

## ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕВОЧЕК И ДЕВУШЕК, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

*К.В. Выборная<sup>1</sup>, М.М. Семенов<sup>1</sup>, М.Ф. Захарова<sup>2</sup>, Р.М. Раджабкадиев<sup>1</sup>, Д.Б. Никитюк<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва, Россия,

<sup>2</sup>«Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, г. Москва, Россия

**Цель.** Провести сравнительную оценку физического развития девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой, и представительниц группы контроля; определить, по каким показателям спортсменки отличаются от представительниц контрольной группы, выявить отличительные особенности состава тела гимнасток и изменчивость соматотипа гимнасток в зависимости от принадлежности к возрастным группам. **Материалы и методы.** Обследовали девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой (n = 102, 6–17 лет), и девочек и девушек контрольной группы, не имеющих интенсивных физических нагрузок (n = 340, 7–17 лет). Изучали основные морфологические параметры, значения компонентного состава тела и соматотипологический профиль. **Результаты.** Представительницы двух обследованных групп имеют различия в морфологических, компонентных и соматотипологических показателях. Гимнастки обладают меньшими тотальными размерами тела по сравнению с контрольной группой. В группах 1-го, 2-го детства и в подростковом возрасте длина, масса и индекс массы тела гимнасток достоверно ниже, чем в группе контроля. Во всех возрастных группах показатели объема талии и объема бедер гимнасток ниже, чем в группе контроля. Во всех возрастных группах у представительниц гимнастики ниже показатели относительного содержания жира в организме, что является отличительной их особенностью от группы контроля. У представительниц группы гимнастики в возрасте 2-го детства и подростковом возрасте значения относительного показателя скелетно-мышечной массы и удельной величины основного обмена выше, чем у представительниц группы контроля, что говорит о хорошем развитии мышечного компонента тела у гимнасток. Гимнастки отличаются по соматотипологическому профилю – имеют достоверно более высокие показатели компонента ECTO и достоверно более низкие показатели компонента ENDO. **Выводы.** Представительницы группы гимнастики имеют меньшие тотальные размеры тела по сравнению с контрольной группой. У представительниц гимнастики ниже показатели относительного содержания жировой массы тела во всех возрастных группах и выше показатели относительного содержания скелетно-мышечной массы тела в периоде 2-го детства и в подростковом возрасте, что является отличительной их особенностью от группы контроля. Выражена динамика соматотипа от эктомезоморфного (с преобладанием мышечного компонента тела) к мезоэкторморфному (с преобладанием костного компонента) у гимнасток с увеличением возраста и уровня спортивного мастерства.

**Ключевые слова:** художественная гимнастика, девочки, девушки, физическое развитие, антропометрия, биоимпедансометрия, состав тела, соматотип.

**Введение.** Регуляция массы тела (МТ) элитных спортсменов имеет решающее значение для продуктивных тренировок, соревновательных достижений и конкурентоспособности, особенно в тех видах спорта, где МТ спортсмена является важным определяющим фактором успеха [10, 15]. Для представительниц художественной гимнастики (ХГ) таким фактором является коррекция МТ в сторону

ее снижения за счет жировой массы тела (ЖМТ) [10], однако следует учитывать, что МТ не должна быть ниже границы физиологической нормы, так как это может послужить причиной развития ряда патологических процессов в организме девушек, в том числе задержкой полового развития [4].

Большинство исследований, посвященных определению уровня физического разви-

тия (ФР) ХГ, выявили схожие характеристики спортсменок: низкую длину тела (ДТ) и МТ, преобладание эктомезоморфного типа телосложения [5], низкий процент ЖМТ в составе тела [2, 6], поздние сроки окостенения скелета и поздний возраст наступления менархе. ХГ отличаются как от группы контроля [7–10, 12, 14], так и от представительниц некоторых других видов спорта [11]. При показателях МТ и ДТ ниже среднепопуляционных, значение росто-весового индекса (ИМТ) находится в пределах нормальных значений в среднем по группе, что не исключает у отдельных гимнасток пониженных значений показателя ИМТ [12, 14]. Данные особенности ФР часто приписываются воздействию интенсивных физических нагрузок при обучении ХГ с раннего возраста, однако до настоящего момента не установлено прямых причинно-следственных связей между занятиями ХГ и показателями ФР, на которые также влияют наследственные факторы, социальные условия, условия окружающей среды, антропогенные условия, особенности питания и некоторые другие [14]. К особенностям питания относят чрезмерный расход энергии и недостаточное ее восполнение (отрицательный энергетический баланс) [13], а также различные нарушения пищевого поведения – ограничение калорийности, несбалансированный рацион и неупорядоченный режим питания [14].

**Цель исследования.** Провести сравнительную оценку физического развития девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой, и представительниц группы контроля; определить, по каким показателям спортсменки отличаются от представительниц контрольной группы; выявить отличительные особенности состава тела гимнасток и изменчивость соматотипа гимнасток в зависимости от принадлежности к возрастным группам.

**Материалы и методы.** Проведено обследование девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой (ХГ) ( $n = 102$ , 6–17 лет). В качестве контрольной группы (КГ) были обследованы девочки и девушки, обучающиеся в двух среднеобразовательных школах и колледже, не занимающиеся спортом дополнительно ( $n = 340$ , 7–17 лет). Обследованные были разделены на 4 группы: 1-е детство, 2-е детство, подростковый возраст и юношеский возраст.

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [1]. Оценку

состава тела выполняли с помощью биоимпедансного анализатора ABC-01 «МЕДАСС» (НТЦ «МЕДАСС», Россия) [1]. Оценку компонентов соматотипа ENDO, MESO и ECTO по схеме Хит – Картера на основе показателей БИА получали согласно рекомендованным формулам, которые реализованы в программном обеспечении ABC01\_0362 анализаторов состава тела ABC-01 [3]. Обработка данных выполнялась с использованием программы Statistica 7. Проверку достоверности различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента, достоверными считали различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** При сравнении данных представительниц ХГ и представительниц КГ было показано, что ХГ 1-го детского возраста имеют достоверно меньшие показатели МТ, ОБ, ИТБ, ИМТ, ЖМТ, %ЖМТ и ВООуд (здесь и далее по тексту расшифровку см. в табл. 1 и 2; данные представлены в виде средней арифметической, стандартного отклонения, минимума и максимума  $\min \div \max$ ), чем представительницы КГ ( $p < 0,05$ ). Показатели ДТ, ОТ, БМТ и ОЖ меньше у представительниц ХГ, однако различия недостоверны. Представительницы ХГ 2-го детского возраста имеют достоверно меньшие показатели МТ, ОТ, ОБ, ИТБ, ИМТ, ЖМТ, %ЖМТ, БМТ, АКМ, ВОО, ВООуд, ОЖ и достоверно большие показатели ИТБ, %СММ и ВООуд, чем представительницы ГК ( $p < 0,05$ ). Показатели ДТ, %АКМ и СММ также меньше у представительниц ХГ, однако различия недостоверны. ХГ в подростковом периоде имеют достоверно меньшие показатели ДТ, МТ, ОТ, ОБ, ИТБ, ИМТ, ЖМТ, %ЖМТ, БМТ, АКМ, %АКМ, СММ, ВОО, ВООуд, ОЖ и достоверно большие показатели %СММ и ВООуд, чем ГК ( $p < 0,05$ ). ХГ юношеского возраста имеют достоверно меньшие показатели ОТ, ОБ, ИМТ, ЖМТ и %ЖМТ ( $p < 0,05$ ). Показатели ДТ и %СММ достоверно выше у представительниц художественной гимнастики.

Соматотипологическая оценка показала, что ХГ 1-го детского возраста имеют достоверно меньший показатель компонента ENDO, достоверно больший показатель компонента ECTO и недостоверно больший показатель компонента MESO, чем ГК. ХГ 2-го детского возраста, подросткового периода и юношеского возраста имеют достоверно меньшие показатели компонентов ENDO и MESO и достоверно больший показатель компонента ECTO, чем ГК.

Таблица 1  
Table 1

Основные антропометрические параметры, параметры состава тела  
и показатели компонентов соматотипа спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой  
Main anthropometric parameters, body composition and somatotype-related characteristics of female gymnasts

Показатели / Indicators	Возрастная группа / Age group			
	1-е детство (группа 1) 1st childhood (group 1)	2-е детство (группа 2) 2nd childhood (group 2)	Подростковый возраст (группа 3) Teenagers (group 3)	Юношеский возраст (группа 4) Adolescents (group 4)
Количество обследованных, n Total number of participants, n	19	47	36	9
Длина тела (ДТ), см Body length (BL), cm	119,1 ± 3,2 <sup>2,3,4</sup> (114,1–125,7)	138,5 ± 9,2 <sup>1,3,4</sup> (114,9–165)	152,4 ± 9,7 <sup>1,2,4</sup> (134–174)	170,7 ± 3,1 <sup>1,2,3</sup> (166,3–176,5)
Масса тела (МТ), кг Body weight (BW), kg	20,3 ± 1,1 <sup>2,3,4</sup> (18,6–22,8)	29,5 ± 5,1 <sup>1,3,4</sup> (19,9–46,8)	37,4 ± 6,1 <sup>1,2,4</sup> (27–50,5)	52,2 ± 4,3 <sup>1,2,3</sup> (46,2–59,4)
Индекс массы тела (ИМТ), кг/м <sup>2</sup> Body Mass Index (BMI), kg/m <sup>2</sup>	14,3 ± 0,6 <sup>2,3,4</sup> (13,1–15,4)	15,3 ± 1,2 <sup>1,4</sup> (13–18,9)	16 ± 1,1 <sup>1,4</sup> (13,8–19,5)	17,9 ± 1,3 <sup>1,2,3</sup> (15,5–19,9)
Окружность талии (ОТ), см Waist circumference (WC), cm	50,7 ± 2,4 <sup>2,3,4</sup> (45–56,5)	53,9 ± 3,4 <sup>1,3,4</sup> (45–59)	56,7 ± 4,5 <sup>1,2,4</sup> (49–66)	61,4 ± 2,9 <sup>1,2,3</sup> (56–65)
Окружность бедер (ОБ), см Hip circumference (HC), cm	60,6 ± 2,7 <sup>2,3,4</sup> (56–65)	67,9 ± 4,4 <sup>1,3,4</sup> (58–80)	72,8 ± 5,2 <sup>1,2,4</sup> (66–84,6)	87,3 ± 3,9 <sup>1,2,3</sup> (80–92)
Индекс талия – бедра (ИТБ) Waist to Hip ratio (WHR)	0,8 ± 0 <sup>2,3,4</sup> (0,8–0,9)	0,8 ± 0 <sup>1,4</sup> (0,7–0,9)	0,8 ± 0 <sup>1,4</sup> (0,7–0,9)	0,7 ± 0 <sup>1,2,3</sup> (0,7–0,8)
ФУ, град. Phase angle, degrees	5,6 ± 0,6 <sup>2,3,4</sup> (4,5–6,6)	5,9 ± 0,4 <sup>1,4</sup> (4,7–6,5)	5,8 ± 0,5 <sup>1</sup> (5,1–6,8)	6,5 ± 0,4 <sup>1,2</sup> (5,9–7)
Жировая масса тела (ЖМТ), кг Body Fat Mass (BFM), kg	2,5 ± 0,9 <sup>2,3,4</sup> (0,9–4)	4,4 ± 1,4 <sup>1,3,4</sup> (1,6–7,9)	5,6 ± 2 <sup>1,2,4</sup> (2,7–9,6)	9,7 ± 2,2 <sup>1,2,3</sup> (6,6–12,9)
Процент жировой массы тела (%ЖМТ), % Percent Body Fat (PBF), %	12,4 ± 4,3 <sup>3,4</sup> (4,8–20,1)	14,9 ± 3,1 <sup>4</sup> (7,5–21,6)	14,8 ± 3,9 <sup>1</sup> (7–23,9)	18,6 ± 3,3 <sup>1,2</sup> (13,8–23,4)
Безжировая масса тела (БМТ), кг Lean Mass (LM), kg	17,8 ± 1,3 <sup>2,3,4</sup> (15,7–20,2)	25,1 ± 4,1 <sup>1,3,4</sup> (16,9–39,1)	31,8 ± 5 <sup>1,2,4</sup> (22,5–40,9)	42,4 ± 3,3 <sup>1,2,3</sup> (37–47,1)
Активная клеточная масса (АКМ), кг Active Cell Mass (ACM), kg	9,1 ± 0,9 <sup>2,3,4</sup> (7,7–10,7)	13,4 ± 2,3 <sup>1,3,4</sup> (8,9–21,2)	16,7 ± 2,4 <sup>1,2,4</sup> (11,6–21,3)	23,7 ± 2,1 <sup>1,2,3</sup> (19,7–26,9)
Процент активной клеточной массы (%АКМ), % от МТ Percent Active Cell Mass (PAC), % of BW	51,4 ± 3,1 <sup>2,3,4</sup> (44,8–56,6)	53,4 ± 2,1 <sup>1,4</sup> (46,5–56)	52,7 ± 2,6 <sup>1</sup> (48,7–57,7)	55,9 ± 1,7 <sup>1,2</sup> (53,3–58,2)
Скелетно-мышечная масса (СММ), кг Skeletal Muscle Mass (SMM), kg	7,8 ± 1 <sup>2,3,4</sup> (6,2–9,6)	12,9 ± 2,6 <sup>1,3,4</sup> (7,4–20,7)	17,1 ± 2,9 <sup>1,2,4</sup> (11,2–22,4)	22,2 ± 1,6 <sup>1,2,3</sup> (19,7–24,2)
Процент скелетно-мышечной массы от безжировой массы (%СММ), % от ТМТ Percent Skeletal Muscle Mass (SMM), % from LM	43,8 ± 2,5 <sup>2,3,4</sup> (39,4–47,7)	51 ± 2,8 <sup>1,3</sup> (40,4–54,3)	53,6 ± 1,6 <sup>1,2</sup> (50–57,8)	52,4 ± 0,9 <sup>1</sup> (51,2–53,9)
Величина основного обмена (ВОО), ккал/сут Basal metabolic rate (BMR), kcal/day	904,4 ± 27,8 <sup>2,3,4</sup> (860–955)	1038,9 ± 71,1 <sup>1,3,4</sup> (898–1285)	1142,6 ± 75,2 <sup>1,2,4</sup> (982–1290)	1365,2 ± 66,8 <sup>1,2,3</sup> (1238–1467)
Удельная величина основного обмена (ВООуд), ккал/кг МТ Specific Basal Metabolic Rate (BMRspec), kcal/kg BW	1140,8 ± 47,6 <sup>2,3,4</sup> (1044–1203)	970,6 ± 73 <sup>1,3,4</sup> (846–1213)	886,9 ± 60,6 <sup>1,2,4</sup> (784–1039)	838,3 ± 27,4 <sup>1,2,3</sup> (780–867)
Общая жидкость (ОЖ), кг Total Water, kg	12,9 ± 0,9 <sup>2,3,4</sup> (11,4–14,6)	18,1 ± 3,1 <sup>1,3,4</sup> (12–28,6)	23,3 ± 3,7 <sup>1,2,4</sup> (16,5–29,9)	31 ± 2,4 <sup>1,2,3</sup> (27,1–34,5)
Внеклеточная жидкость (ВКЖ), кг Extracellular Water, kg	7 ± 0,4 <sup>2,3,4</sup> (6,4–7,6)	8,9 ± 1,1 <sup>1,3,4</sup> (6,7–12,7)	10,7 ± 1,4 <sup>1,2,4</sup> (8,2–13,2)	13,4 ± 0,9 <sup>1,2,3</sup> (12–14,6)

Окончание табл. 1  
Table 1 (end)

Показатели / Indicators	Возрастная группа / Age group			
	1-е детство (группа 1) 1st childhood (group 1)	2-е детство (группа 2) 2nd childhood (group 2)	Подростковый возраст (группа 3) Teenagers (group 3)	Юношеский возраст (группа 4) Adolescents (group 4)
Внеклеточная жидкость (ВКЖ), кг Extracellular Water, kg	7 ± 0,4 <sup>2,3,4</sup> (6,4–7,6)	8,9 ± 1,1 <sup>1,3,4</sup> (6,7–12,7)	10,7 ± 1,4 <sup>1,2,4</sup> (8,2–13,2)	13,4 ± 0,9 <sup>1,2,3</sup> (12–14,6)
Клеточная (внутриклеточная) жидкость (КЖ), кг Intracellular Water, kg	5,9 ± 0,6 <sup>2,3,4</sup> (5–6,9)	9,2 ± 2 <sup>1,3,4</sup> (5,3–15,9)	12,6 ± 2,3 <sup>1,2,4</sup> (8,3–16,8)	17,7 ± 1,5 <sup>1,2,3</sup> (15,1–19,9)
ENDO, баллы ENDO, scores	2 ± 0,4 (1,4–2,7)	2 ± 0,5 (1,3–3,5)	1,8 ± 0,5 (0,7–3)	2,1 ± 0,5 (1,5–3,2)
MESO, баллы MESO, scores	3,7 ± 0,3 <sup>4</sup> (3–4,4)	3,4 ± 0,6 (2,1–5,2)	3,2 ± 0,5 (2,3–4,7)	3 ± 0,5 <sup>1</sup> (1,9–3,8)
ЕСТО, баллы ЕСТО, scores	3,4 ± 0,6 <sup>2,3,4</sup> (2,5–4,6)	4,3 ± 0,9 <sup>1</sup> (1,2–6,5)	4,9 ± 0,8 <sup>1</sup> (2,8–6,1)	4,9 ± 0,9 <sup>1</sup> (3,4–6,6)

Примечание: <sup>1</sup> – достоверное отличие показателя от группы 1; <sup>2</sup> – достоверное отличие показателя от группы 2; <sup>3</sup> – достоверное отличие показателя от группы 3; <sup>4</sup> – достоверное отличие показателя от группы 4.

Note: <sup>1</sup> – significant difference with group 1; <sup>2</sup> – significant difference with group 2; <sup>3</sup> – significant difference with group 3; <sup>4</sup> – significant difference with group 4.

Таблица 2  
Table 2

Основные антропометрические параметры, параметры состава тела и показатели компонентов соматотипа девочек и девушек группы контроля  
Main anthropometric parameters, body composition and somatotype-related characteristics of the control group

Показатели / Indicators	Возрастная группа / Age group			
	1-е детство (группа 1) 1st childhood (group 1)	2-е детство (группа 2) 2nd childhood (group 2)	Подростковый возраст (группа 3) Teenagers (group 3)	Юношеский возраст (группа 4) Adolescents (group 4)
Количество обследованных, n Total number of participants, n	5	103	199	110
Длина тела (ДТ), см Body length (BL), cm	122,2 ± 3,6 <sup>2,3,4</sup> (117–127)	141,2 ± 9,8 <sup>1,3,4</sup> (115–161)	158,3 ± 7,7 <sup>1,2,4</sup> (133–182)	163,8 ± 5,5 <sup>1,2,3</sup> (152–180)
Масса тела (МТ), кг Body weight (BW), kg	24,4 ± 5,4 <sup>3,4</sup> (20,7–33,8)	35,2 ± 9,6 <sup>3,4</sup> (20–63)	50 ± 11,3 <sup>1,2,4</sup> (23–100)	57,4 ± 8,3 <sup>1,2,3</sup> (40,6–86,3)
Индекс массы тела (ИМТ), кг/м <sup>2</sup> Body Mass Index (BMI), kg/m <sup>2</sup>	16,2 ± 2,8 (13,7–21)	17,4 ± 3,3 <sup>3,4</sup> (10,7–30,5)	19,8 ± 3,4 <sup>2,4</sup> (13–36,1)	21,4 ± 2,9 <sup>2,3</sup> (16,5–32,1)
Окружность талии (ОТ), см Waist circumference (WC), cm	52 ± 5,4 <sup>3,4</sup> (49–60)	57,4 ± 6,8 <sup>3,4</sup> (45–80)	63,1 ± 6,7 <sup>1,2,4</sup> (46–90)	67 ± 5,7 <sup>1,2,3</sup> (58–92)
Окружность бедер (ОБ), см Hip circumference (HC), cm	65,2 ± 7,9 <sup>3,4</sup> (61–77)	73,7 ± 8,4 <sup>3,4</sup> (57–100)	86,4 ± 8,6 <sup>1,2,4</sup> (60–116)	93,9 ± 6 <sup>1,2,3</sup> (78–114)
Индекс талия – бедра (ИТБ) Waist to Hip ratio (WHR)	0,8 ± 0 <sup>3,4</sup> (0,8–0,8)	0,8 ± 0 <sup>3,4</sup> (0,7–0,9)	0,7 ± 0 <sup>1,2,4</sup> (0,6–0,9)	0,7 ± 0 <sup>1,2,3</sup> (0,6–0,8)
ФУ, град. Phase angle, degrees	5,5 ± 0,3 <sup>4</sup> (5,1–5,9)	6 ± 0,6 <sup>4</sup> (3,6–8)	6,1 ± 0,6 <sup>4</sup> (4,7–7,7)	6,8 ± 0,8 <sup>1,2,3</sup> (5,3–9,7)
Жировая масса тела (ЖМТ), кг Body Fat Mass (BFM), kg	5,8 ± 3,6 <sup>4</sup> (3,5–12,1)	7,9 ± 4,4 <sup>3,4</sup> (1–22,4)	12,1 ± 5,6 <sup>2,4</sup> (2–34,8)	15 ± 4,9 <sup>1,2,3</sup> (6–31)
Процент жировой массы тела (%ЖМТ), % Percent Body Fat (PBF), %	22,6 ± 7,8 (15,8–35,8)	21,2 ± 6,6 <sup>4</sup> (3,3–37,5)	23,1 ± 5,9 <sup>4</sup> (6,5–39)	25,7 ± 5,3 <sup>2,3</sup> (11,7–38,2)
Безжировая масса тела (БМТ), кг Lean Mass (LM), kg	18,6 ± 2,1 <sup>3,4</sup> (16,1–21,7)	27,4 ± 6 <sup>3,4</sup> (16,1–42,4)	38 ± 6,5 <sup>1,2,4</sup> (21–65,5)	42,3 ± 4,7 <sup>1,2,3</sup> (29,4–58,5)

Показатели / Indicators	Возрастная группа / Age group			
	1-е детство (группа 1) 1st childhood (group 1)	2-е детство (группа 2) 2nd childhood (group 2)	Подростковый возраст (группа 3) Teenagers (group 3)	Юношеский возраст (группа 4) Adolescents (group 4)
Активная клеточная масса (АКМ), кг Active Cell Mass (ACM), kg	9,5 ± 0,9 <sup>3,4</sup> (8,6–10,8)	14,7 ± 3,6 <sup>3,4</sup> (7–23,2)	20,7 ± 3,9 <sup>1,2,4</sup> (11,5–37,6)	24,3 ± 3,2 <sup>1,2,3</sup> (14,9–34,5)
Процент активной клеточной массы (%АКМ), % от МТ Percent Active Cell Mass (РАС), % of BW	51,1 ± 1,8 <sup>4</sup> (48,9–53,2)	53,5 ± 3,4 <sup>4</sup> (38–62,3)	54,4 ± 2,8 <sup>4</sup> (46,6–61,4)	57,3 ± 3,5 <sup>1,2,3</sup> (49,8–68)
Скелетно-мышечная масса (СММ), кг Skeletal Muscle Mass (SMM), kg	7,9 ± 0,8 <sup>1,2,3</sup> (7,1–8,9)	13,7 ± 3,2 <sup>1,3,4</sup> (6,3–21,5)	19,3 ± 2,8 <sup>1,2,4</sup> (10,8–29,5)	21,3 ± 2,1 <sup>1,2,3</sup> (15,2–27,3)
Процент скелетно-мышечной массы от безжировой массы (%СММ), % от ТМТ Percent Skeletal Muscle Mass (SMM), % from LM	42,9 ± 1,5 <sup>1,2,3</sup> (41,2–44,4)	49,8 ± 3,3 <sup>1,3</sup> (39–61,1)	51,1 ± 2,1 <sup>1,2</sup> (44,4–57,4)	50,4 ± 1,7 <sup>1</sup> (45,4–53,9)
Величина основного обмена (ВОО), ккал/сут Basal metabolic rate (BMR), kcal/day	915 ± 29,6 <sub>2,3</sub> (886–956)	1080,4 ± 112,6 <sub>2,3</sub> (838–1348)	1269,2 ± 124,5 <sub>1,2,4</sub> (979–1803)	1383,1 ± 100,6 <sub>1,2,3</sub> (1087–1704)
Удельная величина основного обмена (ВООуд), ккал/кг МТ Specific Basal Metabolic Rate (BMRspec), kcal/kg BW	1062,2 ± 71,1 <sub>1,2,3</sub> (948–1130)	936,7 ± 76,3 <sub>1,3,4</sub> (810–1187)	858,9 ± 48,1 <sub>1,2</sub> (749–1031)	859,4 ± 49,1 <sub>1,2</sub> (760–1034)
Общая жидкость (ОЖ), кг Total Water, kg	13,4 ± 1,5 <sup>3,4</sup> (11,7–15,6)	19,9 ± 4,5 <sup>3,4</sup> (11,8–31,1)	27,8 ± 4,8 <sup>1,2,4</sup> (15,4–48)	31 ± 3,4 <sup>1,2,3</sup> (21,5–42,8)
Внеклеточная жидкость (ВКЖ), кг Extracellular Water, kg	7,2 ± 0,6 <sup>3,4</sup> (6,5–8)	9,5 ± 1,6 <sup>3,4</sup> (6,4–13,5)	12,2 ± 1,7 <sup>1,2,4</sup> (7,6–19,5)	13,2 ± 1,3 <sup>1,2,3</sup> (9,9–17,6)
Клеточная (внутриклеточная) жидкость (КЖ), кг Intracellular Water, kg	6,2 ± 0,9 <sup>3,4</sup> (5,2–7,6)	10,4 ± 2,9 <sup>3,4</sup> (5,3–17,5)	15,6 ± 3 <sup>1,2,4</sup> (7,6–28,5)	17,8 ± 2,2 <sup>1,2,3</sup> (11,6–25,2)
ENDO, баллы ENDO, scores	3,3 ± 1,5 (2,3–5,9)	3,1 ± 1,4 <sup>4</sup> (0,1–9,4)	3,4 ± 1,4 (0,7–9,9)	3,9 ± 1,3 <sup>2</sup> (1,5–8,2)
MESO, баллы MESO, scores	4,2 ± 1,1 (2,9–5,9)	4,1 ± 1,3 (1,2–10)	4,2 ± 1,1 (1,9–9,8)	4,5 ± 1,1 (2,3–8,2)
ECTO, баллы ECTO, scores	2,5 ± 1,3 (0,6–4,2)	3,4 ± 1,7 <sup>4</sup> (0,1–8,6)	3,2 ± 1,5 (0,1–6,9)	2,7 ± 1,2 <sup>2</sup> (0,1–6)

Примечание: <sup>1</sup> – достоверное отличие показателя от группы 1; <sup>2</sup> – достоверное отличие показателя от группы 2; <sup>3</sup> – достоверное отличие показателя от группы 3; <sup>4</sup> – достоверное отличие показателя от группы 4.

Note: <sup>1</sup> – significant difference with group 1; <sup>2</sup> – significant difference with group 2; <sup>3</sup> – significant difference with group 3; <sup>4</sup> – significant difference with group 4.

Была выявлена следующая динамика компонентов соматотипа девочек с увеличением возраста. В группе ХГ эндоморфный компонент, отвечающий за развитие ЖМТ, выражен менее всего и менее всего выявлены колебания компонента ENDO – между 1, 2, 3 и 4-й группами достоверных различий выявлено не было. У представительниц ГК показано увеличение значения компонента ENDO от 1-й к 4-й группе. Следующий по степени значимости компонент, подвергшийся колебанию, – это мезоморфный компонент, отвечающий за

развитие ММТ. Его показатели у ХГ уменьшаются с увеличением возраста, а у КГ недостоверно увеличиваются. Наиболее выражен у ХГ эктоморфный компонент, отвечающий за костную массу и степень вытянутости скелета. Во 2, 3 и 4-й возрастных группах его значения отличаются недостоверно. В ГК компонент ЕСТО является самым маловыраженным компонентом из трех.

Результаты наших исследований сопоставимы с данными S. Vacciotti et al [13], в исследованиях которых было показано, что

гимнастки в возрасте 9–16 лет имеют меньшую МТ, ДТ и ЖМТ, а также меньшее, чем у представительниц ГК, значение компонента ENDO и большие значения компонентов MESO и ECTO.

**Выводы.** Представительницы ХГ обладают меньшими тотальными размерами тела по сравнению с представительницами КГ: в 1, 2 и 3-й группах ДТ, МТ и ИМТ ХГ достоверно ниже; показатели ОТ и ОБ ХГ ниже, чем в ГК во всех четырех группах; с возрастом различия между представительницами обеих групп становятся более значительными. ХГ отличаются также и по параметрам состава тела: во всех возрастных группах показатели %ЖМТ ниже у ХГ; в возрасте 2-го детства и подростковом возрасте показатели %СММ и ВООуд выше у ХГ, что говорит о хорошем развитии мышечного компонента тела у гимнасток. ХГ отличаются по соматотипологическому профилю: имеют достоверно более высокие показатели компонента ECTO и достоверно более низкие показатели компонента ENDO; с увеличением возраста и уровня спортивного мастерства наблюдается динамика соматотипа от эктомезоморфного к мезоэктотоморфному.

### Литература

1. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
2. Олейник, Е.А. Сравнительный анализ компонентного состава тела у спортсменок различных конституциональных типов / Е.А. Олейник // Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 3 (121). – С. 97–101.
3. О новом протоколе оценки соматотипа по схеме Хит – Картера в программном обеспечении биоимпедансного анализатора состава тела / В.А. Колесников, С.Г. Руднев, Д.В. Николаев и др. // Вестник Моск. ун-та. Серия 23: Антропология. – 2016. – № 4. – С. 4–13.
4. Соловьева, И.О. Влияние интенсивных физических нагрузок на репродуктивную систему девочек, занимающихся художественной гимнастикой / И.О. Соловьева, Н.Н. Венгерова, Д.А. Ниаури // Вестник С.-Петерб. ун-та. Медицина. – 2009. – Т. 11. – Вып. 3. – С. 190–196.
5. Специфика физической подготовленности начинающих спортсменок тонкокостных вариантов телосложения в художественной гимнастике / И.Ю. Горская, Г.П. Ларионова, Д.А. Савчак, Е.Э. Малахова // Соврем. проблемы науки и образования. – 2018. – № 2.
6. Сравнительная характеристика антропометрических показателей спортсменок высокой квалификации, занимающихся спортивной и художественной гимнастикой / В.Б. Мандриков, Р.П. Самусев, Е.В. Зубарева и др. // Вестник Волгоград. гос. мед. ун-та. – 2015. – С. 40–42.
7. Судакова, А.А. Сравнительная характеристика показателей физического развития девочек, занимающихся спортивной и художественной гимнастикой / А.А. Судакова, Т.В. Сударева, И.А. Голанцев // Смолен. мед. альманах. – 2018. – С. 118–121.
8. Шинкарук, О. Комплексная оценка подготовленности квалифицированных спортсменок в художественной гимнастике / О. Шинкарук, А. Топол // Наука в олимпийском спорте. – 2017. – № 4. – С. 17–26.
9. Beunen, G.P. Physical growth and maturation of female gymnasts / G.P. Beunen, R.M. Malina, M. Thomis // Human growth in context. – London: Smith-Gordon, 1999. – P. 281–289.
10. Body Physique and Proportionality of Brazilian Female Artistic Gymnasts / S. Vaccioti, A. Baxter-Jones, A. Gaya, J. Maia // Journal of Sports Sciences. – 2017. – Vol. 36 (7). – P. 749–756. DOI: 10.1080/02640414.2017.1340655
11. Growth and Maturation of Adolescent Female Gymnasts, Swimmers, and Tennis Players / M.C. Erlandson, L.B. Sherar, R.L. Mirwald и др. // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2008. – Vol. 40 (1). – P. 34–42. DOI: 10.1249/mss.0b013e3181596678
12. Malina, R.M. Growth and maturation of elite female gymnasts: is training a factor? / R.M. Malina // Human growth in context. – London: Smith-Gordon, 1999. – P. 291–301.
13. Nutritional Status of Young Female Elite Gymnasts / S. López-Varela, A. Montero, R.K. Chandra, A. Marcos // International Journal for Vitamin and Nutrition Research. – 2000. – Vol. 70 (4). – P. 185–190. DOI: 10.1024/0300-9831.70.4.185
14. Role of Intensive Training in the Growth and Maturation of Artistic Gymnasts / R.M. Malina, A.D.G. Baxter-Jones, N. Armstrong et al. // Sports Medicine. – 2013. – Vol. 43 (9). – P. 783–802. DOI: 10.1007/s40279-013-0058-5

15. *Taboada-Iglesias, Y. Anthropometric Profile in Different Event Categories of Acrobatic Gymnastics / Y. Taboada-Iglesias, M.V. Santana,*

*Á. Gutiérrez-Sánchez // Journal of Human Kinetics. – 2017. – Vol. 57 ( 1). –P. 169–179. DOI: 10.1515/hukin-2017-0058*

**Выборная Ксения Валерьевна**, научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: dombim@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4010-6315.

**Семенов Мурадин Мудалифович**, научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: muradin-81@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8039-529X.

**Захарова Мария Федоровна**, физиолог отдела комплексного научно-методического сопровождения спортсменов, «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы. 129272, г. Москва, ул. Советской Армии, 6. E-mail: mfzakharova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2643-2675.

**Раджабканиев Раджабкани Магомедович**, младший научный сотрудник лаборатории спортивной антропологии и нутрициологии, Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: 89886999800@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3634-8354.

**Никитюк Дмитрий Борисович**, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, директор Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи, заведующий лабораторией спортивной антропологии и нутрициологии. 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14. E-mail: dimitrynik@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4968-4517.

*Поступила в редакцию 16 мая 2021 г.*

---

DOI: 10.14529/hsm210302

## FEATURES OF PHYSICAL DEVELOPMENT IN GIRLS AND TEENAGERS IN RHYTHMIC GYMNASTICS

*K.V. Vybornaya<sup>1</sup>, dombim@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4010-6315,  
M.M. Semenov<sup>1</sup>, muradin-81@mail.ru, ORCID: 0000-0001-8039-529X,  
M.F. Zakharova<sup>2</sup>, mfzakharova@mail.ru, ORCID: 0000-0002-2643-2675,  
R.M. Radzhabkadiev<sup>1</sup>, 89886999800@mail.ru, ORCID: 0000-0002-3634-8354,  
D.B. Nikitjuk<sup>1</sup>, dimitrynik@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4968-4517*

<sup>1</sup>Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russian Federation,

<sup>2</sup>Moscow Center of Advanced Sport Technologies, Moscow, Russian Federation

**Aim.** The paper provides a comparative assessment of physical development between female gymnasts and the control group, determines the difference between the indicators depending on the group, and reveals the features of body composition among female gymnasts, as well as the variety of their somatotypes depending on the age groups. **Materials and methods.** Girls and teenagers engaged in rhythmic gymnastics (n = 102, 6–17 years old) participated in the study. The control group included girls and teenagers who did not have intense physical activity (n = 340, 7–17 years old). The main morphological parameters, body composition and somatotype profile were studied. **Results.** Differences between the groups were found in terms of morphological, body composition and somatotype-related parameters. Female gymnasts were characterized by smaller body dimensions compared to the control group. In certain age groups (first childhood, second childhood, teenagers), body length, body weight and body mass index (BMI)

of female gymnasts were significantly lower than in the control group. In all age groups, waist and hip circumference of female gymnasts was lower than in the control group. In all age groups, female gymnasts had lower body fat compared to the control group. In certain female gymnasts (second childhood and teenagers), the relative skeletal muscle mass and specific basal metabolic rate were higher compared to the control group and indicated a well-developed muscular component. Female gymnasts differed from the control group in terms of their somatotypes and had significantly higher indicators of the ECTO component and significantly lower indicators of the ENDO component. **Conclusion.** Girls and teenagers engaged in rhythmic gymnastics were characterized by smaller body dimensions. Female gymnasts had lower body fat in all age groups and higher indicators of the relative skeletal muscle mass in the 2nd childhood and teenage period compared to the control group. The somatotype changes from ectomesomorphic (with a predominance of the muscular component) to mesoectomorphic (with a predominance of the bone component) with age and level of sports achievements.

**Keywords:** rhythmic gymnastics, girls, teenagers, physical development, anthropometry, bioimpedance analysis, body composition, somatotype.

### References

1. Martirosov E.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. *Tekhnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka* [Technologies and Methods for Determining the Composition of the Human Body]. Moscow, Science Publ., 2006. 248 p.
2. Oleynik E.A. [Comparative Analysis of the Body Composition of Athletes of Various Constitutional]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft], 2015, no. 3 (121), pp. 97–101. (in Russ.)
3. Kolesnikov V.A., Rudnev S.G., Nikolaev D.V. et al. [On the New Protocol for Assessing the Somatotype According to the Heath-Carter Scheme in the Software of the Bioimpedance Body Composition Analyzer]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23: Antropologiya* [Bulletin of Moscow University. Series 23. Anthropology], 2016, no. 4, pp. 4–13. (in Russ.)
4. Solov'eva I.O., Vengerova N.N., Niauri D.A. [Influence of Intense Physical Activity on the Reproductive System of Girls Involved in Rhythmic Gymnastics]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Medicina* [Vestnik of Saint Petersburg University. Medicine], 2009, vol. 11, pp. 190–196. (in Russ.)
5. Gorskaya I.Yu., Larionova G.P., Savchak D.A., Malahova E.E. [Specificity of Physical Fitness of Beginner Athletes with Thin-Boned Body Types in Rhythmic Gymnastics]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2018, no. 2. (in Russ.)
6. Mandrikov V.B., Samusev R.P., Zubareva E.V. et al. [Comparative Characteristics of Anthropometric Indicators of Highly Qualified Athletes Involved in Artistic and Artistic Gymnastics]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of Volgograd State Medical University], 2015, pp. 40–42. (in Russ.)
7. Sudakova A.A., Sudareva T.V., Golancev I.A. [Comparative Characteristics of Indicators of Physical Development of Girls Engaged in Sports and Rhythmic Gymnastics]. *Smolenskiy medicinskiy al'manah* [Smolensk Medical Almanac], 2018, pp. 118–121. (in Russ.)
8. Shinkaruk O., Topol A. [Comprehensive Assessment of the Preparedness of Qualified Athletes in Rhythmic Gymnastics]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic sports], 2017, no. 4, pp. 17–26. (in Russ.)
9. Beunen G.P., Malina R.M., Thomis M. Physical Growth and Maturation of Female Gymnasts. *Human Growth in Context*, 1999, pp. 281–289.
10. Bacciotti S., Baxter-Jones A., Gaya A., Maia J. Body Physique and Proportionality of Brazilian Female Artistic Gymnasts. *Journal of Sports Sciences*, 2017, vol. 36 (7), pp. 749–756. DOI: 10.1080/02640414.2017.1340655
11. Erlandson M.C., Sherar L.B., Mirwald R.L. et al. Growth and Maturation of Adolescent Female Gymnasts, Swimmers, and Tennis Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2008, vol. 40 (1), pp. 34–42. DOI: 10.1249/mss.0b013e3181596678
12. Malina R.M. Growth and Maturation of Elite Female Gymnasts: is Training a Factor? *Human Growth in Context*, 1999, pp. 291–301.



13. López-Varela S., Montero A., Chandra R.K., Marcos A. Nutritional Status of Young Female Elite Gymnasts. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research*, 2000, vol. 70 (4), pp. 185–190. DOI: 10.1024/0300-9831.70.4.185

14. Malina R.M., Baxter-Jones A.D.G., Armstrong N. et al. Role of Intensive Training in the Growth and Maturation of Artistic Gymnasts. *Sports Medicine*, 2013, vol. 43 (9), pp. 783–802. DOI: 10.1007/s40279-013-0058-5

15. Taboada-Iglesias Y., Santana M.V., Gutiérrez-Sánchez Á. Anthropometric Profile in Different Event Categories of Acrobatic Gymnastics. *Journal of Human Kinetics*, 2017, vol. 57 (1), pp. 169–179. DOI: 10.1515/hukin-2017-0058

*Received 16 May 2021*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Особенности физического развития девочек и девушек, специализирующихся в художественной гимнастике / К.В. Выборная, М.М. Семенов, М.Ф. Захарова и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 3. – С. 14–22. DOI: 10.14529/hsm210302

### FOR CITATION

Vybornaya K.V., Semenov M.M., Zakharova M.F., Radzhabkadiyev R.M., Nikitjuk D.B. Features of Physical Development in Girls and Teenagers in Rhythmic Gymnastics. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 14–22. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210302

---