

ЭФФЕКТ КРАТКОВРЕМЕННОГО ОБЩЕГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЗАТЫЛОЧНОЙ И ТЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА



О. С. Миклашевич, А. В. Соловьев, А. А. Ковальчук, В. В. Зинчук

Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

При воздействии холода в организме включаются разные нейрофизиологические механизмы мобилизации функциональных систем.

Цель. Оценить эффект кратковременного общего охлаждения на стрессоустойчивость организма и биоэлектрическую активность затылочной и теменной области головного мозга.

Материал и методы. Проведен анализ стрессоустойчивости и биоэлектрической активности затылочной и теменной области головного мозга у 19 лиц мужского пола в возрасте от 20 до 23 лет после выполнения кратковременного общего охлаждения.

Результаты. Проведение процедуры холодового воздействия повышало стрессоустойчивость исследуемых, сохраняющуюся на протяжении 15 суток после ее прекращения. К концу действия данного фактора наблюдается в теменной области головного мозга повышение амплитуд β 1- и θ -ритмов, а через 15 суток после его прекращения увеличение θ -, δ 1-активности, а в затылочной области – амплитуды δ 1- и β 1-ритмов на протяжении всего периода исследования. У исследуемых выявлена межполушарная асимметрия, проявляющаяся более выраженным значением амплитуд в левом полушарии по δ 1-, δ 2-ритмам, в правом – по β 1 и θ -ритмам.

Выводы. Повышение адаптационного ресурса исследуемых, вызванное воздействием данного фактора, очевидно, связано с выявленными изменениями биоэлектрической активности мозга в затылочной и теменной области.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, криотерапия, стрессоустойчивость, адаптация.

Для цитирования: Эффект кратковременного общего охлаждения на биоэлектрическую активность затылочной и теменной области головного мозга / О. С. Миклашевич, А. В. Соловьев, А. А. Ковальчук, В. В. Зинчук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2023. Т. 21, № 3. С. 274-279. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-3-274-279>.

Введение

Действие низкой температуры окружающей среды запускает в организме адаптационно-компенсаторные механизмы. Ответ организма на данный стресс-фактор определяется состоянием его органов и систем, силой и временем действия раздражителя [1].

В настоящее время метод холодового воздействия (криотерапия) широко используется в разных областях медицины. В силу не только высокой клинической эффективности, но и в связи с совершенствованием новых технических возможностей создания низкотемпературной среды данный метод рекомендован для улучшения функционального состояния организма [2]. В формировании острой ответной реакции на холод вовлекаются разные органы и системы [3], так как курсовое воздействие экстремально низкой температурой на организм человека приводит к активации ряда взаимосвязанных адаптационно-компенсаторных механизмов, которые способствуют оптимизации его функционирования [4]. Адаптация к условиям холода повышает устойчивость организма человека к разного рода стрессорным воздействиям, в частности, к снижению выраженности вегетативных проявлений при информационном стрессе [5, 6].

При воздействии холода у лиц в зависимости от индивидуально-типологических особенностей ритма при электроэнцефалографии (ЭЭГ) включаются разные нейрофизиологические механизмы мобилизации функциональных систем [7]. В условиях низкой температуры Арктики (в течение 30 суток) у исследуемых вначале на-

блюдалось повышение активности δ - и α -ритмов, особенно в лобных и теменных отведениях ЭЭГ, что свидетельствовало о развитии стресса, но к концу 30 суток значения активности данных ритмов несколько снижаются, что можно рассматривать как благоприятный признак развития адаптационных процессов [8].

В доступной литературе имеются единичные работы, посвященные реакциям соматосенсорной области коры на изменения окружающей температуры [9]. Показано, что изменение температуры может напрямую влиять на спонтанную колебательную активность головного мозга, метод электроэнцефалографии позволит исследовать ее изменения при увеличении потока термосенсорной информации [10].

Однако многие аспекты, отражающие функциональное состояние процессов головного мозга при действии низкой температуры на организм, остаются еще неизученными, в частности, представляет интерес оценка состояния затылочной и теменной области, т. к. общеизвестно, что эти структуры обеспечивают поступление более 80% информации из внешней среды.

Цель настоящего исследования – оценить эффект кратковременного общего охлаждения на стрессоустойчивость организма и биоэлектрическую активность затылочной и теменной области головного мозга.

Материал и методы

Объект исследования – 19 лиц мужского пола в возрасте от 20 до 23 лет. Индекс массы тела обследуемых имел значения от 20 до 30 кг/м². Исследования проводились при добровольном

согласии студентов в соответствии с рекомендациями и решением Комитета по биомедицинской этике УО «Гродненский государственный медицинский университет».

Низкотемпературное воздействие осуществлялось согласно методике, описанной Л. А. Пироговой [11], с использованием криокамеры «Криомед 20/150-01» (ООО «Мед-Крионика», Россия) в следующем режиме: время действия составляло 120 секунд, при первом сеансе температура среды имеет значение -90°C с последующим ее снижением на -5°C – до -120°C . Курс составил 10 процедур ежедневно. Измерение температуры тела осуществлялось электронным термометром DT-501 (фирма A&D, Япония) до и после сеанса.

С помощью компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» (фирма «Нейрософт», Россия) оценивали функциональный статус исследуемых по методике «Физиологическая реакция на стресс». Опросник включает 39 разных вопросов с оценкой каждого из ответов в диапазоне от 1 до 5 баллов, соответственно, с последующей их суммацией.

Оценку функционального состояния проводили до холодового воздействия, сразу после курса и через 15 суток после его завершения.

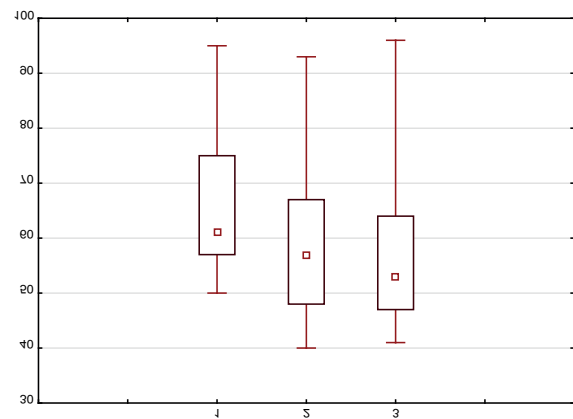
Для регистрации биоэлектрической активности мозга использовали энцефалограф «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» в модификации «Мини» («Медиком МТД ООО НПКФ, Россия), который позволяет определять амплитуду биоэлектрической активности в разных областях головного мозга. Осуществлялось измерение амплитуды следующих ритмов: δ (0,5-4 Гц), β (14-30 Гц), α (8-14 Гц) и θ (4-6 Гц). Применялась схема расположения электродов по общепринятой системе «10-20%», в стандартных отведениях, включающих основные зоны правого и левого полушарий головного мозга в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами [12]. В качестве контрольных использовали ушные электроды.

Запись электроэнцефалограммы (в течение 5 минут) выполнялась при ровном дыхании, без глубоких вдохов, кашля и глотываний, в расслабленном положении сидя, при постоянной температуре воздуха (22°C) в затемненном помещении и полной тишине. При выполнении данной процедуры соблюдались «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению рутинной ЭЭГ» [13].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы «Statistica 10.0». Проверку распределения количественных данных на нормальность осуществляли с помощью критериев Шапиро-Уилка, Колмогорова-Смирнова. Сравнения количественных данных для зависимых групп проводили с помощью критерия Вилкоксона. Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха (Me (25%; 75%)). Пороговым значением уровня статистической значимости принято значение 0,05.

Результаты и обсуждение

К концу холодового воздействия температура тела исследуемых в аксиллярной области снижалась с $36,4$ ($36,4$; $36,2$) $^{\circ}\text{C}$ до $36,2$ ($36,1$; $36,3$) $^{\circ}\text{C}$, с последующим ее восстановлением до исходного уровня в течение 10-15 минут. На рисунке 1 представлены данные о характере изменения параметра реакции на стресс при холодовом воздействии. Его исходное значение было 61 (57; 75) ($p < 0,05$), к концу курса уменьшалось до 57 (48; 67) ($p < 0,05$) и через 15 суток до 53 (47; 64) ($p < 0,05$), что свидетельствует об улучшении физиологической реакции на стресс. По данным В. С. Василенко и др. [14], использование криотерапии повышает стрессоустойчивость, но в качестве ее критериев использовалась оценка характера произвольного сокращения жевательных мышц в ночное время.



Примечание: * – статистически значимые изменения относительно до ($p < 0,05$) и # – после ($p < 0,05$)

Рисунок 1. – Показатель стрессоустойчивости до кратковременного общего охлаждения (1), после его окончания (2) и через 15 суток (3), Me (25%; 75%)

Figure 1. – Index of stress resistance before short-term general cooling (1), after its completion (2) and after 15 days (3), Me (25%; 75%)

В таблице 1 представлен характер изменения основных параметров электроэнцефалограммы теменной области головного мозга при холодовом воздействии. Для данного региона в левом полушарии был установлен следующий характер изменения δ 1-ритма: его увеличение на 66,6% ($p < 0,05$) после курса криотерапии и на 64,0% ($p < 0,05$) через 15 суток после его завершения. Как известно, δ -ритм – нейрофизиологический маркер сложных когнитивных процессов, активности памяти, внутренней концентрации [15], в связи с этим наблюдаемое нами увеличение амплитуды данного ритма левого полушария отражает состояние внутреннего напряжения. Значение амплитуды β 1-ритма возрастало только после холодового воздействия (23,2%, $p < 0,05$). Статистически значимых изменений по δ 2-, β 2-, α - и θ -ритмам левого полушария головного мозга не выявлено. Низкочастотный β -ритм ЭЭГ увеличивается при напряженной умственной работе, а также при деятельности в быстро изменяющихся условиях, при постоянной смене

Таблица 1. – Изменение амплитуды электроэнцефалограммы теменной области после кратковременного общего охлаждения, Me (25%; 75%)

Table 1. – Change in the amplitude of the electroencephalogram of the parietal region after a short-term general cooling, Me (25%; 75%)

| Ритм | Холодовое воздействие | | | | | |
|------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | до | | после | | через 15 суток | |
| | левое полушарие | правое полушарие | левое полушарие | правое полушарие | левое полушарие | правое полушарие |
| δ_1 , мкВ | 16,88 (12,04; 24,26) | 19,29 (15,26; 24,93) | 17,14 (13,56; 21,93) | 18,44 (13,35; 22,96) | 28,12 (14,13; 31,56) *# | 16,83 (8,4; 25,01) |
| δ_2 , мкВ | 9,23 (6,82; 17,53) | 10,74 (7,95; 14,43) | 10,91 (9,41; 13,76) | 14,41 (9,02; 18,69) | 11,69 (8,95; 19,69) | 12,25 (9,34; 18,85) |
| θ , мкВ | 9,57 (6,72; 12,36) | 10,47 (7,97; 10,97) | 9,26 (7,4; 12,36) | 12,31 (7,96; 16,32) *ψ | 11,7 (10,37; 14,53) | 12,19 (9,67; 18,89) * |
| α , мкВ | 14,97 (9,23; 27,48) | 16,37 (9,27; 28,62) | 19,1 (16,46; 21,94) | 20,6 (14,98; 21,58) | 17,6 (13,81; 28,83) | 15,73 (9,44; 25,98) |
| β_1 , мкВ | 7,79 (6,53; 10,41) | 9,06 (7,73; 11,94) | 9,6 (8,55; 11,14) * | 10,21 (8,84; 11,74) ψ | 8,9 (8,07; 10,57) | 9,27 (8,26; 11,42) |
| β_2 , мкВ | 6,42 (5,4; 7,7) | 6,71 (5,1; 7,36) | 6,78 (5,71; 9,03) | 7,65 (6,31; 8,72) | 6,87 (5,66; 8,94) | 6,74 (5,63; 7,72) |

Статистически значимые изменения относительно до – * и после холодового воздействия – #; между полушариями – ψ ($p < 0,05$)

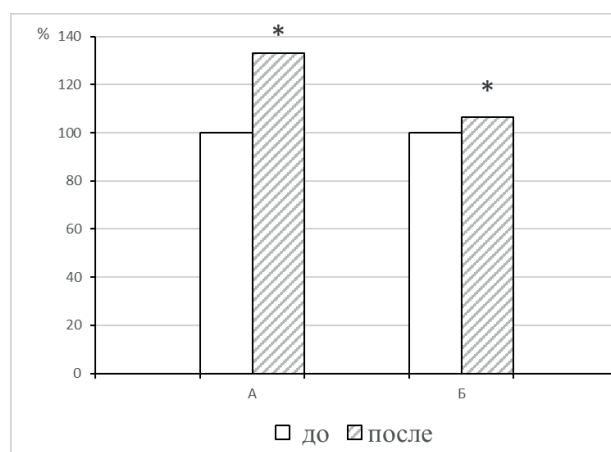
заданий [16, 17], соответственно, выявленное в нашем исследовании повышение его амплитуды обоих полушарий может свидетельствовать о том, что испытуемые находятся в состоянии физиологического стресса во время курса криотерапии.

В теменной области правого полушария установлено увеличение только амплитуды θ -ритма в эти временные периоды на 28,6% ($p < 0,05$) и на 27,4% ($p < 0,05$), соответственно, по сравнению с исходным значением. По остальным ритмам существенного изменения не отмечалось.

θ -ритм рассматривается как базовый ритм лимбического происхождения, обусловленный кортикогиппокампальными связями и активацией системы поведенческого торможения, его увеличение отражает нарастание психоэмоционального напряжения [15, 18]. Повышение ЭЭГ θ -активности в ответ на холод свидетельствует о повышении активности гипоталамо-диэнцефальных структур, снижении ингибирующего влияния со стороны коры головного мозга на подкорковые структуры справа и при сохранении этого влияния коры слева [7].

Межполушарные различия в теменной области после процедуры криотерапии выявлены в правом полушарии (рис. 2): по θ -ритму прирост амплитуды составил 32,9% ($p < 0,05$), а по β_1 – 6,4% ($p < 0,05$).

Электроэнцефалограмма затылочной области головного мозга имеет несколько иной характер изменения (табл. 2). Для левого полушария в этом регионе отмечался прирост амплитуды δ_1 -ритма после холодового воздействия на 75,4% ($p < 0,05$), через 15 суток – на 56,9% ($p < 0,05$). Для θ -ритма выявлено увеличение амплитуды 23,2% ($p < 0,05$) только через 15 суток. В затылочной области правого полушария увеличивался только δ_1 -ритм: на 2,8% ($p < 0,05$) через 15 суток после процедуры криотерапии.



Примечание: $p < 0,05$ * – статистически значимо относительно левого полушария

Рисунок 2. – Межполушарный градиент по θ - (А) и β_1 - (Б) ритмам теменной области головного мозга после кратковременного общего охлаждения

Figure 2. – Interhemispheric gradient in θ - (A) and β_1 - (B) rhythms of the parietal region of the brain after short-term general cooling

Градиент межполушарной асимметрии в этом регионе был более выражен (рис. 3) для левого полушария через 15 суток по δ_1 -ритму (34,5%, $p < 0,05$) и по δ_2 -ритму (11,3%, $p < 0,05$).

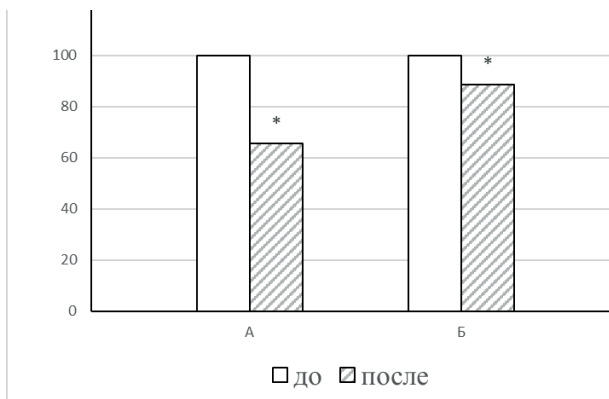
Согласно данным Е. В. Кривоноговой и др. [7], при воздействии холода у одних исследуемых отмечались десинхронизация в теменных отделах и повышение в передневисочном отделе α -активности, увеличение θ -активности во всех отделах справа, а также в передневисочном – слева, у других же при воздействии холода отмечалось увеличение мощности α -активности практически во всех отделах головного мозга. По данным Klimesch, α -активность характеризует процессы торможения и синхронизации,

Таблица 2. – Изменение амплитуды электроэнцефалограммы затылочной области после кратковременного общего охлаждения, Me (25%; 75%)

Table 2. – Change in the amplitude of the electroencephalogram of the occipital region after a short-term general cooling, Me (25%; 75%)

| Ритм | Холодовое воздействие | | | | | |
|------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | до | | после | | через 15 суток | |
| | левое полушарие | правое полушарие | левое полушарие | правое полушарие | левое полушарие | правое полушарие |
| δ_1 , мкВ | 12,55 (9,66; 23,86) | 13,51 (11,33; 19,42) | 22,01 (14,34; 30,65) * | 16,46 (12,22; 27,72) | 19,69 (14,43; 36,54) * | 12,9 (8,9; 17,27) # ψ |
| δ_2 , мкВ | 8,34 (6,14; 12,57) | 9,76 (7,95; 12,04) | 12,2 (8,79; 18,07) | 11,9 (8,26; 14,95) | 11,99 (10,04; 18,82) | 10,64 (6,86; 14,76) ψ |
| θ , мкВ | 8,48 (5,9; 12,19) | 8,64 (7,55; 10,53) | 8,81 (7,68; 13,41) | 9,02 (7,51; 12,44) | 10,45 (9,15; 13,83) * | 9,65 (7,35; 13,01) |
| α , мкВ | 21,82 (8,35; 27,42) | 15,47 (9,07; 29,52) | 10,15 (8,86; 11,57) | 22,9 (12,81; 29,83) | 17,89 (12,57; 37,47) | 18,69 (9,56; 30,43) |
| β_1 , мкВ | 9,18 (7,03; 12,38) | 10,46 (6,84; 12,87) | 9,84 (8,75; 11,11) | 11,71 (10,05; 12,94) ψ | 8,92 (8,39; 12,77) | 10,32 (8,42; 13,58) |
| β_2 , мкВ | 6,21 (5,56; 9,21) | 6,71 (4,22; 6,79) | 6,91 (5,44; 9,23) | 7,55 (5,81; 8,68) | 7,54 (5,98; 8,41) | 7,27 (4,96; 8,85) |

Статистически значимые изменения относительно до – * и после холодового воздействия – #; между полушариями – ψ ($p < 0,05$)



Примечание: $p < 0,05$ * – статистически значимо относительно левого полушария

Рисунок 3. – Межполушарный градиент по δ_1 - (А) и δ_2 - (Б) ритмам затылочной области головного мозга через 15 суток после кратковременного общего охлаждения

Figure 3. – Interhemispheric gradient in δ_1 - (A) and δ_2 - (B) rhythms of the occipital region of the brain 15 days after a short-term general cooling

которые тесно связаны с отбором информации и, следовательно, повышение ее активности в передневисочных отделах головного мозга отражает процессы избирательного торможения в регуляции сердечно-сосудистой деятельности и терморегуляции [19].

Литература

1. Адаптационный потенциал системы кровообращения и его взаимосвязь с половыми гормонами и уровнем дофамина у женщин Архангельской области и Ямало-Ненецкого автономного округа / А. Э. Елфимова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2022. – Т. 21, № 1. – С. 59-66. – doi: 10.15829/1728-8800-2022-2902. – edn: USDBTX.
2. Буренина, И. А. Современные методики криотерапии в клинической практике / И. А. Буренина // Вестник современной клинической медицины. – 2014. – Т. 7, прил. 1. – С. 57-61.
3. Василенко, В. С. Профилактика срыва адаптации сердечно-сосудистой системы у спортсменов методом криотерапии / В. С. Василенко, Н. Д. Мамиев,

- Ю. Б. Семенова // Педиатр. – 2018. – Т. 9, № 6. – С. 83-92. – doi: 10.17816/PED9683-92. – edn: YXSEEX.
4. Сороко, С. И. Нейрофизиологические и психофизиологические основы адаптивного биоуправления : монография / С. И. Сороко, В. В. Трубачев. – Санкт-Петербург : Политехника-сервис, 2010. – 607 с. – edn: QKTGFD.
 5. Влияние тотальной криотерапии на динамику сердечного ритма и артериального давления здорового человека / Д. С. Кузнецов [и др.] // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 59-60. – edn: XTCUBJ.
 6. Attar, E. T. Review of electroencephalography signals approaches for mental stress assessment / E. T. Attar // *Neurosciences (Riyadh)*. – 2022. – Vol. 27, iss. 4. – P. 209-215. – doi: 10.17712/nsj.2022.4.20220025.
 7. Кривоногова, Е. В. Индивидуально-типологические особенности реактивности ЭЭГ-ритмов, сердечно-сосудистой системы и уровня лактоферрина в условиях общего воздушного охлаждения человека / Е. В. Кривоногова, О. В. Кривоногова, Л. В. Поскотинова // *Физиология человека*. – 2021. – Т. 47, № 5. – С. 67-76. – doi: 10.31857/s0131164621040068. – edn: MXAAAL.
 8. Ишеков, А. Н. Показатели энцефалографии у моряков и студентов в динамике арктического рейса / А. Н. Ишеков, Н. С. Ишеков // *Морская медицина*. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 55-62. – doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-3-55-62. – edn: ZMNTKF.
 9. Бачу, А. Я. Усиление сенсорно-моторной интеграции в неокортексе путем рефлексогенной стимуляции физиологически активных зон / А. Я. Бачу // *Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки*. – 2014. – № 2. – С. 112-117. – edn: XADPNP.
 10. Медведев, А. А. Особенности и механизмы температурной чувствительности (обзор) / А. А. Медведев, Л. В. Соколова // *Журнал медико-биологических исследований*. – 2019. – Т. 7, № 1. – С. 92-105. – doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92. – edn: YXGABN.
 11. Пирогова, Л. А. Современные технологии аппаратных методов массажа и криотерапии : монография / Л. А. Пирогова, Н. П. Велитченко, Т. Н. Галяс. – Гродно : ГрГМУ, 2012. – 116 с.
 12. Визуальный анализ ЭЭГ в диагностике нейродегенеративных заболеваний / А. Л. Горелик [и др.] // *Диагностика и лечение психических и наркологических расстройств: современные подходы : сб. метод. рекомендаций / под ред. Н. Г. Незнанова*. – СПб., 2020. – С. 281-294.
 13. Рекомендации экспертного Совета по нейрофизиологии Российской противэпилептической Лиги по проведению рутинной ЭЭГ / сост. О. В. Беляев, Д. В. Самыгин // *Эпилепсия и пароксизмальные состояния*. – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 99-108. – edn: YJCHJX.
 14. Использование криотерапии для повышения стрессоустойчивости спортсменов в групповых видах гимнастики / В. С. Василенко [и др.] // *Педиатр*. – 2021. – Т. 12, № 2. – С. 43-52. – doi: 10.17816/PED12243-52. – edn: EBUFFZ.
 15. Трушина, Д. А. Пространственная картина ритмов электроэнцефалограммы у студентов-правшей с разными уровнями тревожности в покое и во время экзаменационного стресса / Д. А. Трушина, О. А. Ведясова, С. И. Павленко // *Ульяновский медико-биологический журнал*. – 2016. – № 2. – С. 141-150. – edn: WCFBGN.
 16. Сороко, С. И. Перестройки параметров электроэнцефалограммы у детей - жителей о. Новая Земля / С. И. Сороко, С. С. Андреева, С. С. Бекшаев // *Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН*. – 2009. – № 2. – С. 49-59. – edn: KUHHVT.
 17. Beniczky, S. Electroencephalography: basic biophysical and technological aspects important for clinical applications / S. Beniczky, D. L. Schomer // *Epileptic Disord*. – 2020. – Vol. 22, iss. 6. – P. 697-715. – doi: 10.1684/epd.2020.1217.
 18. Review of the therapeutic neurofeedback method using electroencephalography: EEG Neurofeedback / N. Omejc [et al.] // *Bosn J Basic Med Sci*. – 2019. – Vol. 19, iss. 3. – P. 213-220. – doi: 10.17305/bjbm.2018.3785.
 19. Klimesch, W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis / W. Klimesch // *Brain Res Brain Res Rev*. – 1999. – Vol. 29, iss. 2-3. – P. 169-195. – doi: 10.1016/s0165-0173(98)00056-3.

References

1. Elfimova AE, Tipisova EV, Molodovskaya IN, Alikina VA. Adaptive potential of cardiovascular system and its relationship with sex hormones and dopamine levels in women of Arkhangelsk Oblast and Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(1):59-66. doi: 10.15829/1728-8800-2022-2902. edn: USDBTX. (Russian).
2. Burenina IA. Modern techniques of cryotherapy in clinical practice. *The bulletin of contemporary clinical medicine*. 2014;7(Suppl 1):57-61 (Russian).
3. Vasilenko VS, Mamiev ND, Semenova YB Prevention of cardiovascular system adaptation failure in athletes with the method of cryotherapy. *Pediatrician*. 2018;9(6):83-92. doi: 10.17816/PED9683-92. edn: YXSEEX. (Russian).
4. Soroko SI, Trubachev VV. Neirofiziologicheskie i psihofiziologicheskie osnovy adaptivnogo bioupravlenija. Sankt-Peterburg: Politehnika-servis; 2010. 607 p. edn: QKTGFD. (Russian).
5. Kuznetsov D, Ivakhnenko D, Ketova E, Dorokhov E. Effect of total cryotherapy on the dynamics of the heart rate and blood pressure of a healthy person. *Health and Education Millennium*. 2017;19(2):59-60. edn: XTCUBJ. (Russian).
6. Attar ET. Review of electroencephalography signals approaches for mental stress assessment. *Neurosciences (Riyadh)*. 2022;27(4):209-215. doi: 10.17712/nsj.2022.4.20220025.
7. Krivonogova EV, Krivonogova OV, Poskotinova LV. Individual-typological features of the reactivity of EEG rhythms, cardiovascular system and lactoferrin level in the conditions of general air cooling of a person. *Human Physiology*. 2021;47(5):533-541. doi: 10.31857/s0131164621040068. edn: MXAAAL. (Russian).
8. Ishekov AN, Ishekov NS. Encephalography patterns in seamen and students during an arctic trip. *Marine Medicine*. 2017;3(3):55-62. doi: 10.22328/2413-5747-2017-3-3-55-62. edn: ZMNTKF. (Russian).
9. Bachu AJa. Usilenie sensorno-motornoj integracii v neokortekse putem refleksogennoj stimuljacii fiziologicheski aktivnyh zon. *Vestnik Pridnestrovskogo universiteta. Serija: Mediko-biologicheskie i himicheskie nauki*. 2014;(2):112-117. edn XADPNP. (Russian).
10. Medvedev AA, Sokolova LV. Features and mechanisms of temperature sensitivity (review). *Journal of medical and biological research*. 2019;7(1):92-105. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.92. edn: YXGABN. (Russian).

11. Pirogova LA, Velitchenko NP, Galjas TN. Sovremennye tehnologii apparatnykh metodov massazha i krioterapii. Grodno: GrGMU; 2012. 116 p. (Russian).
12. Gorelik AL, Korsakova EA, Shashihina EV, Gomzjakova NA, Zaluckaja NM. Vizualnyj analiz JeJeG v diagnostike nejrodegenerativnykh zabolovanij. In: Neznanov NG, editor. *Diagnostika i lechenie psihicheskikh i narkologicheskikh rasstrojstv: sovremennye podhody*. Sankt-Peterburg: Kosta; 2020. p. 281-294. (Russian).
13. Beljaev OV, Samygin DV, compilers. Recommendations of the Expert Council on Neurophysiology of the Russian Antiepileptic League for routine EEG. *Epilepsy and paroxysmal conditions*. 2016;8(4):99-108. edn: YJCHJX. (Russian).
14. Vasilenko VS, Mamiev ND, Semenova YB, Karpovskaya EB. The use of whole-body cryotherapy for increasing the stress resistance of female athletes in group types of gymnastics. *Pediatrician*. 2021;12(2):43-52. doi: 10.17816/PED12243-52. edn: EBUFFZ. (Russian).
15. Trushina DA, Vedyasova OA, Pavlenko SI. Spatial pattern of electroencephalogram rhythms in right-handed students with different anxiety levels at rest and during examination stress. *Ulyanovsk Medico-biological Journal*. 2016;2:141-150. edn: WCFBGN. (Russian).
16. Soroko SI, Andreeva SS, Bekshaev SS. The EEG parameters changes in children on Novaya Zemlya Island. *Bulletin of the North-East Scientific Center, Russia Academy of Sciences Far East Branch*. 2009;2:49-59. edn: KUHHVT. (Russian).
17. Beniczky S, Schomer DL. Electroencephalography: basic biophysical and technological aspects important for clinical applications. *Epileptic Disord*. 2020;22(6):697-715. doi: 10.1684/epd.2020.1217.
18. Omejc N, Rojc B, Battaglini PP, Marusic U. Review of the therapeutic neurofeedback method using electroencephalography: EEG Neurofeedback. *Bosn J Basic Med Sci*. 2019;19(3):213-220. doi: 10.17305/bjms.2018.3785.
19. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Res Brain Res Rev*. 1999;29(2-3):169-195. doi: 10.1016/s0165-0173(98)00056-3.

THE EFFECT OF SHORT-TERM GENERAL COOLING ON THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE OCCIPITAL AND PARIETAL REGIONS OF THE BRAIN

O. S. Miklashevich, A. V. Salauyou, A. A. Kavalchuk, V. V. Zinchuk

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

Background. When exposed to cold in individuals, depending on the individual typological features of the EEG rhythm, various neurophysiological mechanisms of mobilization of functional systems are activated.

The purpose of this study is to evaluate the effect of short-term general cooling on the stress resistance of the body and the bioelectrical activity of the occipital and parietal regions of the brain.

Material and methods. The analysis of stress resistance and bioelectrical activity of the occipital and parietal regions of the brain in males aged 20 to 23 years after a short-term general cooling was carried out.

Results. The cryotherapy procedure increased the stress resistance of the subjects, which persisted for 15 days after its termination. By the end of cold exposure, there is an increase in the bioelectrical activity of the brain in the parietal region, most pronounced for the amplitudes of $\beta 1$ - and θ -rhythms, and 15 days after the cessation of short-term general cooling, an increase in θ -, $\delta 1$ -activity is noted. Changes in the electroencephalogram of the occipital region after exposure to cold were characterized by an increase in the amplitude of $\delta 1$ - and $\beta 1$ -rhythms, and this trend persisted 15 days after the course of cryotherapy. In the subjects under study, interhemispheric asymmetry is noted, manifested by a more pronounced value of the amplitudes in the left hemisphere along $\delta 1$ -, $\delta 2$ -rhythms, and in the right hemisphere along $\beta 1$ and θ -rhythms.

Conclusions. The increase in the adaptive resource of the subjects caused by the influence of this factor is obviously associated with the identified changes in the bioelectrical activity of the brain in the occipital and parietal regions.

Keywords: electroencephalogram, cryotherapy, stress resistance, adaptation.

For citation: Miklashevich OS, Salauyou AV, Kavalchuk AA, Zinchuk VV. The effect of short-term general cooling on the bioelectrical activity of the occipital and parietal regions of the brain. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2023;21(3):274-279. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2023-21-3-274-279>.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Осуществляется в рамках научного проекта ГПНИ № 20210366.
Financing. Is carried out within the framework of the scientific project SPNI No. 20210366

Соответствие принципам этики. Исследование одобрено локальным этическим комитетом.
Compliance with the principles of ethics. The study was approved by the local ethics committee.

Об авторах/ About the authors

Миклашевич Ольга Сергеевна / Miklashevich Volha, e-mail: olga.miklashevich@yandex.ru,

Соловьев Антон Владимирович / Salauyou Anton, e-mail: palunki@mail.ru

Ковальчук Андрей Александрович / Kavalchuk Andrei, e-mail: andrejkovalchik@gmail.com

*Зинчук Виктор Владимирович / Zinchuk Victor, e-mail: zinchuk@grsmu.by, ORCID: 0000-0002-3077-0474

* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

Поступила / Received: 20.02.2023

Принята к публикации / Accepted for publication: 23.05.2023