



ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ, ФИЗИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СОСТАВА ТЕЛА ПО СЕКТОРАМ, СПОРТСМЕНОК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКОЙ

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. Исследований, посвященных оценке уровня физического развития, включая антропометрические параметры и параметры состава тела, спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, достаточно много, однако нет исследований, посвященных оценке симметрии тела у художественных гимнасток, как в общей группе, так и в динамике увеличения возраста, и на индивидуальном уровне, сочетающие в себе сегментный состав тела, обхватные размеры тела и физиометрические показатели. Целью данного исследования было изучить возрастную динамику морфологических, физиометрических показателей и компонентного состава по секторам спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой. **Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие спортсменки 7,5-19,8 лет, занимающиеся художественной гимнастикой ($n = 100$). Проводили антропометрические измерения, оценку состава тела по сегментам, и оценку физиометрических показателей. **Результаты и их обсуждение.** Было показано закономерное возрастание габаритных размеров тела, ИМТ, показателей компонентного состава тела, обхватных размеров, величин кожно-жировых складок и физиометрических показателей в возрастном интервале от 7,6 до 19,8 лет. Безжировая масса с возрастом увеличивается достаточно равномерно, тогда как увеличение жировой массы имеет скачок в 3-й возрастной группе, т.е. начиная с 14,6 лет, и совпадает с возрастом пубертата у художественных гимнасток, подтверждая позднее созревание. Анализ разницы обхватов правого и левого плеча (как в напряженном, так и в расслабленном состоянии), предплечий, бедер и голеней между собой показал в среднем по группе наличие двусторонней симметрии тела. Оценка разницы содержания в руках и ногах жировой и безжировой массы на индивидуальном уровне показала, что большее содержание безжировой массы выявлено в конечностях правой стороны тела, а большее содержание жировой массы – в конечностях левой стороны тела. **Заключение.** Проведенное обследование показывает важность проведения анализа компонентного состава тела по секторам и указывает на то, что при одинаковых обхватных размерах правой и левой конечности (нижней и верхней) может быть выявлен их разный компонентный состав. При обследовании художественных гимнасток была показана в среднем по группе симметричность развития, говорящая о возможности проведения антропометрических измерений на одной (ведущей) стороне тела.

Ключевые слова: симметрия развития тела, состав тела по секторам, разница обхватных размеров, силовой индекс, художественная гимнастика

AGE-RELATED DYNAMICS OF ANTHROPOMETRIC AND PHYSIOMETRIC PARAMETERS AND SEGMENTAL BODY COMPOSITION IN FEMALE ATHLETES ENGAGED IN RHYTHMIC GYMNASTICS

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

*Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Research Center for Nutrition and Biotechnology”, Ustinsky Proezd, 2/14, Building 1, Moscow, 109240, Russia

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

*** Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Russian University of Sport ‘GTSOLIFK’ (Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism – GTSOLIFK)”, 4 Sirenevy Boulevard, Building 1, Moscow, 105122, Russia

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

***** Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “I.M. Sechenov First Moscow State Medical University”, 15/13 Rossolimo Street, Building 1, Moscow, 119992, Russia

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

Abstract. Numerous studies have focused on the assessment of physical development, including anthropometric parameters and body composition, in athletes practicing rhythmic gymnastics. However, there are no studies evaluating body symmetry in rhythmic gymnasts, both in the overall group and across increasing age, at an individual level, combining segmental body composition, circumferential body measurements, and physiometric indicators. **The aim of this study** was to investigate the age-related dynamics of morphological, physiometric indicators, and segmental body composition in athletes practicing rhythmic gymnastics. **Materials and methods.** The study included athletes aged 7.5–19.8 years practicing rhythmic gymnastics ($n = 100$). Anthropometric measurements, segmental body composition assessment, and evaluation of physiometric indicators were performed. **Results and discussion.** A consistent increase in body dimensions, BMI, body composition parameters, circumferential measurements, skinfold thicknesses, and physiometric indicators was observed in the age range of 7.6 to 19.8 years. Fat-free mass increased relatively evenly with age, whereas fat mass showed a jump in the third age group, starting from 14.6 years, coinciding with the pubertal period in rhythmic gymnasts, confirming late maturation. Analysis of differences between the circumferences of the right and left shoulders (both tensed and relaxed), forearms, thighs, and calves demonstrated overall bilateral body symmetry. Evaluation of differences in fat and fat-free mass in the arms and legs at the individual level showed greater fat-free mass in the right-side limbs and greater fat mass in the left-side limbs. **Conclusion.** The study highlights the importance of analyzing segmental body composition and indicates that limbs with identical circumferences may have different component compositions. In rhythmic gymnasts, overall group symmetry was observed, suggesting the possibility of performing anthropometric measurements on a single (dominant) side of the body.

Keywords: body development symmetry, segmental body composition, differences in circumferential measurements, strength index, rhythmic gymnastics.

Исследований, посвященных оценке уровня физического развития, включая антропометрические параметры и параметры состава тела, спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, достаточно много [6]. Исследователи проводят оценку в возрастной динамике, а так же в сравнении с контрольной группой и группой спортивной гимнастики [3]. Так, было показано, что гимнастки обеих групп отличаются по тощей массе, как всего тела, так и отдельно конечностей, от представительниц группы контроля в большую сторону. У спортивных гимнасток тощая масса тела была больше, выше, чем у художественных гимнасток. У спортивных гимнасток наблюдалась значительно более высокая тощая масса во всем теле и конечностях, чем у художественных гимнасток и контрольной группы. При возрасте группы художественных гимнасток $10,4 \pm 0,72$, длине тела (ДТ) $138,8 \pm 6,13$, массе тела (МТ) $31,6 \pm 3,24$ и индексе массы тела (ИМТ) $16,4 \pm 1,44$, спортсменки имели жировую массу тела (ЖМТ) $6,5 \pm 2,16$ кг, долю ЖМТ $21 \pm 6,13$ % и тощую массы тела (ТМТ) – 23,2 кг. По секторам тощая масса (ТМ) распределилась следующим образом: между доминантной и противоположной конечностями различий выявлено не было, ТМ обеих рук составила по 1,0 кг, обеих ног – по 3,7 кг [3].

Исследованиями Gaspari V. с соавт. [6] показано, что результативность художественных гимнасток связана с гибкостью, аэробными возможностями, силой мышц нижних конечностей, ловкостью,

мышечной выносливостью, равновесием и координацией с раннего возраста, и все эти показатели, в целом, выше у гимнасток более старших возрастных групп и более высокого квалификационного уровня. Сегментный анализ состава тела показал, что сила мышц нижних конечностей и мышечная выносливость зависят от степени развития мышечного компонента и ТМ туловища и конечностей [5, 6].

Исследования по сегментной оценке состава тела спортсменов единичны [3], а по исследованию симметричности развития в художественной гимнастике – вовсе отсутствуют. Tomkinson G.R. с соавт. не обнаружили различий в асимметрии между группами взрослых мужчин-спортсменов, занимающихся футболом и баскетболом, и соревнующихся в двух категориях – профессиональная национальная лига и полупрофессиональная государственная лига [7]. Оценка разницы обхватных размеров конечностей показала наличие достоверной асимметрии по разнице обхватов правого и левого плеча напряженного ($0,45 \pm 0,11$ см), обхват правого и левого плеча расслабленного ($0,35 \pm 0,10$ см) и обхват правого и левого предплечий в самой широкой части ($0,40 \pm 0,07$ см).

Несмотря на наличие 3-х достоверных различий по разнице обхватов рук, отсутствие достоверных различий по разнице остальных значений позволило авторы сделать вывод об отсутствие билатеральной асимметрии и возможности проводить антропометрические измерения у группы спортсменов, похожих на обследованную группу, с обеих сторон тела. Было высказано предположение, что у фехтовальщиков, теннисистов и армрестлеров с выраженной асимметрией тела (ведущая рука, опорная нога) проводить антропометрические измерения таких параметров, как окружности и диаметры конечностей на одной стороне тела, и проецировать данные показатели на противоположную сторону тела, будет неправомерно [7].

Однако, нет исследований, посвященных оценке симметрии тела у художественных гимнасток, как в общей группе, так и в динамике увеличения возраста, и на индивидуальном уровне, сочетающие в себе сегментный состав тела, обхватные размеры тела и физиометрические показатели.

Целью исследования было изучить возрастную динамику морфологических, физиометрических показателей и компонентного состава по секторам спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие спортсменки 7,5-19,8 лет, занимающиеся художественной гимнастикой, $n = 100$. Формирование возрастных групп осуществлялось с использованием принципов гигиены детей и подростков; спортсменок разделили на 4 группы: в 1-ю группу вошли девочки 7,5-10,3 лет ($n = 34$), во 2-ю – девочки и девушки 10,6-14,1 лет ($n = 34$), в 3-ю – девушки 14,6-17,5 лет ($n = 14$), в 4-ю – девушки 18,4-19,8 лет ($n = 18$).

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

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) проводили оценку компонентного состава тела, в том числе общей *безжировой массы* (БЖМ), БМЖ туловища и четырех конечностей по отдельности, общей *жировой массы* (ЖМ), ЖМ туловища и четырех конечностей. Вычисляли разницу величин БЖМ и ЖМ между противоположными конечностями [1].

Методом динамометрии определяли силу кисти правой и левой рук, 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-Уоллиса (*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 квартиль ($Q25$); верхний квартиль ($Q75$)], минимального и максимального значений признака ($Min - Max$). Корреляционный анализ данных Пирсона (двусторонний) проводили с помощью программы *SPSS Statistics 23.0*. Определяли значимость корреляционных связей на уровне $p < 0,05$ и $p < 0,01$.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных габаритных размеров и компонентного состава тела четырех групп спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, показал, что в возрастном интервале от 7,6 до 19,8 лет наблюдается закономерное возрастание показателей МТ, ДТ, *окружности талии* (ОТ), *окружности бедер* (ОБ), общей *безжировой (тощей) массы* (БЖМ), туловища и четырех конечностей, общей *жировой массы* (ЖМ), туловища и четырех конечностей, доли ЖМ, *активной клеточной массы* (АКМ), доли АКМ и *скелетно-мышечной массы* (СММ), а так же уменьшение показателей доли БЖМ и доли СММ. Спортсменки всех четырех групп достоверно отличались друг от друга по возрасту, БЖМ, доле БЖМ, БЖМ туловища, доле общей ЖМ, АКМ, СММ и доле СММ. Девочки 1 и 2

группы достоверно различались между собой и от представительниц 3 и 4 групп спортсменок по МТ, ДТ, ОТ, ОБ, БЖМ четырех конечностей, общей ЖМ, ЖМ туловища, правой и левой рук, левой ноги. Спортсменки 3 и 4 групп не различались между собой, но достоверно отличались от спортсменок 1 и 2 групп по показателям МТ, ДТ, ОТ, ОБ, БЖМ обеих рук и обеих ног, общей ЖМ и ЖМ четырех конечностей и доле АКМ. По ЖМ правой ноги и доле АКМ спортсменки 1 и 2 группы и 3 и 4 группы не отличались между собой, но спортсменки 1 и 2 группы достоверно отличались от спортсменок 3 и 4 группы (табл. 1).

Таблица 1

Габаритные размеры и компонентный состав тела по секторам спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от принадлежности к возрастной группе

Показатель	Данные	1 гр, $n = 34$, 7,5-10,3 года	2 гр, $n = 34$, 10,6-14,1 года	3 гр, $n = 14$, 14,6 - 17,5 года	4 гр, $n = 18, 18,4$ -19,8 года
Десятичный возраст, лет	<i>Me</i>	9,3*	11,9*	16,0*	19,5*
	[25; 75]	[8,8; 9,8]	[11,2; 13,1]	[15,5; 16,3]	[19,0; 19,7]
	($Min \div Max$)	(7,6 \div 10,3)	(10,6 \div 14,1)	(14,6 \div 17,5)	(18,4 \div 19,8)
Масса тела, кг	<i>Me</i>	28,1*	37,3*	51,6 ^{1,2}	53,6 ^{1,2}
	[25; 75]	[25,9; 31,8]	[33,2; 44,2]	[49,8; 54,6]	[50,2; 57,2]
	($Min \div Max$)	(21,4 \div 34,1)	(27,4 \div 57)	(42 \div 62,3)	(30,2 \div 64,9)
Длина тела, см	<i>Me</i>	134,5*	149,0*	162,4 ^{1,2}	164,0 ^{1,2}
	[25; 75]	[130,3; 138,9]	[142,1; 155,5]	[157,5; 167,2]	[161,5; 168]
	($Min \div Max$)	(123 \div 147,2)	(132,4 \div 165,3)	(152,6 \div 176,3)	(133,3 \div 181,5)
Окружность талии (ОТ), см	<i>Me</i>	55,0*	60,0*	65,0 ^{1,2}	65,0 ^{1,2}
	[25; 75]	[53; 57]	[58; 63]	[60; 66]	[62; 66]
	($Min \div Max$)	(47 \div 63)	(52 \div 69)	(58 \div 80)	(58 \div 84)
Окружность бедер (ОБ), см	<i>Me</i>	67,5*	75,5*	87,5 ^{1,2}	90,0 ^{1,2}
	[25; 75]	[65; 70]	[72; 82]	[85; 90]	[87; 93]
	($Min \div Max$)	(59 \div 74)	(67 \div 87)	(79 \div 97)	(69 \div 100)
Безжировая масса (БЖМ) общая, кг	<i>Me</i>	23,6*	31,4*	38,6*	41,6*
	[25; 75]	[22,3; 26]	[28; 36,3]	[35,6; 40,3]	[39,9; 43,1]
	($Min \div Max$)	(19,2 \div 29,4)	(21,3 \div 44,7)	(30,2 \div 44,4)	(25,6 \div 47,1)
Доля БЖМ, %	<i>Me</i>	84,7*	82,0*	73,1*	76,9*
	[25; 75]	[83,3; 87,5]	[79,9; 83,6]	[70,1; 75,7]	[74,5; 79,5]
	($Min \div Max$)	(78,6 \div 92,7)	(77,7 \div 87,2)	(66,3 \div 83,6)	(72 \div 84,6)
БЖМ туловища, кг	<i>Me</i>	14,7*	18,0*	19,3*	21,7*
	[25; 75]	[14,05; 15,55]	[16,21; 19,8]	[17,72; 20,6]	[20,89; 22,4]
	($Min \div Max$)	(12,59 \div 17,39)	(13 \div 22,87)	(16,04 \div 23,33)	(15,45 \div 23,51)
БЖМ правой руки, кг	<i>Me</i>	1,0*	1,4*	2,0 ^{1,2}	2,2 ^{1,2}
	[25; 75]	[0,84; 1,13]	[1,24; 1,79]	[1,9; 2,27]	[2,05; 2,31]
	($Min \div Max$)	(0,66 \div 1,26)	(0,83 \div 2,4)	(1,53 \div 2,45)	(1,06 \div 2,82)
БЖМ левой руки, кг	<i>Me</i>	1,0*	1,4*	2,0 ^{1,2}	2,1 ^{1,2}
	[25; 75]	[0,84; 1,13]	[1,21; 1,77]	[1,87; 2,21]	[2,02; 2,26]
	($Min \div Max$)	(0,65 \div 1,29)	(0,84 \div 2,39)	(1,45 \div 2,43)	(1,04 \div 2,79)
БЖМ правой ноги, кг	<i>Me</i>	3,7*	5,3*	7,4 ^{1,2}	7,8 ^{1,2}
	[25; 75]	[3,18; 4,22]	[4,48; 6,49]	[6,97; 7,83]	[7,24; 8,32]
	($Min \div Max$)	(2,43 \div 4,84)	(3,29 \div 8,53)	(5,52 \div 8,75)	(4,01 \div 9,43)
БЖМ левой ноги, кг	<i>Me</i>	3,6*	5,2*	7,4 ^{1,2}	7,8 ^{1,2}
	[25; 75]	[3,17; 4,13]	[4,48; 6,4]	[7,01; 7,79]	[7,15; 8,18]
	($Min \div Max$)	(2,45 \div 4,76)	(3,33 \div 8,5)	(5,66 \div 8,75)	(4 \div 9,4)
Жировая масса (ЖМ) общая, кг	<i>Me</i>	4,3*	6,7*	13,9 ^{1,2}	12,3 ^{1,2}
	[25; 75]	[3,3; 5,2]	[5,7; 8,2]	[11,7; 16]	[10,3; 14,6]
	($Min \div Max$)	(1,6 \div 7)	(3,9 \div 12,3)	(7,7 \div 21)	(4,6 \div 17,8)
Доля ЖМ, %	<i>Me</i>	15,3*	18,1*	27,0*	23,2*
	[25; 75]	[12,5; 16,7]	[16,4; 20,1]	[24,3; 29,9]	[20,5; 25,5]
	($Min \div Max$)	(7,3 \div 21,4)	(12,8 \div 22,3)	(16,4 \div 33,7)	(15,4 \div 28)

Продолжение таблицы 1

ЖМ туловища, кг	<i>Me</i>	1,1*	3,5*	9,3 ^{1,2}	8,2 ^{1,2}
	[25; 75]	[0,54; 2,21]	[2,39; 5,31]	[7,32; 10,9]	[6,4; 9,72]
	(Min ÷ Max)	(-1,13 ÷ 3,49)	(1,15 ÷ 8,66)	(4,72 ÷ 15,08)	(1,67 ÷ 12,97)
ЖМ правой руки, кг	<i>Me</i>	0,4*	0,4*	0,6 ^{1,2}	0,5 ^{1,2}
	[25; 75]	[0,37; 0,42]	[0,4; 0,46]	[0,52; 0,66]	[0,48; 0,57]
	(Min ÷ Max)	(0,3 ÷ 0,49)	(0,34 ÷ 0,51)	(0,38 ÷ 0,81)	(0,36 ÷ 0,65)
ЖМ левой руки, кг	<i>Me</i>	0,4*	0,4*	0,6 ^{1,2}	0,6 ^{1,2}
	[25; 75]	[0,37; 0,43]	[0,41; 0,47]	[0,53; 0,67]	[0,5; 0,64]
	(Min ÷ Max)	(0,27 ÷ 0,49)	(0,34 ÷ 0,54)	(0,42 ÷ 0,79)	(0,43 ÷ 0,69)
ЖМ правой ноги, кг	<i>Me</i>	1,1 ^{3,4}	1,1 ^{3,4}	1,7 ^{1,2}	1,5 ^{1,2}
	[25; 75]	[1,02; 1,16]	[1,03; 1,22]	[1,43; 1,8]	[1,32; 1,62]
	(Min ÷ Max)	(0,63 ÷ 1,28)	(0,89 ÷ 1,47)	(1,05 ÷ 2,16)	(1,06 ÷ 1,89)
ЖМ левой ноги, кг	<i>Me</i>	1,1*	1,2*	1,7 ^{1,2}	1,5 ^{1,2}
	[25; 75]	[1,04; 1,16]	[1,07; 1,29]	[1,51; 1,87]	[1,45; 1,65]
	(Min ÷ Max)	(0,66 ÷ 1,34)	(0,92 ÷ 1,52)	(1,11 ÷ 2,16)	(1,07 ÷ 1,93)
Активная клеточная масса (АКМ), кг	<i>Me</i>	12,6*	17,1*	20,9*	24,0*
	[25; 75]	[11,6; 14,1]	[14,9; 19,3]	[19,5; 23,4]	[23,1; 24,5]
	(Min ÷ Max)	(10,3 ÷ 16,3)	(11,6 ÷ 25,7)	(16 ÷ 25,6)	(13,1 ÷ 28,3)
Доля АКМ, % в БЖМ	<i>Me</i>	53,0 ^{3,4}	54,1 ^{3,4}	56,1 ^{1,2}	57,0 ^{1,2}
	[25; 75]	[52,2; 54,2]	[52,3; 55,1]	[53,7; 57,6]	[55,4; 58,5]
	(Min ÷ Max)	(49,2 ÷ 57,5)	(50,1 ÷ 57,8)	(51,5 ÷ 58,8)	(51,4 ÷ 60,8)
Скелетно-мышечная масса (СММ), кг	<i>Me</i>	13,0*	16,7*	19,7*	20,8*
	[25; 75]	[12,1; 14,5]	[14,5; 18,7]	[17,9; 20,5]	[19,8; 22,4]
	(Min ÷ Max)	(10 ÷ 16,3)	(10,5 ÷ 22,8)	(15,5 ÷ 22,8)	(12,9 ÷ 24,2)
Доля СММ, % в БЖМ	<i>Me</i>	54,0*	52,1*	50,8*	50,5*
	[25; 75]	[52,9; 54,9]	[51,7; 53,1]	[50,1; 51,8]	[49,8; 51]
	(Min ÷ Max)	(49,2 ÷ 57)	(49,3 ÷ 54)	(48 ÷ 52,3)	(49 ÷ 52)

Примечание (для таблиц 1-3): * – достоверные различия показателя группы от показателей остальных трех групп; ¹ – достоверные отличия от 1 группы

² – достоверные отличия от 2 группы; ³ – достоверные отличия от 3 группы; ⁴ – достоверные отличия от 4 группы; достоверность различий определяли попарно между всеми группами с помощью непараметрического критерия Краскала-Уоллиса, достоверно значимыми считали различия при $p < 0,05$

Анализ данных обхватных размеров тела четырех групп спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, показал закономерное возрастание следующих показателей с увеличением возраста от 1 до 3 группы, и незначительное уменьшение в 4-й группе: обхватов правого и левого плеча (напряженного и расслабленного), обоих предплечий, окружности грудной клетки (ГК), обхватов правого и левого бедра, правой и левой голени. При этом по измеренным показателям между спортсменками 3 и 4 группы достоверных различий не обнаружено; спортсменки 1 группы отличались достоверно от спортсменок 2 и 3 групп по всем измеренным показателям (табл. 2).

Таблица 2

Обхватные размеры тела спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от принадлежности к возрастной группе

Показатель	Данные	1 гр, $n = 34$, 7,5-10,3 года	2 гр, $n = 34$, 10,6-14,1 года	3 гр, $n = 14$, 14,6 - 17,5 года	4 гр, $n = 18$, 18,4-19,8 года
Обхват правого плеча (ОП-прав) напряженного, см	<i>Me</i>	21,0 ^{2,3}	24,0 ¹	24,5 ¹	21,9
	[25; 75]	[20; 22,5]	[22; 25]	[22,5; 26]	[20; 26]
	(Min ÷ Max)	(18 ÷ 28)	(17,5 ÷ 30,5)	(20,8 ÷ 28)	(18,5 ÷ 28)

Продолжение таблицы 2

ОПправ рас- слабленного, см	<i>Me</i>	19,9 ^{2,3}	22,8 ¹	23,0 ¹	20,5
	[25; 75]	[18,5; 21,5]	[20,5; 24,5]	[21; 24,5]	[18; 25]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(16,5 ÷ 26,5)	(16 ÷ 29)	(18 ÷ 27)	(17 ÷ 27)
Обхват левого плеча (ОПлев) напряженного, см	<i>Me</i>	21,0 ^{2,3}	23,8 ¹	24,3 ¹	22,0
	[25; 75]	[20; 22,5]	[21,5; 25]	[22,5; 26]	[20; 26,5]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(18 ÷ 28)	(17,5 ÷ 31)	(20 ÷ 28)	(18,5 ÷ 28)
ОПлев рас- слабленного, см	<i>Me</i>	20,2 ^{2,3}	22,7 ¹	23,3 ¹	20,8
	[25; 75]	[18,5; 22]	[20,5; 24,5]	[21,5; 24]	[18,5; 25,5]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(16,5 ÷ 26,5)	(16 ÷ 30)	(18 ÷ 27)	(17 ÷ 27)
Обхват право- го предплечья, см	<i>Me</i>	19,0 ^{2,3}	20,3 ¹	20,8 ¹	19,4
	[25; 75]	[18,5; 20]	[19; 21,6]	[19,5; 23]	[17,5; 22]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(16 ÷ 22,5)	(16 ÷ 24,5)	(17,8 ÷ 23)	(16,5 ÷ 23)
Обхват левого предплечья, см	<i>Me</i>	18,7 ^{2,3}	20,3 ¹	20,8 ¹	19,5
	[25; 75]	[18; 20]	[19; 21,5]	[19,5; 22,5]	[17,5; 22]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(16 ÷ 22,5)	(15,5 ÷ 24,5)	(17,5 ÷ 23)	(16 ÷ 23)
Окружность грудной клет- ки (ГК) пауза, см	<i>Me</i>	64,0 ^{2,3}	76,0 ¹	75,0 ¹	67,5
	[25; 75]	[61; 71]	[66; 81]	[70; 82]	[62; 81]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(58 ÷ 84)	(55 ÷ 88)	(60 ÷ 84)	(55 ÷ 84)
Обхват право- го бедра, см	<i>Me</i>	41,8 ^{2,3}	47,3 ¹	48,5 ¹	42,3
	[25; 75]	[39; 44]	[42,5; 52]	[43; 52]	[38; 53,5]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(34 ÷ 55)	(32 ÷ 57)	(37 ÷ 57)	(35,3 ÷ 57)
Обхват левого бедра, см	<i>Me</i>	41,0 ^{2,3}	47,3 ¹	48,8	40,0
	[25; 75]	[38,8; 43]	[42; 50]	[42,5; 52,5]	[37; 52]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(34 ÷ 54)	(32 ÷ 57)	(36,8 ÷ 55)	(32,5 ÷ 56)
Обхват правой голени, см	<i>Me</i>	28,5 ^{2,3}	31,5 ¹	32,0 ¹	28,8
	[25; 75]	[26,5; 31,5]	[29; 33,5]	[30; 34,5]	[25,7; 34]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(23,5 ÷ 37,5)	(23,5 ÷ 36)	(25 ÷ 37)	(24,5 ÷ 37)
Обхват левой голени, см	<i>Me</i>	28,9 ^{2,3}	31,3 ¹	31,8 ¹	28,8
	[25; 75]	[26,5; 31,5]	[29; 34]	[30; 34,5]	[25,7; 34]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(23,5 ÷ 36,5)	(23,5 ÷ 36,5)	(25,3 ÷ 37)	(24,5 ÷ 37,5)

Анализ данных величин КЖС выявил наличие достоверных различий по КЖС на животе и сумме КЖС туловища между спортсменками 1 и 2 групп; по КЖС на плече сзади и сумме КЖС на руке – между спортсменками 1 и 3 групп. Несмотря на то, что других достоверных различий выявлено не было, наблюдаются следующие тенденции изменения толщин КЖС: в 1 и 4 возрастных группах, а так же во 2 и 3 возрастных группах, величины всех КЖС были самыми близкими друг к другу по значениям. Величины КЖС на спине под лопаткой, над подвздошным гребнем, на плече спереди, на предплечье, на бедре и на голени были практически одинаковыми во всех группах спортсменок. Наибольшие различия наблюдаются по величинам КЖС на животе и на плече сзади, и, соответственно, как следствие, по сумме КЖС на туловище, сумме КЖС на руке и сумме всех восьми КЖС (табл. 3).

Таблица 3

Величины кожно-жировых складок спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от принадлежности к возрастной группе

Показатель	Данные	1 гр, $n = 34$, 7,5-10,3 года	2 гр, $n = 34$, 10,6-14,1 года	3 гр, $n = 14$, 14,6 - 17,5 года	4 гр, $n = 18$, 18,4-19,8 года
Кожно-жировая складка (КЖС) под лопаткой, мм	<i>Me</i>	6,0	7,0	7,0	6,0
	[25; 75]	[5; 7]	[5; 9]	[6; 10]	[5; 11]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(4 ÷ 11)	(4 ÷ 16)	(4 ÷ 13)	(4 ÷ 14)
КЖС на животе, мм	<i>Me</i>	6,0 ²	10,0 ¹	10,0	7,0
	[25; 75]	[5; 10]	[6; 15]	[6; 13]	[5; 11]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(3 ÷ 16)	(3 ÷ 26)	(4 ÷ 25)	(3 ÷ 19)
КЖС над подвздошным гребнем, мм	<i>Me</i>	6,0	8,0	8,0	6,0
	[25; 75]	[5; 8]	[5; 10]	[4; 11]	[4; 9]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(3 ÷ 12)	(3 ÷ 16)	(4 ÷ 16)	(3 ÷ 17)
СУММА КЖС на туловище, мм	<i>Me</i>	18,5 ²	25,0 ¹	24,0	18,0
	[25; 75]	[14; 25]	[16; 33]	[16; 36]	[13; 34]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(11 ÷ 33)	(10 ÷ 52)	(12 ÷ 53)	(11 ÷ 45)
КЖС на плече сзади, мм	<i>Me</i>	11,0 ³	11,0	15,5 ¹	11,0
	[25; 75]	[10; 13]	[9; 16]	[11; 16]	[9; 21]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(6 ÷ 19)	(5 ÷ 22)	(7 ÷ 22)	(7 ÷ 22)
КЖС на плече спереди, мм	<i>Me</i>	6,0	5,5	7,0	5,5
	[25; 75]	[5; 8]	[4; 10]	[5; 9]	[4; 8]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(3 ÷ 11)	(2 ÷ 15)	(2,5 ÷ 11)	(2 ÷ 14)
КЖС на предплечье, мм	<i>Me</i>	6,5	6,0	7,5	6,5
	[25; 75]	[5; 8]	[5; 9]	[6; 9]	[5; 10]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(4 ÷ 12)	(4 ÷ 13)	(4 ÷ 11)	(3 ÷ 10)
Сумма КЖС на руке, мм	<i>Me</i>	24,0 ³	22,5	29,5 ¹	23,5
	[25; 75]	[19; 29]	[20; 35]	[23; 33]	[18; 38]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(13 ÷ 40)	(11 ÷ 44)	(14,5 ÷ 44)	(12 ÷ 46)
КЖС на бедре, мм	<i>Me</i>	14,0	15,0	13,0	12,5
	[25; 75]	[12; 17]	[12; 18]	[11; 18]	[9; 19]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(3 ÷ 26)	(6 ÷ 26)	(8 ÷ 21)	(6 ÷ 29)
КЖС на голени, мм	<i>Me</i>	14,0	13,0	14,5	11,5
	[25; 75]	[11; 16]	[11; 16]	[11; 16]	[10; 18]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(7 ÷ 20)	(4 ÷ 22)	(9 ÷ 22)	(7 ÷ 23)
Сумма КЖС на ноге, мм	<i>Me</i>	28,0	28,0	28,0	25,0
	[25; 75]	[22; 33]	[24; 34]	[22; 34]	[19; 35]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(10 ÷ 46)	(11 ÷ 48)	(19 ÷ 42)	(16 ÷ 51)
Сумма 8 КЖС, мм	<i>Me</i>	69,8	74,5	86,0	61,0
	[25; 75]	[58; 87]	[61; 101]	[64; 103]	[53; 107]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(35 ÷ 114)	(32 ÷ 136)	(48,5 ÷ 139)	(41 ÷ 128)
Средняя КЖС (/8), мм	<i>Me</i>	8,7	9,3	10,8	7,6
	[25; 75]	[7,25; 10,875]	[7,625; 12,625]	[8; 12,875]	[6,625; 13,375]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(4,375 ÷ 14,25)	(4 ÷ 17)	(6,0625 ÷ 17,375)	(5,125 ÷ 16)

Анализ показал, что значения ИМТ увеличиваются с возрастом закономерно физиологическим законам роста и развития; спортсменки 1 и 2 группы достоверно отличаются по показателю ИМТ как между собой, так и от спортсменок 3 и 4 групп; спортсменки 3 и 4 групп между собой достоверно по показателю ИМТ не различаются. Значения ИТБ с возрастом уменьшаются, что говорит об особенностях физического развития девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой. Спортсменки 1 и 2 группы достоверно отличаются по показателю ИТБ как между собой, так и от спортсменок 3 и 4 групп; спортсменки 3 и 4 групп между собой достоверно по показателю ИТБ не различаются (табл. 4).

Таблица 4

Показатели уровня физического развития и различия между показателями правой и левой стороны тела спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, в зависимости от принадлежности к возрастной группе

Показатель	Данные	1 гр, $n = 34$, 7,5-10,3 года	2 гр, $n = 34$, 10,6-14,1 года	3 гр, $n = 14$, 14,6 - 17,5 года	4 гр, $n = 18$, 18,4-19,8 года
Индекс массы тела (ИМТ), кг/м ²	<i>Me</i>	15,4*	16,9*	19,7 ^{1,2}	19,8 ^{1,2}
	[25; 75]	[14,8; 16,4]	[16,1; 18,8]	[18,1; 20,8]	[18,8; 21,2]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(13 ÷ 17,8)	(14,4 ÷ 21,2)	(16,5 ÷ 22)	(17 ÷ 21,4)
Индекс ОТ/ОБ (ИТБ)	<i>Me</i>	0,82*	0,79*	0,71 ^{1,2}	0,72 ^{1,2}
	[25; 75]	[0,8; 0,83]	[0,76; 0,81]	[0,69; 0,76]	[0,69; 0,76]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(0,72 ÷ 0,91)	(0,67 ÷ 0,86)	(0,67 ÷ 0,95)	(0,65 ÷ 0,9)
Разница БЖМ рук, кг	<i>Me</i>	0,01 ^{п/л,3,4}	0,01 ^{п/л,3,4}	0,05 ^{п/л,1,2}	0,04 ^{п/л,1,2}
	[25; 75]	[0; 0,02]	[0; 0,02]	[0,01; 0,07]	[0,03; 0,11]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-0,08 ÷ 0,04)	(-0,04 ÷ 0,06)	(-0,03 ÷ 0,11)	(-0,03 ÷ 0,12)
Разница БЖМ ног, кг	<i>Me</i>	0,04 ^{п/л}	0,05 ^{п/л}	0,06	0,06
	[25; 75]	[0; 0,06]	[0,01; 0,09]	[0; 0,13]	[0; 0,16]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-0,1 ÷ 0,12)	(-0,16 ÷ 0,18)	(-0,14 ÷ 0,21)	(-0,13 ÷ 0,23)
Разница ЖМ рук	<i>Me</i>	-0,01 ^{3,4}	-0,01 ^{п/л,3,4}	-0,04 ^{п/л,1,2}	-0,04 ^{п/л,1,2}
	[25; 75]	[-0,02; 0]	[-0,02; 0]	[-0,06; 0]	[-0,09; -0,02]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-0,03 ÷ 0,06)	(-0,05 ÷ 0,02)	(-0,09 ÷ 0,02)	(-0,1 ÷ 0,03)
Разница ЖМ ног	<i>Me</i>	-0,03 ^{п/л}	-0,04 ^{п/л}	-0,05	-0,05
	[25; 75]	[-0,05; 0]	[-0,07; -0,01]	[-0,11; 0]	[-0,12; 0]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-0,1 ÷ 0,07)	(-0,14 ÷ 0,13)	(-0,17 ÷ 0,12)	(-0,18 ÷ 0,12)
Разница между напряженным и расслабленным обхватами правого плеча, см	<i>Me</i>	1,0	1,0	1,4	1,4
	[25; 75]	[1; 1,5]	[1; 1,5]	[1; 2,2]	[1; 1,5]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(0,5 ÷ 2)	(0,5 ÷ 2)	(0,5 ÷ 3)	(0,5 ÷ 2)
Разница между напряженным и расслабленным обхватами левого плеча, см	<i>Me</i>	1,0	1,0	1,5	1,0
	[25; 75]	[1; 1,2]	[1; 1,2]	[1; 1,5]	[1; 1,5]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(0,3 ÷ 2,5)	(0,5 ÷ 2,5)	(0,5 ÷ 2)	(0,5 ÷ 2)
Разница ОП напряженного левого и правого	<i>Me</i>	0,00	0,00	0,10 ⁴	0,00 ³
	[25; 75]	[0; 0,19]	[0; 0,5]	[0; 0,5]	[-0,5; 0,2]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-1 ÷ 1)	(-1 ÷ 1)	(-0,5 ÷ 1,5)	(-1 ÷ 0,5)
Разница ОП расслабленного левого т правого	<i>Me</i>	0,00 ⁴	0,00	0,00	0,00 ^{п/л,1}
	[25; 75]	[0; 0,19]	[-0,3; 0]	[0; 0]	[-0,5; 0]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-1 ÷ 1)	(-1 ÷ 1,5)	(-0,5 ÷ 1)	(-1 ÷ 0)
Разница обхватов предплечий, см	<i>Me</i>	0,00 ^{п/л}	0,00	0,25 ^{п/л}	0,00
	[25; 75]	[0; 0,5]	[0; 0,5]	[0; 0,5]	[0; 0,5]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-0,5 ÷ 1)	(-0,5 ÷ 1,1)	(0 ÷ 1)	(-0,7 ÷ 0,8)
Разница обхватов бедер, правого и левого	<i>Me</i>	0,50 ^{п/л}	0,50 ^{п/л,3}	0,00 ²	0,50 ^{п/л}
	[25; 75]	[0; 1]	[0,5; 1]	[0; 0,5]	[0; 1]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-1 ÷ 1,5)	(-1 ÷ 2)	(-0,5 ÷ 2)	(0 ÷ 1)
Разница обхватов голеней, правой и левой	<i>Me</i>	0,00	0,00	0,00	0,00
	[25; 75]	[-0,19; 0]	[-0,5; 0]	[-0,3; 0,2]	[0; 0]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-1 ÷ 1)	(-1 ÷ 0,80)	(-1 ÷ 1)	(-1,5 ÷ 0,5)
Окружность ГК вдох, см	<i>Me</i>	69,8 ^{2,3}	82,5 ¹	81,5 ¹	73,0
	[25; 75]	[66; 77]	[70; 86]	[75; 87]	[66; 86]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(62 ÷ 93)	(61 ÷ 91)	(65 ÷ 92)	(60 ÷ 91)
Окружность ГК выдох, см	<i>Me</i>	63,0 ^{2,3}	74,0 ¹	73,8 ¹	66,5
	[25; 75]	[59,5; 69]	[62; 78]	[67,5; 79]	[60; 79]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(57 ÷ 82)	(45 ÷ 84)	(58 ÷ 82)	(53 ÷ 82)

Продолжение таблицы 4

Экскурсия ГК, см	<i>Me</i>	7,0 ²	8,0 ^{1,4}	7,8 ¹	7,0 ²
	[25; 75]	[6; 8]	[7; 9]	[7; 8,5]	[6; 8]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(3 ÷ 12)	(5 ÷ 11,5)	(5 ÷ 11)	(5 ÷ 10)
Сила кисти правой руки, кг	<i>Me</i>	17,5 ^{2,3}	24,0 ¹	23,0 ¹	20,0
	[25; 75]	[15; 21]	[18; 27]	[19; 27]	[15; 23]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(12 ÷ 30)	(14 ÷ 34)	(13 ÷ 33)	(13 ÷ 27)
Сила кисти левой руки, кг	<i>Me</i>	16,0 ^{2,4}	22,5 ¹	20,0	20,0 ¹
	[25; 75]	[15; 18]	[17; 25]	[15; 25]	[16; 22]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(11 ÷ 28)	(14 ÷ 32)	(14 ÷ 29)	(13 ÷ 26)
Разница силы кистей	<i>Me</i>	1,00 ^{п/л,4}	1,00 ^{п/л,3}	2,50 ^{п/л,2,4}	0,00 ^{1,3}
	[25; 75]	[0; 3]	[0; 3]	[1; 4]	[-1; 2]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-1 ÷ 5)	(-5 ÷ 4)	(-1 ÷ 5)	(-5 ÷ 5)
Силовой индекс правой руки, кг силы*100/кгМТ	<i>Me</i>	56,1	53,4	49,7	50,3
	[25; 75]	[49,5; 61,8]	[50,8; 56,3]	[43,5; 56,4]	[44,6; 63,2]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(41,8 ÷ 69,3)	(42 ÷ 65,1)	(39,1 ÷ 67,1)	(39,8 ÷ 67,7)
Силовой индекс левой руки, кг силы*100/кгМТ	<i>Me</i>	50,6 ³	50,6 ³	47,1 ^{1,2}	52,6
	[25; 75]	[45,5; 57,4]	[46,4; 56,1]	[37,5; 49,8]	[42,6; 63,3]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(35,4 ÷ 66,0)	(35 ÷ 69,8)	(35,7 ÷ 58,9)	(35,5 ÷ 67,7)
Разница силовых индексов, кг силы*100/кгМТ	<i>Me</i>	3,37 ^{п/л,4}	3,27 ^{п/л,3}	6,58 ^{п/л,2,4}	0,00 ^{1,3}
	[25; 75]	[0; 8,72]	[0; 4,62]	[2,6; 8,36]	[-3,32; 5,12]
	(<i>Min</i> ÷ <i>Max</i>)	(-3,86 ÷ 14,71)	(-14,45 ÷ 9,93)	(-3,01 ÷ 9,52)	(-17,8 ÷ 9,6)

Примечание: * – достоверные различия показателя группы от показателей остальных трех групп; ¹ – достоверные различия от 1 группы; ² – достоверные различия от 2 группы; ³ – достоверные различия от 3 группы; ⁴ – достоверные различия от 4 группы; достоверность различий определяли попарно между всеми группами с помощью непараметрического критерия Краскала-Уоллиса, достоверно значимыми считали различия при $p \leq 0,05$; ^{п/л} – достоверные различия между правой и левой стороной для одного исследуемого показателя; достоверность различий определяли с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни, достоверно значимыми считали различия при $p \leq 0,05$

С целью оценки симметрии развития тела у художественных гимнасток был проведен анализ разницы некоторых морфологических и физиометрических показателей («показатель справа – показатель слева») (табл. 4).

При оценке разницы развития БЖМ на конечностях было показано, что с возрастом разница БЖМ рук увеличивалась в среднем от 10 г в возрасте 7,5-10,3 года до 40-50 г в возрасте 14,6-19,8 лет (-80 г ÷ 120 г) (табл. 4) при абсолютных значениях БЖМ правой руки от 660 г до 2802 г и БЖМ левой руки от 650 г до 2790 г (табл. 1). При этом разница была как положительной (72 % обследуемых), т.е. БЖМ правой руки была больше, так и отрицательной (18 % обследуемых), т.е. БЖМ правой руки была меньше, или отсутствовала (10 % обследуемых) (рис. 1). Разница БЖМ ног во всех возрастах была примерно одинаковая и составляла в среднем от 40 г в возрасте 7,5-10,3 года до 60 г в возрасте 14,6-19,8 лет (-160 г ÷ 230 г) (табл. 4) при абсолютных значениях БЖМ правой ноги от 2430 г до 9430 г и БЖМ левой ноги от 2450 до 9400 г (табл. 1). При этом разница была как положительной (73 % обследуемых), так и отрицательной (17 % обследуемых), или отсутствовала (10 % обследуемых) (рис. 2).

При оценке разницы развития ЖМ на конечностях было показано, что с возрастом разница ЖМ рук увеличивалась в среднем от -10 в возрасте 7,5-10,3 года до -40 г (-100 г ÷ 60 г) (табл. 4) при абсолютных значениях ЖМ правой руки от 300 г до 650 г и ЖМ левой руки от 270 до 690 г (табл. 1). При этом разница была как положительной (17 % обследуемых), так и отрицательной (65 % обследуемых), или отсутствовала (18 % обследуемых) (рис. 3). Разница ЖМ ног с возрастом увеличивалась и составляла в среднем от -30 г в возрасте 7,5-10,3 года до -50 г в возрасте 14,6-19,8 лет (-180 г ÷ 130 г) (таблица 4) при абсолютных значениях ЖМ правой ноги от 630 г до 2160 г и ЖМ левой ноги от 660 г до 2160 г (табл. 1). При этом разница была как положительной (15 % обследованных), так и отрицательной (74 % обследованных), или отсутствовала (11 % обследованных) (рис. 4).

Оценка разницы содержания в руках и ногах ЖМ и БЖМ на индивидуальном уровне показала, что большее содержание БЖМ выявлено в конечностях правой стороны тела, а большее содержание ЖМ – в конечностях левой стороны тела.



Рис. 1. Разница безжировой массы правой и левой руки у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой



Рис. 2. Разница безжировой массы правой и левой ноги у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой



Рис. 3. Разница жировой массы правой и левой руки у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой

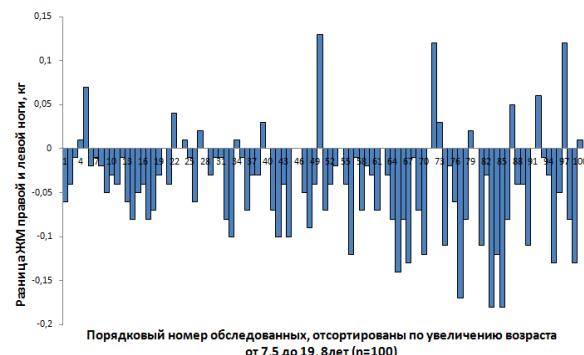


Рис. 4. Разница жировой массы правой и левой ноги у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой

На рисунках 5 и 6 показаны тенденции увеличения ЖМ и БЖМ рук (рис. 5) и ног (рис. 6), говорящие об увеличении обоих компонентов с возрастом. БЖМ увеличивается достаточно равномерно, тогда как увеличение ЖМ имеет скачок в 3-й возрастной группе, т.е. начиная с 14,6 лет, и совпадает с возрастом пубертата у художественных гимнасток, подтверждая позднее созревание [4].

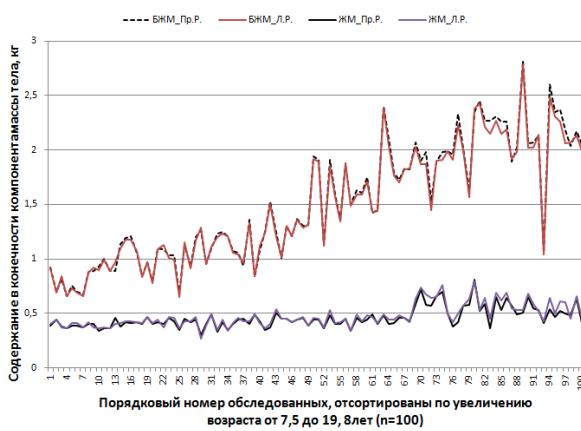


Рис. 5. Показатели содержания ЖМ и БЖМ в правой и левой руках на индивидуальном уровне

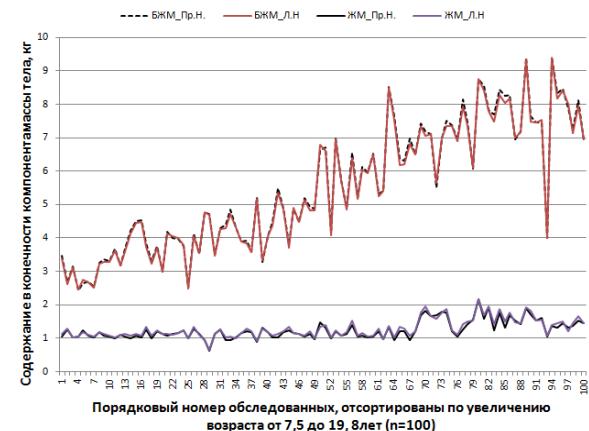


Рис. 6. Показатели содержания ЖМ и БЖМ в правой и левой ногах на индивидуальном уровне

Что касается оценки содержания ЖМ и БЖМ в конечностях, а так же их общей массы, показано, что совокупная по группе (для всех 100 спортсменок) ЖМ правой руки меньше, чем левой, как и совокупная ЖМ правой ноги меньше, чем левой; совокупная БЖМ правой руки больше, чем левой, как и со-

вокупная БЖМ правой ноги больше, чем левой, что указывает на неравномерное распределение ЖМ и БЖМ между правой и левой стороной тела (так же это было показано выше при оценке разницы содержания в руках и ногах ЖМ и БЖМ на индивидуальном уровне). При этом совокупная общая масса правой и левой рук не отличаются, как и совокупная общая масса правой и левой ног, что говорит об общей симметрии тела спортсменок в среднем по группе, без разделения на жировой и безжировой компоненты (табл. 5).

Таблица 5

Совокупная безжировая, жировая и общая массы рук и ног в группе спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой

	ЖМ, кг	БЖМ	Общая масса
Правая рука	45,85	150,94	196,79
Левая рука	47,59	148,8	196,39
Права нога	124,58	551,57	676,15
Левая нога	128,43	546,94	675,37

Разница между напряженным и расслабленным обхватами плеча («ОПнапр – ОПрассл») показывает на развитие мышц плеча и ассоциирована с силой спортсменок. Как правило, разница больше на ведущей руке. Разница напряженного и расслабленного обхватов обоих плеч в 4-х группах достоверно не отличается, хотя имеется тенденция к увеличению разницы обхватов с увеличением возраста обследованных спортсменок (таблица 4). Разница обхватов правого плеча составила от 0,5 см до 3,0 см (разница в 2 см была зарегистрирована во всех четырех возрастных группах, разница в 3 см – в третьей возрастной группе); разница обхватов левого плеча составила от 0,3 см до 2,5 см (разница в 2,5 см была зарегистрирована во второй и третьей группе спортсменок). Наибольшие значения разницы обхватов правого плеча по сравнению с разницей обхватов левого плеча говорят о большем развитии мышц плеча правой руки в среднем по группе художественных гимнасток.

Анализ разницы обхватов правого и левого плеча (как в напряженном, так и в расслабленном состоянии), предплечий, бедер и голеней между собой показал в среднем по группе наличие двусторонней симметрии. При этом при индивидуальном анализе была выявлена асимметрия обхватных размеров конечностей, связанная, скорее всего, с неравномерным распределением ЖМ и БЖМ между правыми и левыми конечностями тела, описанным выше.

Разница величин ОГК в фазе максимального вдоха и максимального выдоха называется показателем экскурсии грудной клетки, который указывает на ее подвижность и функциональные способности спортсменок. Величина экскурсии ГК в нашем исследовании составляет от 3 до 11,5 см, в среднем по группе обследованных спортсменок – 7,3 см, значимых различий между группами выявлено не было.

Показатель силы кисти обеих рук увеличивался с возрастом; разброс значений силы кисти по группе обследованных спортсменок для правой руки составил 12 – 34 кг, для левой руки – 11 -32 кг. Разница силы кистей значительно отличалась между 1 и 4 группами, 2 и 3 группами и 3 и 4 группами. Так же разницы силы кистей правой и левой рук отличались между собой достоверно во всех четырех возрастных группах. Минимальная разница силы кистей составила 1 кг, была отрицательной (-1 кг), т.е. левая рука была сильнее правой, и была зарегистрирована в 1 и 3 возрастных группах. Максимальная разница силы кистей составила 5 кг; была зарегистрирована как отрицательная разница (максимально –5 кг – во 2 и 4 возрастных группах), так и положительная разница, т.е. правая рука была сильнее левой (максимально +5 кг – в 1, 3 и 4 возрастных группах).

Силовой индекс (отношение силы кисти к массе тела) уменьшался с увеличением возраста обследуемых; разброс значений силового индекса правой руки по группе обследованных спортсменок составил 39,1 – 69,3, левой руки – 35,0 – 69,8. Значения разницы силового индекса правой руки между группами не достигли статистической значимости. Для правой руки – значения силового индекса были статистически значимо различны между 1 и 3, а та же 2 и 3 группами. Максимальная отрицательная разница силовых индексов правой и левой рук составила -17,8 (зарегистрирована в 4 группе); максимальная положительная разница составила 14,71 (зарегистрирована в 1 группе) (табл. 4).

В табл. 6 приведены результаты корреляционного анализа.

Таблица 6

Результаты корреляционного анализа

	Возраст	Габаритные размеры	Индексы физического развития	Жировая масса	Тощая масса и ее ставляющие	Обхватные размеры	Кожножировые складки	Динамометрия и силовой индекс
Возраст	1							
Габаритные размеры	0,711** – 0,878**	1						
Индексы физического развития	0,565** – 0,792**	0,514** – 0,912**	1					
Жировая масса	0,614** – 0,825**	0,614** – 0,953**	0,556** – 0,862** (-559** – 619* для ИТБ)	1				
Тощая масса и ее компоненты	0,591** – 0,872**	0,435** – 0,996**	0,434** – 0,898**	0,379** – 0,928** (-683** – 714** – для доли СММ)	1			
Обхватные размеры	0,200* – 0,250*	0,198* – 0,257**	0,216* – 0,245*	0,202* – 0,206* единичные	0,199* – 0,292**	1		
Кожножировые складки	0,223* – 0,296** единичные	0,201* – 0,343** единичные	0,211* – 0,381** единичные	0,204* – 0,295** единичные	0,200* – 0,382**	0,380** – 0,802**	1	
Динамометрия и силовой индекс	-	-0,276** – 0,207* единичные	-0,273** – 0,309** единичные	-0,232* – 0,220* единичные	0,211* – 0,250*	0,415** – 0,606**	0,286** – 0,617**	1

Примечание: * Корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** Корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя)

Показана тесная положительная связь габаритных размеров и компонентного состава тела с возрастом обследуемых спортсменок: анализ выявил достоверные положительные корреляционные связи между возрастом и габаритными размерами тела (множественные сильные), индексами физического развития (средние и сильные), жировой массой (множественные средние и сильные), тощей массой и ее компонентами (множественные средние и сильные).

Также имеются тесные положительные связи между габаритными размерами тела, индексами физического развития, жировой и тощей массой тела: анализ показал достоверные положительные корреляционные связи между габаритными размерами и ИФР, жировой массой и тощей массой (по всем переменным – средние, сильные и очень сильные).

Между жировой и тощей массой тела и ее компонентами выявлены достоверные положительные корреляционные связи, причем имеются как умеренные и средние (между тощей массой и жировой массой конечностей), так и сильные и очень сильные (между тощей массой и жировой массой туловища и общей), т.е. с увеличением тощей массы тела у спортсменок равномерно увеличивается жировая масса.

Отрицательные корреляционные связи (средней силы и сильные) выявлены между ЖМТ и долей СММ, и ЖМТ и ИТБ, что говорит об уменьшении значений ИТБ и доли СММ с увеличением жирового компонента массы тела.

Об отсутствии зависимости обхватных размеров тела, величин КЖС и показателей динамометрии от возраста обследуемых, габаритных размеров тела, ИФР, количества жировой и количества тощей массы говорят единичные корреляции слабой силы.

Тесно связаны между собой показатели динамометрии, величин КЖС и обхватных размеров (достоверные корреляции умеренной, средней силы и сильные), что говорит об увеличении силы кисти с увеличением обхватов и величин КЖС (табл. 6).

По мере взросления художественных гимнасток показано закономерное возрастание показателей габаритных размеров тела, безжировой и жировой массы тела (как общей, так и по секторам), общей активной клеточной и скелетно-мышечной массы, обхватных размеров конечностей, ОГК. При этом по величинам КЖС и их различиям между возрастными группами есть некоторые особенности. В 1 и 4 возрастных группах, а так же во 2 и 3 возрастных группах, величины всех КЖС были самыми близкими друг к другу по значениям. Величины КЖС на спине под лопаткой, над подвздошным гребнем, на плече спереди, на предплечье, на бедре и на голени были практически одинаковыми во всех группах спортсменок. Наибольшие различия наблюдаются по величинам КЖС на животе и на плече сзади. Анализ выявил наличие достоверных различий только по КЖС на животе и сумме КЖС туловища между спортсменками 1 и 2 групп; а также по КЖС на плече сзади и сумме КЖС на руке – между спортсменками 1 и 3 групп.

По мере взросления количество БЖМ конечностей в абсолютных значениях увеличивается, как увеличивается и разница развития БЖМ на конечностях, которая, независимо от возраста, во всех группах спортсменок положительная, что говорит о большем содержании БЖМ на конечностях правой стороны тела ХГ. По мере взросления количество ЖМ конечностей в абсолютных значениях увеличивается, как увеличивается и разница развития ЖМ на конечностях, хотя разница эта меньше, чем разница развития БЖМ на конечностях. Разница это, независимо от возраста, во всех группах спортсменок отрицательная, что говорит о меньшем содержании ЖМ на конечностях правой стороны тела. Оценка разницы содержания в руках и ногах ЖМ и БЖМ на индивидуальном уровне показала, что большее содержание БЖМ выявлено в конечностях правой стороны тела, а большее содержание ЖМ – в конечностях левой стороны тела.

Наибольшие значения разницы обхватов правого плеча по сравнению с разницей обхватов левого плеча говорит о большем развитии мышц плеча правой руки в среднем по группе художественных гимнасток.

Спортсменки 3 и 4 группы были наиболее приближены друг к другу по показателям МТ, ДТ, ОТ, ИМТ, при этом имели достоверно большие показатели БМТ (общей и по секторам) и доли БМТ, АКМ, доли АКМ и СММ при меньшем количестве ЖМ (общей и по секторам) и доли ЖМ, меньших показателях обхватных размеров правого и левого плеча (напряженного и расслабленного), обоих предплечий, окружности ГК, обхватных размеров правого и левого бедра, правой и левой голени, меньших величинах размеров КЖС, что говорит о становлении определенного типа телосложения и соотношения компонентов массы тела ХГ к возрасту совершеннолетия.

Результаты нашего исследования подтверждаются данными обзора *Gaspari V.* с соавт. 2024 года [6] в котором было показано, что результативность художественных гимнасток связана с гибкостью, аэробными возможностями, силой мышц нижних конечностей, ловкостью, мышечной выносливостью, равновесием и координацией с раннего возраста, и все эти показатели, в целом, выше у гимнасток более старших возрастных групп и более высокого квалификационного уровня. Сила мышц нижних конечностей и мышечная выносливость зависят от степени развития мышечного компонента и тощей массы туловища и конечностей.

Ввиду отсутствия литературных данных по оценки симметричности развития обхватных размеров конечностей у художественных гимнасток, а так же наличия лишь одной публикации [3], посвященной оценке ЖМ и БЖМ по секторам, но не на индивидуальном уровне, раздел «обсуждение результатов» не может быть освещен в достаточной степени.

Заключение. Проведенное обследование показывает важность проведения анализа компонентного состава тела по секторам и указывает на то, что при одинаковых обхватных размерах правой и левой конечности (нижней и верхней) может быть выявлен их разный компонентный состав. При обследовании художественных гимнасток была показана в среднем по группе симметричность развития, говорящая о возможности проведения антропометрических измерений на одной (ведущей) стороне тела. При индивидуальной оценке симметрии было показано, что в большинстве случаев большее содержание безжировой массы находится в конечностях правой стороны тела, а жировой – в конечностях левой стороны. Позднее половое созревание художественных гимнасток подтверждается наличием скачка увеличения общей жировой массы тела в 14,6 лет (3-я возрастная группа), совпадающее с возрастом пубертата.

Данные, полученные в настоящем исследовании, могут служить ориентиром для проведения сравнения с данными собственных исследований, а также дополняют 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. 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-
4. Camargo C.T., Gomez-Campos R.A., Cossio-Bolaños M.A., Barbeta V.J., Arruda M., Guerra-Junior G. Growth and body composition in Brazilian female rhythmic gymnastics athletes // Journal of Sports Sciences. 2014. Vol. 32, N19. P.1790-1796. doi: 10.1080/02640414.2014.926381
5. Esteban-García P., Jiménez-Díaz JF., Abián-Vicén J., Bravo-Sánchez A., Rubio-Arias JÁ. 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
6. 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
7. 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

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. Anatomo - 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]. Moscow: Multiprint, 2022. 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. Camargo CT, Gomez-Campos RA, Cossio-Bolaños MA, Barbeta VJ, Arruda M, Guerra-Junior G. Growth and body composition in Brazilian female rhythmic gymnastics athletes. Journal of Sports Sciences. 2014;32(19):1790-6. doi: 10.1080/02640414.2014.926381
5. Esteban-García P, Jiménez-Díaz JF, Abián-Vicén J, Bravo-Sánchez A, Rubio-Arias JÁ. Effect of 12 weeks core training on core muscle performance in rhythmic gymnastics. Biology (Basel). 2021;10(11):1210. doi: 10.3390/biology10111210
6. 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
7. 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

Библиографическая ссылка:

Выборная К.В., Раджабкадиев Р.М., Семенов М.М., Беклемищева Е.В., Головин А.А., Никитюк Д.Б. Возрастная динамика антропометрических, физиометрических показателей и состава тела по секторам, спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2025. №6. Публикация 2-2. URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-6/2-2.pdf> (дата обращения: 18.12.2025). DOI: 10.24412/2075-4094-2025-6-2-2. EDN CQKVPI*

Bibliographic reference:

Vybornaya KV, Radzhabkadiev RM, Semenov MM, Beklemisheva EV, Golovin AA, Nikityuk DB. Vozrastnaya dinamika antropometricheskikh, fiziometricheskikh pokazatelej i sostava tela po sektoram, sportsmenok, zanimayushchihhsya hudozhestvennoj gimnastikoj [Age-related dynamics of anthropometric and physiometric parameters and segmental body composition in female athletes engaged in rhythmic gymnastics]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2025 [cited 2025 Dec 18];6 [about 14 p.]. Russian. Available from: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-6/2-2.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2025-6-2-2. EDN CQKVPI

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://www.vnmt.ru/Bulletin/E2025-6/e2025-6.pdf>

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