

УДК 796.015.57

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМИ СТАДИЯМИ ПОЛОВОГО СОЗРЕВАНИЯ

*Дмитрий Александрович Раевский, кандидат педагогических наук, доцент, Государственный университет управления», Москва; Галина Алексеевна Зайцева, кандидат педагогических наук, доцент, Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", Москва; Мария Борисовна Чернова, кандидат педагогических наук, доцент, Институт возрастной физиологии Российской академии образования, Москва*

### Аннотация

В исследовании выявлена зависимость интегральных оценок физической работоспособности и двигательной подготовленности подростков 13–15 лет в разных зонах относительной мощности от степени полового созревания. Установлено, что наиболее высокие показатели работоспособности в зонах большой и умеренной мощности наблюдаются на начальных стадиях полового созревания, тогда как в зонах максимальной и субмаксимальной мощности – на завершающих стадиях полового созревания. Полученные результаты свидетельствуют, что школьники, различающиеся по стадиям полового созревания, характеризуются особенностями физической работоспособности во всех зонах относительной мощности. Выраженные различия обнаружены в отношении работоспособности в зонах максимальной и, в несколько меньшей степени, субмаксимальной мощности. Менее четкая зависимость от полового созревания обнаруживается в отношении показателей работоспособности в зонах большой и умеренной мощности. Полученные результаты могут найти применение в процессе совершенствования методик развития кондиционных двигательных способностей и обучения ряду двигательных действий подростков на начальных и завершающих стадиях полового созревания.

**Ключевые слова:** интегральная оценка физической работоспособности, зоны относительной мощности, анаэробный алактатный, анаэробный гликолитический и аэробный источники, стадии полового созревания, подростки.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.10.p323-329

## INTEGRAL INDICATORS OF MUSCLE PERFORMANCE OF ADOLESCENTS WITH DIFFERENT STAGES OF PUBERTY

*Dmitry Alexandrovich Raevsky, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, State University of Management, Moscow; Galina Alekseevna Zaitseva, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, National Research Technological University "MISIS", Moscow; Maria Borisovna Chernova, the candidate of pedagogical sciences, senior lecturer, Institute of Developmental Physiology of the Russian Academy of Education, Moscow*

### Abstract

The study revealed the dependence of the integral assessments of physical performance and motor fitness of 13-15 years old adolescents in different zones of relative power on the degree of puberty. It was found that the highest performance indicators in the zones of high and moderate power are observed at the initial stages of puberty, while in the zones of maximum and submaximal power - at the final stages of puberty. The results obtained indicate that schoolchildren, differing in stages of puberty, are characterized by the peculiarities of physical performance in all zones of relative power. Expressed differences were found in the ratio of working capacity in the zones of maximum and, to a lesser extent, submaximal power. A less clear dependence on puberty is found in the ratio of performance indicators in areas of high and moderate power. The results obtained can find application in the process of improving the methods of developing conditional motor abilities and teaching a number of motor actions of adolescents at the initial and final stages of puberty.

**Keywords:** integral assessment of physical performance, zones of relative power, anaerobic alactate, anaerobic glycolytic and aerobic sources, stages of puberty, adolescents.

## ВВЕДЕНИЕ

Особенности подросткового периода в значительной мере определяются усиленной активностью гипоталамо-гипофизарной системы, опосредующей не только интенсификацию деятельности желез внутренней секреции, но и качественные перестройки функционирования физиологических систем и органов [2, 8, 19]. Среди подростков одного паспортного возраста может отмечаться широкий диапазон колебаний степени полового созревания [3, 12, и др.]. Особенности подросткового периода развития, характеризующегося выраженными половыми и индивидуальными различиями сроков и темпов полового созревания, обуславливает необходимость осуществления дифференцированного анализа физической работоспособности и двигательной подготовленности подростков в широком диапазоне доступных нагрузок [13, 15, 17]. Для решения задачи всесторонней оценки физической работоспособности необходимо использовать комплекс тестов, отражающих приспособительные возможности основных звеньев доминирующей функциональной системы, ответственной за адаптацию к нагрузкам в разных зонах относительной мощности [4, 5].

Мощность физической нагрузки связана с ее продолжительностью обратно пропорциональной зависимостью. Эта зависимость, представленная в логарифмической шкале, имеет вид ломаной линии, включающей 4 отрезка, соответствующих зонам максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности [11]. Наличие 4-х отрезков, характеризующих зависимость «мощность–время», отражает неодинаковый вклад разных факторов в обеспечение работоспособности. Несмотря на то, что функциональные резервы организма при физической нагрузке зависят главным образом от возможностей систем нейро-эндокринной регуляции функций и вегетативного обеспечения деятельности, метаболических и биоэнергетических процессов, степень их участия в поддержании высокой работоспособности в каждой из рассматриваемых зон мощности существенно различается как у взрослых испытуемых [1], так и у подростков [10].

Необходимо отметить, что несмотря на имеющиеся данные, онтогенетический аспект проблемы физической работоспособности остается наименее изученным. Существует недостаток научной информации о специфике мышечной работоспособности во всем доступном диапазоне нагрузок в зависимости от особенностей полового созревания. Сегодня по-прежнему остаются невыясненными общие закономерности изменений физической работоспособности в разных зонах относительной мощности, происходящие по мере полового созревания.

Цель исследования – на основе использования интегральных показателей работоспособности в разных зонах относительной мощности выявить особенности физического состояния подростков с учетом стадий полового созревания

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании участвовали подростки 13–15 лет ( $n=168$ ), отнесенные к основной медицинской группе для занятий физическими упражнениями.

Для расчета интегральных показателей использовался комплекс функциональных проб и моторных тестов, характеризующих работоспособность в разных зонах относительной мощности:

а) зона максимальной мощности (максимальная анаэробная мощность по тесту Маргариа – МАМ, мощность нагрузки, предельное время выполнения которой составляет 1 с –  $W_{max}$ , прыжок в длину, бег 20 метров, максимальная сила – МС);

б) зона субмаксимальной мощности (время выполнения «до отказа» нагрузки 5 Вт/кг –  $t5Вт/кг$ , интенсивность накопления пульсового долга после нагрузки 5 Вт/кг – ИНПД5Вт/кг, индекс Гарвардского степ-теста – ИГСТ, мощность нагрузки, предельное время выполнения которой составляет 40 с –  $W40$ ) [6];

в) зона большой мощности (время выполнения нагрузки 3 Вт/кг –  $t_{3\text{Вт/кг}}$ , интенсивность накопления пульсового долга после нагрузки 3 Вт/кг –  $\text{ИНПД}_{3\text{Вт/кг}}$ , показатель мощности нагрузки при пульсе 170 уд/мин –  $\text{PWC}_{170}$ , максимальное потребление кислорода – МПК, мощность нагрузки, предельное время выполнения которой составляет 240 с –  $W_{240}$ , шестиминутный бег);

г) зона умеренной мощности (мощность нагрузки, предельное время выполнения которой составляет 900 с –  $W_{900}$ , ватт-пульс – ВтП, коэффициент В уравнения Muller, тест К. Купера) [7].

Интегральные показатели, характеризующие физическую работоспособность в зонах максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности, определялись на основе суммирования результатов выполнения отдельных тестов. Величины интегральных оценок, полученные на I стадии полового созревания (СПС), принимались за 100%, обобщенные оценки на всех других СПС выражались в % от I СПС.

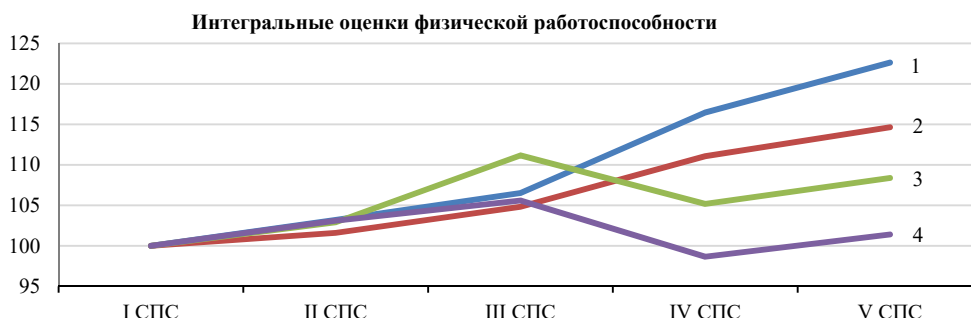
Степень полового созревания определялась по методике Д.В. Колесова и Н.Б. Сельверовой [5]: препубертат (I СПС); этап активации гипофиза (II СПС); этап активации гонад (III СПС); этап активного стероидогенеза (IV СПС); завершение пубертата (V СПС). В ходе статистической обработки полученных данных находились средние значения показателей и средние ошибки. Посредством применения t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок определялись межгрупповые различия. Различия считались значимыми при  $p < 0.05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты показывают, что по мере перехода от I к V стадии полового созревания происходит статистически значимое ( $p < 0.05$ – $0.001$ ) улучшение средних величин используемых показателей работоспособности в зонах максимальной и субмаксимальной мощности. Динамика работоспособности в зонах большой и умеренной мощности по мере полового созревания характеризовалась определенной спецификой: статистически значимо ( $p < 0.05$ – $0.001$ ) изменялись только средние величины  $\text{PWC}_{170}$ , шестиминутного бега, ВтП, теста Купера и коэффициента  $b$  уравнения Мюллера. Остальные показатели оставались без существенных изменений. Важно отметить, что энергообеспечение мышечной деятельности в этих зонах осуществляется главным образом за счет аэробного механизма, при этом работа большой мощности носит смешанный аэробно-анаэробный, а умеренной мощности – аэробный характер. Поэтому улучшение по ходу полового созревания результатов выполнения ряда тестов может быть связано с увеличением относительного вклада анаэробных источников, на фоне отсутствия выраженной динамики аэробных возможностей организма.

В дальнейшем анализировали изменения интегральных показателей работоспособности. Полученные данные представлены на рисунке. Видно, что интегральная оценка работоспособности в зоне максимальной мощности у подростков со II, III, IV, V СПС была выше, чем у школьников с I СПС соответственно на 3,2%, 6,5%, 16,5%, 22,6% (рисунок). Обобщенная оценка работоспособности в зоне субмаксимальной мощности у подростков со II, III, IV, V СПС также была выше, чем у школьников с I СПС соответственно на 1,6%, 4,8%, 11,1%, 10,6% (рисунок).

Установлено, что с параллельно с увеличением стадии полового созревания у школьников 13–15 лет происходят изменения физической работоспособности в рассматриваемых зонах относительной мощности. Наименьшие величины показателей работоспособности в зонах максимальной и субмаксимальной мощности приходятся на I СПС. К IV и V СПС работоспособность в этих зонах мощности значительно увеличивается. При нагрузках субмаксимальной мощности стабилизация показателей физического состояния отмечается на IV СПС, тогда как нагрузки максимальной мощности функциональные возможности нарастают вплоть до V СПС.



Примечание. Величины интегральных оценок, полученные на I стадии полового созревания (СПС), принимались за 100%, обобщенные оценки на всех других СПС выражались в % от I СПС.

Рисунок – Физическая работоспособность подростков 13–15 лет в разных зонах относительной мощности в зависимости от стадий полового созревания (СПС)

Интегральная оценка работоспособности в зоне большой мощности в ходе полового созревания изменялась менее существенно: на II СПС увеличение составило – 2,9%; III СПС – 11,2%; IV СПС – 5,2%; V СПС – 8,4%. В данном случае интегральная оценка работоспособности достигала наибольшего увеличения к III СПС (рисунок).

Суммарная оценка работоспособности в зоне умеренной мощности у подростков со II, III, IV, V СПС по сравнению с I СПС изменялась наименее существенно: на 3,1%, 5,6%, –1,35%, 1,4% соответственно (рисунок). Как и в предыдущем случае некоторый прирост данного показателя отмечался на III СПС, затем наблюдалась тенденция его снижения к IV, V СПС.

При выполнении работы большой и умеренной мощности наиболее высокая физическая работоспособность установлена у подростков на начальных (I–III) СПС. В целом к IV и V СПС работоспособность в данных зонах мощности мало изменялась, при этом отдельные показатели проявляли статистически значимую тенденцию снижения.

Известно, что по уровню отдельных показателей трудно оценить физическую работоспособность в целом. Адекватное заключение о работоспособности можно делать только на основе интегральной оценки основных ее параметров [4]. Учитывая это обстоятельство, в исследовании определяли интегральные показатели, характеризующие физическую работоспособность в разных зонах относительной мощности. Для этого суммировали результаты выполнения тестов, предназначенных для диагностики работоспособности и двигательной подготовленности при выполнении работы максимальной, субмаксимальной, большой и умеренной мощности.

В нашем исследовании выявлено, что в процессе полового созревания у подростков 13–15 лет происходит расширение функционального диапазона зон максимальной, субмаксимальной и большой мощности на фоне мало изменяющейся зоны умеренной мощности. Это связывается нами с увеличением по мере полового созревания мощности анаэробного алактатного и анаэробного гликолитического механизмов энергообеспечения мышечной деятельности. Полученные результаты согласуются с представлением, что дефинитивный уровень параметров энергообеспечения мышечной деятельности работоспособность наблюдается на завершающих стадиях пубертатного периода. Эти данные хорошо согласуются с выводами других исследований, показавших, что у подростков с разными СПС имеются значительные отличия по параметрам энергетического и вегетативного обеспечения мышечной деятельности [9, 13, 15, 14]. формируется на завершающих стадиях полового созревания [10, 18]. Все это базируется на изменении композиции скелетных мышц и активности ключевых ферментов энергетического метаболизма, функциональных возможностей кислородтранспортной системы и системы нейроэндокринной регуляции физиологических функций [4, 5, 13, 18, 16, 14]. Важно отметить, что

наиболее значительные изменения работоспособности в зонах большой и умеренной мощности происходят на начальных стадиях полового созревания, тогда как в зонах максимальной и субмаксимальной мощности наиболее высокая

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В исследовании выявлена зависимость интегральных оценок физической работоспособности и двигательной подготовленности подростков 13-15 лет в разных зонах относительной мощности от степени полового созревания. Установлено, что наиболее высокие показатели работоспособности в зонах большой и умеренной мощности наблюдаются на начальных стадиях полового созревания, тогда как в зонах максимальной и субмаксимальной мощности – на завершающих стадиях полового созревания.

Полученные результаты свидетельствуют, что школьники, различающиеся по стадиям полового созревания, характеризуются особенностями физической работоспособности во всех зонах относительной мощности. Наиболее выраженные различия обнаружены в отношении работоспособности в зонах максимальной и, в несколько меньшей степени, субмаксимальной мощности. Энергообеспечение мышечной деятельности в данных зонах мощности осуществляется преимущественно за счет анаэробных механизмов, причем при работе максимальной мощности превалирует анаэробный алактатный процесс, а субмаксимальной – анаэробный гликолитический.

Менее четкая зависимость от стадий полового созревания обнаруживается в отношении показателей работоспособности в зонах большой и умеренной мощности. Энергообеспечение мышечной деятельности в этих условиях осуществляется главным образом за счет аэробного механизма, при этом работа большой мощности носит смешанный аэробно-анаэробный, а умеренной мощности – аэробный характер.

Полученные результаты могут найти применение в процессе совершенствования методик развития кондиционных двигательных способностей и обучения ряду двигательных действий подростков на начальных и завершающих стадиях полового созревания.

**Работа поддержана РФФИ (грант № 20-013-00111а).**

### ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Н.И. Биоэнергетика спорта : монография / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – Москва : Советский спорт, 2011. – 160 с.
2. Дубровинская Н.В. Психофизиологическая характеристика подросткового возраста / Н.В. Дубровинская // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 113–122.
3. Крайг Г. Психология развития / Г. Крайг, Д. Бокум. – Санкт-Петербург : Питер. 2012. – 944 с.
4. Криволапчук И.А. Особенности факторной структуры физической работоспособности мальчиков и девочек 9-10 лет / И.А. Криволапчук, В.В. Мышьяков // Гигиена и санитария. – 2017. – № 8. – С. 759–765.
5. Криволапчук И.А. Факторная структура функционального состояния мальчиков 13-14 лет / И.А. Криволапчук, М.Б. Чернова // Физиология человека. – 2017. – Т. 43, № 2. – С. 43–55.
6. Раевский Д.А. Анаэробная работоспособность подростков с разными стадиями полового созревания / Д.А. Раевский, Г.А. Зайцева // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 9 (187). – С. 302–307.
7. Раевский Д.А. Аэробная работоспособность подростков с разными стадиями полового созревания / Д.А. Раевский, Г.А. Зайцева // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2020. – № 9 (187). – С. 307–312.
8. Развитие мозга и формирование познавательной деятельности ребенка : монография / под ред. Д.А. Фарбер, М.М. Безруких. – Москва : Изд-во Московского психолого-социального института, 2009. – 432 с.
9. Тамбовцева Р.В. Возрастные и конституциональные особенности развития энергообеспечения мышечной деятельности и двигательных качеств / Р.В. Тамбовцева // Материалы I-го круглого стола научного совета по физической культуре и спорту отделения образования и культуры

- РАО. Материалы международной научно-практической конференции. – Москва, 2018. – С. 163–174.
10. Тамбовцева Р.В. Ферментативные преобразования мышечной ткани в постнатальном онтогенезе / Р.В. Тамбовцева // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 12. – С. 124–127.
11. Фарфель, В.С. Управление движениями в спорте / В.С. Фарфель. – Москва : Советский спорт. 2011. – 202 с.
12. Физиология развития ребенка: руководство по возрастной физиологии / под ред. М.М. Безруких, Д.А. Фарбер. – Москва : Изд-во Московского психолого-социального института. 2010. 768 с.
13. Armstrong, N. Clarity and Confusion in the Development of Youth Aerobic Fitness / N. Armstrong, J. Welsman // Front Physiol. – 2019. – Vol. 30. №. 10. – P. 979.
14. Can the Neuromuscular Performance of Young Athletes Be Influenced by Hormone Levels and Different Stages of Puberty? / P.F. Almeida-Neto, D.G. de Matos, V.C.M. Pinto, P.M.S. Dantas, T.M. Cesário, L.F. da Silva, A. Bulhões-Correia, F.J. Aidar, B.G.A.T. Cabral // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – Vol. 17 (16). – P. 5637.
15. Effect of somatic maturity on the aerobic and anaerobic adaptations to sprint interval training / K.S. Beyer, J.R. Stout, M.J. Redd, K.M. Baker, D.D. Church, H.C. Bergstrom, J.R. Hoffman, D.H. Fukuda // Physiol Rep. – 2020. – Vol. 8 (9). – C. e14426.
16. Independent and Combined Effects of Weight Status and Maturation on Aerobic Fitness in Adolescent School-Aged Males / M.B. Batista, J. Valente-Dos-Santos, J.P. Duarte, P. Sousa-E-Silva, M.J. Coelho-E-Silva, A.O. Werneck, D. Ohara, E.S. Cyrino, E.R.V. Ronque // J Strength Cond Res. – 2020. – Vol. 34 (9). – P. 2663–2671.
17. Malina R.M. Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness/ R.M. Malina // Res Q Exerc Sport. – 2014. – Vol. 85 (2). – P. 157–173.
18. Metabolic and Fatigue Profiles Are Comparable Between Prepubertal Children and Well-Trained Adult Endurance Athletes / A. Birat, P. Bourdier, E. Piponnier, A.J. Blazevich, H. Maciejewski, P. Duché, S. Ratel // Front Physiol. – 2018. – Vol. 24. № 9. – P. 387.
19. Spear L.P. Heightened stress responsivity and emotional reactivity during pubertal maturation: Implications for psychopathology / L.P. Spear // Dev. Psychopathol. – 2009. – Vol. 21, №1. – P. 87–97.

## REFERENCES

1. Volkov, N.I. and Oleinikov, V.I. (2011) *Bioenergetics of Sport: Monograph*, Soviet Sport, Moscow.
2. Dubrovinskaya, N.V. (2015), “Psychophysiological characteristics of adolescence”, *Human Physiology*, Vol. 41, No. 2, pp. 113–122.
3. Craig, G. and Bokum, D. (2012), *Developmental Psychology*, Peter, St. Petersburg.
4. Krivolapchuk, I.A. and Myshyakov, V.V. (2017), “Features of the factor structure of physical performance in boys and girls 9-10 years old”, *Hygiene and Sanitation*, No. 8, pp. 759–765.
5. Krivolapchuk I.A. and Chernova, M.B. (2017), “Factorial structure of the functional state of 13-14 year old boys”, *Human Physiology*, Vol. 43, No. 2, pp. 43–55.
6. Raevsky, D.A. and Zaitseva, G.A. (2020), “Anaerobic performance of adolescents with different stages of puberty”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 9 (187), pp. 302–307.
7. Raevsky, D.A. and Zaitseva, G.A. (2020), “Aerobic performance of adolescents with different stages of puberty”, *Uchenye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*, No. 9 (187), pp. 307–312.
8. Farber, D.A. and Bezrukih, M.M. (2009), *The development of the brain and the formation of cognitive activity of the child: monograph*, Publishing House of the Moscow Psychological and Social Institute, Moscow.
9. Tambovtseva, R.V. (2018), “Age and constitutional features of the development of energy supply to muscular activity and motor qualities”, *Materials of the 1st round table of the Scientific Council on Physical Culture and Sports of the Education and Culture Department of the Russian Academy of Education. Materials of the international scientific and practical conference*, Moscow, pp. 163–174.
10. Tambovtseva, R.V. (2016), “Enzymatic transformations of muscle tissue in postnatal ontogenesis”, *International Journal of Experimental Education*, No. 12, pp. 124–127.
11. Farfel, V.S. (2011), *Control of movements in sports*, Soviet sport, Moscow.
12. Bezrukih, M.M. and Farber, D.A. (2010), *Physiology of child development: A guide to age physiology*, Publishing House of the Moscow Psychological and Social Institute, Moscow.

13. Armstrong, N. and Welsman, J. (2019), "Clarity and Confusion in the Development of Youth Aerobic Fitness", *Front Physiol.*, Vol. 30 (10), pp. 979.
14. Almeida-Neto, P.F., de Matos, D.G., Pinto, V.C.M., et al. (2020), "Can the Neuromuscular Performance of Young Athletes Be Influenced by Hormone Levels and Different Stages of Puberty?", *Int J Environ Res Public Health*, Vol. 17 (16), pp. 5637.
15. Beyer, K.S., Stout, J.R., Redd, M.J. et al. (2020), "Effect of somatic maturity on the aerobic and anaerobic adaptations to sprint interval training", *Physiol Rep.*, Vol. 8 (9), pp. e14426.
16. Batista, MB, Valente-Dos-Santos, J., Duarte, JP, et al. (2020), "Independent and Combined Effects of Weight Status and Maturation on Aerobic Fitness in Adolescent School-Aged Males", *J Strength Cond Res.*, Vol. 34 (9), pp. 2663–2671.
17. Malina, R.M. (2014), "Top 10 research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance, and fitness", *Res Q Exerc Sport.*, Vol. 85 (2), pp. 157–173.
18. Birat, A., Bourdier, P., Pipponnier, E. et al (2018), "Metabolic and Fatigue Profiles Are Comparable Between Prepubertal Children and Well-Trained Adult Endurance Athletes", *Front Physiol.*, Vol. 24; No. 9, pp. 387.
19. Spear, L.P. (2009), "Heightened stress responsivity and emotional reactivity during pubertal maturation: Implications for psychopathology," *Dev. Psychopathol.*, Vol. 21, No. 1, pp. 87–97.

**Контактная информация:** da-ray@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 25.09.2021*

**УДК 796.92**

## **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВЫХ КАЧЕСТВ И СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ МЫШЦ ПЛЕЧЕВОГО ПОЯСА У ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

*Елена Александровна Реуцкая, кандидат биологических наук, Тамара Владимировна, Полторацкая, лаборант, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск*

### **Аннотация**

Статья посвящена изучению динамики изменения показателей скоростно-силовых качеств и силовой выносливости мышц плечевого пояса лыжников-гонщиков на этапе совершенствования спортивного мастерства в подготовительном периоде годичного макроцикла. Проведенное исследование показало, что при одинаковом построении тренировочного процесса у лыжников и лыжниц на этапе совершенствования спортивного мастерства в подготовительном периоде динамика изменения показателей скоростно-силовых качеств мышц плечевого пояса практически одинакова. Прирост показателей скоростно-силовых качеств мышц плечевого пояса у лыжников-гонщиков обоего пола в подготовительном периоде в среднем составляет 18,5%. Показатели силовой выносливости в подготовительном периоде годичного макроцикла в большей степени увеличиваются у лыжниц, по сравнению с лыжниками. Прирост показателей силовой выносливости в подготовительном периоде у лыжниц составил 11%. У лыжников-гонщиков к концу подготовительного периода годичного макроцикла изменения показателей силовой выносливости не наблюдалось, однако повысилась экономичность функционирования сердечно-сосудистой системы при работе одновременным бесшажным ходом в анаэробном режиме.

**Ключевые слова:** лыжные гонки, подготовительный период, скоростно-силовые возможности, силовая выносливость, мышцы плечевого пояса.

**DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.10.p329-335**

## **DYNAMICS OF CHANGE OF SPEED-STRENGTH CAPACITY AND POWER ENDURANCE OF UPPER BODY IN CROSS-COUNTRY SKIING IN MACROCYCLE PREPARATORY PERIOD**

*Elena Aleksandrovna Reutskaya, the candidate of biological sciences, Tamara Vladimirovna Poltoratskaya, the laboratory assistant, Siberian State University of Physical Culture and*