 6,5]	[5,63; 10,02]	[0; 4,54]
	(Min ÷ Max)	(-17,8 ÷ 14,71)	(-17,8 ÷ 12,1)	(-3,14 ÷ 14,71)	(0 ÷ 4,54)

Разница БЖМ рук более всего проявлялась в группе правшей и составила в среднем 20 г (от -80 до 120 г), тогда как в группе левшей она была минимальной (в среднем 0 г (от -30 г до 130 г)), и в группе амбидекстров она составила в среднем 10 г (от -10 г до 20 г). При этом разница между содержанием БЖМ в правой и левой руках была достоверно значима только в группе правшей. Разница БЖМ ног более всего проявлялась в группе амбидекстров и составила в среднем 90 г (от -40 г до 120 г), тогда как в группе правшей в среднем по группе она составила 40 г при наибольшем разбросе минимального и максимального показателей в группе (от -160 г до 230 г). В группе левшей разница БЖМ ног составила в среднем по группе 20 г (от -130 до 160 г). Разница между содержанием БЖМ в правой и левой ногах была достоверно значима только в группе правшей (табл. 4). Интересно отметить, что независимо от принадлежности художественных гимнасток к группе по ведущей конечности, медианные разницы БЖМ рук и ног были положительными, но не отрицательными, что говорит о незначительно большем развитии мышечного компонента в конечностях на теле справа.

Разница ЖМ рук в группе амбидекстров составила в среднем 10 г (от -200 г до 0 г), у правшей разница так же составила в среднем 10 г (от -100 до 60 г), тогда как в группе левшей она была минимальной (в среднем 0 г (от -100 г до 20 г)). Разница между содержанием ЖМ в правой и левой руке была достоверно значима только в группе правшей. Разница ЖМ ног в группе правшей составила в среднем 40 г при наибольшем разбросе минимального и максимального показателей в группе (от -180 г до 130 г), тогда как в группе амбидекстров в среднем по группе она составила 70 г меньшим разбросом (от -100 г до 30 г). В группе левшей разница ЖМ ног составила в среднем по группе -10 г (от -130 до 120 г). Разница между содержанием ЖМ в правой и левой ноге была достоверно значима только в группе правшей (табл. 4).

В группе обследованных гимнасток выявлено 88 правшей (88 %), 9 левшой (9 %) и 3 амбидекстра (3 %). При этом было показано, что в группе левшой самая высокая частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ рук (44,4 %) и положительной разницы ЖМ рук (33,5 %), что говорит о большем развитии БЖМ в левой руке в группе спортсменок-левшой (рис. 1, 3, табл. 5). Частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ ног была самой высокой в группе амбидекстр, на втором месте – в группе левшой (22,2 %), что не может говорить о большем развитии БМЖ в правой ноге у левшой (рис. 2, табл. 5), и, скорее всего, связана со спецификой физической нагрузки в художественной гимнастике, а именно с равномерным распределением нагрузки на обе ноги независимо от типа ведущей конечности (возможно, с упором на правую ногу). В группе левшой выявлена также большая частота встречаемости отрицательной разницы ЖМ ног – 66,7 % (рис. 4), что можно приравнять к частоте ее встречаемости в группе правшей (75 %) и амбидекстр (66,65 %). Это говорит о том, что у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, независимо от типа ведущей конечности ЖМ преимущественно выше в левой ноге (возможно, упражнения в ХГ – с упором на правую ногу).

Таблица 5

Процент встречаемости положительной и отрицательной разницы БЖМ и ЖМ рук и ног среди спортсменок с различным типом ведущей конечности

	Разница правой и левой конечностей	Правши n = 88	Левши n = 9	Амбидекстры n = 3
Разница БЖМ рук	Положительная	75	44,4	66,65
	Отрицательная	14,8	44,4	33,35
	Отсутствует	10,2	11,2	-
Разница БЖМ ног	Положительная	73,9	66,7	66,65
	Отрицательная	15,9	22,1	33,35
	Отсутствует	10,2	11,2	-
Разница ЖМ рук	Положительная	15,9	33,5	-
	Отрицательная	67	44,4	66,65
	Отсутствует	17,1	22,1	33,35
Разница ЖМ ног	Положительная	13,6	22,1	33,35
	Отрицательная	75	66,7	66,65
	Отсутствует	11,4	11,2	-



Рис. 1. Разница безжировой массы правой и левой руки у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения по принципу ведущей руки



Рис. 2. Разница безжировой массы правой и левой ноги у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения по принципу ведущей руки



Рис. 3. Разница жировой массы правой и левой руки у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения по принципу ведущей руки

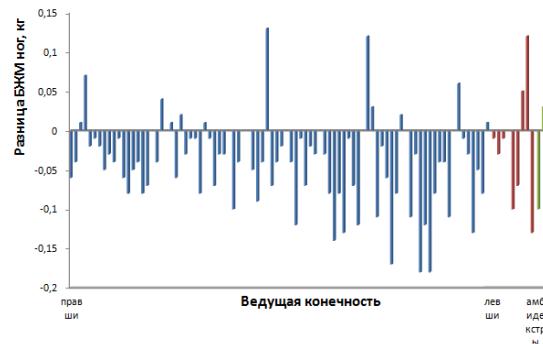


Рис. 4. Разница жировой массы правой и левой ноги у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от разделения по принципу ведущей руки

При оценке разницы обхватных размеров было показано, что в среднем по группе обследованных спортсменок разница между напряженным и расслабленным обхватами правого плеча составляла 1,1 см (от 0,5 до 3,0 см), левого - 1 см (от 0,5 до 2,5 см). Разница обхватов напряженного и расслабленного правого плеча была незначительно больше, чем левого, во всех группах спортсменок и не зависела от преобладающей конечности. Возможно, большее, чем в левой, развитие мышц правой руки обусловлено направленностью тренировок, связанных с большей задействованностью правой стороны тела и, соответственно, правой руки (табл. 4).

Оценка разницы обхватов напряженного плеча, расслабленного плеча, предплечья, бедра и голени противоположных конечностей показала как отсутствие разницы, так и наличие положительной и отрицательной разницы всех обхватов, (рис. 5 - 9), указывающее на отсутствие зависимости разницы обхватов от ведущей конечности. Что касается обхвата предплечий, отрицательная разница была выявлена всего в 12 случаях (12 % обследуемых), что говорит о большем развитии мышц предплечья правой руки у художественных гимнасток (рис. 7). Отрицательная разница обхватов бедер была выявлена всего в 5 % случаев, что говорит о большем развитии мышц бедра правой ноги у художественных гимнасток. При этом процент встречаемости отрицательной и положительной разницы обхватов правой и левой голеней в группе гимнасток был 27 % и 16 % соответственно, при 57 % отсутствия разницы, что говорит скорее о гармоничности развития мышц голени у гимнасток (рис. 8, 9). Самая маленькая разница обхватов выявлена на предплечье и голени, большая – на бедре и плече, указывая на развитие мышц плеча и бедра в первую очередь, как самого большого массива мышц на конечностях.

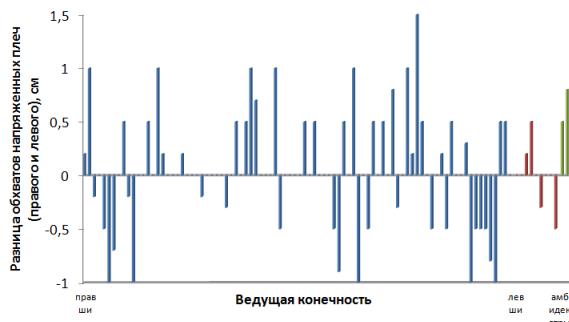


Рис. 5. Разница обхватов напряженных плеч (правого и левого)



Рис. 6. Разница обхватов расслабленных плеч (правого и левого)



Рис. 7. Разница обхватов предплечий (правого и левого)



Рис. 8. Разница обхватов бедер (правого и левого)



Рис. 9. Разница обхватов голеней (правой и левой)



Рис. 10. Разница силы кистей (правой и левой)



Рис. 11. Разница силовых индексов (правой и левой рук)

Независимо от ведущей конечности, положительная разница силы кистей, говорящая о большей силе правой руки, встречалась в группе обследованных гимнасток чаще (64 %), чем отрицательная (16 %) или нулевая (20 %). Доминирование силы правой руки над левой так же подтверждается большим количеством положительной разницы между силовыми индексами правой и левой руки (64 %) (16 % с отрицательной разницей, 20 % с отсутствием разницы) (рис. 10, 11).

Результатами нашего исследования было показано, что спортсменки, занимающиеся художественной гимнастикой, имеют определенную асимметрию тела, связанную со спецификой физической нагрузки данного вида спорта. При разделении художественных гимнасток на группы в зависимости от ведущей стороны тела было показано отсутствие достоверных различий между тремя группами по медианным значениям габаритных размеров, показателей компонентного состава тела, показателей индексов физического развития, а так же разницы БЖМ и ЖМ конечностей, разницы обхватных размеров конечностей, силы кисти рук и силовых индексов.

Что касается обхватных размеров конечностей, медианные значения обхватов правого напряженного плеча, правого расслабленного плеча и правого бедра, были, хоть и не достоверно, но выше, чем медианные значения обхватов левого напряженного плеча, левого расслабленного плеча и левого бедра, при равных показателях окружности предплечий и голеней, у художественных гимнасток независимо от

принадлежности к группе по ведущей конечности (табл. 2). Также медианные значения БЖМ правой руки и правой ноги были, хоть и не достоверно, но выше, чем медианные значения БЖМ левой руки и левой ноги, при равных показателях ЖМ рук и ЖМ ног (табл. 1).

При этом были выявлены достоверные различия между спортсменками 1 и 3 групп по величинам КЖС, что, скорее всего, связано с возрастом спортсменок, составляющих группу амбидекстров. Также были выявлены достоверно значимые различия по показателю разницы обхватов правого напряженного и левого напряженного плеча амбидекстров от спортсменок правшей и левшей, по показателю разницы обхватов предплечий между амбидекстрами и правшами, разнице силы правой и левой кистей рук между правшами и левшами, а так же по разнице силовых индексов между правшами и левшами.

Оценка частоты встречаемости разницы обхватных размеров на индивидуальном уровне показала, что независимо от принадлежности художественных гимнасток к группе по ведущей конечности, медианные разницы БЖМ рук и ног были положительными, но не отрицательными, что говорит о незначительно большем развитии мышечного компонента в конечностях на теле справа.

В группе левшей самая высокая частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ рук (44,4 %) и положительной разницы ЖМ рук (33,5 %), что говорит о большем развитии БЖМ в левой руке в группе спортсменок-левшей. Частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ ног была самой высокой в группе амбидекстров, на втором месте – в группе левшей (22,2 %), что не может говорить о большем развитии БЖМ в правой ноге у левшей, и, скорее всего, связано со спецификой физической нагрузки в художественной гимнастике, а именно с равномерным распределением нагрузки на обе ноги независимо от типа ведущей конечности (возможно, с упором на правую ногу). В группе левшей выявлена также большая частота встречаемости отрицательной разницы ЖМ ног – 66,7 %, что можно приравнять к частоте ее встречаемости в группе правшей (75 %) и амбидекстров (66,65 %). Это говорит о том, что у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, независимо от типа ведущей конечности ЖМ преимущественно выше в левой ноге (возможно, упражнения в ХГ – с упором на правую ногу).

Разница обхватов напряженного и расслабленного правого плеча была незначительно больше, чем левого, во всех группах спортсменок и не зависела от преобладающей конечности. Возможно, большее, чем в левой, развитие мышц правой руки обусловлено направленностью тренировок, связанных с большей задействованностью правой стороны тела и, соответственно, правой руки. Отрицательная разница обхватов бедер была выявлена всего в 5 % случаев, что говорит о большем развитии мышц бедра правой ноги у художественных гимнасток. Самая маленькая разница обхватов выявлена на предплечье и голени, большая – на бедре и плече, указывая на развитие мышц плеча и бедра в первую очередь, как самого большого массива мышц на конечностях.

Независимо от ведущей конечности, положительная разница силы кистей, говорящая о большей силе правой руки, встречалась в группе обследованных гимнасток чаще (64 %), чем отрицательная (16 %) или нулевая (20 %). Доминирование силы правой руки над левой так же подтверждается большим количеством положительной разницы между силовыми индексами правой и левой руки (64 %) (16 % с отрицательной разницей, 20 % с отсутствием разницы)

Ввиду отсутствия литературных данных по оценки симметричности развития обхватных размеров конечностей у художественных гимнасток, отсутствия данных по симметрии развития компонентного состава и обхватных размеров в зависимости от преобладающей конечности, а так же наличия единичных публикаций [4, 13, 15], описанных во введении и посвященных оценке ЖМ и БЖМ по секторам у художественных гимнасток (на уровне средних данных по группе) [3], и в некоторых других видах спорта [4, 13, 15], раздел «обсуждение результатов» не может быть освещен в достаточной степени.

Было показано, что у спортсменов, занимающихся гиревым спортом, симметрично развита верхняя часть тела (симметричные руки) [15], у баскетболисток выявлена значительная асимметрия верхних конечностей по параметрам жировой массы, доли жировой массы и безжировой массы – значения этих параметров были выше в нерабочей руке [13]. У лыжников-гонщиков верхняя часть тела была более асимметричной в отношении мышечной, чем нижняя часть тела и не было показано достоверных различий между безжировой массой обеих ног [4]. При оценке сегментного компонентного состава у художественных гимнасток не было выявлено достоверных отличий между правой и левой стороной тела по жировой и безжировой массе (в среднем по группе ТМ обеих рук составила по 1,0 кг, обеих ног – по 3,7 кг) [3].

Заключение. Обнаруженные различия в компонентном составе тела и разнице окружностей говорят о том, что нагрузка в художественной гимнастике направлена на равномерное симметричное развитие тела. Как правило, у правшей правая часть тела развита больше, чем левая, а у амбидекстров и левшей – либо левая часть тела развита больше, либо обе части тела равны по развитию.

Как у правшей, так и у левшей и амбидекстров, была выявлена положительная и отрицательная разница, а так же ее отсутствие по показателям обхватных размеров конечностей и содержанию ЖМ и БЖМ в конечностях. Разница между содержанием БЖМ и ЖМ в правой и левой руках, а также правой и левой ногах, была достоверно значима только в группе правшей. Медианные разницы БЖМ рук и ног

были положительными, но не отрицательными, что говорит о незначительно большем развитии мышечного компонента в конечностях на теле спортсменок справа, независимо от принадлежности художественных гимнасток к группе по ведущей конечности. В группе левшей самая высокая частота встречаемости отрицательной разницы БЖМ рук (44,4 %) и положительной разницы ЖМ рук (33,5 %), что говорит о большем развитии БЖМ в левой руке в группе спортсменок-левшей.

Данные, полученные в настоящем исследовании, могут служить ориентиром для проведения сравнения с данными собственных исследований, а также дополнят немногочисленную базу оценки симметрии тела у спортсменов, в том числе занимающихся художественной гимнастикой.

Финансирование: Исследование выполнено в рамках темы гос.задания № FGMF-2025-0002 «Разработка и реализация инновационных антропонутрициологических подходов для оптимизации уровня физического развития и спортивной работоспособности в детско-юношеском спорте»

Литература

1. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / С.Г. Руднев, Н.П. Соболева, С.А. Стерликов, Д.В. Николаев, О.А. Старунова, С.П. Черных, Т.А. Ерюкова, В.А. Колесников, О.А. Мельниченко, Е.Г. Пономарёва [и др.]. М.: РИО ЦНИИОИЗ, 2014. 493 с.
2. Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Выборная К.В. Анатомо - антропонутрициологические методы оценки физического и пищевого статусов детского и взрослого населения с различным уровнем физической активности: методические рекомендации. Москва: Мультипринт. 2022. 112 с. DOI 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022.
3. Artistic versus rhythmic gymnastics: effects on bone and muscle mass in young girls. Vicente-Rodriguez G., Dorado C., Ara I., Perez-Gomez J., Olmedillas H., Delgado-Guerra S., et al. // International Journal of Sports Medicine. 2007. Vol. 28, N5. P. 386–393. doi:10.1055/s-2006-924397
4. Björklund G., Alricsson M., Svantesson U. Using bilateral functional and anthropometric tests to define symmetry in cross-country skiers. // J Hum Kinet. 2017. N60. P. 9-18. doi: 10.1515/hukin-2017-0107.
5. Deering R.E., Senefeld J.W., Pashibin T., Neumann D.A., Hunter S.K. Muscle function and fatigability of trunk flexors in males and females // Biology of Sex Differences. 2017. Vol. 17, N8. P. 12. doi: 10.1186/s13293-017-0133-y.
6. Esteban-García P., Jiménez-Díaz JF., Abián-Vicén J., Bravo-Sánchez A., Rubio-Arias JA. Effect of 12 weeks core training on core muscle performance in rhythmic gymnastics // Biology (Basel). 2021. Vol. 10, N11. P. 1210. doi: 10.3390/biology10111210
7. Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics--gender differences. Di Cagno A., Baldari C., Battaglia C., Monteiro M.D., Pappalardo A., Piazza M., et al. // Journal of Science and Medicine in Sport. 2009. Vol. 12. N3. P. 411-6. doi: 10.1016/j.jsams.2008.01.006.
8. Friesen K.B., Lang A.E., Chad K.E., Oliver G.D. An investigation of bilateral symmetry in softball pitchers according to body composition // Front Sports Act Living. 2022. N4. P. 868518. doi: 10.3389/fspor.2022.868518.
9. Helme M., Tee J., Emmonds S., Low C. Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review // Physical Therapy in Sport. 2021. N49. P. 204-213. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.03.001
10. Malonev S.J. The relationship between asymmetry and athletic performance: a critical review // The Journal of Strength Conditioning Research. 2019. Vol. 33, N9. P. 2579-2593. doi: 10.1519/JSC.0000000000002608
11. Manning J.T., Pickup L.J. Symmetry and performance in middle distance runners // International Journal of Sports Medicine. 1998. Vol. 19. N3. P. 205-209. doi: 10.1055/s-2007-971905
12. Newell K.M., Van Emmerik R.E.A., McDonald P.V. Biomechanical constraints and action theory // Human Movement Science. 1989. Vol. 8, N4. P. 403-409.
13. Poliszczuk T., Mańkowska M., Poliszczuk D., Wiśniewski A. Symmetry and asymmetry of reaction time and body tissue composition of upper limbs in young female basketball players // Pediatr Endocrinol Diabates Metab. 2013. Vol. 19, N4. P. 132-136.
14. Preserved bone health in adolescent elite rhythmic gymnasts despite hypooleptinemia. Courteix D., Rieth N., Thomas T., Van Praagh E., Benhamou C.L., Collomp K., et al. // Hormone Research in Paediatrics. 2007. Vol. 68, N1. P. 20-27. doi: 10.1159/000098546.
15. Stagi S., Mulliri G., Doneddu A., Ghiani G., Marini E. Body composition and strength symmetry of kettlebell sport athletes // Biology (Basel). 2023. Vol. 12, N3. P. 440. doi: 10.3390/biology12030440.
16. The importance of physical fitness parameters in rhythmic gymnastics: a scoping review. Gaspari V., Bogdanis G.C., Panidi I., Konrad A., Terzis G., Donti A., et al. // Sports (Basel). 2024. Vol. 12, N9. P. 248. doi: 10.3390/sports12090248
17. Tomkinson G.R., Popović N., Martin M. Bilateral symmetry and the competitive standard attained in elite and sub-elite sport // Journal of Sports Sciences. 2003. Vol. 21, N3. P. 201-11. doi: 10.1080/0264041031000071029a.
18. Zapolska J., Witczak K., Mańczuk A., Ostrowska L. Assessment of nutrition, supplementation and body composition parameters on the example of professional volleyball players // Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2014. Vol. 65, N3. P. 235-42.

References

1. Bioimpedansnoe issledovanie sostava tela naseleniya Rossii [Bioimpedance study of body composition in the Russian population] / SG Rudnev, NP Soboleva, SA Sterlikov, DV Nikolaev, OA Starunova, SP Chernykh, TA Eryukova, VA Kolesnikov, OA Melnichenko, EG Ponomareva. M.: RIO TSNIIIOIZ, 2014. Russian
2. Tutelyan VA, Nikityuk DB, Vybornaya KV. Anatomо - antroponutriologicheskie metody ocenki fizicheskogo i pishchevogo statusov detskogo i vzroslogogo naseleniya s razlichnym urovнем fizicheskoy aktivnosti: metodicheskie rekomendacii [Anatomical and anthroponutritive methods for assessing the physical and nutritional status of children and adults with different levels of physical activity: methodological recommendations]. VA Tutelyan, DB Nikityuk, KV Vybornaya et all. Moscow: Multiprint, 2022. 112 p. DOI 10.56188/978-5-6048236-0-6-2022 Russian.
3. Vicente-Rodriguez G, Dorado C, Ara I, Perez-Gomez J, Olmedillas H, Delgado-Guerra S, et al. Artistic versus rhythmic gymnastics: effects on bone and muscle mass in young girls. International Journal of Sports Medicine. 2007;28(5):386–393. doi:10.1055/s-2006-924397
4. Björklund G, Alricsson M, Svantesson U. using bilateral functional and anthropometric tests to define symmetry in cross-country skiers. J Hum Kinet. 2017;60:9-18. doi: 10.1515/hukin-2017-0107
5. Deering RE, Senefeld JW, Pashibin T, Neumann DA, Hunter SK. Muscle function and fatigability of trunk flexors in males and females. Biology of Sex Differences. 2017;17(8):12. doi: 10.1186/s13293-017-0133-y
6. Esteban-García P, Jiménez-Díaz JF, Abián-Vicén J, Bravo-Sánchez A, Rubio-Arias JA. Effect of 12 weeks core training on core muscle performance in rhythmic gymnastics. Biology (Basel). 2021;10(11):1210. doi: 10.3390/biology10111210
7. Di Cagno A, Baldari C, Battaglia C, Monteiro MD, Pappalardo A, Piazza M, et al. Factors influencing performance of competitive and amateur rhythmic gymnastics—gender differences. Journal of Science and Medicine in Sport. 2009;12(3):411-6. doi: 10.1016/j.jsams.2008.01.006.
8. Friesen KB, Lang AE, Chad KE, Oliver GD. An investigation of bilateral symmetry in softball pitchers according to body composition. Front Sports Act Living. 2022;4:868518. doi: 10.3389/fspor.2022.868518
9. Helme M, Tee J, Emmonds S, Low C. Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review. Physical Therapy in Sport. 2021;49:204-213. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.03.001
10. Maloney SJ. The relationship between asymmetry and athletic performance: a critical review. The Journal of Strength Conditioning Research. 2019;33(9):2579-2593. doi: 10.1519/JSC.0000000000002608
11. Manning JT, Pickup LJ. Symmetry and performance in middle distance runners. International Journal of Sports Medicine. 1998;19(3):205-9. doi: 10.1055/s-2007-971905
12. Newell KM, Van Emmerik REA, McDonald PV. Biomechanical constraints and action theory. Human Movement Science. 1989;8(4):403-409.
13. Poliszcuk T, Mańkowska M, Poliszcuk D, Wiśniewski A. Symmetry and asymmetry of reaction time and body tissue composition of upper limbs in young female basketball players. Pediatr Endocrinol Diabetes Metab. 2013;19(4):132-6.
14. Courteix D, Rieth N, Thomas T, Van Praagh E, Benhamou CL, Collomp K, et al. Preserved bone health in adolescent elite rhythmic gymnasts despite hypoleptinemia. Hormone Research in Paediatrics. 2007;68(1):20-7. doi: 10.1159/0000098546.
15. Stagi S, Mulliri G, Doneddu A, Ghiani G, Marini E. Body composition and strength symmetry of kettlebell sport athletes. Biology (Basel). 2023;12(3):440. doi: 10.3390/biology12030440
16. Gaspari V, Bogdanis GC, Panidi I, Konrad A, Terzis G, Donti A, et al. The importance of physical fitness parameters in rhythmic gymnastics: a scoping review. Sports (Basel). 2024;12(9):248. doi: 10.3390/sports12090248
17. Tomkinson GR, Popović N, Martin M. Bilateral symmetry and the competitive standard attained in elite and sub-elite sport. Journal of Sports Sciences. 2003;21(3):201-11. doi: 10.1080/0264041031000071029a.
18. Zapoliska J, Witczak K, Mańczuk A, Ostrowska L. Assessment of nutrition, supplementation and body composition parameters on the example of professional volleyball players. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny. 2014;65(3):235-42.

Библиографическая ссылка:

Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М., Семенов М.М., Беклемишева Е.В., Головин А.А., Никитюк Д.Б. Оценка двусторонней симметрии и состава тела по секторам у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от преобладающей конечности // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2026. №1. Публикация 2-2. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2026-1/2-2.pdf> (дата обращения: 30.01.2026). DOI: 10.24412/2075-4094-2026-1-2-2. EDN XPUFUZ*

Bibliographic reference:

Vybornaya KV, Radzhabkadiev RM, Semenov MM, Beklemisheva EV, Golovin AA, Nikityuk DB. Ocenka dvustoronnej simmetrii i sostava tela po sektoram u sportsmenok, zanimayushchihsyu hudozhestvennoj gimnastikoj, v zavisimosti ot preobladayushchej konechnosti [Assessment of bilateral symmetry and segmental body composition in female athletes practicing rhythmic gymnastics depending on the dominant limb]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2026 [cited 2026 Jan 30];1 [about 15 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2026-1/2-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2026-1-2-2. EDN XPUFUZ

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2026-1/e2026-1.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после выгрузки полной версии журнала в eLIBRARY