

УДК 612.825.1; 612.882; 574.24; 577.352.52; 57.045

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КИСТИ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ПОСТОЯННОГО ПОТЕНЦИАЛА У ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ

Аникина Н.Ю., Грибанов А.В.

Институт медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, Архангельск, e-mail: imbi@narfu.ru

В статье представлены результаты исследования распределения уровня постоянного потенциала (УПП) головного мозга при локальном охлаждении кисти в водной среде у 67 юношей в возрасте 18–19 лет. Основную группу составили 36 иностранных студентов, прибывших из стран южных и умеренных широт и первые месяцы проживающих в условиях Севера. В контрольную группу вошли 31 юноша, постоянно проживающих в условиях высоких широт. Регистрация потенциалов осуществлялась путем картирования полученных с помощью монополярного измерения значений по пяти отведениям. Холодовая проба проводилась в течение 1 минуты, при удерживании кисти в водной среде с температурой 4–6 °С. Анализ полученных результатов выявил соблюдение принципа «куполообразности», свидетельствует о нормализации процессов энергообеспечения головного мозга у юношей данного возрастного периода. Сходства в динамике изменения значений УПП при реакции на локальное охлаждение в обеих группах исследования позволяют сделать вывод о формировании механизмов адаптации к холодному воздействию уже на первых месяцах пребывания в условиях Севера.

Ключевые слова: Север, локальное охлаждение, адаптация, энергообмен, головной мозг, студенты

EFFECT OF LOCAL COOL HAND FOR DISTRIBUTION DC-POTENTIAL LEVEL OF FOREIGN STUDENTS

Anikina N.U., Griбанov A.V.

Institute of Medical and Biological Research Northern (Arctic) Federal University named by M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, e-mail: imbi@narfu.ru

The article presents the results of studies of the distribution of DC- potential level (DCPL) of the brain under local cooling brushes in an aqueous medium in 67 youths aged 18–19 years. The main group consisted of 36 foreign students coming from the countries of southern and temperate latitudes and the first months of living in the North. The control group included 31 youth lives in the high latitudes. Register potentials carried by mapping obtained using monopolar measurement on the five-lead values. Cold test was carried out for 1 minute, while holding the brush in water with a temperature of 4–6 °C. Analysis of the results revealed the principle of "domed" indicates the normalization of cerebral energy the young men of this age period. The similarities in the dynamics of changes in the values of the soft starter when response to local cooling in both groups of the study lead to the conclusion about the formation mechanisms of adaptation to cold exposure already in the first months of your stay in the North.

Keywords: North, local cooling, adaptation, energy exchange, brain, students

В настоящее время продолжает оставаться актуальным изучение адаптационных реакций организма. Ряд исследований доказывают существование сформированных в процессе эволюции генетически заложенных механизмов климатической адаптации у коренных жителей Севера [9]. Однако открытым остается вопрос о функциональных реакциях головного мозга при изменении условий окружающей среды.

Одним из главных стрессирующих факторов Севера выделяют холод, причем его воздействие, как правило, происходит локально. Охлаждению подвергаются лишь открытые участки тела: лицо и кисти рук. В ряде исследований выявлены изменения со стороны респираторной системы при локальном охлаждении кисти. Показаны изменения как

показателей внешнего дыхания (минутного объема дыхания, частоты дыхания), так и спирометрических показателей [5].

Определена и реакция показателей гемодинамики у юношей на локальное охлаждение кисти. Выявлено увеличение сократимости миокарда, снижение частоты сердечных сокращений, повышение артериального давления и работы левого желудочка [3].

Ряд исследований указывают на нарушения мозгового кровотока при холодовом воздействии. Основную регулирующую роль при этом играют центральные эрготропные и гуморально-метаболические механизмы, что в свою очередь приводит к генерализованным сосудистым реакциям вазоконстрикторного типа [4].

При исследовании ответных реакций организма человека на холодовое воздействие показана ведущая регулирующая роль коры головного мозга в формировании алгоритма адаптационных перестроек организма [6]. Наблюдается изменение активности полушарий головного мозга при воздействии стрессирующим фактором. Ряд авторов указывают на превышение основных показателей энергообмена головного мозга северян в сравнении с их сверстниками, проживающими в средней полосе России [2].

Однако в литературе практически отсутствуют данные об изменении энергоснабжения головного мозга у студентов иностранцев на начальном этапе обучения в ВУЗах, расположенных в условиях высоких широт.

Одним из методов оценки церебрального энергообмена является метод регистрации уровня постоянных потенциалов головного мозга. По природе своего происхождения УПП связан с целым комплексом биохимических и иммунологических параметров, характеризующих функциональное состояние адаптивных систем организма [8]. Динамика УПП позволяет проводить оценку текущего состояния отдельных областей головного мозга, а также межполушарные особенности энергетического взаимодействия коры. Отклонение УПП от нормы свидетельствует об изменении на разных уровнях механизмов энергообеспечения нейронов головного мозга и может служить показателем эффективности адаптационных перестроек организма при изменении условий окружающей среды [8].

Адаптационные перестройки организма, как правило, носят компромиссный характер. Перестройки функциональных систем осуществляются либо за счет внутренних резервов, либо за счет угнетения функциональности других систем. Головной мозг не обладает внутренними резервами. Энергоснабжение зависит от поступающего кровотока. Холодовое воздействие вносит изменения как в транспорт кислорода в легких, так и в целом в системном кровотоке. Поэтому целью данного исследования явилось выявление церебральных энергетических перестроек при реакции организма на локальное охлаждение у лиц, первые месяцы проживающих в условиях Севера.

Материалы и методы. В исследовании принимали участие 67 юношей в возрасте 18–19 лет. Основную группу составили 36 иностранных студентов, прибывших из стран южных и умеренных широт и начавших обучение в ВУЗах города Архангельска. В контрольную группу вошли 31 студент Северного государственного медицинского университета, родившихся и постоянно проживающих в условиях высоких широт.

Временные рамки исследования – октябрь, ноябрь. Иностранные студенты были обследованы строго в первые месяцы проживания на территории Европейского Севера России. При сборе материала для составления выборок соблюдались все необходимые условия: регистрация УПП у студентов проводилась в утренние часы, через 1,5–2 часа после приема пищи, в положении сидя, при максимальном физическом и психическом покое.

Для регистрации и анализа УПП использовался аппаратно-программный комплекс «Нейро-КМ» (Рег. удостоверение №ФСР 2009/ 0537 сертификат соответствия №РОСС RU. ИМ 25. ВО2563). Регистрация потенциалов производилась монополярно с помощью хлорсеребряных электродов по пяти отведениям. Активные электроды располагали вдоль сагиттальной линии в лобной, центральной и затылочной области (Fz, Cz, Oz), а также в правом и левом височных отделах (Td, Ts) по международной схеме 10–20. Референтный электрод накладывали на запястье левой руки. Запись значений УПП осуществлялась через 5–6 минут после наложения электродов на точки отведения, после устранения возможных артефактов имеющих электродное и кожное происхождение и далее велась непрерывно в течение всего исследования. После регистрации фоновых значений производилась холодовая проба. Исследуемые удерживали в течение 1 минуты кисть правой руки в холодной воде ($t = 4-6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Далее на протяжении 10-минутного восстановительного периода студенты сохраняли полный покой.

В обеих группах анализ УПП проводился путем картирования монополярных значений УПП и последующего расчета межэлектродной разности. Для оценки локальных значений УПП в каждом из отделов, исключая влияние референтного электрода, был произведен расчет отклонений УПП от среднего в каждом из отведений по всем областям коры головного мозга.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи прикладного пакета программ “SPSS 20 for Windows”. Распределение признаков на нормальность проводилась с использованием критерия Шапиро – Уилка. Для анализа различий между показателями в сравниваемых группах использовали t-критерий. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимали равным 0,05.

Результаты исследования и их обсуждение. Фоновые значения уровня постоянного потенциала в основной группе по четырем основным отведениям ниже соответствующих

значений контрольной группы. В центральном (Cz) и затылочном (Oz) отведениях отличия значений УПП от контрольных составляют 7,3 % и 6,3 %. В височных отведениях Td и Ts снижение УПП в основной группе становятся более явными и составляют 28,5 % и 52,7 % в сравнении со значениями контрольной группы. Исключение составляет лобное отведение Fz-здесь значения УПП у студентов иностранцев напротив выше значений студентов северян на 12,2 %. В целом суммарные значения УПП по всем отделам головного мозга основной группы ниже аналогичных значений контрольной на 12,4 % (таблица).

Распределение значений уровня постоянного потенциала в исследуемых группах (M±S)

	Фоновое распределение		10-я минута восстановительного периода	
	Основная группа	Контрольная группа	Основная группа	Контрольная группа
Fz	14,14 ±11,17	12,42±10,84	17,45±14,1	15,1±10,78
Cz	17,17 ±8,25	18,42±9,11	19,32±10,12	20,48±9,78
Oz	13,33±8,51	14,17±9,08	15,2±8,84	16,51±8,99
Td	9,86±7,77	12,67±10,10	10,9±9,8	13,58±10,13
Ts	9,01±6,77	13,76±10,41*	10,49±9,27	15,8±9,51*
Sum	63,52±28,82	71,45±40,85	73,36±39,81	81,47±40,5
FzCz	-3,03±11,07	-5,99±8,96	-1,87±10,97	-5,38±9,29
FzOz	0,82±13,02	-1,75±9,08	2,25±14,19	-1,41±9,65
FzTd	4,28±13,32	-0,25±9,15	6,55±14,92	1,53±9,35
FzTs	5,13±10,97	-1,34±10,04*	6,96±10,77	-0,7±10,02*
CzOz	3,85±7,25	4,24±8,59	4,12±8,84	3,97±9,31
CzTd	7,31±9,16	5,74±9,30	8,42±11,52	6,91±8,17
CzTs	8,16±7,88	4,66±10,22	8,83±7,98	4,68±8,73*
OzTd	3,46±8,79	1,5±8,26	4,3±10,23	2,94±8,85
OzTs	4,32±8,25	0,41±7,73	4,71±9,25	0,71±6,68
TdTs	0,86±9,1	-1,09±7,62	0,41±9,86	-2,22±8,37
FzX	1,44±8,79	-1,87±6,13	2,78±9,12	-1,19±6,47*
CzX	4,47±4,86	4,13±6,09	4,65±5,49	4,19±5,62
OzX	0,62±5,73	-0,12±4,99	0,53±6,71	0,22±5,38
TdX	-2,84±6,61	-1,62±5,23	-3,77±7,91	-2,72±5,38
TsX	-3,69±5,1	-0,53±5,72*	-4,18±4,86	-0,49±5,16*

Примечание: звездочкой(*) обозначены значимые статистические отличия между основной и контрольной группами (p<0,05).

«Куполообразность» распределения УПП является одним из основных критериев нормализации энергообмена головного мозга [8]. При соблюдении данного принципа наблюдаются максимальные значения в центральной области с последующим плавным снижением значений УПП в направлении периферических областей. И в основной и в контрольной группах можно говорить о соблюдении данного принципа, как в фоновом распределении, так и на протяжении всего исследования, что свидетельствует о нормализации церебрального энергообмена у юношей в возрасте 18–19 лет. Однако хотелось

бы остановиться на некоторых особенностях распределения уровня постоянного потенциала по отделам головного мозга в исследуемых группах.

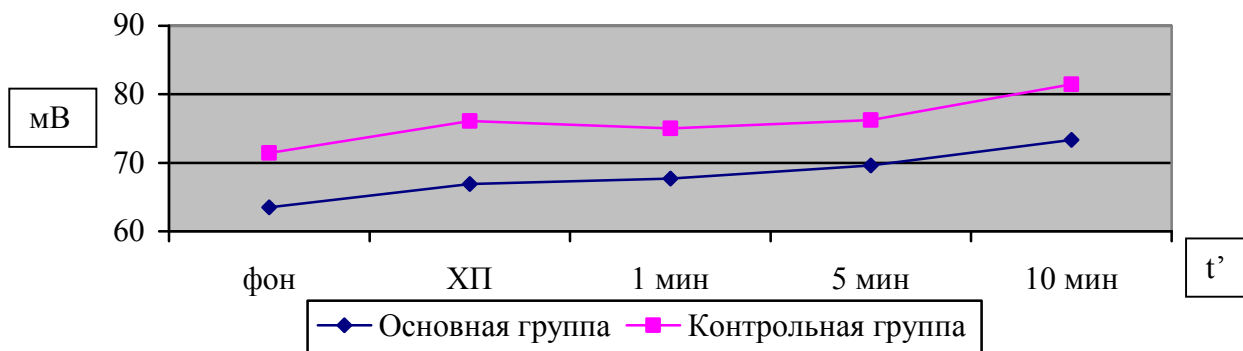
Максимальное снижение УПП в целом по коре головного мозга у иностранных студентов выявлено в височных отведениях. Падение потенциала в данных отведениях в среднем составляет 45,2 % относительно значений центрального отведения (Cz). В контрольной группе наибольшее снижение УПП относительно центральных значений происходит в правом височном (Td) и лобном (Fz) отведениях и составляет в среднем 32,1 %. Отклонение значений лобного отведения относительно среднего УПП головного мозга $Fz-X_{cp}$ у студентов северян имеет отрицательное значение ($Fz-X_{cp} = -1,87$ мВ), что указывает на падение потенциала в лобном отделе головного мозга ниже среднего УПП в целом по коре. Ряд исследований также выявили снижение активности лобных отделов головного мозга у жителей Севера. Большинство авторов связывает это с длительным влиянием геомагнитных полей Земли и частыми изменениями солнечной активности [7]. Именно в области высоких широт магнитные поля обладают наибольшей напряженностью и частой сменой амплитудно-частотных характеристик [9].

Уровень постоянного потенциала, отражая энергетические характеристики головного мозга, позволяет определить устойчивые различия в работе полушарий вследствие чего является одним из нейрофизиологических критериев функциональной межполушарной асимметрии (ФМА). Доминирующее полушарие при регистрации УПП определяется путем расчета межвисочной разности потенциала Td-Ts [7].

В основной группе исследования значения межвисочной разности составляет 0,86 мВ, что указывает на небольшое превалирование работы правого полушария. В контрольной группе, напротив, Td-Ts принимает отрицательное значение (-1,09 мВ), что свидетельствует о левополушарном доминировании.

Согласно литературным данным при процессах климатической адаптации регистрируется активность правого полушария, ответственного за принятие нестандартных решений в новых условиях [9]. Левое полушарие, ответственное за поддержание осознаваемых когнитивных функций, осуществляет регулирующее влияние нейрохимических процессов, лежащих в основе логического мышления, памяти и осознанных эмоций. Активность левого полушария связывают с процессами социальной адаптации к новой учебной деятельности [1].

При холодной пробе (ХП) и далее на протяжении всего десятиминутного восстановительного периода в основной группе исследования наблюдался рост значений УПП по всем отведениям (рисунок).



Динамика изменения суммарного значения УПП в исследуемых группах

В контрольной группе студентов северян при охлаждении значения УПП также увеличились по всем отведениям, однако на первой минуте периода восстановления произошло их небольшое снижение. Далее на пятой и десятой минутах по всем отведениям значения УПП вновь стали возрастать. В среднем уровень потенциала в основной группе к концу периода восстановления увеличился на 15,4 % от фоновых значений, в контрольной группе не смотря на некоторое начальное снижение рост составил 14,3 %. Каких-либо изменений в распределении уровня постоянного потенциала по коре головного мозга при холодной пробе и далее в процессе восстановления выявлено не было.

Максимальный рост значений УПП в обеих группах был зарегистрирован в лобном отведении (на 23,4 % в основной и на 21,8 % в контрольной группе). Лобные доли коры головного мозга осуществляют формирование целенаправленного алгоритма действий, основываясь на предшествующем опыте. Увеличение уровня постоянного потенциала свидетельствует об активной работе ассоциативных полей при холодном стрессе.

На данный момент определена последовательность функциональных изменений состояния головного мозга и межполушарная асимметрия в процессе климатической адаптации. На ранних стадиях усиливается активность правого полушария, т.к. именно оно ответственно за принятие нестандартных решений. Многочисленные исследования доказывают тот факт, что правое полушарие играет главную роль в формировании адаптационного ответа организма. В последующем нарастает межполушарная интеграция и усиление межполушарного взаимодействия. Сформированный алгоритм действия начинает реализовываться функциональными системами организма при усилении активности левого полушария головного мозга [9].

После холодной пробы в основной группе межвисочная разность Td-Ts уменьшилась, что свидетельствует о межполушарной интеграции. В контрольной группе межполушарная асимметрия усилилась в сторону доминирования левого полушария, активность которого можно объяснить праворукостью респондентов.

Заключение. Таким образом, впервые проведен анализ особенностей энергообеспечения головного мозга у иностранных студентов, прибывших из стран южных и умеренных широт при локальном холодовом воздействии в первые месяцы проживания на территории Севера.

«Куполообразность» распределения УПП свидетельствует о нормальном энергообеспечении структур головного мозга в исследуемых группах.

При холодовом стрессе в обеих группах исследования происходит увеличение значений УПП, что указывает на возрастающую активность коры головного мозга, которая играет особую роль в регуляции висцеральных систем организма. Уменьшение на протяжении всего десятиминутного периода значение межвисочной разности Td-Ts с усилением активности левого полушария в основной группе студентов иностранцев свидетельствует об активных процессах межполушарной интеграции, что позволяет говорить о пластичном взаимодействии между различными отделами коры головного мозга, и как следствие, отдельными висцеральными системами в данной исследуемой группе.

Устойчивое доминирование левого полушария в контрольной группе студентов северян свидетельствует о нормальном стабильном функционировании организма, приспособленного к условиям Севера. При любом виде стресса происходит смена доминирующего полушария [8]. При холодовой пробе активность левого полушария лишь усилилась, вероятно, вследствие охлаждения правой руки, что позволяет сделать вывод об отсутствии стресса при локальном холодовом воздействии у студентов северян и, как следствие, сформированных механизмах адаптации к 18–19 годам.

Аналогичная динамика изменений значений УПП в группе студентов иностранцев при локальном охлаждении, на наш взгляд, свидетельствует о формировании на первых месяцах проживания в условиях Севера адаптационных перестроек организма при воздействии низкими температурами.

Список литературы

1. Антропова Л.К., Куликов В.Ю., Пичикова Е.А. Генотипические и фенотипические особенности перцептивных процессов в условиях адаптации к обучению // Гуманитарные науки и образование в Сибири. – Новосибирск: НОУ ВПО НГИ, 2009. – № 3. – С.37-44.
2. Грибанов А.В., Панков М.Н., Подоплёкин А.Н. Уровень постоянных потенциалов головного мозга у детей при синдроме дефицита внимания с гиперактивностью // Физиология человека. – 2009. – Т. 35, № 6. – С. 43–48.

3. Гудков А.Б., Коробицына Е.В., Мелькова Л.А., Грибанов А.В. Реакция показателей гемодинамики на локальное охлаждение кисти и стопы у лиц юношеского возраста // Экология человека. – 2015. – № 11. – С.13-18.
4. Демин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. Варианты возрастного формирования структуры ЭЭГ подростков Приполярных и Заполярных районов Европейского Севера // Вестн. Сев.(Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. – 2013. – № 1. – С. 41-45.
5. Козырева Т.В., Симонова Т.Г., Гришин О.В. Влияние локального охлаждения кисти на спирометрические показатели человека // Бюллетень СО РАМН. – 2002. – № 1(103). – С.71-73.
6. Кривощёков С.Г., Леутин В.П., Диверт В.Э., Диверт Г.М., Платонов Я.Г., Ковтун Л.Т., Комлягина Т.Г., Мозолевская Н.В. Системные механизмы адаптации и компенсации // Бюл. СО РАМН. – 2004. – № 2. – С. 148–153.
7. Павлов К.И., Каменская В.Г. Воздействие экологических факторов на спектральные характеристики динамической функциональной асимметрии мозга человека // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2014. – № 27(3). – С. 40–49.
8. Фокин В.Ф., Пономарёва Н.В. Энергетическая физиология мозга. – М., 2003. – 288 с.
9. Хаснулин В.И., Хаснулина А.В., Безпрозванная Е.А. Асимметрии функциональной активности полушарий мозга и обеспечение эффективной адаптации к геоэкологическим факторам высоких широт // Мир науки, культуры, образования. – 2011. – № 2. – С. 308–311.