

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулиева М.Г., Зейналова Э.И., Фигарова Н.А. Озонотерапия // Офтальмология. – 2010. – № 2. – С. 102–109.
2. Дерюгина А.В., Галкина Я.В., Симутис И.С. и др. Экспериментальное обоснование использования озона в трансфузионной терапии кровопотери у крыс // Изв. Уфим. науч. Центра РАН. – 2017. – № 1. – С. 41–45.
3. Конторщикова К.Н., Масленников О.В., Окрут И.Е. Озонотерапия в лечении больных пожилого возраста с ишемической болезнью сердца // Биорадикалы и Антиоксиданты. – 2021. – Т. 8, № 2. – С. 80–84.
4. Chirumbolo S., Valdenassi L. Tirelli U. et al. The oxygen-ozone adjunct medical treatment according to the protocols from the italian scientific society of oxygen-ozone therapy: how ozone applications in the blood can influence clinical therapy success via the modulation of cell biology and immunity // Biology. – 2023. – № 12. – P. 1–20.
5. Deryuginaa A.V., Boyarinovb G.A., Simutisc I.S. et al. Correction of Metabolic Indicators of Erythrocytes and Myocardium Structure with Ozonized Red Blood-Cell Mass // Cell and Tissue Biology. – 2021. – Vol. 12, № 3. – P. 207–212.
6. Meligy O.A., Elemam N.M., TalaatI.M. Ozone Therapy in Medicine and Dentistry: A Review of the Literature // Dentistry Journal. – 2023. – № 11. – P. 1–16.

ЧАСТОТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПРИ КРИОТЕРАПИИ

**Миклашевич О. С., Соловьев А. В.,
Ковальчук А. А., Новосад В. В.**

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Для терапии гипоскических состояний достаточно успешно используется криотерапия. Эффект данного метода основан на том, что под воздействием холода происходит стимуляция различных систем организма, которая запускает в организме человека механизмы самотестирования и коррекции, стимулирует улучшение обменных процессов, ускоряет процесс лечения, широко применяется как универсальное средство профилактики ряда заболеваний, происходит активизация его резервных возможностей, иммунной системы, улучшение показателей физической работоспособности. Чтобы избежать переохлаждения, организм мобилизует все свои ресурсы [6]. Влияние холода на организм таково, что в кровеносных сосудах кожи и подкожной клетчатки сначала происходит резкий спазм, а потом сосуды постепенно расширяются, и благодаря такому резонансу усиливается теплообразование в организме,

улучшается отток венозной крови, стимулируется питание тканей и внутренних органов. Такое свойство организма обусловлено сохранением его теплового баланса. Это способствует резкому улучшению иммунитета и состояния организма. После курса криотерапии также регистрируются признаки оптимизации функционального состояния центральной нервной системы, в частности в виде увеличения частоты нормальных вариантов синхронизации ритмов головного мозга [2].

Цель. Оценить частотные характеристики биоэлектрической активности головного мозга при проведении курса криотерапии.

Методы исследования. В исследовании приняли участие студенты медицинского вуза в возрасте 20-23 лет ($n=17$), которые давали добровольное согласие для его осуществления в соответствии с рекомендациями и решением Комитета по биомедицинской этике УО «Гродненский государственный медицинский университет».

Курс криотерапии составил 10 процедур ежедневно. Низкотемпературное воздействие осуществлялось при помощи криокамеры «Криомед 20/150-01» (ООО «Мед-Крионика», Россия) в следующем режиме: время действия составляло 120 секунд, при первом сеансе температура среды имеет значение $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ с последующим ее снижением на $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Для регистрации биоэлектрической активности мозга использовали энцефалограф «Энцефалан-ЭЭГР-19/26» в модификации «Мини» («Медиком МТД ООО НПКФ, Россия), который позволяет определять показатели биоэлектрической активности в различных ее областях головного мозга. Использовали 8 канальную запись ЭЭГ (F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2) с применением схемы расположения электродов по общепринятой системе «10-20%», рекомендованной Международной федерацией клинических нейрофизиологов (IFCN), в стандартных отведениях, включающих основные зоны правого и левого полушарий головного мозга. В качестве референтных использовали ушные электроды. Осуществлялось измерение частоты следующих ритмов: δ (0,5-4 Гц), β (14-30 Гц), α (8-14 Гц) и θ (4-6 Гц) [Омельченко]. Для обработки использовали безартефактные участки ЭЭГ. Для количественной оценки спектра ЭЭГ в каждом частотном диапазоне проводили усредненную для каждого испытуемого оценку средних значений доминирующих частот (Гц).

Проводилась фоновая запись электроэнцефалограммы (в течение 5 минут) в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами в условиях сенсорной депривации (при ровном дыхании, без глубоких вдохов, кашля и сглатываний), при температуре $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$ окружающей среды в затемненном помещении и полной тишине. При выполнении данной процедуры соблюдались «Рекомендации экспертного совета по нейрофизиологии Российской противоэпилептической лиги по проведению

рутинной ЭЭГ». Электроэнцефалографию проводили до курса криотерапии, сразу после курса и через 15 суток после его завершения.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программы «Statistica 10.0». Данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха (Ме (25%; 75%)). Пороговым значением уровня статистической значимости принято значение 0,05.

Результаты и их обсуждение. В нашем исследовании средние значения частоты β 1-активности увеличились слева в затылочном (О1) отделе головного мозга с 17,33 [13,43; 21] до 17,82 [16,6; 20,51] Гц ($p < 0,05$), а β 2-активность – слева в центральной (С3) области с 31,74 [29,05; 32,71] до 26,86 [24,41; 31,01] Гц после курса криотерапевтического воздействия. Через 15 суток после проведения курса криотерапии изменения наблюдались по следующим показателям: по частоте θ -ритма в лобной доле (F3) в левом полушарии головного мозга с 4,39 [4,15; 6,84] до 5,86 [4,39; 6,59] Гц и по β 1-ритму теменной области (P3) левого полушария с 14,4 [13,18; 18,31] до 19,04 [15,87; 21] Гц ($p < 0,05$).

Общее охлаждение, как правило, повышает активность парасимпатической и симпатической нервной системы, опосредуется корково-подкорковыми путями, которые включают префронтальную кору, переднюю поясную кору, островок, гипоталамус и ствол мозга, что приводит к преобладанию парасимпатической нервной системы. Тогда как сниженная активация префронтальной коры сопровождается увеличением симпатической активности [5].

Согласно исследованиям А. Н. Ишекова, у участников арктической экспедиции значения биоэлектрической активности головного мозга были увеличены, что, вероятно, обусловлено нахождением в экстремальных условиях холода [4]. Данные показатели в основном регистрировались в лобных и теменных отведениях. В структуре ЭЭГ преобладала активность α - и δ -ритмов. Это может быть связано либо с увеличением пейсмейкерной активности нейронов таламуса, либо со снижением тонуса коры, а также наблюдается при повышении энергозатрат со стороны отделов головного мозга. К концу экспедиции в условиях холода отмечалось усиление биоэлектрической активности головного мозга в затылочных, теменных и височных отведениях. В структуре ЭЭГ также отмечался рост активности β - и θ -ритмов, что характерно для усиления целенаправленной мозговой деятельности и/или активации адаптационно-приспособительных механизмов.

В исследовании Д. Б. Демина была проведена оценка влияния уровня гипотермии на характер изменения параметров ЭЭГ при экспериментальном общем охлаждении организма человека. Согласно его данным (после разделения исследуемых на две группы по значению медианы температуры тела в общей выборке во время охлаждения) изменение

амплитудно-частотных характеристик ЭЭГ при охлаждении проявлялась усилением активности подкорковых регуляторных механизмов (значимое увеличение θ -активности). При этом у лиц с более сильным уровнем гипотермии было выявлено усиление α -активности, а у лиц со слабым уровнем гипотермии наблюдали снижение в 73% случаев, что демонстрирует десинхронизацию основного ритма [3].

Наблюдались частотные различия между полушариями после курса криотерапии только по $\beta 1$ -ритму в лобной области головного мозга исследуемых.

Выводы. Таким образом, курс криотерапии изменяет частотные характеристики биоэлектрической активности головного мозга, а через 15 суток это эффект сохраняется.

Средние значения частоты $\beta 1$ -активности увеличились слева в затылочном отделе головного мозга, а $\beta 2$ -активность – слева в центральной области головного мозга. Через 15 суток после проведения курса криотерапии достоверные различия наблюдались по следующим показателям: по частоте θ -ритма в лобной доле в левом полушарии головного мозга с и по $\beta 1$ -ритму теменной области левого полушария. Достоверные частотные различия между полушариями наблюдались после курса криотерапии только по $\beta 1$ -ритму в лобной области головного мозга исследуемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дархан Е., Миникаев А.Ф., Соколова Е.В. и др. Анализ влияния криотерапии на различные толщины кожного покрова с использованием численного моделирования // Вестник Международной академии холода. – 2018. – № 4. – С. 35–42.
2. Деваев Н.П. Влияние экзаменационного стресса на регуляцию сердечного ритма и биоэлектрическую активность головного мозга у студенток // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2010. – № 2-2. – С. 622–626.
3. Демин Д.Б. Значимость уровня гипотермии в нейрофизиологических реакциях организма человека на экспериментальное общее охлаждение // Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2020. – Т. 54, № 5. – С. 57–64.
4. Ишеков А.Н. Показатели энцефалографии у моряков и студентов в динамике арктического рейса // Морская медицина. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 55–62.
5. Кривоногова Е.В., Демин Д.Б., Кривоногова О.В. и др. Варианты изменения показателей сердечно-сосудистой системы и биоэлектрической активности головного мозга в ответ на холод у молодых людей // Экология человека. – 2020. – № 11. – С. 20–26.
6. Никитенко П.И., Гордейчук Т.В., Табунов С.Н. Исследование влияния криотерапии на физиологические особенности человека // Новости медико-биологических наук. – 2017. – Т. 15, № 1. – С. 62–65.