

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ НА НЕРВНО-МЫШЕЧНУЮ СИСТЕМУ ЖЕНЩИН

© 2021 г. Е. В. Майстренко, Д. В. Белощенко

БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет», г. Сургут

Введение. Ряд исследований приспособительных реакций организма человека на воздействие холода предполагает наличие эволюционно сформированных генетических механизмов адаптации организма к климатическим условиям Севера. Однако открытым остается вопрос об индивидуальных функциональных реакциях нервно-мышечной системы (НМС) человека на гипотермическое воздействие.

Цель нашей работы – установление особенностей динамики параметров НМС (координат $x_i = x_i(t)$ треморограмм) группы молодых женщин, проживающих на Югорском Севере Российской Федерации, до и после локального охлаждения кисти в разные периоды года.

Методы. С помощью биофизического измерительного комплекса на базе прибора «Тремограф» регистрировались кинематограммы тремора пальцев правой руки в заданном режиме. Полученные сигналы смещения конечности $x_i = x_i(t)$ и их производная от x_i , то есть $x_2 = v(t) = dx_i/dt$ – координата скорости перемещения пальца, обрабатывались с помощью программных продуктов на базе ЭВМ с использованием быстрого преобразования Фурье и Wavelett-анализа. Статистический анализ производили с применением критериев Шапиро – Уилка и Вилкоксона.

Результаты. Параметры треморограмм НМС женщин характеризуются отличающимся от нормального типом распределения, сигнал всегда уникален для каждого интервала регистрации у каждой испытуемой. Значения медиан параметров треморограмм у группы женщин после локальной гипотермии в осенний и весенний периоды года в 85–70 % случаев уменьшаются, однако весной эти значения гораздо выше как до, так и после локального холодового воздействия относительно осеннего периода. В 57 % случаев значения координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм статистически различались, а в 43 % различий не наблюдалось.

Выводы. Ответная реакция НМС женщин статистически различается в зависимости от времени года, что может предположительно означать наличие приспособительных реакций на уровне НМС к холодовому воздействию.

Ключевые слова: треморограммы, локальная гипотермия, холодовое воздействие, время года, адаптация

EFFECT OF LOCAL HYPOTHERMIA ON THE NEURO-MUSCULAR SYSTEM IN WOMEN

E. V. Maystrenko, D. V. Beloshchenko

Surgut State University, Surgut, Russia

Introduction: Many studies on adaptation of the human body to the effects of cold suggest the presence of evolutionary genetic mechanisms of adaptation to the climate of the North. However, the question remains open about the reactions of the human neuromuscular system (NMS) to local hypothermia.

Aim: To study the changes of the parameters of the NMS (coordinates $x_i = x_i(t)$ of the tremorograms) of a group of young women living in the North of the Ugra republic, Russia before and after local cooling of the hand in different seasons.

Methods: Kinematograms of tremor of the fingers of the right hand were recorded using a biophysical measuring complex based on the «Tremograph» device. Limb displacement signals $x_i = x_i(t)$ were recorded and processed (obtaining the derivative of x_i , i.e., $x_2 = v(t) = dx_i/dt$ is the coordinate of the finger's speed of movement) using software products applying fast Fourier transformation and Wavelett-analysis. Shapiro-Wilk's tests and Wilcoxon tests were used for statistical analysis of the data.

Results: All parameters of tremorograms of the neuromuscular system of women were had skewed distributions. The signal was always unique for each recording interval for every study participant. Medians of the parameters of the tremorograms in a group of women after local hypothermia in the autumn and spring periods of the year were reduced in 85-70 % of cases, but in spring these values were much greater both before and after local cold exposure compared to the autumn period. In 57 % of cases, the coordinates $x_i = x_i(t)$ of the parameters of tremorograms were statistically different.

Conclusions: Our findings suggest that the response of the NMS in women significantly varies across the seasons, which may indicate adaptation of the body to exposure to cold.

Key words: tremorograms, local hypothermia, cold exposure, seasons, adaptation

Библиографическая ссылка:

Майстренко Е. В., Белощенко Д. В. Влияние локальной гипотермии на нервно-мышечную систему женщин // Экология человека. 2021. № 1. С. 32–37.

For citing:

Maystrenko E. V., Beloshchenko D. V. Effect of Local Hypothermia on the Neuro-Muscular System in Women. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021, 1, pp. 32-37.

Одним из главных стрессогенных факторов Югорского Севера Российской Федерации (территория Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) выделяют низкие температуры наружного воздуха продолжительный период года. Воздействию пониженных температур окружающей среды в первую

очередь подвергаются открытые участки тела человека (кисти рук, лицо). При этом кисти рук очень чутко реагируют, изменяются при охлаждении их физиологические реакции. Дистальное расположение кистей конечностей, их маленькая масса и достаточно большая площадь поверхностей рук и пальцев приводят к

потере тепла конечностями, но при этом обеспечивается поддержание необходимых температур внутри тканей организма ($30-35\text{ }^{\circ}\text{C}$) [4, 7]. Физиологические возможности кисти и пальцев верхних конечностей напрямую зависят от температуры их тканей. При понижении температуры тканей кистей рук происходит снижение скорости двигательных реакций, точности и ловкости движений [9, 10].

Как известно, при локальном охлаждении теплых верхних и нижних конечностей до температуры $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ у большинства людей ощущается чувство боли, особенно у лиц женского пола. Это объясняется тем, что порог чувствительности практически всех видов рецепторов в среднем у женщин ниже, чем у мужчин [1, 2]. Известен тот факт, что в охлаждаемой части тела появляется чувство боли, которое сочетается со спазмом кровеносных сосудов. Охлаждение рефлекторно вызывает спазм не только в конечностях, но и в сердечной мышце, верхних дыхательных путях, гладкомышечных органах (таких, например, как кишечник и матка).

Понижение температуры окружающей человека среды можно рассматривать как физиологический стресс. Особенно ярко можно наблюдать приспособительные реакции организма человека в условиях северных территорий, где перепад температур от $25-28\text{ }^{\circ}\text{C}$ в теплом помещении до минус $20-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ на улице может составлять $60-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Первыми реагируют на такие резкие температурные воздействия кожа рук и верхние дыхательные пути. Начиная с рецепторного аппарата кожи (тепловые рецепторы) запускается ряд физиологических реакций, направленных на процессы терморегуляции на уровне всего организма. Характеристика таких физиологических приспособлений напрямую зависит от степени и особенностей охлаждения. Вполне привычными и объяснимыми являются такие изменения в состоянии кожи кистей рук, лица, как сужение кровеносных сосудов, побледнение кожи. При последующем охлаждении организма может наступить стадия изменения площади, через которую происходит потеря тепла конвекционным способом, — появление «гусиной кожи». Следующая стадия — дрожь, благодаря которой вследствие произвольных мышечных сокращений происходит образование тепла и временное частичное восстановление функций. В худшем случае, когда нет возможности обеспечить нормальные температурные условия, может наступить обморожение конечностей или окоченение всего организма с замедлением и торможением всех физиологических процессов.

Все описанные изменения осуществляются не только на уровне нервно-мышечной системы (НМС). Можно говорить о том, что вся деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем направлены на сохранение и рациональное перераспределение тепла по организму для обеспечения работы наиболее жизненно важных органов.

В соответствии с вышеизложенным целью настоящей работы является установление особенностей

динамики параметров НМС (тремограмм) молодых женщин без и в условиях влияния локальной гипотермии в осенний и весенний периоды года. Изучение адаптационных реакций на холод организма молодых женщин, проживающих в специфических условиях Севера Югры, имеет как научный, так и практический интерес, поскольку двигательные функции человека напрямую связаны с трудовой деятельностью и качеством выполняемой работы.

Методы

Проведен анализ параметров НМС 80 испытуемых в возрастном диапазоне от 20 до 23 лет в рамках плана научных исследований лаборатории «Функциональные системы организма человека на Севере» при БУ ВО ХМАО — Югры «Сургутский государственный университет» (СурГУ). Из 80 испытуемых отобраны показатели 30 человек — молодых женщин в возрасте от 22 до 23 лет (средний возраст обследуемых составил $22,4$ года), которые являются студентами СурГУ. Для чистоты эксперимента и однородности выборки НМС человека была отобрана группа по определенным критериям: одинаковый возраст и пол, период проживания в условиях Югорского Севера более 20 лет, доминирующая правая рука, отсутствие хронических заболеваний и жалоб на состояние здоровья в период проведения обследований. При обследовании испытуемых фаза менструального цикла не учитывалась.

В исследовании изучалась динамика параметров НМС как наиболее доступный и информативный показатель сенсомоторных реакций организма на любого рода воздействия. Сама методика является доступной [10], простой в использовании и мало затратной по времени. Особенности индивидуальной реакции НМС испытуемых во время исследования являются наглядными и легко фиксируемыми.

Показатели НМС снимались у обследуемых при одинаковых условиях в осенний (начало октября 2014) и весенний (конец апреля 2015) периоды года с температурой $t \approx +5\text{ }^{\circ}\text{C}$ наружного воздуха. В учебном помещении СурГУ, где проводились измерения, температура воздуха составляла $22-23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Эти два периода года были взяты в связи с тем, что именно в эти периоды возможно соблюдение одинаковых температурных условий наружного воздуха, но при этом сохраняются существенные отличия состояния нервно-мышечного аппарата в связи с различной продолжительностью светового дня. Для осеннего периода на территории Севера Югры характерно его значительное сокращение, при котором у населения наблюдается вялость, апатия, сонливость и др. В апреле фиксируется высокая солнечная активность, при которой наблюдается подъем мышечного тонуса организма, некоторое сокращение латентного периода сенсомоторных реакций, что, в свою очередь, как мы предполагаем, может иметь свое отражение в показателях тремора [13].

Показатели НМС регистрировались без и в ус-

ловиях влияния локальной гипотермии по методике Орлова Г. А. [9]. Испытуемым закреплялась легкая металлическая пластинка на указательный палец кисти верхней правой конечности, которую необходимо было удерживать в статическом положении над токовихревым датчиком на расстоянии 1–2 мм [8]. В условиях воздействия локального охлаждения показатели снимались после помещения правой кисти испытуемой в емкость с талой водой ($t \approx +5^\circ\text{C}$) на 1 минуту. Обследование женщин соответствовало этическим нормам Хельсинкской декларации (2000) и производилось неинвазивными методами, также было получено информированное согласие на участие в исследовании.

Параметры треморограмм (ТМГ) (показатели тремора указательного пальца правой кисти руки) были получены с помощью прибора «Тремограф» (РОСПАТЕНТ свидетельство № 24920 от 10.09.2002) методом треморографии. В основе работы данного устройства лежат токовихревые датчики с блоками усилителей и фильтров, которые позволяют прецизионно (до 0,01 мм) определять координату $x = x(t)$ положения пальца конечности с пластинкой в пространстве по отношению к регистратору с периодом квантования $\Delta t = 10$ мс [5, 8, 12, 14]. Регистрируемые с помощью 16-канального аналого-цифрового преобразователя ТМГ (количество точек в выборке $z = 500$) записывались в течение 5 секунд в виде файла [3, 8, 15]. Последующая обработка полученных данных осуществлялась с использованием программных продуктов MS Office – Excel, 2016 и Statistica 10. Проверка данных на соответствие закону нормального распределения оценивалась на основе вычисления критерия Шапиро – Уилка (*Shapiro-Wilk's W test* для $n < 50$), дальнейшие исследования производились методами непараметрической статистики с использованием критерия Вилкоксона (*Wilcoxon matched*

pair test для сравнения зависимых ненормально распределенных выборок).

Результаты

С помощью программы Charts 3 (зарегистрирована в РОСПатенте № 2000610599 и № 2000610600) в результате обработки 5-секундной временной развертки сигнала тремора были получены амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) параметров ТМГ. Далее АЧХ с помощью программного продукта «Конвертер данных» (анализатора сигналов) версии 2.0 ЗАО «Руднев – Шилиев» преобразовывались в координату $x_i = x_i(t)$ – смещения конечности [11], то есть за $\tau = 5$ с регистрировалось 500 значений координат ТМГ для каждой испытуемой [8, 11].

На рис. 1 в качестве показательного типичного примера представлены результаты статистической обработки параметров координат $x_i = x_i(t)$ ТМГ испытуемой Н.Д.В. в *спокойном состоянии* и в *условиях воздействия* локальной гипотермии в разные периоды года. При использовании критерия Шапиро – Уилка было обнаружено, что дискретные значения тремора имеют распределение, отличное от нормального ($p < 0,05$), следовательно, результаты были представлены медианами (Me) и процентилями (5-й и 95-й) [6, 8].

В разные периоды года согласно данным рис. 1 у испытуемой Н.Д.В. наблюдается уменьшение значения медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров ТМГ в условиях локального воздействия пониженных температур: в осенний период на 0,02 у. е. (до Me = 0,71, после Me = 0,69 у. е.), в весенний период на 0,008 у. е. (до Me = 0,875, после Me = 0,867 у. е.). Также параметры ТМГ испытуемой в весенний период года характеризуются более высокими значениями медианы как *до* (осенью Me = 0,71, весной Me = 0,875 у. е.), так и *после* (осенью Me = 0,69,

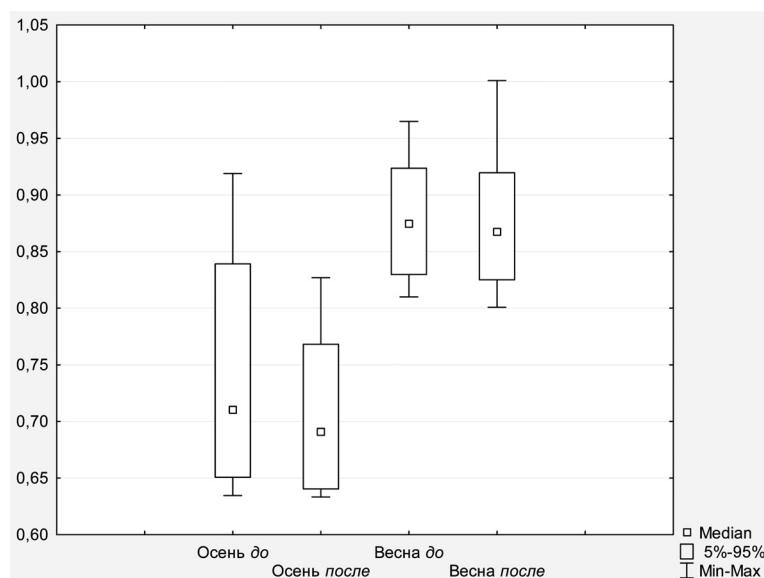


Рис. 1. Динамика (500 значений) координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм испытуемой Н.Д.В. в осенний и весенний периоды года до и после локального холодового воздействия

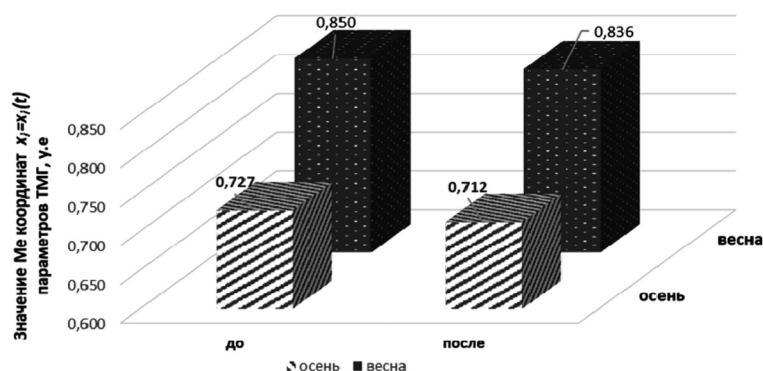


Рис. 2. Динамика (500 значений) медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм группы молодых женщин в осенний и весенний периоды года до и после локального холодового воздействия

весной $Me = 0,867$ у. е.) локальной гипотермии относительно осеннего периода на 0,165 и 0,176 у. е. соответственно. Аналогичная динамика поведения параметров координат $x_i = x_i(t)$ ТМГ в 85 % (осенью) и 70 % (весной) случаев наблюдается по всей группе испытуемых (рис. 2).

Анализ данных рис. 2 показал, что координаты $x_i = x_i(t)$ параметров ТМГ (500 значений медиан) в группе женщин в разные периоды года *после* локальной гипотермии уменьшаются на 0,015 у. е. осенью и на 0,014 у. е. весной, однако в весенний период года эти значения гораздо выше, что может быть сопряжено со сменой сезонов года и определенным уменьшением сопротивляемости организма к воздействию пониженных температур [7, 9], причем это статистически значимые различия (табл. 1). Значения критерия Вилкоксона составляют: $T = 1,00$, $Z = 4,76$, $p < 0,001$ до и $T = 28$, $Z = 4,20$ $p < 0,001$ после локальной гипотермии.

Таблица 1

Уровни значимости попарных сравнений медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм молодых женщин *до* и *после* локального холодового воздействия в разные периоды года с помощью непараметрического критерия Вилкоксона

Попарные сравнения медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров ТМГ	N	T	Z	p
Осень до — после	30	173	1,22	0,22
Весна до — после	30	189	0,89	0,37
Осень до — Весна до	30	1,00	4,76	0,00
Осень после — Весна после	30	28	4,20	0,00

Полученные результаты (см. табл. 1) свидетельствуют о том, что существует сезонная динамика параметров тремора (в исследовании принимали участие одни и те же молодые женщины в два периода года). Однако не было получено статистически значимых различий в осенний и весенний периоды года в условиях влияния локальной гипотермии при сравнении медиан *до* и *после* холодового воздействия.

При обработке результатов были установлены закономерности, согласно которым все испытуемые разделились на две группы. У первой группы из 13 испы-

туемых — 43 % при сравнении координаты $x_i = x_i(t)$ параметров ТМГ *до* — *после* локального холодового воздействия в осенний (табл. 2) и весенний периоды года с использованием критерия Вилкоксона не было получено статистически значимых различий. Следует обратить внимание на следующую особенность: эти женщины активно занимаются физической культурой не менее 5 лет (игровые виды спорта, 2–3 раза в неделю), что может вносить свой вклад в механизмы адаптации НМС у лиц с хорошей физической подготовкой, при этом речь идет о женском населении Югры. У остальных представительниц женского пола (17 испытуемых) в 57 % случаев были обнаружены статистически значимые различия.

Таблица 2

Уровни значимости попарных сравнений координат $x_i = x_i(t)$ параметров треморограмм молодых женщин *до* и *после* локального холодового воздействия в осенний период года с помощью непараметрического критерия Вилкоксона

№ испытуемой	N	T	Z	p
1	500	58523,5	0,97	0,33
2	500	61830,0	0,25	0,81
3	500	58499,5	1,28	0,20
4	500	58295,0	1,34	0,18
5	500	56637,0	1,64	0,10
6	500	57135,5	1,48	0,14
7	500	58386,5	1,01	0,31
8	500	60540,0	0,57	0,57
9	500	55204,0	1,72	0,08
10	500	60677,5	0,45	0,65
11	500	58983,5	0,98	0,33
12	500	61475,5	0,20	0,84
13	500	60986,0	0,43	0,67

Обсуждение результатов

Для Югорского Севера Российской Федерации является характерным целый ряд климатических особенностей и сезонных изменений. Это продолжительный зимний период с середины октября до конца апреля, резкие перепады температур наружного воздуха и атмосферного давления, порывистый

ветер, который усугубляет негативное воздействие низких температур [4, 12]. При выполнении различных видов деятельности работники любых профессий, связанных с работой вне помещений или в неотапливаемых помещениях, вынуждены проводить короткое или длительное время в условиях пониженных температур.

В ходе исследований установлено, что ответная реакция НМС молодых женщин на локальное холодное воздействие в осенний и весенний периоды года имеет ярко выраженные различия. Значения медиан координат $x_i = x_i(t)$ параметров ТМГ у испытуемых после локальной гипотермии в разные периоды года в 85 % (осенью) и 70 % (весной) случаев уменьшаются. Меньшее снижение значений медиан после холодного воздействия в весенний период может быть связано с более скоординированными процессами адаптации организма в весенний период, поскольку за продолжительный период воздействия низких температур с осени до весны произошло приспособление организма к температурному фактору по сравнению с периодом перехода от лета к осени, когда еще полная перестройка организма на воздействие пониженных температур не произошла.

Однако весной параметры ТМГ испытуемых по значениям медиан координат $x_i = x_i(t)$ при сравнении с осенним периодом выше как *до*, так и *после* локального холодного воздействия.

Предполагаем, что весной организм человека, в частности молодых женщин Югры, пребывает по сравнению с осенним периодом в совершенно ином физиологическом статусе, на который оказывает влияние огромное количество факторов. Например, значительно возросшая продолжительность светового дня, высокая солнечная активность, температуры окружающего воздуха (повышенные в помещениях и низкие на улице), особенности погодных условий, что характерно для северных широт Югры. Также это может быть связано с сезонной перестройкой биоритмов человека [2, 4, 9]. В весенний период обостряются все хронические заболевания, организм испытывает нехватку витаминов и микроэлементов.

Холод значимо влияет на параметры ТМГ у всей группы испытуемых, однако реакция у каждой девушки проявляется сугубо индивидуально и имеет свои особенности, которые прослеживаются в изменениях значений как самих координат $x_i = x_i(t)$ ТМГ, так и их значений медиан. В 57 % случаев (у 17 испытуемых) все выборки параметров ТМГ статистически различаются, что свидетельствует о существенном изменении в параметрах НМС человека при локальной гипотермии. Однако лишь у 13 испытуемых (43 %) при сравнении выборок ТМГ *до* — *после* локальной гипотермии (в осенний период года) мы не наблюдаем статистически значимых различий. Аналогичная динамика (закономерность) у этих испытуемых наблюдалась и в весенний период года.

Таким образом, в ходе исследования были установлены закономерности динамики параметров НМС по

всей группе молодых женщин в осенний и весенний периоды года на воздействие в виде охлаждения верхней конечности, и также было обнаружено наличие индивидуальных приспособительных функциональных реакций нервно-мышечной системы молодых женщин *без и в условиях* влияния локальной гипотермии.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ мол_a 18-37-00113.

Авторство

Майстренко Е. В. выполнила анализ и интерпретацию полученных экспериментальных данных у группы женщин до и после локальной гипотермии в разные периоды года; Белощенко Д. В. выполнила регистрацию и обработку полученных экспериментальных данных у испытуемых в двух состояниях (до и после локального холодного воздействия в осенний и весенний периоды года).

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Майстренко Елена Викторовна — ORCID 0000-0001-8045-4210; SPIN 4779-0881

Белощенко Дарья Васильевна — ORCID 0000-0001-7584-7124; SPIN 9144-7657

Список литературы / References

1. Агаджанян Н. А. Стресс, физиологические и экологические аспекты адаптации, пути коррекции. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2009. С. 18–57.

Agadzhanian N. A. *Stress, fiziologicheskie aspekty adaptatsii, puti korrektsii* [Stress, physiological aspects of adaptation, ways of correction]. Orenburg, 2009, pp. 18-57.

2. Агаджанян Н. А. Адаптационная и этническая физиология: продолжительность жизни и здоровья человека. М.: РУДН, 2009. 34 с.

Agadzhanian N. A. *Adaptatsionnaya i etnicheskaya fiziologiya: prodolzhitel'nost' zhizni i zdorov'ya cheloveka* [Adaptation and Ethnic Physiology: Life and Human Health Expectancy]. Moscow, 2009, 34 p.

3. Белощенко Д. В., Башкатова Ю. В., Щипицын К. П., Самсонов И. Н. Неопределенность параметров нервно-мышечной системы у женщин // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2016. № 4. С. 24–30.

Beloshchenko D. V., Bashkatova Yu. V., Shchipitsin K. P., Samsonov I. N. The uncertainty of the parameters of the neuromuscular system in women. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. 2016, 4, pp. 24-30. [In Russian]

4. Гудков А. Б., Попова О. Н., Лукманова Н. Б. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Севера // Экология человека. 2012. № 1. С. 12–17.

Gudkov A. B., Popova O. N., Lukmanova N. B. Ecological-physiological characteristic of northern climatic factors literature review. *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2012, 1, pp. 12-17. [In Russian]

5. Денисова Л. А., Белощенко Д. В., Башкатова Ю. В., Горбунов Д. В. Особенности регуляции двигательных функций у женщин // Клиническая медицина и фармакология. 2017. Т. 3, № 4. С. 11–16.

Denisova L. A., Beloshchenko D. V., Bashkatova Yu. V., Gorbunov D. V. Features of the regulation of motor functions in women. *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya* [Clinical medicine and pharmacology]. 2017, 3 (4), pp. 11-16. [In Russian]

6. Еськов В. В. Проблема статистической неустойчивости в биомеханике и в биофизике в целом // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25, № 2. С. 166–175.

Eskov V. V. The problem of statistical instability in biomechanics and biophysics in general. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. 2018, 25 (2), pp. 166-175. [In Russian]

7. Ковалев И. В. Проблемы развития Севера и здоровье населения. М.: Тривант, 2000. С. 6–13.

Kovalev I. V. *Problemy razvitiya Severa i zdorov'ye naseleniya* [Problems of development of the North and population health]. Moscow, Trovant Publ., 2000, pp. 6-13.

8. Козупица Г. С., Белощенко Д. В., Алиев А. А., Пахомов А. А. Сезонная динамика параметров нервно-мышечной системы женщин в условиях локального холодного воздействия // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2017. № 2. С. 36–41.

Kozupitsa G. S., Beloshchenko D. V., Aliev A. A., Pakhomov A. A. Study on seasonal dynamics of neuro-muscular system in respond to local cold exposure in women. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. 2017, 2, pp. 36-41. [In Russian]

9. Корягина Ю. В., Салова Ю. П. Биологические ритмы и адаптация к мышечной деятельности лыжников: монография. Омск: Изд-во СибГУФК, 2013. 148 с.

Koryagina Yu. V., Salova Yu. P. *Biologicheskiye ritmy i adaptatsiya k myshechnoy deyatel'nosti lyzhnikov: monografiya* [Biological rhythms and adaptation to muscular activity of skiers: monograph]. Omsk, 2013, 148 p.

10. Орлов Г. А. Хроническое поражение холодом. М.: Медицина, 1978. 168 с.

Orlov G. A. *Khronicheskoye porazheniye kholodom* [Chronic cold lesion]. Moscow, Meditsina Publ., 1978, 168 p.

11. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Алиев Н. Ш., Воробьева Л. А. Хаос параметров гомеостаза функциональных систем организма человека // Вестник новых медицинских технологий. 2018. Т. 25, № 1. С. 143–153.

Pyatin V. F., Eskov V. V., Aliyev N. Sh., Vorobyeva L. A. Chaos of homeostasis parameters of functional systems of the human body. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy* [Journal of new medical technologies]. 2018, 25 (1), pp. 143-153. [In Russian]

12. Филатова О. Е., Козлова В. В., Белощенко Д. В., Прасолова А. А. Стохастическая и хаотическая оценка параметров нервно-мышечной системы человека в осенний и весенний периоды года // Сложность. Разум. Постнеклассика. 2015. № 4. С. 42–50.

Filatova O. E., Kozlova V. V., Beloshenko D. V., Prasolova A. A. Stochastic and chaotic assessment parameters neuromuscular system human autumn and spring periods of the year. *Slozhnost'. Razum. Postneklassika* [Complexity. Mind. Postnonclassic]. 2015, 4, pp. 42-50. [In Russian]

13. Шрага М. Х. Циркумпольная среда обитания: безопасность и здоровье населения // Арктика и Север. 2011. № 1. С. 35–55.

Shraga M. H. Circumpolar habitat: safety and health of population. *Arktika i Sever* [Arctic and North]. 2011, 1, pp. 35-55. [In Russian]

14. Eskov V. V., Filatova O. E., Gavrilenko T. V., Gorbunov D. V. Chaotic Dynamics of Neuromuscular System Parameters and the Problems of the Evolution of Complexity. *Biophysics*. 2017, 62 (6), pp. 961-966.

15. Eskov V. M., Bazhenova A. E., Vochmina U. V., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. N.A. Bernstein hypothesis in the Description of chaotic dynamics of involuntary movements of person. *Russian Journal of Biomechanics*. 2017, 21 (1), pp. 14-23.

Контактная информация:

Белощенко Дарья Васильевна — преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности института естественных и технических наук БУ ВО ХМАО — Югры «Сургутский государственный университет»

Адрес: 628412, ХМАО — Югра, г. Сургут, пр. Ленина, д. 1
E-mail: d.beloshhenko@mail.ru