

ДИНАМИКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И ОБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ У ПЛОВЦОВ ПРИ УСТАНОВЛЕНИИ РЕКОРДА В ЛЕДЯНОЙ ВОДЕ

Т.А. Фишер^{1,2}, fitan72@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9614-9907>
С.С. Бобрешова^{1,2}, kolyvanova93@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0579-081X>
А.В. Яркин², ayarkin@yandex.ru, Scopus Author ID 56667475100

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр
Сибирского отделения Российской академии наук, Тюмень, Россия
² Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального
образования Научно-образовательный центр «Регион здоровья», Тюмень, Россия

Аннотация. Цель: показать динамику вегетативной регуляции нервной системы, уровня глюкозы и жировой массы у спортсменов при преодолении длительной дистанции с общим грузом, вес которого составил 18 кг, во время установления рекорда в ледяной воде (агентство ПАРИ, книга рекордов России). **Материалы и методы.** Изучена динамика вегетативного индекса Кердо (ВИК), индекс массы тела (ИМТ), оценка жировой массы тела (ЖМТ), уровень глюкозы. **Результаты.** Установлено, что участники экстремального заплыва по ИМТ имели избыточную массу тела. Между замерами до и после экстремального заплыва по показателям ИМТ и ЖМТ как в процентном, так и в абсолютном содержании не установлено достоверных изменений. При оценке ВИК до начала установления рекорда у спортсменов наблюдалась анаболическая направленность обменных процессов, а после – преобладание симпатического регулирования, либо уравновешенность симпатических и парасимпатических влияний ВНС. После заплыва (2-й замер) отмечено достоверное увеличение уровня глюкозы ($p < 0,005$) и выявлена положительная корреляция уровня глюкозы с индексом массы тела. **Заключение.** Полученные результаты свидетельствуют, что уровень адаптационных возможностей спортсменов, длительно занимающихся зимним плаванием, достаточно высокий. Спортсмены показывают высокие спортивные результаты, увеличивая свои индивидуальные адаптационные возможности при сочетанном воздействии температурной и физической нагрузки в рамках нормальных значений системы жизнеобеспечения, в частности вегетативной регуляции нервной системы и обменных процессов.

Ключевые слова: физическая нагрузка, температурная нагрузка, рекорд в ледяной воде, индекс массы тела, жировая масса тела, уровень глюкозы, вегетативный индекс Кердо

Благодарности. Работа выполнена по госзаданию ТюмНЦ СО РАН № 1021061710153-4-1.5.1.

Для цитирования: Фишер Т.А., Бобрешова С.С., Яркин А.В. Динамика вегетативной регуляции нервной системы и обменных процессов у пловцов при установлении рекорда в ледяной воде // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 4. С. 35–43. DOI: 10.14529/hsm220404

AUTONOMIC REGULATION OF THE NERVOUS SYSTEM AND METABOLIC PROCESSES IN SWIMMERS COMPETING FOR A RECORD IN ICE WATER

T.A. Fisher^{1,2}, fitan72@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-9614-9907>
S.S. Bobreshova^{1,2}, kolyvanova93@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-0579-081X>
A.V. Yarkin², ayarkin@yandex.ru, Scopus Author ID 56667475100

¹Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen, Russia

²Autonomous Non-Profit Organization of Additional Professional Education Scientific and Educational Center "Region zdorovyya (Health Region)", Tyumen, Russia

Abstract. Aim. The paper aims to show the dynamics of autonomic regulation of the nervous system, glucose, and fat mass in long-distance swimmers with weights of 18 kg competing for a record in ice water (Russian Book of Records). **Material and methods.** Changes in the Kerdo index, body mass index, body fat mass, and glucose were identified. **Results.** The participants in this extreme swimming race were found to be overweight according to BMI. No significant differences were found in terms of BMI and BFM (percentage and absolute values) before and after the swimming race. Before measurements, athletes demonstrated anabolic-type metabolism, followed by the prevalence of sympathetic regulation or a balance between sympathetic and parasympathetic activities after the swimming race. After the second measurement, a significant increase in glucose levels ($p < 0.005$) and a positive correlation between glucose levels and BMI were recorded. **Conclusion.** The results obtained show a quite high level of adaptive capabilities in long-distance ice-water swimmers. Athletes demonstrated excellent sports performance and enhanced adaptive capabilities due to the combined effects of temperature and physical activity and remained within reference values for autonomic regulation and metabolic processes.

Keywords: physical activity, temperature exposure, record in ice water, body mass index, body fat mass, glucose, Kerdo index

Acknowledgements. This work was accomplished as part of the State Assignment of Tyumen Scientific Center SB RAS No. 1021061710153-4-1.5.1.

For citation: Fisher T.A., Bobreshova S.S., Yarkin A.V. Autonomic regulation of the nervous system and metabolic processes in swimmers competing for a record in ice water. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(4):35–43. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220404

Введение. Плавание в холодной и ледяной воде – это не только эффективный способ повышения устойчивости организма к воздействию неблагоприятных факторов, но и соревновательная дисциплина [1]. Несмотря на то, что этот вид деятельности представляет значительные риски для здоровья [16], он активно развивается [11]. Основными лидерами зимнего плавания считаются такие страны, как Финляндия, Эстония, Литва, Чехия, Латвия, Россия и др. Например, последний X чемпионат мира по зимнему плаванию был проведен в РФ в г. Тюмени в 2016 году. В нем участвовали более 1 000 спортсменов из 42 стран мира. Все чаще проводятся спортивно-культурные мероприятия разного уровня, организовываются международные заплывы и устанавливаются мировые рекорды [10, 14]. Так, Льюис Гордон Пью сделал первую по-

пытку проплыть большое расстояние в ледяной воде ($t = 1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) как можно ближе к Северному полюсу. Ему удалось проплыть за 18 минут 50 секунд расстояние в 1 км в открытой точке льда на Северном полюсе. Его рекорд был побит Линн Кокс во время заплыва возле острова Петерманн в Антарктиде. По мнению ученых, такое достижение было связано с тем, что он смог повысить свою температуру тела на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ с помощью психологических установок, называемых «предвидимый термогенез» [12]. Также создаются группы для установления рекордов. Например, за 40 часов 33 минуты группа «моржей» (Россия, г. Тюмень) разной спортивной подготовки (стаж от 4 до 12 лет) в количестве 22 человек (8 женщин и 14 мужчин) преодолела в холодной воде ($t = \text{около } 4\text{ }^{\circ}\text{C}$) дистанцию в 101,4 км. При этом показана «цена»

адаптационных ресурсов со стороны физиологического и психологического звеньев системы жизнеобеспечения [3].

Достижения в области расширения индивидуальных возможностей человека в «мире холода» вызывают огромное удивление, но часто они остаются без научного сопровождения. Практически не обоснованы факты того, как регулировать психоэмоциональное состояние и поведение человека в холодной и ледяной воде, какие личностные характеристики становятся ведущими, как правильно дышать в момент воздействия резких перепадов температур, как заходить в холодную воду, как выработать самоконтроль во время нахождения в холодной воде, в том числе соревновательного процесса, чтобы не было обморожения конечностей. Опытными спортсменами зимнего плавания уже отработаны навыки по преодолению стресса во время резкого перепада температур, который порой достигает более 90 °С [5, 8]. Такие знания могут стать полезны для категории людей, чья профессиональная деятельность связана с территориальными перемещениями (миграцией) в северные широты РФ, в том числе в Арктической зоне. Нередко выполнение их служебных задач происходит в условиях температурного стресса с риском для жизни и здоровья.

Важно отметить, что зимние пловцы научились преодолевать «барьеры», связанные с контрастным воздействием температур, и продолжают искать способы увеличения ресурсного потенциала человека, развивая при этом высокую стрессоустойчивость. В связи с этим изучение людей, занимающихся зимним плаванием, представляет научную ценность для детального описания физиологических и психологических процессов, происходящих на разных уровнях системы жизнеобеспечения. Изучение реакций систем организма на экстремальное контролируемое низкотемпературное воздействие позволит прогнозировать некоторые психологические реакции и реакции физиологических систем организма в экстремальных условиях. Это поможет выработать систему безопасных стандартов при занятии зимним плаванием, необходимых для предотвращения или снижения рисков развития дисфункциональных состояний [13]. Полученные данные можно использовать для разработки систем тренировок и спортивных нагрузок, способствующих увеличению адаптационного потенциала как спортсменов, так

и любителей зимнего плавания, что даст возможность контролировать свое здоровье, увеличивая адаптивные возможности организма.

Цель исследования: оценить динамику вегетативной регуляции нервной системы, уровня глюкозы и жирового компонента массы тела у спортсменов зимнего плавания во время установления рекорда (агентство ПАРИ, книга рекордов России) в ледяной воде при преодолении длительной дистанции с грузом, масса которого составила 18 кг.

Материалы и методы. В исследовании и установлении рекорда приняли участие 14 мужчин-пловцов, занимающихся зимним плаванием, возраст которых составил 43,1 [36,2; 58,5] года. Стаж регулярных занятий – 7,4 [4,0; 12,0] года, что свидетельствует о том, что они имеют длительный опыт и наработанные профессиональные навыки взаимодействия с холодной водой. Подписаны добровольные согласия на участие в установлении рекорда и согласия на участие в научном исследовании и обработку персональных данных. Критерии включения: справка врача-кардиолога и врача-терапевта (с указанием перенесенных заболеваний и оперативных вмешательств за последний год), справка об отсутствии контактов с инфекционными больными и об отсутствии РНК в биологическом материале возбудителя коронавирусной инфекции Covid-19 методом ПЦР, срок проведения исследования не должен был превышать 4 суток. Критерии невключения: инфицированность Covid-19, вне зависимости от клинических проявлений; наличие в анамнезе хронических заболеваний; варикозное расширение вен; заболевание щитовидной железы (гипертиреоз II–III степени); ишемическая болезнь сердца (ИБС), злокачественные новообразования; неврологические заболевания: эпилепсия, в том числе в стадии ремиссии; болезни пищеварения: язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки.

Допуск спортсменов к установлению рекорда осуществлялся по оценке общего самочувствия (отличное, хорошее, удовлетворительное, неудовлетворительное), уровню артериального давления (систолическое 110–155 мм рт. ст., диастолическое 60–90 мм рт. ст.), частоте сердечных сокращений (ЧСС 60–90 ударов в минуту), температуры тела 36,0–37,0 °С.

Исследование было проведено на базе Центра закаливания и плавания в холодной

воде «АквАйСпорт» (г. Тюмень, Россия), который располагается на юге Западной Сибири, климат в этой географической зоне – умеренный. В момент установления рекорда (март 2021 года) температура воздуха 0 °С, ветер юго-восточный 1 м/с, давление 738 мм, влажность 87 %, осадки – снег 0,2 мм, температура воды +1,5 °С (категория – ледяное плавание).

Проведение мероприятия по установлению рекорда. Каждый пловец перед заплывом надевал специальную конструкцию – атлетический пояс с крюком, располагая его в области центральной части живота (масса пояса составляла 1 кг 800 г). На крюк помещали груз – спортивную гирию (масса 16 кг 200 г). Масса общего груза составила 18 кг.

Условия для установления рекорда. Бассейн оборудован как объект, представляющий собой участок акватории открытого природного водоема, поверхность которого ограничена периметром изо льда (прорубь), размером 9×25 м 30 см. В проруби установлена «толчковая стенка» (удерживающая конструкция). С обеих торцевых сторон прорубь оборудована лестницей с подъемными механизмами. В длину бассейна протянуты разделительные цветные тросы, обозначающие плавательные дорожки.

Дизайн установления рекорда. Заплыв проведен в эстафетном варианте, где в общем зачете пловцы преодолели 900 метров за 34 минуты 52 секунды: 11 пловцов проплыли в ледяной воде с грузом 3 этапа по 25 м (всего 75 м) и 3 пловца – 1 этап (25 м). После того как пловец проплывал дистанцию, он в воде передавал гирию другому пловцу, который самостоятельно ее прикреплял. Такая процедура необходима для отслеживания на поведенческом уровне способности пловца контролировать свое состояние и вовлеченность в процесс.

Во время ожидания своего заплыва участники эстафеты находились в помещении ($t = +15...+17$ °С), после заплыва проходили в баню на 20 минут ($t = +90...+92$ °С) для отогревания и восстановления саморегуляции организма, направленного на поддержание динамического равновесия.

Замеры исследуемых показателей проводилось дважды: 1-й замер – за 20 минут до заплыва; 2-й замер – через 20 минут после установления рекорда и посещения бани. Были исследованы: вегетативный индекс Кер-

до (ВИК), индекс массы тела (ИМТ), жировая масса тела (ЖМТ), обменные процессы определялись по уровню глюкозы.

Оценка соматотипологических особенностей: $ВИК = (1 - ДАД / ЧСС) \cdot 100$. Значение ВИК, равное 0, расценивается как вегетативное равновесие, от –15,0 до 15,0 – уравновешенность симпатических и парасимпатических влияний ВНС, от 16,0 до 30,0 – симпатикотония, $\geq 31,0$ – выраженная симпатикотония (активация симпатического отдела ВНС и катаблическая направленность обменных процессов), от –16,0 до –30,0 – парасимпатикотония, $\leq -30,0$ – выраженная парасимпатикотония (нарушение равновесия обменных процессов по анаболическому варианту метаболизма). По формуле Кетле рассчитан ИМТ = M / L^2 (кг/м²), где M – масса тела, кг; L – длина тела, м. Оценивали ИМТ по следующим критериям: < 18,5 – недостаточная масса тела; 18,5–24,9 – норма; 25,0–29,9 – избыточная масса тела (предожирение); 30,0–34,9 – ожирение 1-й степени; 35,0–39,9 – ожирение 2-й степени; > 40,0 – ожирение 3-й степени. С помощью жиροанализатора Omron BF302 (Япония) проводилось обследование ЖМТ по принципу АБЭС (анализ биоэлектрического сопротивления). Уровень глюкозы определялся в капиллярной крови с помощью портативной системы контроля OneTouch Select Plus Flex (Россия).

Статистический анализ полученных результатов проводился с использованием интегрированного пакета программного обеспечения IBM SPSS Statistics 21. Применены параметрические и непараметрические методы статистического анализа. Различия между выборками оценивали по критерию Уилкоксона, наличие или отсутствие линейной связи между показателями проводили с помощью корреляции Пирсона. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведено комплексное исследование изменений вегетативной регуляции, уровня глюкозы и жирового компонента массы тела у спортсменов в ходе установления рекорда по плаванию в ледяной воде с грузом (табл. 1). Показатели ИМТ свидетельствовали об избыточной массе тела (предожирение) у всех участников установления рекорда. При этом относительное и абсолютное содержание жира в организме пловцов находилось на оптимальном уровне [6].

Таблица 1
Table 1

Сравнительный анализ показателей ИМТ и жировой массы у пловцов (n = 14)
Comparative analysis of BMI and fat mass in swimmers (n = 14)

Показатели Parameter	Замер Measurement	M ± σ	Me [LQ; UQ]	P	Min	Max
ИМТ, кг/м ² BMI, kg/m ²	1	28,36 ± 2,79	28,1 [27,1; 30,0]	0,445	23,05	33,55
	2	28,38 ± 2,99	28,2 [27,0; 30,0]		22,46	33,30
ЖМТ, % BFM, %	1	20,21 ± 5,61	20,8 [16,2; 22,7]	0,528	9,70	30,60
	2	19,34 ± 6,21	18,7 [15,0; 22,5]		9,70	30,40
ЖМТ, кг BFM, кг	1	22,84 ± 4,42	23,3 [19,7; 25,2]	0,091	13,20	29,10
	2	22,55 ± 4,80	22,8 [19,6; 25,8]		13,20	29,00
ВИК, % KVI, %	1	-11,56 ± 11,76	-16,9 [-21,7; -1,25]	0,347	-25,30	6,90
	2	-7,21 ± 11,47	-10,7 [-16,9; 1,9]		-25,81	23,08
Глюкоза, ммоль/л Glucose, mmol/l	1	6,14 ± 0,86	6,4 [5,5; 6,7]	0,005**	4,80	7,50
	2	6,79 ± 1,28	6,6 [5,8; 7,5]		5,10	9,80

Избыточная масса тела спортсменов, длительно занимающихся зимним плаванием, необходима для защитного эффекта от потери тепла, адаптивного термогенеза (продукция тепла) и участвует в регулировании баланса энергии во время пребывания в холодной воде и после восстановления саморегуляции организма, обеспечивающих поддержание динамического равновесия [9, 15]. Процесс повышения теплопродукции в ответ на холодовую стимуляцию, контролируемый симпатическим отделом нервной системы, сопровождается стимуляцией липолиза в бурых адипоцитах и более высоким ВАТ-зависимым расходом энергии [7]. В исследовании это подтверждается тем, что, несмотря на закономерное отсутствие достоверных изменений ИМТ и ЖМТ (абс. и %) между замерами до и после экстремального воздействия (низкая температура воды и воздуха при сочетании с физическим напряжением) при установлении рекорда, нами отмечена некоторая динамика данных показателей в сторону снижения.

При оценке вегетативного индекса Кердо до начала исследования и установления рекорда (1-й замер, ВИК = -16,9 [-21,7; -1,25]) в большинстве случаев у спортсменов наблю-

далось относительное преобладание парасимпатического отдела ВНС над симпатическим, что свидетельствует об анаболической направленности обменных процессов.

Возможно, такая ситуация связана с подготовкой организменных процессов на предстоящее мероприятие по установлению рекорда. После установления рекорда (2-й замер) наблюдалось смещение ВИК в сторону преобладания симпатического регулирования или уравновешенности симпатических и парасимпатических влияний ВНС (ВИК = -10,7 [-16,9; 1,9]), указывая на включение симпатической ВНС в процесс теплопродукции.

Уровень глюкозы (1-й замер = 6,4 [5,5; 6,7]; 2-й замер = 6,6 [5,8; 7,5]) после установления рекорда достоверно повысился (p = 0,005). Особое внимание обращает на себя то, что полученные положительные корреляции уровня глюкозы (2-й замер) с индексом массы тела (табл. 2) выявились после того, как спортсмены установили рекорд (1-й и 2-й замеры).

Это может быть связано с тем, что вследствие высокого физического напряжения в ледяной воде включается каскад биохимических реакций, в том числе повышается уро-

Корреляционные взаимосвязи ИМТ и уровня глюкозы
Relationships between BMI and glucose

Показатель Parameter	ИМТ, кг/м ² (1-й замер) BMI, kg/m ² (1st measurement)	ИМТ, кг/м ² (2-й замер) BMI, kg/m ² (2nd measurement)
Глюкоза, ммоль/л (1-й замер) Glucose (mmol/l) (1st measurement)	0,319 P = 0,266	0,284 P = 0,325
Глюкоза, ммоль/л (2-й замер) Glucose (mmol/l) (2nd measurement)	0,612* P = 0,020	0,608* P = 0,021

Примечание. * – p < 0,05 – достоверность корреляционных связей.
Note. * – p < 0.05 – significance of correlations.

вень глюкозы, необходимый для изменения окислительно-восстановительных реакций, направленных на процессы теплообразования и теплоотдачи. Дополнительно повышение уровня глюкозы в крови может быть результатом деятельности гормонов стресса – адреналина и кортизола, стимулирующих процессы гликогенолиза и глюконеогенеза, и, соответственно, свидетельствовать о стрессовом реагировании организма на экстремально холодную и физическую нагрузку [2, 4].

Заключение. Проведенный анализ показателей вегетативной регуляции, жировой массы и уровня глюкозы во время установления рекорда в ледяной воде свидетельствует о достаточно высоком уровне адаптационных возможностях спортсменов. Люди, длительно и регулярно занимающиеся зимним плаванием, показывают высокие спортивные результаты в рамках нормальных значений системы жизнеобеспечения, в частности вегетативной регуляции нервной системы и уровня глюкозы как регулятора обменных процессов. С одной стороны, такая практика и увлечение зимним плаванием способствует увеличению ресурсного адаптационного потенциала человека соответствующей подготовки при воздействии сочетанных факторов температур-

ного и физического стресса. С другой – важно учитывать, что способность организма к адаптационной перестройке биологических процессов не безгранична и имеет определенный риск. В связи с этим для лучшего понимания краткосрочных и долгосрочных последствий набирающего популярность в последние годы зимнего плавания как вида экстремального воздействия на организм необходимо продолжать изучение индивидуальных ресурсов и адаптационных возможностей организма человека в пределах нормальных значений системы жизнеобеспечения. Это может быть важно для разработки методов и подходов, обеспечивающих как защиту от потенциальных рисков воздействия холодной воды, так и оптимум адаптационных реакций человека не только к неблагоприятным факторам среды, но и стрессам повседневной жизни.

Научная группа благодарит организаторов мероприятия: Агаркова Андрея Александровича, Салмина Алексея Павловича – председателя Тюменской областной общественной организации «Федерация закаливания и спортивного зимнего плавания» и всех участников установления рекорда за оказанную помощь в организации данного исследования.

Список литературы

1. Арбузова, Н.А. Инфраструктура зимнего плавания как важного экстрим-направления и компонента закаливания организма к холоду (аналитико-экспериментальное исследование) / Н.А. Арбузова, С.А. Полиевский. – М.: БИБКМ, 2021. – 72 с.
2. Белая, Ж.Е. Роль физических нагрузок в норме и при сахарном диабете / Ж.Е. Белая, О.М. Смирнова, И.И. Дедов // Проблемы эндокринологии. – 2005. – Т. 51, № 2. – С. 28–37.
3. Динамика эмоционального состояния и физиологических параметров организма при длительном акватермальном воздействии / Т.А. Фишер, С.А. Петров, Е.Л. Доценко, Ю.Г. Суховой // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физ. культуры. – 2018. – Т. 95, № 3. – С. 57–62.
4. Жигулина, В.В. Биохимический ответ организма на стресс (обзор литературы) / В.В. Жигулина // Верхневолжский мед. журнал. – 2014. – Т. 12, № 4. – С. 25–30.

5. Изменение гемодинамических, психофизиологических показателей и адаптационного потенциала мужчин трудоспособного возраста, занимающихся водно-холодовым закаливанием / Т.А. Фишер, С.С. Кольянова, А.А. Пушников, О.Н. Лепунова // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физ. культуры.* – 2020. – Т. 97, № 6. – С. 40–49.
6. Мартиросов, Э.Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э.Г. Мартиросов, Д.В. Николаев, С.Г. Руднев. – М.: Наука, 2006. – 248 с.
7. Метаболические особенности и терапевтический потенциал бурой и «бежевой» жировой ткани / Е.О. Кошкирова, А.Ю. Майоров, М.В. Шестакова, И.И. Дедов // *Сахарный диабет.* – 2014. – № 4. – С. 5–15.
8. “Brain over body” – A study on the willful regulation of autonomic function during cold exposure / O. Muzik, K.T. Reilly, V.A. Diwadkar // *Neuroimage.* – 2018. – № 172. – P. 632–641.
9. Changes in body core and body surface temperatures during prolonged swimming in water of 10 °C – a case report / C.A. Rüst, B. Knechtle, T. Rosemann // *Extrem Physiol Med.* – 2012. – № 1:8. – P. 1–7.
10. Cold Water Swimming-Benefits and Risks: A Narrative Review. / B. Knechtle, Z. Waśkiewicz, C.V. Sousa, L. Hill, P.T. Nikolaidis // *Int J Environ Res Public Health.* – 2020. – № 17 (23). – P. 8984–9004.
11. Exposure to Cold and acute Upper Respiratory Tract Infection / R. Eccles, J.E. Wilkinson // *Rhinology.* – 2015. – No. 53. – P. 99–106.
12. Profile: Lewis Gordon Pugh-Polar swimmer / J. Butcher // *Lancet.* – 2005. – No. 366. – P. 23–24.
13. Swimming in ice cold water / B. Knechtle, N. Christinger, G. Kohler, P. Knechtle, T. Rosemann // *Ir J Med Sci.* – 2009. – No. 178 (4). – P. 507–511.
14. Swimming Three Ice Miles within Fifteen Hours / M. Stjepanovic, P.T. Nikolaidis, B. Knechtle // *Chin J Physiol.* – 2017. – No. 60 (4). – P. 197–206.
15. The Body Mass Index of San Francisco Cold-water Swimmers: Comparisons to U.S. National and Local Populations, and Pool Swimmers / B.T. Crow, E.C. Matthey, S.P. Schatz et al. // *Int J Exerc Sci.* – 2017. – No. 10 (8). – P. 1250–1262.
16. Winter Swimming: Body Hardening and Cardiorespiratory Protection Via Sustainable Acclimation / A.S. Manolis, S.A. Manolis, A.A. Manolis et al. // *Curr Sports Med Rep.* – 2019. – No. 18 (11). – P. 401–415.

References

1. Arbuzova N.A., Polievsky S.A. *Infrastruktura zimnego plavaniya kak vazhnogo ekstrim-napravleniya i komponenta zakalivaniya organizma k holodu (analitiko-eksperimental'noe issledovanie)* [Infrastructure of Winter Swimming as an Important Extreme Direction and a Component of Hardening the Body to the Cold]. Moscow, BIBKOM Publ., 2021. 72 p.
2. Belaya Zh.E., Smirnova O.M., Dedov I.I. [Role of Exercises in Health and in Diabetes Mellitus]. *Problemy endokrinologii* [Problems of Endocrinology], 2005, vol. 51, no. 2, pp. 28–37. (in Russ.)
3. Fisher T.A., Petrov S.A., Dotsenko E.L., Suhovei Yu.G. [Dynamics of the Emotional State and Physiological Parameters of the Organism during Long-term Aqua-thermal Impact]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury* [Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy], 2018, vol. 95, no. 3, pp. 57–62. (in Russ.) DOI: 10.17116/kurort201895357
4. Zhigulina V.V. [Biochemical Response of the Body to Stress (Overview)]. *Verkhnevolzhskiy meditsinskiy zhurnal* [Upper Volga Medical Journal], 2014, vol. 12, no. 4, pp. 25–30. (in Russ.)
5. Fisher T.A., Kolyvanova S.S., Pushnikov A.A., Lepunova O.N. [The Dynamics of Hemodynamic, Psychophysiological Parameters and Adaptive Potential of Men of Working Age Engaged in Water-Cold Hardening]. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury* [Problems of Balneology, Physiotherapy, and Exercise Therapy], 2020, vol. 97, no. 6, pp. 40–49. (in Russ.) DOI: 10.17116/kurort20209706140
6. Martirosov Je.G., Nikolaev D.V., Rudnev S.G. *Tehnologii i metody opredeleniya sostava tela cheloveka* [Technologies and Methods for Determining the Composition of the Human Body]. Moscow, Science Publ., 2006. 248 p.

7. Koksharova E.O., Mayorov A.Yu., Shestakova M.V., Dedov I.I. [Metabolic Characteristics and Therapeutic Potential of Brown and Beige Adipose Tissues]. *Sakharnyy diabet* [Diabetes Mellitus], 2014, vol. 17, no. 4, pp. 5–15. (in Russ.) DOI: 10.14341/DM201445-15

8. Muzik O., Reilly K.T., Diwadkar V.A. “Brain over body” – A Study on the Willful Regulation of Autonomic Function During Cold Exposure. *Neuroimage*, 2018, no. 172, pp. 632–641. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2018.01.067

9. Rüst C.A., Knechtle B., Rosemann T. Changes in Body Core and Body Surface Temperatures During Prolonged Swimming in Water of 10 °C – a Case Report. *Extrem Physiology Medical*, 2012, no. 1:8, pp. 1–7. DOI: 10.1186/2046-7648-1-8

10. Knechtle B., Waśkiewicz Z., Sousa C.V. et al. Cold Water Swimming-Benefits and Risks: A Narrative Review. *International Journal Environment Reserch Public Healthcare*, 2020, no. 17 (23), pp. 8984–9004. DOI: 10.3390/ijerph17238984

11. Eccles R., Wilkinson J.E. Exposure to Cold and Acute Upper Respiratory Tract Infection. *Rhinology*, 2015, no. 53, pp. 99–106. DOI: 10.4193/Rhin14.239

12. Butcher J. Profile: Lewis Gordon Pugh-Polar Swimmer. *Lancet*, 2005, no. 366, pp. 23–24. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)67833-6

13. Knechtle B., Christinger N., Kohler G. et al. Swimming in Ice Cold Water. *Ir Journal Medical Science*, 2009, no. 178 (4), pp. 507–511. DOI: 10.1007/s11845-009-0427-0

14. Stjepanovic M., Nikolaidis P.T., Knechtle B. Swimming Three Ice Miles within Fifteen Hours. *Chin Journal Physiology*, 2017, no. 60 (4), pp. 197–206. DOI: 10.4077/CJP.2017.BAF467

15. Crow B.T., Matthay E.C., Schatz S.P. et al. The Body Mass Index of San Francisco Cold-water Swimmers: Comparisons to U.S. National and Local Populations, and Pool Swimmers. *International Journal Exercise Science*, 2017, no. 10 (8), pp. 1250–1262.

16. Manolis A.S., Manolis S.A., Manolis A.A. et al. Winter Swimming: Body Hardening and Cardiorespiratory Protection Via Sustainable Acclimation. *Curr Sports Medical Rep.*, 2019, no. 18 (11), pp. 401–415. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000653

Информация об авторах

Фишер Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела методологии междисциплинарных исследований криосферы, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук; научный сотрудник, Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования Научно-образовательный центр «Регион здоровья», Тюмень, Россия.

Бобрешова Светлана Сергеевна, младший научный сотрудник отдела методологии междисциплинарных исследований криосферы, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук; научный сотрудник, Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования Научно-образовательный центр «Регион здоровья», Тюмень, Россия.

Яркин Антон Викторович, кандидат технических наук, директор, Автономная некоммерческая организация дополнительного профессионального образования Научно-образовательный центр «Регион здоровья», Тюмень, Россия.

Information about the authors

Tatyana A. Fisher, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Department of Methodology for Interdisciplinary Cryosphere Research, Federal State Institution Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Researcher, Autonomous Non-Profit Organization of Additional Professional Education Scientific and Educational Center “Region zdorovya (Health Region)”, Tyumen, Russia.

Svetlana S. Bobreshova, Junior Researcher, Department of Methodology for Interdisciplinary Cryosphere Research, Federal State Institution Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Researcher, Autonomous Non-Profit Organization of Additional Professional Education Scientific and ter “Region zdorovya (Health Region)”, Tyumen, Russia. Educational Cen

Anton V. Yarkin, Candidate of Technical Sciences, Director, Autonomous Non-Profit Organization of Additional Professional Education Scientific and Educational Center “Region zdorovya (Health Region)”, Tyumen, Russia.

Статья поступила в редакцию 11.08.2022

The article was submitted 11.08.2022