

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЛЫЖНИКОВ ПРИЗЫВНОГО ВОЗРАСТА ПО ДАННЫМ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ: КОГОРТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Е. В. Масько^{✉*}, И. Г. Мосягин[✉], И. М. Бойко[✉]

Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

ВВЕДЕНИЕ: Тренировочная деятельность спортсмена в условиях Европейского Севера подразумевает выполнение тяжелой физической нагрузки в условиях экстремального климата. Возникающие в данных условиях физиологические и метеотропные реакции могут негативно отражаться на функциональном состоянии лиц призывного возраста.

ЦЕЛЬ: Выявить особенности сезонных изменений функционального состояния нервной системы лыжников призывного возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: В исследовании приняли участие 20 лыжников призывного возраста. Исследование проводилось в течение года и включало в себя четыре этапа, соответствующие этапам подготовки спортсменов. В ходе проведения работы с помощью устройства «Психофизиолог» выполнялась регистрация показателей среднего, минимального и среднего квадратичного отклонения времени простой и сложной зрительно-моторной реакции, а также длительности кардиоинтервалов.

Статистика: Для анализа полученных результатов использовался статистический программный пакет SPSS 20.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ: В результате исследования установлено, что у лыжников с нарастанием влияния тренировочной деятельности и негативных факторов Севера наблюдается ухудшение зрительно-моторной реакции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Функционирование организма спортсмена в условиях Европейского Севера приводит к ухудшению показателей уровня активации нервной системы и операторской работоспособности в зимний период подготовки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, физиология, спорт, Европейский Север

*Для корреспонденции: Масько Евгений Валерьевич, maskoev@yandex.ru

*For correspondence: Evgeny V. Masko, maskoev@yandex.ru

Для цитирования: Масько Е.В., Мосягин И.Г., Бойко И.М. Сезонная динамика функционального состояния нервной системы лыжников призывного возраста по данным зрительно-моторной реакции: когортное исследование // *Морская медицина*. 2022. Т. 8, № 3. с. 70–76, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2022-8-3-70-76>.

For citation: Masko E.V., Mosyagin I.G., Boyko I.M. Seasonal dynamics of the functional state of the nervous system of military-age skiers according to visual-motor reaction data // *Marine medicine*. 2022. Vol. 8, No. 3. P. 70–76, DOI: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2022-8-3-70-76>.

SEASONAL DYNAMICS IN FUNCTIONAL STATE OF NERVOUS SYSTEM AMONG SKIERS OF THE MILITARY AGE BASED ON VISUAL-MOTOR RESPONSE: COHORT STUDY

Evgeny V. Masko^{✉*}, Igor G. Mosyagin[✉], Igor M. Boyko[✉]

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

© Авторы, 2022. Издательство ООО «Балтийский медицинский образовательный центр». Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

INTRODUCTION: Athlete's training activity in conditions of the European North involves severe physical exertion in extreme climatic conditions. In this case emerging physiological and meteopathic reactions might have a negative impact on the functional state of persons of military age.

OBJECTIVE: Identify the characteristics of seasonal changes in the state of nervous system among skiers of the military age.

MATERIALS AND METHODS: 20 skiers of the military age took part in the study. It was carried out over a year and included 4 stages, complying with the stages of athletes' preparation. During the work by means of the device «Psychophysiolist» there was recording indicators of mean, minimum and mean-square deviation of time of simple and complex visual-motor reaction and also the duration of cardiointervals.

Statistics: Statistical software package SPSS 20.0 was used for analyzing the results.

RESULTS: As a result of the study, it was found that the skiers experience deterioration of visual-motor reaction with the increasing impact of training activities and negative factors of the north.

CONCLUSION: Functioning of the athlete's body in conditions of the European North leads to deterioration of indicators of nervous system activation level and capacity in the winter training period.

KEYWORDS: marine medicine, physiology, sport, European North

Введение. Тренировочная деятельность спортсмена в условиях Европейского Севера имеет кардинальные отличия от тренировок в условиях южных регионов. Одной из главных особенностей является выполнение тяжелой физической нагрузки в условиях экстремального климата с такими неблагоприятными факторами, как низкие температуры, существенные сезонные изменения фотопериодичности, влияние геомагнитных возмущений, частые перепады атмосферного давления, высокая жесткость погоды и многие другие. Функционирование в столь жестких климатических условиях приводит к развитию так называемых метеотропных реакций, которые, в свою очередь, предъявляют повышенные требования к организму спортсмена [1, с. 7–9; 2, с. 111–113; 3, с. 10–11].

Принимая во внимание, что лыжные гонки являются одним из самых массовых видов спорта на Европейском Севере и среди лиц призывного возраста достаточно много перспективных спортсменов занимаются данным видом спорта, динамические исследования функционального состояния нервной системы у данной категории призывников особенно необходимы для понимания закономерностей проявления компенсаторно-приспособительных реакций организма на изменяющиеся условия среды.

Цель. Выявить особенности сезонных изменений функционального состояния нервной системы лиц призывного возраста, занимающихся лыжными гонками в условиях Европейского Севера России.

Материалы и методы. В исследовании на добровольной основе принимали участие лыжники физкультурно-оздоровительного комплекса «Звездочка» г. Северодвинска ($n=20$, возраст $20,0 \pm 1,7$ года). Все обследуемые в обязательном порядке соответствовали официальному критерию здоровья Всемирной организации здравоохранения и имели 1-й либо 2-й взрослый спортивный разряд, родились и постоянно проживали на территории Архангельской области. При отборе участников исследования проводился первичный опрос на наличие критериев исключения, к которым были отнесены наличие вредных привычек, присутствие в анамнезе неврологической патологии, а также травмы головного мозга. Также непосредственно перед каждым этапом обследования проводился опрос для исключения лиц с возможными нарушениями режима труда и отдыха, наличием состояний напряжения или утомления. Помимо диагностики функционального состояния нервной системы, выполнялось исследование сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Применение данного подхода позволило исключить иные скрытые патологии в исследуемой группе.

Исследования функционального состояния нервной системы выполнялось 4 раза в течение года: октябрь, январь, апрель, июль, в соответствии с временем года и этапом подготовки спортсменов. Для регистрации и последующей обработки исследуемых показателей применялось устройство психофизиологического тестирования «Психофизиолог», производимое компанией «Медиком МТД» (г. Таганрог).

Исследование проводилось в условиях оборудованного медицинского кабинета спортивного комплекса в привычной, комфортной для испытуемых обстановке в период с 9 до 13 часов.

Для анализа полученных результатов использовался статистический программный пакет SPSS 20.0. Распределение полученных переменных проверялось при помощи теста Шапиро–Уилк ($n < 50$). При нормальном распределении переменных применялся однофакторный дисперсионный анализ, при распределении, отличном от нормального, — непараметрический критерий Вилкоксона для парных вы-

бенностей тренировочного процесса спортсмена на показатели ПЗМР. Так, в исследуемой группе лыжников минимальные значения среднего времени реакции наблюдались в осенний период, а максимальные — в весенний (табл. 1). В зимний период наблюдалось достоверное увеличение времени реакции. В результате анализа показателей СКО и МАХТ установлено, что минимальные значения наблюдались в летний период, а максимальные — в весенний. На наш взгляд, возрастание показателей в весенний период может быть связано как со стрессовой реакцией на изменение фотоперио-

Показатели простой зрительно-моторной реакции у лыжников в динамике (Md, Q25; Q75)

Таблица 1

Table 1

Indicators of simple visual-motor reaction in skiers in dynamics (Md, Q25; Q75)

Показатель	Осень (1)	Зима (2)	Весна (3)	Лето (4)	p1-2	p2-3	p3-4	p4-1
Среднее время реакции, мс	215,7 (204,5; 226,2)	235,0 (221,2; 254,3)	251,6 (228,7; 272,1)	227,2 (218,4; 234,7)	*	**	*	*
Среднее квадратичное отклонение, мс	39,9 (30,8; 54,2)	51,8 (45,7; 72,9)	85,9 (38,5; 85,9)	42,8 (38,1; 46,2)	**	*	*	*
Минимальное время реакции, мс	158,0 (150,0; 168,0)	172,4 (165,6; 185,8)	176,4 (149,9; 176,5)	165,1 (157,1; 166,1)	*	*	**	*
Максимальное время реакции, мс	374,0 (351,0; 402,7)	441,0 (427,1; 461,3)	556,7 (372,1; 976,7)	425,0 (312,5; 757,0)	*	*	*	*

Примечание: различия достоверны в динамике этапов исследования: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Note: the differences are significant in the dynamics of the study stages: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

борок с поправкой Бонферони. Результаты непараметрических методов обработки данных представлялись в виде медианы (Me), первого (Q1) и третьего (Q3) квартилей. Критический уровень значимости (p) составил менее 0,05.

Результаты. Основным методом оценки уровня активации нервной системы является простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР). В качестве активирующего стимула использовался световой индикатор зеленого цвета, расположенный на передней панели прибора «Психофизиолог». Для математического и статистического анализа использовались следующие показатели: среднее время ответной реакции (МО) — определяет уровень функциональных возможностей ЦНС, среднее квадратичное отклонение (SD) времени реакции — позволяет оценить церебральный гемостаз, максимальное время реакции (МАХТ) и минимальное время реакции (МИНТ).

В результате исследования уровня активации нервной системы в группе лыжников мы можем предположить влияние объемов тренировочной нагрузки, а также характерных осо-

дичности в сторону увеличения светового дня, так и с общей усталостью организма, накопленной в течение зимнего этапа подготовки спортсмена [4, с. 119; 5, с. 1239–1240; 6, с. 247–250]. Минимальные значения СКО и МАХТ в осенний период также могут быть связаны как с полноценным восстановлением в летний период, так и, вероятно, с умеренной активацией симпатического отдела вегетативной нервной системы, являющейся следствием некоторого роста тренировочной нагрузки и появления большего разнообразия выполняемой тренировочной работы.

В результате исследования сложной зрительно-моторной реакции, позволяющей оценить уровень операторской работоспособности, в исследуемой группе лыжников минимальные значения таких показателей, как среднее время реакции (МО), среднее квадратичное отклонение (СКО), медиана времени реакции (Me), минимальное время реакции (МИНТ), наблюдались в ходе летнего этапа исследования, а максимальные — в ходе зимнего (табл. 2).

Таблица 2

Показатели сложной зрительно-моторной реакции у лыжников в динамике (Md, Q25; Q75)

Table 2

Indicators of complex visual-motor reaction in skiers in dynamics (Md, Q25; Q75)

Показатель	Осень (1)	Зима (2)	Весна (3)	Лето (4)	p1-2	p2-3	p3-4	p4-1
Среднее время реакции, мс	379,7 (345,82; 405,1)	411,3 (379,2; 417,3)	381,7 (367,8; 411,2)	376,4 (367,7; 381,1)	*	*	**	*
Среднее квадратичное отклонение, мс	77,6 (71,4; 89,4)	82,5 (72,1; 91,0)	88,1 (75,4; 102,7)	74,1 (69,7; 78,9)	*	*	*	**
Минимальное время реакции, мс	238,4 (221,3; 252,1)	253,3 (233,0; 264,2)	241,0 (218,0; 254,1)	241,7 (227,1; 259,1)	*	*	*	*
Медиана времени реакции, мс	374,5 (334,1; 397,2)	383,2 (354,1; 389,0)	378,0 (363,0; 404,0)	375,2 (362,4; 389,1)	*	*	*	*

Примечание: различия достоверны в динамике этапов исследования: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Note: the differences are significant in the dynamics of the study stages: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

В результате проведенного статистического и спектрального анализа полученных кардиоинтервалограмм установлено, что в исследуемой группе лыжников минимальные значения таких показателей, как средняя длительность интервалов R-R, среднее квадратичное отклонение, медиана, максимальное значение R-R и вариационный размах, наблюдались в ходе осеннего этапа исследования, а максимальные — в ходе зимнего (табл. 3). Минимальные значения вышеуказанных показателей в осенний период могут быть связаны с уме-

Максимальные значения в зимний период, вероятнее всего, связаны с достижением пика физической формы лыжников и отсутствием накопления усталости.

Результаты спектрального анализа полученных кардиоинтервалограмм показали, что минимальные значения индекса напряжения (ИН) в исследуемой группе лыжников наблюдались в зимний период, а максимальные — в осенний. Полученная динамика вышеуказанного показателя может быть связана с меньшей подверженностью организма негативным факторам

Таблица 3

Показатели вариационной кардиоинтервалометрии у лыжников в динамике (Md, Q25; Q75)

Table 3

Indicators of variational cardiointervalometry in skiers in dynamics (Md, Q25; Q75)

Показатель	Осень (1)	Зима (2)	Весна (3)	Лето (4)	p1-2	p2-3	p3-4	p4-1
Средняя длительность интервалов R-R	744,3 (642,7; 857,8)	858,3 (831,7; 1012,1)	797,9 (767,4; 842,5)	767,2 (727,7; 782,9)	*	*	**	*
Вариационный размах интервала R-R	359,0 (268,0; 467,5)	547,5 (357,3; 727,2)	397,9 (261,2; 479,4)	364,1 (347,7; 392,8)	*	**	*	*
Индекс напряжения	65,7 (31,6; 121,2)	31,3 (19,7; 71,7)	53,1 (32,3; 97,9)	46,2 (32,7; 103,4)	**	*	*	*
Индекс медленных волн первого порядка	2564,2 (1836,2; 4868,7)	4542,6 (1938,4; 9869,2)	3052,7 (1912,4; 6213,1)	2829,4 (1112,7; 5274,2)	*	**	**	*

Примечание: различия достоверны в динамике этапов исследования: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

Note: the differences are significant in the dynamics of the study stages: * p<0,05; ** p<0,01; *** p<0,001.

ренным уровнем активации симпатического отдела вегетативной нервной системы на фоне начала возрастания объемов и разнообразия тренировочной нагрузки в данный период.

Европейского Севера при выполнении аэробных физических нагрузок. Максимальные значения, наблюдавшиеся в ходе осеннего этапа исследования, вероятнее всего, связаны

с изменением факторов внешней среды, которое в сочетании с изменением режима тренировочной деятельности (бег и специальные упражнения в летний период) создает умеренно неблагоприятные условия для выполнения нагрузок [4, с. 119–121; 6, с. 247–250].

Анализ мощности медленных волн первого порядка, показал, что максимальные значения в группе лыжников наблюдались в зимний период, а минимальные — в осенний. Максимальные значения в зимний период можно объяснить тем, что к моменту исследования спортсмены не успели в полной мере адаптироваться к режиму работы на лыжах после осеннего отдыха, в который, собственно, и наблюдались минимальные значения.

Обсуждение. Полученные результаты исследования простой зрительно-моторной реакции, на наш взгляд, могут объясняться особенностями функционирования организма в течение годового цикла подготовки, а также сезонными колебаниями жесткости окружающей среды. Так, отсутствие сокращения времени ответной реакции у лиц, занимающихся лыжными гонками на фоне тренировочного процесса, может объясняться отсутствием частого воздействия стартовых команд в ходе подготовки и, как следствие, не возникающей «тренировки ответа на стимул». В обычных условиях, как правило, лыжники подвергаются воздействию простых импульсов в основном или на соревнованиях, или на контрольных тренировках. Для данного вида спорта время стартовой реакции не играет серьезной роли, так как основная часть итогового результата формируется по ходу дистанции, которая у лыжников исследуемой группы в среднем составляет 10–15 км. Также влияние, вероятно, оказывают объем и характер тренировочной нагрузки. Так, максимальные значения среднего времени реакции в весенний период могут быть результатом накопленной за зимний период усталости, а минимальные значения в осенний период — признаком адекватного восстановления за летний период.

Полученная динамика показателей сложной зрительно-моторной реакции может быть связана с тем, что в ходе тренировок лыжники практически не подвергаются своеобразной тренировке операторской способности, и пре-

валирующим фактором в данной ситуации становится неблагоприятное воздействие условий Европейского Севера в сочетании с физическими нагрузками, влияние которых в летний период ослабевает, что и приводит к оптимизации показателей [4, с. 119; 5, с. 1239–1240].

В результате изучения показателей вариационной кардиоинтервалометрии установлено, что под воздействием тренировочных нагрузок происходит улучшение функциональной подготовки сердечно-сосудистой системы исследуемой группы лыжников. Согласно полученным результатам в зимний период в исследуемой группе наблюдается пик функциональной готовности при отсутствии дефицита восстановительных процессов, что проявляется в увеличении значений интервала $R-R$, при одновременном возрастании его среднего квадратичного отклонения. Также о достаточном уровне восстановления в зимний период, несмотря на увеличение жесткости климата, позволяют говорить полученные значения индекса напряжения, которые в данный период были минимальны.

Заключение. Таким образом, несмотря на специфику лыжного спорта, подразумевающую непосредственный контакт спортсмена с неблагоприятными климатическими факторами, организм лыжника не испытывает чрезмерного напряжения регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы. Однако в то же время функционирование организма спортсмена в условиях Европейского Севера не проходит бесследно, что в отношении исследуемой группы проявлялось ухудшением показателей уровня активации нервной системы и операторской работоспособности в зимний период подготовки. По нашему мнению, полученные результаты необходимо учитывать при проведении призыва на срочную службу в ряды Вооруженных Сил. Так, если сроки осеннего призыва совпадают с осенним этапом подготовки, в который спортсмены призываются после летнего отдыха без нарушений уровня активации нервной системы и уровня операторской работоспособности, то в ходе весеннего призыва, функциональное состояние нервной системы призываемых спортсменов снижено, что несомненно должно учитываться при проведении медицинского освидетельствования.

Сведения об авторах:

Мосягин Игорь Геннадьевич — доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник центральной научно-исследовательской лабораторией федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; член-корреспондент Российской академии естествознания, начальник медицинской службы Главного командования Военно-Морского Флота России; 190195, Санкт-Петербург, Адмиралтейский проезд, д. 1; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru; ORCID 0000-0003-2414-1644;

Бойко Игорь Михайлович — кандидат медицинских наук, доцент, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института Морской медицины федерального государственного бюджетного общеобразовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; доцент кафедры мобилизационной подготовки здравоохранения и медицины катастроф федерального государственного бюджетного общеобразовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; 163069, г. Архангельск, Троицкий пр., д. 51; e-mail: info@nsmu.ru; ORCID 0000-0001-5918-7074;

Масько Евгений Валерьевич — врач-хирург, сердечно-сосудистый хирург; ООО «Бель Фам»; 164500, г. Северодвинск, ул. Карла Маркса, д. 21; e-mail: belfam2022@yandex.ru; ORCID 0000-0003-4855-7863.

Information about authors:

Igor G. Mosyagin — Dr. of Sci. (Med.), Professor, Leading Researcher at the Central Research Laboratory of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation; corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, Head of the medical Service of the Main Command of the Russian Navy; St. Petersburg, Admiralteysky ave., 1; e-mail: mosyagin-igor@mail.ru; ORCID 0000-0003-2414-1644;

Igor M. Boyko — Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Senior Researcher at the Research Institute of Marine Medicine of the Northern State Medical University, Associate Professor of the Department of Mobilization Training of Public Health and Disaster Medicine of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University»; 163069, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: info@nsmu.ru; ORCID 0000-0001-5918-7074;

Evgeny V. Masko — surgeon, cardiovascular surgeon. Bel Pham LLC; 164500, Severodvinsk, Karl Marx str., 21; e-mail: belfam2022@yandex.ru; ORCID 0000-0003-4855-7863.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — *И. Г. Мосягин, И. М. Бойко, Е. В. Масько*; сбор и математический анализ данных — *Е. В. Масько*; подготовка рукописи — *Е. В. Масько, И. Г. Мосягин*.

Потенциальный конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Соответствие принципам этики: информированное согласие получено от каждого пациента. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, протокол № 07/10-12 от 18.10.2012.

Adherence to ethical standards: informed consent is obtained from each patient. The study was approved by the local Ethics Committee of the Federal State Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, protocol No. 07/10-12 of 18.10.2012.

Поступила/Received: 20.09.2022

Принята к печати/Accepted: 05.09.2022

Опубликована/Published: 30.09.2022

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Гудков А.Б., Попова О.Н., Небученных А.А., Богданов М.Ю. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Арктики. Обзор литературы // *Морская медицина*. 2017. № 3 (1). с. 7–13. Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennykh A.A., Bogdanov M.Yu. Ekologo-fiziologicheskaya kharakteristika klimaticheskikh faktorov Arktiki. Obzor literatury // *Morskaya meditsina*. 2017. No. 3 (1). S. 7–13. [Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennykh A.A., Bogdanov M.Yu. [Gudkov A.B., Popova O.N., Nebuchennykh A.A., Bogdanov M.Yu. Ecological and physiological characteristics of climatic factors of the Arctic. Literature review. *Marine medicine*, 2017, No. 3 (1), pp. 7–13. doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-1-7-13.

2. Багнетова Е.А., Малюкова Т.И., Болотов С.В. К вопросу об адаптации организма человека к условиям жизни в северном регионе // *Успехи современного естествознания*. 2021. № 4. с. 111–116. Bagnetova Ye.A., Malyukova T.I., Bolotov S.V. K voprosu ob adaptatsii organizma cheloveka k usloviyam zhizni v severnom regione // *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*. 2021. No. 4. S. 111–116. [Bagnetova E.A., Malyukova T.I., Bolotov S.V. On the question of adaptation of the human body to living conditions in the northern region. *Successes of modern natural science*, 2021, No. 4, pp. 111–116 (In Russ.)].
3. Бойко Е.Р. *Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта*. Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2019. 256 с. Boyko E.R. *Fiziologo-biokhimicheskiye mekhanizmy obespecheniya sportivnoy deyatelnosti zimnikh tsiklicheskih vidov sporta*. Syktyvkar: Komi respublikanskaya tipografiya, 2019. 256 s. [Boyko E.R. *Physiological and biochemical mechanisms of ensuring sports activity of winter cyclic sports*. Syktyvkar: Komi Republican publishing house, 2019. 256 p. (In Russ.)]. ISBN 978-5-7934-0813-4.
4. Нененко Н.Д., Астраханцев А.А. Исследование психофизиологических особенностей лыжников гонщиков и биатлонистов подросткового возраста // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2019. № 11 (89). с. 119–121. Nenenko N.D., Astrakhansev A.A. Issledovaniye psikhofiziologicheskikh osobennostey lyzhnikov gonshchikov i biatlonistov podrostkovogo vozrasta // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2019. No. 11 (89). S. 119–121. [Nenenko N.D., Astrakhansev A.A. Investigation of psychophysiological features of skiers racers and biathletes of adolescence. *International Research Journal*, 2019, No. 11 (89), pp. 119–121 (In Russ.)]. doi: 10.23670/IRJ.2019.89.11.021.
5. Ainegren M., Carlsson P., Tinnsten M., Laaksonen M.S. Skiing Economy and Efficiency in Recreational and Elite Cross-Country Skiers // *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013. No. 27 (5). P. 1239–1252. doi: 10.1519/JSC.0b013e31824f206c.
6. Kurz A., Lauber B., Franke S., Leukel C. Balance Training Reduces Postural Sway and Improves Sport-specific Performance in Visually Impaired Cross-Country Skiers // *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2021. No. 35 (1). P. 247–252. doi: 10.1519/JSC.0000000000002597.