

УДК 613.166.9:613.482:(612.225+616-003.96)

DOI: 10.36604/1998-5029-2020-77-107-116

ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И АДАПТАЦИОННЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ ЗАКАЛИВАНИИ ОРГАНИЗМА В УСЛОВИЯХ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

М.М.Горбунов, Н.В.Коршунова, О.В.Юречко

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Благовещенский государственный педагогический университет», 675000, г. Благовещенск, ул. Ленина, 104*

РЕЗЮМЕ. В статье представлены наиболее значимые литературные данные о влиянии закаливания человека на возможности адаптационных реакций организма к низким температурам окружающей среды. Показаны важнейшие функции терморепцепторов как афферентного звена в передаче информации правильной ее переработке и адекватной реакции организма на действие неблагоприятных факторов внешней среды. Рассмотрены основные физиологические реакции организма на кратковременное и длительное действие холода. Описаны процессы метаболической, вегетативной, гормональной перестройки, помогающей человеку адаптироваться в условиях профессиональной деятельности и проживания в суровых климатических условиях. Освещены основные принципы закаливающего и тренирующего воздействия факторов окружающей среды на человека. Дан анализ литературных данных о способах и методах тренировки сопротивляемости организма при различных его дисфункциях в условиях холода. Исследовалось положительное действие холода на организм человека. В статье проведен анализ современных оздоровительных и закаливающих технологий. Представлены методы, сочетающие закаливающие процедуры с применением лекарственных препаратов и физических упражнений для более быстрой и эффективной адаптации к воздействию низких температур.

Ключевые слова: низкие температуры окружающей среды, влияние холода на организм человека, холодовой стресс, адаптация к холоду, закаливающие процедуры.

BASIC PHYSIOLOGICAL MECHANISMS AND ADAPTATION REACTIONS IN THE COLD TRAINING OF THE ORGANISM IN COLD CLIMATE AREAS

M.M.Gorbunov, N.V.Korshunova, O.V.Yurechko

Blagoveshchensk State Pedagogical University, 104 Lenina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation

SUMMARY. The article presents the most significant literature data on the influence of hardening of a person on the possibilities of adaptive reactions of the body to low ambient temperatures. The most important functions of temperature receptors as an afferent link in the transmission of information, its correct processing and an adequate response of the body to the action of unfavorable environmental factors are shown. The review considers the main physiological reactions of the body to short-term and long-term exposure to cold. The processes of metabolic, vegetative, hormonal changes that help a person to adapt in terms of professional activity and living in harsh climatic conditions are described. The main principles of the hardening and training influence of environmental factors on a person are highlighted. The analysis of the literature data on the methods and methods of training the body's resistance in case of its various dysfunctions in cold conditions is given. The positive effect of cold on the human body was studied. The article analyzes modern health-improving and cold training technologies. Methods are presented that combine cold training procedures with the use of drugs and physical exercises for faster and more effective adaptation to low temperatures.

Key words: low ambient temperatures, cooling effect on the human body, cold stress, cold adaptation, adaptation, cold training procedures.

Контактная информация

Михаил Михайлович Горбунов, канд. биол. наук, доцент, кафедра теории методики физической культуры, безопасности жизнедеятельности и здоровья, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет», 675000, Россия, г. Благовещенск, ул. Ленина, 104. E-mail: gorbunovmed@mail.ru

Correspondence should be addressed to

Mikhail M. Gorbunov, PhD (Biol.), Associate Professor, Department of Theory of Methods of Physical Culture, Life Safety and Health, Blagoveshchensk State Pedagogical University, 104 Lenina Str., Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation. E-mail: gorbunovmed@mail.ru

Для цитирования:

Горбунов М.М., Коршунова Н.В., Юречко О.В. Основные физиологические механизмы и адаптационные реакции при закаливании организма в условиях холодного климата // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2020. Вып.77. С.107–116. DOI: 10.36604/1998-5029-2020-77-107-116

For citation:

Gorbunov M.M., Korshunova N.V., Yurechko O.V. Basic physiological mechanisms and adaptation reactions in the cold training of the organism in cold climate areas. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ = Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2020; (77):107–116 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2020-77-107-116

В большей мере регионы нашей страны представлены суровыми климатическими условиями, которые характеризуются значительными колебаниями температуры, длительным периодом зимы, коротким летом, холодным дискомфортным климатом. Длительное воздействие низких температур рефлекторно вызывает реакцию сосудов верхних дыхательных путей, за счет чего могут возникнуть функциональные и трофические изменения слизистых оболочек, нарушается баланс между образованием и утилизацией продуктов перекисного окисления липидов, снижается барьерная функция слизистой оболочки носа и глоточного кольца, активируется патогенная микрофлора носоглотки. Организм становится беззащитным перед бактериальными и вирусными загрязнениями воздушной среды, что может привести к обострению клинического течения хронических заболеваний [1, 2].

Исследователями были изучены механизмы поддержания температурного гомеостаза студентов из жарких климатических зон, которые существенно отличались от таковых у российских студентов. У иностранцев меньше интенсивность теплопродукции и выше теплоотдача, что часто приводило к переохлаждению и развитию простудных заболеваний в холодные периоды года [3].

Кроме этого, развитие в дальнейшем патологии во многом зависит еще и от индивидуальной восприимчивости человека к воздействию холода [2]. В эксперименте, проведенном А.А.Федосовой и Л.И.Герасимовой-Мейгал [4] было показано, что у людей с высокой восприимчивостью к холоду нарушены механизмы общей регуляции. Это сопровождается частым появлением различных холод-ассоциированных симптомов в виде вариабельности сердечного ритма дезадаптивного характера, гиперреактивности вазомоторных реакций в сочетании с симпатикотонией, являющихся ранними признаками нарушения адаптации, по сравнению с группой высокой переносимости холода [4]. Оказалось, что более высокий порог холодовой чувствительности наблюдается у людей с повышенным уровнем тревожности. Состояние повышенного напряжения влияет на функционирование высших регуляторных механизмов, что отражается в особенностях реагирования и свидетельствует о более длительном латентном периоде с меньшей скоростью простых и сложных зрительно-моторных реакций [5]. Возраст, в случае опасного действия холода, является важным детерминантом риска, поскольку сопровождается известными изменениями функциональной активности, в частности, снижением эффективности термогенеза и периферической гемодинамики [2].

Изучалось влияние холода на когнитивные способности у жителей, проживающих в северных широтах. Было выявлено, что снижение температуры воздуха ниже -10°C вызывает негативный очаг возбуждения в головном мозге, это увеличивало по времени способ-

ность к восприятию и переработке информации [6]. Когда организм постоянно испытывает дефицит функциональных резервов для достижения устойчивого уравнивания с окружающей средой, возникает состояние функционального напряжения, которое характеризуется смещением вегетативного равновесия в сторону преобладания адренергических механизмов, вызывая вазоконстрикцию по всему телу, повышая частоту сердечных сокращений и артериального давления, увеличивая потребление кислорода посредством возрастания частоты дыхательных движений [3]. Таким образом, на этапе срочной адаптации тратится большое количество энергии, что приводит к неадекватной работе внутренних органов, когнитивных способностей, к быстрому истощению физиологических резервов организма [4].

Б.С.Гавриленко [8] отмечает, что по мере повторения одних и тех же закалывающих воздействий круг вовлекаемых в ответную реакцию органов и систем сокращается, реакции постепенно становятся как бы более целесообразными, более экономными, что способствует дальнейшему ее совершенствованию, улучшению восприятия раздражения и ускорению ответной реакции. Таким образом, на воздействие холода отвечают только те органы, которые способствуют скорейшему восстановлению нормального состояния организма. Сокращается и время между первичным спазмом сосудов и их расширением [8].

Известно, что у лиц с более совершенной системой терморегуляции температура кожи при охлаждении снижается быстрее и значительнее, а температура ядра значительно увеличивается, сохраняя температурный гомеостаз в организме [3]. Это было продемонстрировано в эксперименте: так, систематическое погружение в холодную воду на 30 секунд проявлялось в организме снижением частоты дыхательных движений и сердечной деятельности, меньшим снижением температуры кожи и более выраженной вазодилатацией, сниженным болевым порогом на холод и активными движениями в участках тела, подверженных низким температурам [9]. Был сделан вывод, что от чувствительности рецепторов в кожных покровах зависит ответная реакция организма на повторное холодовое воздействие [10].

Оказалось, что при длительной адаптации к холоду наблюдается повышение чувствительности к холодным раздражениям, о чем свидетельствует увеличение количества активно функционирующих холодовых точек на коже [7]. Холодовые рецепторы являются первичным звеном в цепи адаптационных реакций, воспринимающих температуру, от чувствительности которых во многом зависит эффективность работы других систем организма, ответственных за формирование приспособительных реакций к условиям окружающей среды [11].

Внешние раздражения, воспринимаемые нервными окончаниями в коже, передаются в центральную нервную систему, где возникают реакции сосудодвигатель-

ного, трофического и другого характера, поступающие в соответствующие органы и их системы. Наблюдается перераспределение кровотока от периферии к внутренним органам и мышцам направленного, с одной стороны, на ограничение теплоотдачи с поверхности тела, с другой – на повышение теплопродукции и обогрева жизненно важных органов. Таким образом, от динамической активности терморецепторов зависит и ответная реакция организма на действие низких температур. Зависимость формирования терморегуляторных реакций на охлаждение от типа активности кожных рецепторов изучалось группой ученых во главе с Е.Я.Ткаченко [12]. Было выявлено, что быстрое охлаждение организма значительно быстрее активирует динамическую активность терморецепторов кожи. Быстрое формирование терморегуляторных реакций на охлаждение свидетельствовало о более эффективной регуляции температуры тела, проявляющейся в своевременной активизации первой и второй фазы метаболической реакции, максимальной активизации сосудистой реакции и в последующем сократительного термогенеза, длительно сохраняя при этом глубокую температуру тела [12]. Повышение чувствительности периферических терморецепторов рассматривается как компенсаторно-адаптационный механизм, направленный на повышение точности управления системами регуляции и оптимизацию процессов терморегуляции на холоде, на поддержание активности мозга и повышение мощности систем регулирования в условиях низких температур, а понижение чувствительности к холоду является предпосылкой к развитию патологии [7].

Если холодовые экспозиции повторяются часто, то соответствующие реакции системной гемодинамики ослабевают, уменьшается и вазопрессорный эффект. В условиях долговременной адаптации к холоду отмечается брадикардия, стойкое снижение сердечного выброса, минутного объема кровообращения, легочной вентиляции, обеспечивая меньшие теплопотери через дыхание путем респирации [7]. Как известно, кратковременные холодовые воздействия тонизируют теплоотдачу, а продолжительные затрагивают глубинные процессы обмена, т.е. теплопродукцию. Систематическое в течение всего эксперимента погружение в холодную воду вызывало адаптацию организма, которая выражалась совершенствованием и экономизацией регуляторных механизмов в вегетативной и гормональной системах организма [13]. Было изучено влияние кальция на динамическую активность терморецепторов путем его внесения через кожные покровы методом ионофореза [14]. Авторы сделали вывод, что накопление ионов кальция во внутриклеточном цитозоле повышает пороговую чувствительность терморецепторов к холоду. Опосредованным механизмом является регуляция активности ферментов и модуляция чувствительности клеток к адренорецепторам, что приводило к повышению выброса норадреналина, вы-

зывая сдвиги порогов терморегуляторных реакций. Это оказывало раннюю ответную сосудистую, метаболическую и сократительную реакцию в организме.

Известно, что у жителей, проживающих в условиях холодного климата, снижена концентрация кальция в крови и повышена его содержание в клетках, видимо, это является механизмом адаптации, что способствует раннему проявлению холодозащитных реакций в организме человека. Адаптация человека к холоду может происходить посредством длительной акклиматизации, которая включает генетические, морфологические физиологические и поведенческие реакции. В основе приспособления к холоду лежат основные реакции адаптации, такие как регуляция кровообращения, увеличение жирового слоя, метаболический термогенез, либо термогенез в виде дрожи в теле [15]. Люди, более закаленные к холоду в условиях Севера в силу своей профессиональной деятельности, проявляли повышенную вазодилатацию как защитную реакцию организма, что препятствовало переохлаждению незащищенных участков тела. Как оказалось, у коренных жителей Севера и людей, адаптированных к холоду, в тканях содержалось повышенное количество тучных клеток, выделяющих гистамин. Рецепторы, располагающиеся в гладкомышечных тканях, активировались под действием гистамина, что вызывало сильную дилатацию, которая приводила к стойкому расширению периферических капилляров [16]. Жировые отложения в организме помогают адаптироваться к низким температурам, препятствуя охлаждению внутренних органов и тела, и тем самым ослабляя дрожь с сохранением температурного гомеостаза [17]. Улучшению терморегуляции способствует и воздействие аденозинтрифосфорной кислоты, которая приводит к увеличению общего метаболизма, усилению липидного обмена, активизируя норадреналин в симпатической нервной системе, способствуя снижению теплоотдачи и повышению сократительного термогенеза [18].

Очевидно, что при развитии адаптационного синдрома в организме происходят изменения на разных уровнях и в разных системах органов, и афферентное звено является в данном случае важнейшим в развитии адаптационных перестроек, т.к. именно оно обеспечивает поступление информации о состоянии окружающей среды, к которой организму необходимо приспособиться [11]. Поэтому огромное значение приобретает в условиях воздействия метеорологических факторов определение адекватных способов и средств воздействия на афферентное звено и обменные процессы в организме для возможности расширения адаптационных возможностей человека, помогающих справиться с суровыми климатическими условиями проживания на территории России [2].

Закаливающие процедуры как система социальных, медицинских, педагогических мероприятий направлена на повышение устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды,

помогающая расширить физиологические возможности человека. Специфическая роль закаливания состоит в выработке быстрой и адекватной реакции терморегуляторного аппарата и его сосудистого звена на воздействие низких температур [19]. В процессах терморегуляции ведущая роль принадлежит центральной нервной системе, которая реагирует на различные раздражители внешней среды и управляет деятельностью организма. В начале закаливающих процедур все сигналы об изменениях температуры воспринимаются нервными окончаниями (рецепторами), кожных покровов, передаются по чувствительным нервным волокнам в головной мозг, откуда затем поступают «команды» к сосудам, мышцам, сердцу, легким, происходит усиление деятельности органов кровообращения и дыхания, что проявляется увеличением числа сердечных сокращений и усилением легочной вентиляции.

Ученые проводили эксперимент, связанный с погружением добровольцев в холодную воду разной температуры. Было выявлено, что в большей степени регуляция термогенеза осуществлялась повышенной активностью симпатической нервной системы, которая компенсировала пагубное влияние низких температур путем увеличения метаболизма, сердечной деятельности и повышении артериального давления [20]. Закаливание воздействует и на эндокринную систему, усиливая деятельность гипофиза, надпочечников и щитовидной железы. С нейрогуморальными сдвигами связаны изменение трофики тканей, улучшение обменных процессов, повышение сопротивляемости организма. Гормоны выступают в роли активаторов молекулярных сдвигов в центральной нервной системе, изменяют обмен нуклеиновых кислот, активность ферментов, способствуют более активной миелинизации нервных волокон, тренировке подвижности нервных процессов. Повторные внешние раздражители, адекватные по своей силе уровню развития системы терморегуляции, способствуют дальнейшему совершенствованию, улучшению восприятия раздражения и ускорению ответной реакции, участвующей в выработке и расходе тепловой энергии [21]. Это важное условие предупреждения переохлаждения организма, которое расценивается как одна из существенных причин возникновения заболеваний. Поэтому закаливание является неотъемлемой частью в обеспечении первичной профилактики, сохранении и развитии здоровья населения [22].

При проведении холодовой закаливающей процедуры ответную реакцию организма следует оценивать по игре вазомоторов кожных покровов, по которой можно судить о силе раздражителя. Реакция имеет три фазы.

Первая фаза – защитная, длится недолго, характеризуется кратковременным сужением кровеносных сосудов. Кожа бледнеет, покрывается мелкими бугорками – «гусиная». Появляется ощущение озноба, так как

кровь отливает к внутренним органам.

Вторая фаза проявляется расширением сосудов, сопровождается покраснением кожи и ее согреванием. Из внутренних органов кровь устремляется к коже, что вызывает ощущение тепла и освежающей бодрости.

В третьей фазе происходит сужение артериол при расширенных капиллярах и венах. Кожа становится холодной, синюшно-красной, что свидетельствует о чрезмерности холодового раздражителя и может привести к переохлаждению организма.

При закаливании необходимо понимать его основные принципы [23]. Интенсивность закаливания должна возрастать постепенно. Необходимо соблюдать одно условие, при котором каждая последующая нагрузка должна вызывать ответную реакцию организма в виде вегетативных сдвигов. Это могут быть учащение пульса, увеличение глубины и частоты дыхания. Отсутствие этих сдвигов свидетельствует о недостаточной силе воздействующего раздражителя. Дозирование закаливающих процедур предусматривает пять вариантов. При этом начало закаливания происходит с участков тела, менее чувствительных к холоду (например, с верхних конечностей). Постепенно можно переходить к участкам тела, не подвергавшимся холодовому воздействию, и поэтому более чувствительным. Известно что, наиболее чувствительна к холоду спина. Чаще всего начинают закаливание организма с воздействия дистальных участков конечностей, постепенно увеличивая площадь поверхности участков тела. Широко применяют методики перехода от менее интенсивных процедур к более интенсивным: от воздушных – к водным, от обтирания – к обливанию водой. Используют принципы увеличения интенсивности закаливающего фактора: понижение или повышение температуры, увеличение скорости движения воздуха, силы ультрафиолетового облучения, а также увеличение времени действия закаливающего раздражителя [24].

Чтобы адаптация организма к раздражителю была физиологичной, требуется соблюдать принцип систематичности и непрерывности, т.е. регулярно повторять закаливающие воздействия. Регулярные закаливающие процедуры формируют на базе безусловного рефлекса условно-рефлекторную пульсацию кожных сосудов, что обеспечивает большую устойчивость кожных поверхностей к длительному влиянию холода, при этом регуляция теплоотдачи способствует поддержанию температуры внутренней среды на постоянном уровне [21]. Прекращение закаливающих воздействий угнетает образование новых условных рефлексов. Тренирующий эффект достигается за несколько месяцев (в среднем за 2-3 летних месяца), а исчезает значительно быстрее (за 2-3 недели). Обеспечить систематическое закаливание в течение всего года легче, когда оно прочно войдет в режим дня. Его нельзя отменять даже в случае легких заболеваний. Следует несколько уменьшить нагрузку или интенсивность закаливаю-

щего раздражителя [25].

Специфичность процессов адаптации, т.е. приспособление организма к раздражителю, обуславливает необходимость разнообразия или комплексности средств закаливания. Некоторые авторы называют это принципом многофакторности, поскольку предполагается использование нескольких физических раздражителей: холода и механического воздействия движения воздуха или почвы; солнечной энергии и воды. Однако под разнообразием средств закаливания подразумеваются также разновидности действия одного и того же фактора. Например, полоскание водой горла (местное закаливание) и обливание водой стоп приводит рефлекторно к снижению чувствительности носоглотки к холоду. При закаливании используется принцип полиградационности, т.е. необходимость тренировок к сильным и слабым, быстрым и замедленным, а также средним по силе и времени охлаждениям. Необходимо добиваться готовности организма реагировать на разные по диапазону перепады температур. Так, при повторении резких перепадов температуры устойчивость организма вырабатывается только к быстрым температурным сдвигам во внешней среде, а тренировка к замедленным охлаждениям – лишь к постепенному снижению температуры. Ведь простудные явления часто вызываются не резким холодным раздражением, а лишь неожиданными колебаниями, к которым организм не успел приспособиться [26, 27].

Постоянно ведутся исследования по ускорению приспособления организма к действию низких температур с расширением физиологических резервов организма. Применяются различные методики, включающие сочетания закаливающих процедур с введением лекарственных препаратов, вакцин и биологически активных веществ с сохранением принципов закаливания организма, помогающих в кратчайшие сроки предотвратить развитие заболеваний у человека. Так, для предотвращения рецидивов заболеваний у часто болеющих детей был предложен комплекс профилактических мероприятий, направленный на расширение функциональных возможностей организма ребенка, повышение специфической и неспецифической защиты от пагубного воздействия патогенных факторов в верхних дыхательных путях. Он включает в себя совместное применение адаптогенов и биогенных стимуляторов, витаминотерапию, фитотерапию и физиолечение, а также закаливание организма. Закаливающие процедуры совместно с методами массажа и гимнастики воздействуют на рецепторы кожи, происходит тонизирующее влияние на центральную нервную систему, улучшая при этом контроль над работой всех органов и систем. Установлено, что профилактический эффект подобных процедур более положительный, чем при регуляции метаболизма только фармакологическими препаратами [28].

Кроме этого, исследовательской группой российских ученых изучалась проблема профилактики ост-

рых респираторных инфекций у детей в возрасте от 6 месяцев до 3 лет. Было установлено, что вакцинация с применением препарата рибомунил в комбинации с закаливающими процедурами повысила иммунную защиту детского организма, а улучшение микроциркуляции слизистой носа способствовало возрастанию барьерной функции дыхательных путей, препятствуя попаданию инфекции в более глубокие отделы дыхательных путей [29]. В условиях Дальневосточного муссона, с жесткими перепадами погодных условий в месяцы с максимальной заболеваемостью, в целях профилактики острых температурных заболеваний детей 4-7 лет О.О.Шумская предложила метод температурно-временных режимов контрастного воздушно-водного закаливания в минимально короткие интервалы времени. Было предложено два температурно-временных режима. Первый предусматривал обливание под душем при температуре воды от +16 до +20°C с последующим прогреванием в сауне в течение 5-10 минут при температуре от +35 до +55°C. Для второго режима (предусмотрен для детей 5-7 лет) было характерно погружение в бассейн (температура воды от +12°C зимой до +24°C летом) на время от 7 до 30 секунд и последующим заходом в сауну (температура от +45 до +65°C) на 10-15 минут. Этот метод закаливания значительно расширил адаптационные возможности детского организма, улучшил процессы терморегуляции, повысил устойчивость организма к острым респираторным заболеваниям, что в дальнейшем проявилось в снижении острых респираторных заболеваний в 4 раза по сравнению с контрольной группой [30].

Для целенаправленного регулирования термогенеза в условиях Крайнего Севера особый интерес у исследователей вызывает витамин А. Оказалось, что этот витамин способен проникать через клеточную мембрану клеток-мишеней и взаимодействовать с ядерными рецепторами, и индуцировать транскрипцию гена термогенина [31].

Эффективность действия закаливающих процедур значительно повышается, если их сочетать с выполнением спортивных упражнений. Так, длительное нахождение людей в условиях Крайнего Севера повышало их иммунный статус, а физические нагрузки влияли на механизм выработки цитокинов, который был вызван изменением гемодинамики с выбросом гормона стресса. Сочетание двух факторов увеличивало содержание в кровотоке количество лейкоцитов и гранулоцитов. Гормон стресса норадреналин мобилизовал эти клетки посредством стимуляции адренергических рецепторов, а также благодаря его действию на симпатические нервные окончания в лимфатических узлах и селезенке [32].

Сообщается об изучении влияния холода как терапии, обладающей противовоспалительным и болеутоляющим эффектом. Было сформировано две группы: одна группа занималась зимним плаванием, другая

подвергалась криотерапии. Обнаружено, что содержание в крови гормона норэпинефрина в течение всего эксперимента значительно увеличивалась по сравнению с другими стрессовыми гормонами после воздействия холода в обеих группах. Ученые сделали вывод, что увеличение концентрации эпинефрина играет положительную роль в снижении интенсивности воспаления и боли в организме человека [33]. Кроме того установлено, что кратковременное воздействие температуры воздуха ниже -100°C усиливало антиоксидантную активность, обладало противовоспалительным действием, облегчало реабилитацию после травм [34]. Таким образом, применение криотерапии как метода воздействия экстремальных температур помогает эффективно справляться с болезненностью в мышцах после тренировок [35].

По данным исследователей, пятнадцатиминутное погружение в холодную воду (от $+13$ до $+14^{\circ}\text{C}$) с пассивным отдыхом, является эффективным средством ускорения восстановления после физической нагрузки, что способствует удалению лактата из организма, улучшает деятельность сердечно-сосудистой системы [36]. Авторы показали, что контрастная гидротерапия с чередованием контрастного душа и погружения в холодную воду как средство быстрого восстановления организма, снижало болевой синдром, отечность мышц, улучшало физические качества спортсменов [37]. Изучалось влияние комплекса дыхательной гимнастики, медитации и холодового воздействия, применяемого в качестве противовоспалительной, иммуномодулирующей и дезинтоксикационной терапии с помощью регуляции психоэмоционального состояния больного. Такой тренировочный комплекс демонстрирует связь между оптимизмом и стрессом, который опосредованно воздействует на функциональное состояние организма. Таким образом, положительные эмоции способствуют более слаженной работе вегетативной системы и адекватной иммунной реакции в ответ на заранее введенный в организм эндотоксин [38].

Имеется мнение авторов о том что, длительное действие холодовых процедур вызывает риск функцио-

нального истощения систем, ответственных за адаптацию, в частности, иммунной системы и, таким образом, оказывает отрицательное влияние на организм человека [39–41]. Поэтому, изучение факторов холодового воздействия на организм способствовало созданию платформы для оценки возможных рисков угрожающих здоровью человека, а также дает заключение о резервных возможностях организма и предупреждает об опасности их истощения [42].

Несомненно, в организме человека существует саморегулирующая система, призванная обеспечить постоянство внутренней среды и ответной реакции при различных неблагоприятных воздействиях. Эта система состоит из многих звеньев, которая, соединяясь в единую цепь, начинает выполнять защитную функцию в организме и помогает выжить в условиях экстремальных температур. Однако при сильном продолжительном внешнем раздражении работа этой цепи может давать сбой с развитием заболевания. Чтобы этого не случилось, в распоряжении у человека имеется средство, благодаря которому он сам может активно влиять на систему, подстраивая ее под свои специфические задачи. Таким средством является закаливание, помогающее человечеству многие годы акклиматизироваться и работать в условиях неблагоприятной среды. Так как эта система состоит из многих звеньев, главным является функциональная активность первичного звена. Поэтому без тренировки этого звена невозможен адекватный ответ организма. Что и предполагает в первую очередь развитие динамической чувствительности рецепторов, как первичного звена, приспособляющего организм к изменениям в окружающей среде.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Исследование проводилось без участия спонсоров

This study was not sponsored.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голохваст К.С., Чайка В.В. Некоторые аспекты механизма влияния низких температур на человека и животных (литературный обзор) // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т.18, №2. С.486–489.
2. Чашин В.П., Гудков А.Б., Чашин М.В., Попова О.Н. Предикивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода // Экология человека. 2017. №5. С.3–13.
3. Геда С.М., Торшин В.И., Северин А.Е., Мансур Н. Эффекты локального охлаждения кисти руки у уроженцев жарких климатических регионов на терморегуляцию и параметры ритмограммы // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2014. №2. С.5–11.
4. Федосова А.А., Герасимова-Мейгал Л.И. Терморегуляционная вазомоторная активность у людей с различной восприимчивостью к холоду // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2016. №2. С.51–58. doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.51
5. Синицкая Е.Ю., Прокопчук Н.Н. Температурная чувствительность у студентов-северян с разным уровнем тревожности // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2013. №2. С.64–70.

6. Mäkinen T.M. Human cold exposure, adaptation, and performance in high latitude environments // *Am J. Hum. Biol.* 2007. Vol.19. №2. P.155–164. doi: 10.1002/ajhb.20627
7. Бочаров М.И. Терморегуляция организма при холодовых воздействиях (обзор). Сообщение II // *Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки.* 2015. №2. С.5–16.
8. Гавриленко Б.С. Физические факторы в воспитании детей и подростков. Киев: Пороги, 2003. 276 с.
9. Launay J.C., Savourey G. Cold adaptations // *Ind. Health.* 2009. Vol.47, №3. P.221–227. doi: 10.2486/indhealth.47.221
10. Eglin C.M., Tipton M.J. Repeated cold showers as a method of habituating humans to the initial responses to cold water immersion // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2005. Vol.93. №5-6. P.624–629. doi: 10.1007/s00421-004-1239-6
11. Медведев А.А., Соколова Л.В. Особенности и механизмы температурной чувствительности (обзор) // *Журнал медико-биологических исследований.* 2019. Т.7, №1. С.92–105. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92
12. Ткаченко Е.Я., Козарук В.П., Храмова Г.М., Воронова И.П., Мейта Е.С., Козырева Т.В. Зависимость формирования терморегуляторных реакций на охлаждение от типа активности кожных терморецепторов // *Бюллетень СО РАМН.* 2010. Т.30, №4. С.95–100.
13. Wakabayashi H., Wijayanto T., Kuroki H., Lee J., Tochihara Y. The effect of repeated mild cold water immersions on the adaptation of the vasomotor responses // *Int. J. Biometeorol.* 2012. Vol.56, №4. P.631–637. doi: 10.1007/s00484-011-0462-1
14. Ткаченко Е.Я., Ломакина С.В., Козырева Т.В. Роль ионов кальция в формировании холодозащитных реакций при различных температурных воздействиях // *Бюллетень СО РАМН.* 2003. Т.23, №3. С.121–126.
15. Mäkinen T.M. Different types of cold adaptation in humans // *Front. Biosci. (Schol. Ed.).* 2010. Vol.2. P.1047–1067. doi: 10.2741/s117
16. Cheung S.S., Daanen H.A. Dynamic adaptation of the peripheral circulation to cold exposure // *Microcirculation.* 2012. Vol.19, №1. P.65–77. doi: 10.1111/j.1549-8719.2011.00126.x.
17. Pretorius T., Lix L., Giesbrecht G.G. Shivering heat production and body fat protect the core from cooling during body immersion, but not during head submersion: A structural equation model // *Comput. Biol. Med.* 2011. Vol.41, №3. P.154–158. doi: 10.1016/j.compbiomed.2011.01.005
18. Мейта Е.С., Храмова Г.М., Козырева Т.В. Модулирующее влияние аденозинтрифосфорной кислоты на структуру терморегуляторной реакции при быстром глубоком охлаждении // *Бюллетень СО РАМН.* 2010. Т.30, №4. С.149–153.
19. Аكوпова С.Ю., Бондаренко Д. С., Айвазова Е.С. Закаливание как важнейший компонент здорового образа жизни // *Символ науки.* 2016. №4. С.69–71. ISSN 2410-700X
20. Srámek P., Simecková M., Janský L., Savlíková J., Vybíral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2000. Vol.81, №5. P.436–442. doi: 10.1007/s004210050065
21. Коленик Р.С. Формирование условий здоровьесбережения педагогических работников образовательных учреждений системы МВД России // *Азимут научных исследований: педагогика и психология.* 2016. Т.5, №1(14). С.60–63.
22. Суховой Ю.Г., Калёнова Л.Ф., Фишер Т.А., Унгер И.Г., Костоломова Е.Г. К вопросу о температурной регуляции энантиостаза иммунной системы. Дозированное воздействие гипотермии в эксперименте // *Медицинская наука и образование Урала.* 2006. Т. 7, № 2. С.114–119.
23. Вайбаум Я.С., Коваль В.И., Радионова Т.А. Гигиена физического воспитания и спорта: учебное пособие для вузов; 3-е изд. М.: Академия, 2002. 240 с.
24. Жуковская А.О., Москаленко И.С. Понятие и механизмы закаливания // *Символ науки.* 2017. №3(2). С.206–208.
25. Ермакова Е.Г. Личная гигиена и закаливание. Средства закаливания // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2020. №3-1(42). С.104–108. doi: 10.24411/2500-1000-2020-10214
26. Ермакова Е.Г. Закаливание организма. Средства, принципы и методы закаливания // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук.* 2018. №5-1. С.40–42.
27. Княжеская Н.П. Закаливание и хронические заболевания легких // *Астма и аллергия.* 2006. №4. С.6–7.
28. Струков В.И., Астафьева А.Н., Галеева Р.Т., Долгушкина Г.В. Актуальные проблемы часто болеющих детей // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки.* 2009. №1(9). С.121–135.
29. Чашина И.Л., Бакрадзе М.Д., Таточенко В.К., Рогова О.А. Комплексный подход к сезонной профилактике респираторных заболеваний у детей // *Медицинский совет.* 2014. №1. С.16–24.
30. Шумская О.О. Эффективность использования средств закаливания в физическом воспитании детей 4-7 лет с учетом биоклиматического комплекса Дальневосточного муссона // *Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И.Герцена.* 2007. Т.18, №44. С.496–500.
31. Лошкарев А.М., Попова М.А. Фармакологические аспекты сохранения здоровья спортсменов на севере // *Вестник Сургутского государственного педагогического университета.* 2015. №1(34). С.159–171.

32. Castellani J.W., Brenner I.K.M., Rhind S.G. Cold exposure: human immune responses and intracellular cytokine expression // *Med. Sci. Sports Med.* 2002. Vol.34, №12. P.2013–2020. doi: 10.1097/00005768-200212000-00023
33. Xu X., Tikuisis P. Thermoregulatory modeling for cold stress // *Compr. Physiol.* 2014. Vol.4, №3. P.1057–1081. doi: 10.1002/cphy.c130047
34. Bleakley C.M., Bieuzen F., Davison G.W., Costello J.T. Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives // *Open Access J. Sports Med.* 2014. Vol.5. P.25–36. doi: 10.2147/OAJSM.S41655
35. Costello J.T., Baker P.R., Minett G.M., Bieuzen F., Stewart I.B., Bleakley C. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults // *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015. №9. CD010789. doi: 10.1002/14651858.CD010789.pub2
36. Crowe M.J., O'Connor D., Rudd D. Cold water recovery reduces anaerobic performance // *Int. J. Sports Med.* 2007. Vol.28. №12. P.994–998. doi: 10.1055/s-2007-965118
37. Juliff L.E., Halson S.L., Bonetti D.L., Versey N.G., Driller M.W., Peiffer J.J. Influence of contrast shower and water immersion on recovery in elite netballers // *J. Strength Cond. Res.* 2014. Vol.28, №8. P.2353–2358. doi: 10.1519/JSC.0000000000000417
38. Middendorp H., Kox M., Pickkers P., Evers A.W. The role of outcome expectancies for a training program consisting of meditation, breathing exercises, and cold exposure on the response to endotoxin administration: a proof-of-principle study // *Clin. Rheumatol.* 2016. Vol.35, №4. P.1081–1085. doi: 10.1007/s10067-015-3009-8
39. Фишер Т.А., Петров С.А. Воздействие стрессорных нагрузок на иммуно-психологические характеристики // *Вестник Уральской медицинской академической науки.* 2012. №4(41). С.65–66.
40. Фишер Т.А. Психологические и иммунные реакции на кратковременное холодовое воздействие // *Вестник Уральской медицинской академической науки.* 2012. №4(41). С.66–67.
41. Фишер Т.А., Доценко Е.Л., Петров С.А., Фролова О.В. Моржевание как способ повышения качества жизни // *Известия Самарского научного центра РАН.* 2015. Т.17, №5(2). С.528–533.
42. Yermakova I. Information platform for multicompartamental models of human temperature regulation // *Cybernetics and Computer Engineering.* 2013. Vol.174. P.81–91.

REFERENCES

1. Golokhvast K.S., Chaika V.V. Several aspects of the mechanism of low temperature effect upon human beings and animals (literary review). *Journal of new medical technologies* 2011; 18(2):486–489 (in Russian).
2. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka = Human Ecology* 2017; (5):3–13 (in Russian).
3. Geda S.M., Torshin V.I., Severin A.E., Mansur N. Effect of local hand cooling on thermoregulation and rhythm cardiogram of students from hot climate. *RUDN Journal of Medicine* 2014; (2):5–11 (in Russian).
4. Fedosova A.A., Gerasimova-Meigal L.I. Thermoregulatory vasomotor activity in humans with various degrees of sensitivity to cold. *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series "Medical and Biological Sciences" = Journal of Medical and Biological Research* 2016; (2):51–58 (in Russian). doi: 10.17238/issn2308-3174.2016.2.51
5. Sinitskaya E.Yu., Prokopchuk N.N. Thermal sensitivity of northern students with different anxiety levels. *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series "Medical and Biological Sciences" = Journal of Medical and Biological Research* 2013; (2):64–70 (in Russian).
6. Mäkinen T.M. Human cold exposure, adaptation, and performance in high latitude environments. *Am J. Hum. Biol.* 2007; 19(2):155–164. doi: 10.1002/ajhb.20627
7. Bocharov M.I. Thermoregulation in cold environments (review). Report II. *Vestnik of Northern (Arctic) Federal University. Series "Medical and Biological Sciences" = Journal of Medical and Biological Research* 2015; (2):5–16 (in Russian).
8. Gavrilenko B.S. Physical factors in the upbringing of children and adolescents. Kiev: Porogi; 2003 (in Russian).
9. Launay J.C., Savourey G. Cold adaptations. *Ind. Health* 2009; 47(3):221–227. doi: 10.2486/indhealth.47.221
10. Eglin C.M., Tipton M.J. Repeated cold showers as a method of habituating humans to the initial responses to cold water immersion. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2005; 93(5-6):624–629. doi: 10.1007/s00421-004-1239-6
11. Medvedev A.A., Sokolova L.V. Features and mechanisms of temperature sensitivity (review). *Journal of Medical and Biological Research.* 2019; 7 (1):92–105 (in Russian). doi: 10.17238 / issn2542-1298.2019.7.1.92
12. Tkachenko E.Ya., Kozaruk V.P., Khramova G.M., Voronova I.P., Meyta E.S., Kozyreva T.V. Different formation of thermoregulatory response to cooling in dependence on the type of the skin thermoreceptor activity. *Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences* 2010; 30(4):95–100 (in Russian).
13. Wakabayashi H., Wijayanto T., Kuroki H., Lee J., Tochihara Y. The effect of repeated mild cold water immersions on the adaptation of the vasomotor responses. *Int. J. Biometeorol.* 2012; 56(4):631–637. doi: 10.1007/s00484-011-0462-1
14. Tkachenko E.Ya., Lomakina S.V., Kozyreva T.V. Effect of calcium ions on the cold-defense response formation at

different types of cooling. *Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences* 2003; 23(3):121–126 (in Russian).

15. Mäkinen T.M. Different types of cold adaptation in humans. *Front. Biosci. (Schol. Ed.)* 2010; 2:1047–1067. doi: 10.2741/s117

16. Cheung S.S., Daanen H.A. Dynamic adaptation of the peripheral circulation to cold exposure. *Microcirculation* 2012; 19(1):65–77. doi: 10.1111/j.1549-8719.2011.00126.x.

17. Pretorius T., Lix L., Giesbrecht G.G. Shivering heat production and body fat protect the core from cooling during body immersion, but not during head submersion: A structural equation model. *Comput. Biol. Med.* 2011; 41(3):154–158. doi: 10.1016/j.compbiomed.2011.01.005

18. Meita S.E., Khranova G.M., Kozyreva T.V. Modulating effect of the adenosinetriphosphoric acid on thermoregulatory response at rapid deep cooling. *Bulletin of Siberian Branch of Russian Academy of Medical Sciences* 2010; 30(4):149–153 (in Russian).

19. Akopova S.Yu., Bondarenko D.S., Aivazova E.S. Hardening as the most important component of a healthy lifestyle. *Simvol nauki* 2016; (4):69–71 (in Russian). ISSN 2410-700X

20. Srámek P., Simecková M., Janský L., Savlíková J., Vybíral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2000; 81(5):436–442. doi: 10.1007/s004210050065

21. Kolenik R.S. The formation conditions of health care and pedagogical workers of educational institutions of the Ministry of Internal Affairs of Russia. *Azimuth of Scientific Research: Pedagogy and Psychology* 2016; 5(1):60–63 (in Russian).

22. Sukhovey Yu.G., Kalyonova L.F., Fisher T.A., Unger I.G., Kostolomova E.G. On the issue of temperature regulation of the immune system enantiostasis. Dosed effect of hypothermia in experiment. *Meditinskaya nauka i obrazovanie Urala* 2006; 7(2):114–119 (in Russian).

23. Vaibaum Y.S., Koval V.I., Radionova T.A. Hygiene of physical education and sports. Moscow: Academia; 2002 (in Russian).

24. Zhukovskaya A.O., Moskalenko I.S. The concept and mechanisms of hardening. *Simvol nauki* 2017; 3(2):206–208 (in Russian).

25. Ermakova E.G. Personal hygiene and tempering. Hardening agents. *International Journal of Humanities and Natural Sciences* 2020; (3-1):104–108 (in Russian). doi: 10.24411/2500-1000-2020-10214

26. Ermakova E.G. Hardening of the body. Tools, principles and methods of hardening. *International Journal of Humanities and Natural Sciences* 2018; (5-1):40–42 (in Russian).

27. Kniazheskaia N.P. Hardening and chronic lung diseases. *Astma i allergiya* 2006; (4):6–7 (in Russian).

28. Strukov V.I., Astafieva A.N., Galeeva R.T., Dolgushkina G.V. Actual problems of frequently ill children. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Meditsinskiye nauki* 2009; (1):121–135 (in Russian).

29. Chashchina I.L., Bakradze M.D., Tatochenko V.K., Rogova O.A. An integrated approach to seasonal prevention of respiratory diseases in children. *Meditsinskiy sovet* 2014; (1):16–24 (in Russian).

30. Shumskaya O.O. The effectiveness of the use of hardening means in the physical education of children 4-7 years old, taking into account the bioclimatic complex of the Far Eastern monsoon. *Izvestia: Herzen University Journal of Humanities & Sciences* 2007; 18(44):496–500 (in Russian).

31. Loshkarev A.M., Popova M.A. Pharmacological aspects of preservation health of athletes in the north. *The Surgut State Pedagogical University Bulletin* 2015; (1):159–171 (in Russian).

32. Castellani J.W., Brenner I.K.M., Rhind S.G. Cold exposure: human immune responses and intracellular cytokine expression. *Med. Sci. Sports Med.* 2002; 34(12):2013–2020. doi: 10.1097/00005768-200212000-00023

33. Xu X., Tikuisis P. Thermoregulatory modeling for cold stress. *Compr. Physiol.* 2014; 4(3):1057–1081. doi: 10.1002/cphy.c130047

34. Bleakley C.M., Bieuzen F., Davison G.W., Costello J.T. Whole-body cryotherapy: empirical evidence and theoretical perspectives. *Open Access J. Sports Med.* 2014; 5:25–36. doi: 10.2147/OAJSM.S41655

35. Costello J.T., Baker P.R., Minett G.M., Bieuzen F., Stewart I.B., Bleakley C. Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015; (9):CD010789. doi: 10.1002/14651858.CD010789.pub2

36. Crowe M.J., O'Connor D., Rudd D. Cold water recovery reduces anaerobic performance. *Int. J. Sports Med.* 2007; 28(12):994–998. doi: 10.1055/s-2007-965118

37. Juliff L.E., Halson S.L., Bonetti D.L., Versey N.G., Driller M.W., Peiffer J.J. Influence of contrast shower and water immersion on recovery in elite netballers. *J. Strength Cond. Res.* 2014; 28(8):2353–2358. doi: 10.1519/JSC.0000000000000417

38. Middendorp H., Kox M., Pickkers P., Evers A.W. The role of outcome expectancies for a training program consisting of meditation, breathing exercises, and cold exposure on the response to endotoxin administration: a proof-of-principle study. *Clin. Rheumatol.* 2016; 35(4):1081–1085. doi: 10.1007/s10067-015-3009-8

39. Fisher T.A., Petrov S.A. Influence of stress on immune and psychological characteristics. *Vestnik Ural'skoi Meditsinskoi Akademicheskoi Nauki=Journal of Ural Medical Academic Science* 2012; (4):65–66 (in Russian).
40. Fisher T.A. Psychological and immune reactions to short-term influence by the cold. *Vestnik Ural'skoi Meditsinskoi Akademicheskoi Nauki=Journal of Ural Medical Academic Science* 2012; (4):66–67 (in Russian).
41. Fisher T.A., Dotsenko E.L., Petrov S.A., Frolova O.V. Winter swimming as a way of improvement the life quality. *Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences* 2015; 17(5):528–533 (in Russian).
42. Yermakova I. Information platform for multicompartamental models of human temperature regulation. *Cybernetics and Computer Engineering* 2013; 174:81–91.

Информация об авторах:

Михаил Михайлович Горбунов, канд. биол. наук, доцент, кафедра теории методики физической культуры, безопасности жизнедеятельности и здоровья, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»; e-mail: gorbunov-med@mail.ru

Наталья Владимировна Коршунова, д-р мед. наук, профессор, кафедра теории методики физической культуры, безопасности жизнедеятельности и здоровья, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»; e-mail: tmfkgbz@mail.ru

Ольга Валентиновна Юречко, канд. пед. наук, доцент, декан факультета физической культуры и спорта, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Благовещенский государственный педагогический университет»; e-mail: sportdis@mail.ru

Author information:

Mikhail M. Gorbunov, PhD (Biol.), Associate Professor, Department of Theory of Methods of Physical Culture, Life Safety and Health, Blagoveshchensk State Pedagogical University; e-mail: gorbunovmed@mail.ru

Natalia V. Korshunova, MD, PhD, D.Sc. (Med.), Professor, Department of Theory of Methods of Physical Culture, Life Safety and Health, Blagoveshchensk State Pedagogical University; e-mail: tmfkgbz@mail.ru

Olga V. Yurechko, PhD (Pedagogy), Associate Professor, Dean of the Faculty of Physical Education and Sports, Blagoveshchensk State Pedagogical University; e-mail: sportdis@mail.ru

Поступила 03.08.2020
Принята к печати 10.08.2020

Received August 03, 2020
Accepted August 10, 2020