

Физиология Physiology

Научная статья
УДК 159.936
DOI: 10.14529/hsm240301

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У СПОРТСМЕНОК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКОЙ

С.М. Абуталимова, sabina190989@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1722-0774>

Ю.В. Корягина, наука@skfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5468-0636>

Г.Н. Тер-Акопов, наука@skfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7432-8987>

С.В. Нопин, work800@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>

Ю.В. Кушнарева, juli_83-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7343-4622>

Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр
Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия

Аннотация. Цель: оценить возрастную динамику стабилOMETрических показателей у спортсменок, специализирующихся в художественной гимнастике. **Материалы и методы.** В исследовании приняло участие 157 гимнасток квалификации 3-й юношеский разряд – ЗМС. Все спортсменки были разделены на группы по возрастным категориям от 3 до 20 лет. Анализ статокинетической функции проводился с помощью стабилOMETрической платформы STPL (MEPA). Для исследования использовались 2 теста: проба Ромберга и комбинированная проба. Анализируемые параметры: площадь статокинезиограммы (мм^2), средняя скорость перемещения центра давления (мм/с), мощность статокинезиограммы (мВт). **Результаты.** Выявлено, что спортсменки младших возрастных групп (до 8 лет) имели более высокие показатели ($p \leq 0,04$) площади статокинезиограммы ($358 [218; 545] \text{мм}^2$) в сравнении со спортсменками старшего возраста ($169 [103; 307] \text{мм}^2$). Анализ параметров показателей средней скорости перемещения центра давления позволил выявить статистически значимые отличия между группами гимнасток до 10 лет ($13 [11; 15] \text{мм/с}$) и более старшими спортсменками ($9 [7; 9] \text{мм/с}$) ($p \leq 0,02$). При оценке параметров площади статокинезиограммы статической части комбинированной пробы были выявлены отличия у групп гимнасток младше 8 лет ($251 [163; 412] \text{мм}^2$) и более старших спортсменок ($102 [80; 116] \text{мм}^2$) ($p \leq 0,04$), а при оценке динамической части пробы статистические различия отмечены между группами до 10 лет ($315 [189; 435] \text{мм}^2$) и более старшими группами ($149 [72; 236] \text{мм}^2$) ($p \leq 0,04$). **Заключение.** При проведении стабилOMETрических тестов было выявлено, что спортсменки старшего возраста обладают более совершенной системой постурального контроля, а также лучшей сенсорной и проприоцептивной регуляцией в сравнении с гимнастками младшего возраста.

Ключевые слова: стабилOMETрия, художественная гимнастика, постуральный баланс, проба Ромберга, статокинезиограмма

Для цитирования: Возрастная динамика стабилOMETрических показателей у спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой / С.М. Абуталимова, Ю.В. Корягина, Г.Н. Тер-Акопов и др. // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 3. С. 7–14. DOI: 10.14529/hsm240301

AGE DYNAMICS OF STABILOMETRIC INDICES IN FEMALE RHYTHMIC GYMNASTS

S.M. Abutalimova, sabina190989@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1722-0774>

Yu.V. Koryagina, nauka@skfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5468-0636>

G.N. Ter-Akopov, nauka@skfmba.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7432-8987>

S.V. Nopin, work800@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9406-4504>

Yu.V. Kushnareva, juli_83-83@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7343-4622>

North Caucasus Federal Research and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency,
Essentuki, Russia

Abstract. Aim. This study aims to evaluate the age dynamics of force platform measurements in female rhythmic gymnasts. **Materials and methods.** The study involved 157 rhythmic gymnasts, ranging from the third junior category to the Honoured Masters of Sport. All athletes were assigned age groups from 3 to 20 years. Utilizing the STPL (MEPA) force platform, the statokinetic function analysis was conducted through the performance of the Romberg test and a combined test. The parameters under study included the ellipse area (mm²), the average center of pressure (CoP) velocity (mm/s), and the statokinesiogram power (mW). **Results.** The results obtained indicated that the younger age groups (≤ 8 years) exhibited significantly higher statokinesiogram area indices ($p \leq 0.04$, 358 [218; 545] mm²) compared to those of older athletes (169 [103; 307] mm²). A statistical disparity was observed in the average CoP velocity between gymnasts aged below 10 years (13 [11; 15] mm/s) and those above (9 [7; 9] mm/s) ($p \leq 0.02$). Analysis of the ellipse area during the static part of the combined test revealed differences between gymnasts aged below 8 years (251 [163; 412] mm²) and those above (102 [80; 116] mm²) ($p \leq 0.04$), whereas the dynamic part of the combined test showed differences between gymnasts aged below 10 years (315 [189; 435] mm²) and those above (149 [72; 236] mm²) ($p \leq 0.04$). **Conclusion.** In conclusion, the stabilometric assessments underscored the superior postural control system, along with enhanced sensory and proprioceptive regulation, in older athletes relative to their younger counterparts.

Keywords: stabilometry, rhythmic gymnastics, postural balance, Romberg test, statokinesiogram

For citation: Abutalimova S.M., Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V., Kushnareva Yu.V. Age dynamics of stabilometric indices in female rhythmic gymnasts. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(3):7–14. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240301

Введение. Исследование способности поддерживать правильную позу и целенаправленно управлять общим центром массы тела особенно актуально для подготовки спортсменов сложнокоординационных видов спорта. При этом именно в художественной гимнастике выполнение упражнений сопряжено с выполнением двигательных действий, максимально отличающихся по объему и биомеханической структуре от движений, выполняемых человеком в повседневной жизни [1, 6, 8, 12].

Особенности движений и нехарактерные для обычной жизни двигательные стереотипы, например, ходьба на носках, ведут к смещению общего центра тяжести за пределы площади опоры стоп [5, 13, 14], а раннее начало спортивной карьеры (3–5 лет) может способствовать закреплению атипичных в биомеханических плоскостях локомоторных паттернов [2, 9, 10]. Таким образом, физиологиче-

ские особенности развития в процессе онтогенеза в совокупности с многолетним совершенствованием спортивных навыков, ассоциированных с развитием суставной гипермобильности и гиперэластичности связок, вероятнее всего вызывают изменения в сложноорганизованной системе постурального контроля гимнасток [3, 7, 11].

Цель исследования – оценить возрастную динамику стабилметрических показателей у спортсменок, специализирующихся в художественной гимнастике.

Материалы и методы. Исследование проводилось в Центре медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России во время учебно-тренировочных сборов (УТС) спортсменов сборных и региональных команд России по художественной гимнастике на базе ФГБУ «Юг Спорт» (г. Кисловодск), а также на базах ДЮСШ городов Кавказских Минер-

ральных Вод. В исследовании приняло участие 157 спортсменок, специализирующихся в художественной гимнастике, разных квалификаций: от 3-го юношеского разряда до МСМК и ЗМС. Все спортсменки были разделены на группы по возрастным категориям от 3 до 20 лет (8 групп: 3–4, 5–6, 7–8, 9–10, 11–12, 13–14, 15–16, 17–20 лет).

Анализ статокинетической функции проводился с помощью стабилметрической платформы STPL (MEPA). Для исследования использовались 2 теста: проба Ромберга с европейской установкой стоп по разметке платформы (пятки вместе, носки врозь), а также комбинированная проба, которая позволяет

оценивать способность спортсмена удерживать позу по видимой метке. Анализируемые параметры: площадь статокинезиограммы (мм^2) и средняя скорость перемещения центра давления (мм/с), мощность статокинезиограммы (мВт).

Статистическая обработка результатов выполнялась с помощью пакетов программ Microsoft Excel, Statistica 13.0 (использовались U-критерий Манна – Уитни, критерий Краскела – Уоллиса). Данные представлены в виде медиан и квартилей (Q1; Q3).

Результаты. Для проведения статической стабилметрии и наиболее полной оценки контроля баланса тела использовалась проба

Таблица 1
Table 1

Сравнительная характеристика стабилметрических показателей при проведении пробы Ромберга у спортсменок разного возраста, специализирующихся в художественной гимнастике (n = 157)
Comparative characteristics of force platform measurements in the Romberg test in rhythmic gymnasts of different ages (n = 157)

№ п/п	Показатели Parameter	Возраст / Age								P ≤ 0,05
		3–4, n = 8, (1)	5–6, n = 18, (2)	7–8, n = 35, (3)	9–10, n = 39, (4)	11–12, n = 25, (5)	13–14, n = 6, (6)	15–16, n = 11, (7)	17–20, n = 15, (8)	
1	S(O), мм^2 S(C), мм^2	815 [668; 904]	512 [307; 769]	358 [218; 545]	252 [133; 344]	171 [112; 260]	203 [130; 270]	193 [139; 302]	169 [103; 307]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,04; 2–5,6,7,8 p ≤ 0,01; 3–4,5,6,7,8 p ≤ 0,02
2	S(3), мм^2 S(C), мм^2	792 [472; 978]	556 [411; 805]	545 [412; 690]	292 [225; 380]	234 [144; 332]	313 [257; 330]	224 [148; 330]	177 [96; 273]	1–4,5,6,7,8 p ≤ 0,006; 2–4,5,6,7,8 p ≤ 0,01; 3–4,5,6,7,8 p ≤ 0,006; 8–4, 6 p ≤ 0,002
3	V(O), мм/с V(O), мм/с	29 [26; 37]	19 [14; 28]	14 [11; 18]	13 [11; 15]	11 [10; 14]	11 [9; 12]	12 [10; 16]	9 [7; 9]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,007; 2–4,5,6,7,8 p ≤ 0,02; 3–5,6, 8 p ≤ 0,01; 8–4,5,7 p ≤ 0,007
4	V(3), мм/с V(C), мм/с	29 [27; 49]	23 [19; 30]	22 [17; 29]	17 [14; 20]	14 [12; 18]	13 [10; 15]	11 [9; 16]	8 [6; 10]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,007; 2–4,5,6,7,8 p ≤ 0,004; 3–4,5,6, 7,8 p ≤ 0,001; 4–5,6,7,8 p ≤ 0,02; 8–5,6,7 p ≤ 0,008
5	P(O), мВт P(O), мВт	525 [438; 615]	251 [135; 298]	143 [89; 260]	95 [71; 135]	80 [54; 118]	92 [59; 117]	105 [81; 189]	80 [61; 115]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,003; 2–4,5,6,7,8 p ≤ 0,02; 3–4,5,6,8 p ≤ 0,04
6	P(3), мВт P(C), мВт	634 [471; 720]	393 [286; 550]	284 [174; 358]	187 [125; 242]	125 [85; 195]	177 [89; 392]	101 [61; 200]	51 [25; 79]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,02; 2–4,5,6,7,8 p ≤ 0,02; 3–4,5,7,8 p ≤ 0,004; 4–5, 7,8 p ≤ 0,02; 8–5,6,7 p ≤ 0,003

Примечание: S(O), мм^2 – площадь статокинезиограммы, глаза открыты; S(3), мм^2 – площадь статокинезиограммы, глаза закрыты; V(O), мм/с – средняя скорость перемещения центра давления, глаза открыты; V(3), мм/с – средняя скорость перемещения центра давления, глаза закрыты; P(O), мВт – мощность статокинезиограммы, глаза открыты; P(3), мВт – мощность статокинезиограммы, глаза закрыты.

Note: S(O), мм^2 – statokinesiogram area, eyes open; S(C), мм^2 – statokinesiogram area, eyes closed; V(O), мм/с – average CoP velocity, eyes open; V(C), мм/с – average CoP velocity, eyes closed; P(O), мВт – statokinesiogram power, eyes open; P(C), мВт – statokinesiogram power, eyes closed.

Сравнительная характеристика стабилметрических показателей при проведении комбинированной пробы у спортсменок разного возраста, специализирующихся в художественной гимнастике (n = 157)
Comparative characteristics of force platform measurements in the combined test in rhythmic gymnasts of different ages (n = 157)

№ п/п	Показатели Parameter	Возраст / Age								P ≤ 0,05
		3–4, n = 8, (1)	5–6, n = 18, (2)	7–8, n = 35, (3)	9–10, n = 39, (4)	11–12, n = 25, (5)	13–14, n = 6, (6)	15–16, n = 11, (7)	17–20, n = 15, (8)	
1	S(1), мм ² S(1), mm ²	723 [529; 1001]	329 [212; 500]	251 [163; 412]	208 [136; 301]	156 [92; 209]	146 [87; 244]	157 [134; 226]	102 [80; 116]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,007; 2–5,6,7,8 p ≤ 0,007; 3–5,7,8 p ≤ 0,04; 8–4,5,7 p ≤ 0,04
2	P(1), мВт P(1), mW	400 [176; 1206]	229 [160; 381]	178 [108; 344]	131 [74; 188]	115 [64; 146]	88 [26; 138]	68 [41; 115]	57 [40; 67]	1–3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,03; 2–5,6,7,8 p ≤ 0,0008; 3–4,5,7,8 p ≤ 0,02; 8–4,5 p ≤ 0,0006
3	S(2), мм ² S(2), mm ²	2252 [1911; 4244]	561 [315; 702]	525 [307; 720]	315 [189; 435]	226 [132; 331]	516 [167; 1126]	139 [97; 173]	149 [72; 236]	1–2,3,4,5,6,7,8 p ≤ 0,0005; 2–5, 7,8 p ≤ 0,002; 3–4,5,7,8 p ≤ 0,001; 4–5,7,8 p ≤ 0,04; 8–5,6 p ≤ 0,05
4	P(2), мВт P(2), mW	939 [734; 2534]	450 [224; 621]	363 [224; 577]	258 [164; 430]	132 [82; 203]	417 [113; 874]	161 [95; 218]	128 [85; 283]	1–2,3,4,5, 7,8 p ≤ 0,0005; 2–5, 7,8 p ≤ 0,005; 3–5,7,8 p ≤ 0,02; 4–5,7,8 p ≤ 0,02

Примечание: S(1), мм² – площадь статокинезиограммы, статическая проба; S(2), мм² – площадь статокинезиограммы, динамическая проба; P(1), мВт – мощность статокинезиограммы, статическая проба; P(2), мВт – мощность статокинезиограммы, динамическая проба.

Note: S(1), mm² – statokinesiogram area, static test; S(2), mm² – statokinesiogram area, dynamic test; P(1), mW – statokinesiogram power, static test; P(2), mW – statokinesiogram power, dynamic test.

Ромберга. Учитывая, что значительную роль в поддержании равновесия играет сенсорная система, а именно соматосенсорная, вестибулярная и зрительная ее части, выключение одной из этих составляющих (зрительного анализатора) позволит более точно оценить проприоцептивную регуляцию. Данные, полученные при проведении стабилметрического исследования, а именно пробы Ромберга с открытыми и закрытыми глазами, у спортсменок художественной гимнастики разных возрастных групп приведены в табл. 1.

Выявлено, что спортсменки младших возрастных групп (до 8 лет) имели более высокие показатели площади статокинезиограммы в сравнении со спортсменками более старшего возраста (p ≤ 0,04) при проведении пробы с открытыми глазами, также группы 3–4 лет, 5–6 лет и 7–8 лет различались между собой (p ≤ 0,02). В пробе с закрытыми глазами отличий между младшими возрастными группами (до 8 лет) выявлено не было. Однако разница показателей при сравнении младших

групп (до 8 лет) с более старшими сохранилась (p ≤ 0,01).

Анализ параметров показателей средней скорости перемещения центра давления выявил статистически значимые отличия между группами гимнасток до 10 лет и более старшими спортсменками как с открытыми глазами, так и с закрытыми (p ≤ 0,02). По параметрам мощности статокинезиограммы: с открытыми глазами у гимнасток до 8 лет показатели значительно больше (хуже) в сравнении с более старшим возрастом (p ≤ 0,04); с закрытыми глазами выявлены различия показателей спортсменок до 10 лет в сравнении с данными более взрослых гимнасток (p ≤ 0,02).

Применение комбинированной пробы позволило дать оценку не только статического баланса, но и динамического. Необходимо отметить, что это разделение весьма условно, так как даже в лежачем положении тело испытуемого не может быть абсолютно статичным, т. е. неподвижным, свободным от микроколебаний центра давления.

Данные, полученные при проведении комбинированной пробы у спортсменок художественной гимнастики разных возрастных групп, приведены в табл. 2.

При оценке параметров площади и мощности статокинезиограммы статической части теста были выявлены отличия у групп гимнасток младше 8 лет и более старших спортсменок, а при оценке динамической части пробы статистические различия отмечены между группами до 10 лет и более старшими группами. Таким образом, проведение комбинированной пробы показало, что спортсменки более младших возрастных групп имеют большие величины площади и мощности статокинезиограммы при проведении статического и динамического тестов, что свидетельствует о более совершенном поструральном контроле у спортсменок старшего возраста.

Анализируя данные, полученные в результате проведенного тестирования, необходимо отметить, что параметры площади статокинезиограммы гимнасток старшего возраста (17–18 лет и старше) при проведении пробы Ромберга с открытыми глазами превышают нормативные значения женщин, не занимающихся спортом ($N 102,9 \pm 44,7 \text{ мм}^2$). При проведении теста с закрытыми глазами полученные данные площади статокинезиограммы спортсменок укладываются в нормативный интервал ($N 257,8 \pm 150,1 \text{ мм}^2$). Скорость перемещения центра давления также не выходит

за пределы референсных значений как в тесте с открытыми глазами ($N 9,7 \pm 3,3 \text{ мм/с}$), так и в тесте с закрытыми ($N 10,4 \pm 3,3 \text{ мм/с}$) [4]. Полученные результаты возрастной динамики стабилметрических показателей согласуются с данными других исследований, согласно которым площадь, мощность и скорость перемещения центра давления с возрастом имеют тенденцию к убыванию [15–17].

Заключение. Таким образом, в результате естественного возрастного развития и адаптации к тренировочному процессу в художественной гимнастике происходит возрастное снижение стабилметрических показателей (площади, мощности статокинезиограммы и скорости перемещения центра давления) у гимнасток старше 8–10 лет, что свидетельствует о совершенствовании механизмов сенсорной и проприоцептивной регуляции. Спортсменки старшего возраста также обладают более совершенной системой пострурального контроля. Проведение у гимнасток комбинированной пробы позволило провести оценку не только поструральной ориентации (статическая проба), но и поструральной устойчивости, отражающей способность спортсмена удерживать центр давления при движении внутри границ площади опоры (динамическая проба). Более значительный возрастной скачок совершенствования поструральной ориентации у гимнасток отмечается в 7–8 лет, а поструральной устойчивости – в 9–10 лет.

Список литературы

1. Андреева, А.М. Постуральная устойчивость у спортсменов: роль спортивной дисциплины / А.М. Андреева, А.А. Мельников, Д.В. Скворцов // Олимп. спорт и спорт для всех. – 2020. – С. 41–48.
2. Внедрение АПК спортивная ориентация детей к занятиям художественной гимнастикой для исследования возрастных особенностей девочек 4–8 лет, занимающихся художественной гимнастикой / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, С.М. Абуталимова, А.П. Тычнина // Соврем. вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6, № 4 (21).
3. Диагностические критерии пострурального контроля профессиональных и начинающих спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой или чирлидингом / Г.В. Карантыш, Д.Н. Мисиров, Л.М. Дмитренко и др. // Человек. Спорт. Медицина. – 2022. – Т. 22, № S2. – С. 107–114.
4. Иванова, Г.Е. Оценка поструральной функции в клинической практике / Г.Е. Иванова, Д.В. Скворцов, Л.В. Климов // Вестник восстановит. медицины. – 2014. – № 1. – С. 19–25.
5. Колокольнева, К.В. Анализ стабилметрических показателей у гимнасток высокой квалификации / К.В. Колокольнева, Л.Н. Ботова // Проблемы и перспективы физического воспитания, спортивной тренировки и адаптивной физической культуры. – 2019. – С. 51–54.
6. Корягина, Ю.В. Оценка динамики морфологического статуса и физических качеств девочек и девушек 4–17 лет, занимающихся художественной гимнастикой / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, О.Н. Акимкина // Рос. журнал спортив. науки: медицина, физиология, тренировка. – 2024. – Т. 3, № 1. – С. 7–16.

7. Медведева, Е.Н. Современные подходы к системному анализу координационных механизмов гимнастических упражнений / Е.Н. Медведева, Е.С. Крючек // *Науч.-пед. школы ун-та.* – 2021. – № 6. – С. 160–173.
8. Серебряков, А.И. Определение показателей баланса тела студентов методом стабилотриии / А.И. Серебряков // *Репозиторий ВГУ.* – 2020. – № 4. (109). – С. 85–90.
9. Скржинский, А.М. Объективный анализ выполнения базовых упражнений в спортивной гимнастике с применением стабилотриии / А.М. Скржинский, С.А. Жигарева, Е.В. Ерёмина // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта.* – 2023. – № 6 (220). – С. 387–392.
10. Сложность комбинирования элементов структурных групп художественной гимнастики как критерий исполнительского мастерства спортсменок / Р.Н. Терехина, Е.Н. Медведева, И.А. Винер, А.А. Супрун // *Теория и практика физ. культуры.* – 2023. – № 9. – С. 3–5.
11. Сохранение вертикальной позы при выполнении элементов с предметами у гимнасток-художниц / М.О. Мисникова, Е.Н. Медведева, И.В. Кивихарью, А.А. Супрун // *Известия Тул. гос. ун-та. Физ. культура. Спорт.* – 2023. – № 7. – С. 61–67.
12. Сравнительный анализ стабилотриических показателей спортсменов различных видов единоборств / И.А. Грахов, Ф.Х. Зекрин, В.В. Зибзеев и др. // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта.* – 2019. – № 5 (171). – С. 88–93.
13. Стабилотриия в спорте: реальности и перспективы / А.А. Маличенко, И.Ю. Костючик, Ю.В. Николаева и др. // *Вестник Полоцкого гос. ун-та. Серия Е. Пед. науки.* – 2019. – № 15. – С. 142–146.
14. Шешко, В.В. Метод стабилотриии в оценке и развитии поструральной устойчивости спортсменок в художественной гимнастике / В.В. Шешко // *Ценности, традиции инновации современного спорта: материалы II Междунар. науч. конгресса, 2022.* – С. 437–440.
15. Bigoni, M. Balance in young male soccer players: Dominant versus non-dominant leg / M. Bigoni, M. Turati, M. Gandolla // *Sport Sciences for Health.* – 2017. – Vol. 13 (2). – P. 253–258.
16. Lemos, L.F.C. Equilibrio postural: correlações com desempenho motor e variáveis antropométricas em crianças de 4 a 10 anos de idade / L.F.C. Lemos, A.C. de David, C.B. Mota // *Saúde e Desenvolvimento Humano.* – 2016. – Vol. 4, № 1. – P. 27–36.
17. The development of postural strategies in children: a factorial design study / M. Schmid, S. Conforto, L. Lopez et al. // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* – 2005. – Vol. 2. – P. 1–11.

References

1. Andreeva A.M., Melnikov A.A., Skvortsov D.V. [Postural Stability in Athletes. The Role of Sports Discipline]. *Olimpiyskiy sport i sport dlya vseh* [Olympic Sports and Sports for Everyone], 2020, pp. 41–48. (in Russ.)
2. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Abutalimova S.M., Tychinina A.P. [Implementation of the Sports Orientation of Children to Rhythmic Gymnastics Complex to Study Age-Related Features of 4–8-Year Old Rhythmic Gymnasts]. *Sovremennye voprosy biomeditsiny* [Modern Issues of Biomedicine], 2022, vol. 6, no. 4 (21). (in Russ.) DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_04_26
3. Karantysh G.V., Misirov D.N., Dmitrenko L.M. et al. Diagnostic Criteria for Postural Control of Skilled and Unskilled Gymnasts and Cheerleaders. *Human. Sport. Medicine*, 2022, vol. 22, no. S2, pp. 107–114. (in Russ.)
4. Ivanova G.E., Skvortsov D.V., Klimov L.V. [Postural Function Evaluation in Clinical Practice]. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny* [Bulletin of Restorative Medicine], 2014, no. 1, pp. 19–25. (in Russ.)
5. Kolokolneva K.V., Botova L.N. [Analysis of Stabilometric Indicators of Highly Qualified Gymnasts]. *Problemy i perspektivy fizicheskogo vospitaniya, sportivnoy podgotovki i adaptivnoy fizicheskoy kul'tury* [Problems and Prospects of Physical Education, Sports Training and Adaptive Physical Culture], 2019, pp. 51–54. (in Russ.)
6. Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Akimkina O.N. [Assessment of Changes in Morphological Status and Physical Qualities of 4–17-Year-Old Girls Engaged in Rhythmic Gymnastics]. *Rossiyskiy zhurnal sportivnoy nauki: meditsina, fiziologiya, trenirovka* [Russian Journal of Sports Science. Medicine, Physiology, Training], 2024, vol. 3, no. 1, pp. 7–16. (in Russ.)

7. Medvedeva E.N., Kryucek E.S. [Modern Approaches to the Systematic Analysis of the Coordination Mechanisms of Gymnastic Exercises]. *Nauchno-pedagogicheskie shkoly universiteta* [Scientific and Pedagogical Schools of the University], 2021, no. 6, pp. 160–173. (in Russ.)
8. Serebryakov A.I. [Identification of Students' Body Balance Parameters by the Method of Stabilometry]. *Repozitoriy VGU* [The VSU Repository], 2020, no. 4 (109), pp. 85–90. (in Russ.)
9. Skrzhinskiy A.M., Zhigareva S.A., Eremina E.V. [Objective Analysis of the Performance of Basic Exercises in Gymnastics Using a Stable Platform]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2023, no. 6 (220), pp. 387–392. (in Russ.)
10. Medvedeva E.N., Terekhina R.N., Viner I.A. [Complexity of Combining Elements of Structural Groups of Rhythmic Gymnastics as a Criterion of Performance Skill of Sportswoman]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2023, no. (9), pp. 3–5. (in Russ.)
11. Misnikova M.O., Medvedeva E.N., Kivikharyu I.V., Suprun A.A. [Features of Keeping the Vertical Posture in the Process of Performing Basic Elements With Various Apparatus in Rhythmic Gymnastics]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Fizicheskaya kul'tura. Sport*. [Proceedings of Tula State University. Physical Culture. Sport], 2023, no. 7, pp. 61–67. (in Russ.)
12. Grakhov I.A., Zekrin F.H., Zebzeev V.V. et al. [Comparative Analysis of Stabilometric Indicators of Athletes in Different Types of Martial Arts]. *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta* [Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University], 2019, no. 5, pp. 88–93. (in Russ.)
13. Malichenko A.A., Kostyuchenko I.Y., Nikolaeva Y.V. et al. [Stabilometry in Sport. Realities and Prospects]. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Polotsk State University], 2019, no. 15, pp. 142–146. (in Russ.)
14. Sheshko V.V. [The Method of Stabilometry in the Assessment and Development of Postural Stability of Female Athletes in Rhythmic Gymnastics]. *Tsennosti, traditsii innovatsii sovremennogo sporta. Materialy II Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa* [Values, Traditions and Innovations of Modern Sports. Materials of the II International Scientific Congress], 2022, pp. 437–440. (in Russ.)
15. Bigoni M., Turati M., Gandolla M. Balance in Young Male Soccer Players: Dominant Versus Non-dominant Leg. *Sport Sciences for Health*, 2017, vol. 13 (2), pp. 253–258. DOI: 10.1007/s11332-016-0319-4
16. Lemos L.F.C., de David A.C., Mota C.B. Equilíbrio Postural: Correlações com desempenho motor e variáveis antropométricas em crianças de 4 a 10 anos de idade. *Saúde e Desenvolvimento Humano*, 2016, vol. 4, no. 1, pp. 27–36. DOI: 10.18316/2317-8582.16.16
17. Schmid M., Conforto S., Lopez L. et al. The Development of Postural Strategies in Children: a Factorial Design Study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2005, vol. 2, pp. 1–11. DOI: 10.1186/1743-0003-2-29

Информация об авторах

Абуталимова Сабина Маликовна, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Корягина Юлия Владиславовна, доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Тер-Акопов Гукас Николаевич, кандидат экономических наук, генеральный директор, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Нопин Сергей Викторович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Кушнарёва Юлия Валериевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник центра медико-биологических технологий, Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства, Ессентуки, Россия.

Information about the authors

Sabina M. Abutalimova, Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher, Center for Medical and Biological Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency, Essentuki, Russia.

Yulia V. Koryagina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center for Medical and Biological Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency, Essentuki, Russia.

Gukas N. Ter-Akopov, Candidate of Economic Sciences, General Director, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency, Essentuki, Russia.

Sergey V. Nopin, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Center for Medical and Biological Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency, Essentuki, Russia.

Yulia V. Kushnareva, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Center for Medical and Biological Technologies, North Caucasus Federal Scientific and Clinical Center of Federal Medical Biological Agency, Essentuki, Russia.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 02.01.2024

The article was submitted 02.01.2024