

УДК 612.825-053.6(470)(045)

*ДЁМИН Денис Борисович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории биоритмологии Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор более 150 научных публикаций, в т. ч. двух монографий и одного патента на изобретение*

### **НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУПП ПОДРОСТКОВ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЯХ\***

Арктические территории России отличаются по степени экстремальности климатических условий в заполярных и приполярных широтах. В связи с этим данные территории являются естественным природным полигоном, позволяющим исследовать физиологические адаптации к дискомфортным условиям среды обитания у разных этнических групп. Формирование нервной системы подростков в большей степени зависит от влияния неблагоприятных климатических факторов Севера. В данной работе рассматриваются особенности биоэлектрической активности мозга у 140 практически здоровых подростков обоего пола в возрасте 16-17 лет, принадлежащих к различным этническим группам Ненецкого автономного округа (67°40' с. ш.) и Архангельской области (64°30' с. ш.). Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали с закрытыми глазами монополярно от 16 стандартных отведений. Характеристику ЭЭГ проводили по значениям амплитуды и индекса в каждом частотном диапазоне (4–7 Гц, 8–12 Гц, 13–25 Гц). У обследованных подростков Ненецкого автономного округа не было выявлено статистически значимых различий изучаемых показателей ЭЭГ между группами ненцев и русских: независимо от национальности у этих подростков отмечена более высокая активность подкорковых диэнцефальных мозговых структур в сравнении с подростками Архангельской области. Данная активность проявлялась в виде повышенного уровня тета-активности, наличия диффузных реакций усвоения ритмов фотостимуляции и повышенной частотой встречаемости гиперсинхронных высокоамплитудных вариантов ЭЭГ. У русских подростков из Архангельской области отмечается достаточно сформированный возрастной паттерн ЭЭГ. Таким образом, фактор этноса вносит наименьший вклад в выявленные изменения структуры ЭЭГ, при этом максимальное влияние оказывает сочетанное влияние неблагоприятных факторов заполярного Севера.

**Ключевые слова:** электроэнцефалография, подростки, этнические группы, Север.

---

\*Работа выполнена при поддержке гранта президиума Уральского отделения РАН 2015 года.

© Дёмин Д.Б., 2015

По совокупности климатических характеристик и с учетом общебиологического действия природных и антропогенных факторов, их сочетания и степени выраженности, территории Арктики в целом могут быть отнесены к зоне дискомфортных районов с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров [1].

Развитие детей и подростков, формирование их морфологических, функциональных и психологических особенностей определяются не только внутренней генетической программой, но и комплексом внешних условий, связанных с влиянием экологических факторов. Особые географические, жесткие климатические и сложные социально-бытовые условия Арктических территорий вызывают напряжение адаптационных механизмов. Повышенные нагрузки на физиологические системы и напряжение центральных механизмов регуляции функций у детей и подростков могут быть причиной нарушения оптимальных темпов развития растущего организма [2]. Пластичность центральных механизмов регуляции является одним из важнейших свойств, определяющих приспособляемость организма в измененных условиях существования. Действие специфического комплекса раздражителей вызывает функциональную перестройку активности коры больших полушарий и подкорковых центров [3].

Некоторые расово-диагностические признаки сформировались под влиянием условий внешней среды, в которых обитает данная раса, но поскольку каждая из ландшафтных зон населена, как правило, людьми различной этнической, а иногда и расовой принадлежности, то это обстоятельство облегчает задачу изучения влияния факторов внешней среды на человеческие популяции, т. к. позволяет одновременно проследить параллелизм реакций на воздействие среды в различных этносах и в то же время выявить возможность генетической детерминации этих реакций [4]. В этом отношении Арктические территории Ненецкого автономного округа (НАО) и Архангельской области являются естественным природным полигоном, позволяющим исследовать физио-

логические адаптации к дискомфортным условиям среды обитания у разных этнических групп. К настоящему времени подобные сравнительные исследования были выполнены на других северных территориях РФ [3, 5, 6], результаты этих работ разноречивы и демонстрируют как наличие, так и отсутствие разницы в функциональном состоянии нервной системы у некоторых этнических групп, в доступной зарубежной литературе аналогичных исследований нами не найдено.

Целью данного исследования явилось изучение особенностей сочетанного влияния неблагоприятных факторов Севера на адаптивные перестройки биоэлектрической активности мозга у подростков, принадлежащих к различным этническим группам Ненецкого автономного округа и Архангельской области.

**Материалы и методы.** Проведено рандомизированное поперечное контролируемое исследование. В осенний период выполняли исследования в районах разных географических широт и климатоэкологических условий Европейского Севера России: в районе Крайнего Севера – НАО (Заполярный район – 67°40' с. ш.) и в районе приполярных широт – на севере Архангельской области (Приморский район – 64°30' с. ш.) в качестве контроля. Испытуемых лиц выбирали на добровольной основе, критериями включения при первичном отборе являлись: возраст 16-17 лет, рождение и постоянное проживание в исследуемых северных районах, а также принадлежность к коренным этносам – ненцам и русским (по данным анкетного опроса этническая принадлежность устанавливалась до 4-й степени родства к коренному населению Севера РФ). Критериями исключения служили: принадлежность к другим коренным этносам, наличие вредных привычек, а в анамнезе – травмы головного мозга и неврологические нарушения, также в исследовании не участвовали метисы.

В каждом районе проживания обследованные подростки были разделены на группы согласно их этнической принадлежности. В НАО –

ненцы ( $n = 32$ ) и русские ( $n = 35$ ); в Приморском районе Архангельской области – русские ( $n = 73$ ). Различий в социально-экономическом положении групп обследованных лиц не обнаружено, все подростки являлись сельскими жителями. Предварительный анализ выборок не выявил выраженных половых различий изучаемых показателей, что позволило объединить данные по лицам мужского и женского пола.

Исследования проводили с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и директивах Европейского сообщества (8/609ЕС). От всех подростков и их родителей было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании, одобренном ученым советом Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (ИФПА УрО РАН), выполняющим функции биоэтического комитета.

Оценку биоэлектрической активности головного мозга проводили в комфортной, привычной для испытуемых обстановке в период с 9 до 14 часов. Электроэнцефалограмму (ЭЭГ) регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами на ЭЭГА-21/26 «Энцефалан-131-03» (Россия), монополярно, от 16 стандартных отведений с ушными референтными электродами, установленными по международной системе 10-20 в полосе 1–35 Гц. При оценке ЭЭГ каждого испытуемого выделяли безартефактные отрезки записи, спектр анализировали по дельта- (1,6–3,9 Гц), тета- (4–6,9 Гц), альфа- (7–12,9 Гц), бета1- (13–24 Гц) диапазонам. Для количественной оценки спектра ЭЭГ в каждом частотном диапазоне проводили усредненную для каждого испытуемого оценку максимальной амплитуды (мкВ), индекса (%), доминирующих частот (Гц), реакции усвоения ритмов фотостимуляции в диапазоне частот 4–22 Гц с вариантами гармоник первого и второго порядка. Исходя из того, что ЭЭГ является полиритмическим процессом, в один и тот же отрезок времени записи может отмечаться наложение волн более высокой частоты на волны более низкой. Для расчета временного индекса выраженности использовали выделение полуволн каждого частотного диапазона

из полиморфного сигнала ЭЭГ, включающего в себя суперпозицию волн различных ритмов, и вычисляли процент времени присутствия волн заданного диапазона ЭЭГ за период времени эпохи анализа.

Статистический анализ выполняли с использованием непараметрических методов при помощи компьютерного пакета прикладных программ «Statistica v. 6.0» («StatSoft Inc.», США). Данные представлены в виде медианы ( $Me$ ), нижнего и верхнего квартилей (25–75 перцентили). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали за  $p < 0,05$ .

Сбор и дальнейшее использование первичного материала в рамках данной работы проводили совместно с сотрудниками лаборатории биоритмологии ИФПА УрО РАН доктором биологических наук, доцентом Л.В. Поскотиновой и кандидатом биологических наук Е.В. Кривоноговой.

**Результаты и обсуждение.** При анализе изучаемых амплитудно-частотных параметров церебральной биоэлектрической активности у обследованных подростков НАО не было выявлено статистически значимых различий между группами ненцев и русских, отмечены лишь несущественно повышенные значения тета- и альфа-активности у подростков-ненцев (см. таблицу).

Однако при сравнении обеих групп подростков из Ненецкого автономного округа с группой русских подростков из Приморского района Архангельской области были установлены характерные широтные отличия. У подростков из НАО отмечены статистически более высокие показатели тета-активности ( $p < 0,05–0,001$ ), а также относительно более высокие значения альфа-активности за счет повышенной частоты встречаемости гиперсинхронных, высокоамплитудных вариантов ЭЭГ. Так, примерно у половины подростков НАО максимум амплитуды альфа-активности был выше 90 мкВ за счет всплесков в теменно-центрально-лобных областях головного мозга, а сама альфа-активность была представлена заострен-

**ПОКАЗАТЕЛИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА  
В РАЗЛИЧНЫХ ЭТНИЧЕСКИХ ГРУППАХ 16-17-ЛЕТНИХ ПОДРОСТКОВ НАО  
И АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ, Ме (25–75 перцентили)**

| Показатель               | Группа                     |                              |                             | p-уровень                              |
|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|
|                          | 1<br>ненцы НАО<br>(n = 32) | 2<br>русские НАО<br>(n = 35) | 3<br>русские АО<br>(n = 73) |                                        |
| Доминирующая частота, Гц | 9,7<br>(8,8–10,5)          | 10,0<br>(9,3–10,5)           | 10,2<br>(9,6–11,0)          | $p > 0,05$                             |
| Амплитуда Тета, мкВ      | 52<br>(38,8–64,3)          | 46<br>(33,0–66,0)            | 36<br>(29,0–53,0)           | $p_{1-3} < 0,001$<br>$p_{2-3} = 0,025$ |
| Индекс Тета, %           | 21<br>(16,0–30,3)          | 20<br>(15,0–27,5)            | 16<br>(9,0–23,0)            | $p_{1-3} = 0,006$<br>$p_{2-3} = 0,035$ |
| Амплитуда Альфа, мкВ     | 87<br>(71,0–95,3)          | 84<br>(67,0–100,0)           | 77<br>(57,3–96,8)           | $p_{1-3} = 0,043$<br>$p_{2-3} > 0,05$  |
| Индекс Альфа, %          | 75<br>(64,0–80,0)          | 70<br>(57,0–76,5)            | 68<br>(54,3–72,8)           | $p > 0,05$                             |
| Амплитуда Бета-1, мкВ    | 29<br>(10,0–38,3)          | 30<br>(10,0–38,0)            | 32<br>(24,0–38,0)           | $p > 0,05$                             |
| Индекс Бета-1, %         | 27<br>(10,0–37,0)          | 29<br>(10,0–40,5)            | 35<br>(31,0–40,0)           | $p_{1-3} = 0,008$<br>$p_{2-3} > 0,05$  |

Примечание. АО – Архангельская область.

ными волнами. Показатели бета1-активности в обеих группах подростков из НАО, наоборот, были несколько ниже, чем у русских сверстников из Архангельской области. Выявленные широтные различия в функциональной активности головного мозга наиболее отчетливо проявляется у подростков-ненцев НАО ( $p < 0,05–0,001$ ).

При оценке реакции усвоения ритмов фотостимуляции с вариантами гармоник было отмечено, что количество усвоенных ритмов в тета и бета-диапазонах (при сохранении собственной доминирующей частоты в альфа-диапазоне) у подростков обеих групп НАО достигало 30-40 %, что в 1,5-2 раза выше, чем у их русских сверстников из Архангельской области, этот факт может расцениваться как признак компенсированной фотозависимой дисфункции заднеталамических ритмозадающих структур. Усвоение частот альфа-диапазона стимуляции у обследованных подростков в обоих районах было примерно одинаковым и достигало 70-80 %.

В ряде работ отражено наличие некоторых генофенотипических особенностей морфофункционального развития нервной системы у представителей различных этнических групп. В частности, показано, что возрастные перестройки структуры взаимодействия ритмов ЭЭГ происходят у них в разное время для различных корковых областей и частотных диапазонов: у детей аборигенного населения (коряки, эвены) они наступают на 2-3 года позже, чем у потомков пришлого населения (европеоиды) [3].

При исследовании состояния кардиореспираторной системы жителей Северо-Востока РФ выявлено, что у представителей коренных национальностей наблюдается смещение вегетативного баланса в сторону преобладания парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, при этом их кардиореспираторная система функционирует значительно эффективнее [7]. Эти данные подтверждаются при сравнительных исследованиях школьников

тувинской и русской национальностей, в которых демонстрируется, что адаптационные приспособления кардиореспираторной системы к окружающей среде у тувинцев осуществляются более рациональными механизмами [6]. При изучении характера биоэлектрической активности головного мозга у жителей Хакасии, авторами не было выявлено каких-либо значимых различий в пространственно-временной организации ЭЭГ у хакасов и русских, однако отмечены этнические особенности в их психоэмоциональной сфере [5].

В то же время, многими авторами указывается, что именно широтный фактор, определяемый целым комплексом климатических составляющих, в пределах Европейского Севера наиболее сильно проявляет свое физиологическое влияние на организм человека уже при разнице географической широты проживания всего в 3° [2, 8, 9].

Показанные нами изменения церебральной биоэлектрической активности у подростков обеих этнических групп НАО демонстрируют высокую степень активности (напряжения) регуляторных механизмов мозга, прежде всего лимбико-гипоталамического уровня, механизмам которого принадлежит ведущая роль в координации вегетативно-висцеральных функций, поддержании гомеостаза и формировании адаптационных реакций [3]. Формирование гиперсинхронных паттернов ЭЭГ у этих подростков свидетельствует о наличии дисфункций диэнцефальных структур головного мозга, которые могут лежать в основе нарушения центральных механизмов регуляции сосудистого тонуса [10]. В частности, указывается, что неблагоприятные условия обитания на Европейском Севере вызывают комплекс изменений функционального состояния кровообращения головного мозга подростков, заключающийся в снижении тонуса крупных сосудов, неустойчивости тонического напряжения мелких артериол, значительном снижении кровенаполнения брахицефальных сосудов и изменении возрастной динамики объемного мозгового кровотока [11, 12].

В условиях Арктического региона и у коренного, и у пришлого населения отмечается компенсированная гипоксия, проявляющаяся в увеличении коэффициента использования кислорода. У северян при возникновении гипоксических состояний, при увеличении напряжения в системе внешнего дыхания может отмечаться неблагоприятная перестройка биоэлектрической активности мозга – регистрируется усиление тета-активности, что указывает на снижение кислородной обеспеченности мозга [13]. Кроме того, гипоксические состояния вызывают нарушения в кислородтранспортной системе организма, способствуя возникновению окислительного стресса, последствия которого негативно влияют на функционирование мозга, вызывая митохондриальную дисфункцию, способствующую изменению подачи сигналов нейронами и торможению в работе нервных клеток [14].

Другим немаловажным фактором дискомфорта климатоэкологических условий Арктических территорий является резкая контрастность продолжительности светового дня в течение года, которая еще больше возрастает с увеличением географической широты, достигая максимума в заполярных районах [1]. Показано, что у подростков-северян сдвиг частотного спектра ЭЭГ в сторону медленноволнового диапазона усиливается в периоды уменьшения продолжительности светового дня и полярной ночи, что отражает, с одной стороны, снижение общего уровня активации мозга вследствие сокращения афферентации со стороны зрительной системы (относительная сенсорная депривация) и вынужденной гиподинамии в эти периоды года вследствие суровых погодных условий, а с другой – адаптационные перестройки механизмов саморегуляции мозга, направленные на формирование нового адаптивного состояния организма в целях поддержания его жизнедеятельности и работоспособности в суровых климатических условиях [2, 15].

Выявленные изменения у подростков обеих этнических групп НАО отражают запаздывающие процессы перехода от физиологически «незрелого» паттерна ЭЭГ в форме доминирования

(или феномена полиритмии) тета-ритмов ЭЭГ к дефинитивному паттерну с постепенным доминированием альфа-ритма [16]. Очевидно, что по темпам формирования ЭЭГ подростки из Приморского района Архангельской области опережают сверстников из НАО. Тем не менее существуют основания полагать, что высокая активность филогенетически более древних структур головного мозга коренных жителей Крайнего Севера более оправдана для адаптации именно в этих климатогеографических условиях, нежели энергозатратная активация неокортекса. Созревание нейронов коры головного мозга связано с формированием нейронных сетей, и хотя этот процесс подчиняется определенной генетической программе, окончательный результат зависит и от влияний окружающей среды. В процессе развития формируются именно те нейронные сети, которые смогут наиболее эффективно обеспечивать деятельность организма во внешней среде [2].

**Заключение.** Установлена специфика формирования биоэлектрических процессов головного мозга у подростков в зависимости от климатогеографических условий Севера. У обследованных подростков Ненецкого автономного округа не было выявлено статистически

значимых различий изучаемых показателей ЭЭГ между группами ненцев и русских. В то же время, были установлены характерные широтные отличия в структуре ЭЭГ у подростков, проживающих в НАО и Архангельской области. Отмечена более высокая активность подкорковых диэнцефальных мозговых структур у подростков обеих этнических групп НАО; «созревание» волновой структуры ЭЭГ сопровождается у них сохранением повышенного уровня тета-активности, наличия диффузных реакций усвоения ритмов фотостимуляции и повышенной частотой встречаемости гиперсинхронных высокоамплитудных вариантов ЭЭГ. У русских подростков Приморского района Архангельской области происходит более интенсивная возрастная оптимизация нейродинамических процессов и формирование амплитудно-частотных взаимоотношений.

Таким образом, можно сделать вывод, что фактор этноса вносит наименьший вклад в выявленные изменения структуры ЭЭГ, при этом максимальное влияние на адаптивные перестройки биоэлектрической активности мозга у подростков, принадлежащих к различным этническим группам НАО и Архангельской области, оказывает именно сочетанное влияние неблагоприятных факторов Севера.

## Список литературы

1. Чащин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
2. Сороко С.И., Андреева С.С., Бекшаев С.С. Перестройки параметров электроэнцефалограммы у детей – жителей о. Новая Земля // Вестн. Сев.-Вост. Науч. центра ДВО РАН. 2009. № 2. С. 49–59.
3. Сороко С.И., Бекшаев С.С., Рожков В.П. ЭЭГ корреляты генофенотипических особенностей возрастного развития мозга у детей аборигенного и пришлого населения Северо-Востока России // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2012. Т. 98, № 1. С. 3–26.
4. Козлов А.И., Вершубская Т.Г. Медицинская антропология коренного населения Севера России. М., 1999. 288 с.
5. Караваева Е.Н., Савченков Ю.И. Особенности биоэлектрической активности головного мозга у жителей Хакасии с разными типами темперамента // Бюлл. Сибир. медицины. № 2. 2009. С. 23–27.
6. Красильникова В.А., Будук-оол Л.К., Айзман Р.И. Морфофункциональное развитие школьников тувинской и русской национальностей // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 1. С. 74–81.
7. Соколов А.Я., Гречкина Л.И. Энергообмен и параметры кардиореспираторной системы у коренных и пришлых жителей Северо-Востока России // Экология человека. 2003. № 3. С. 10–12.

8. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В. Тиреоидный статус и физическое развитие детей, проживающих на различных географических широтах Европейского Севера // Педиатрия. Журн. им. Г.Н. Сперанского. 2009. Т. 8, № 2. С. 144–146.
9. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р., Варламова Н.Г., Есева Т.В., Конева А.М., Лошинова Т.П., Марков А.Л., Паришуква О.И., Потолицына Н.Н., Шадрин В.Д. Влияние широты проживания в условиях Севера на организм подростков // Физиология человека. 2012. Т. 38, № 2. С. 107–112.
10. Сороко С.И., Рожков В.П., Бурых Э.А. Показатели мозгового кровообращения у детей 7–11 лет, проживающих на Европейском Севере // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 6. С. 37–50.
11. Поскотинова Л.В., Каменченко Е.А. Показатели реоэнцефалограммы покоя у здоровых подростков 15–17 лет на Европейском Севере // Экология человека. 2011. № 9. С. 36–44.
12. Каменченко Е.А., Поскотинова Л.В., Дёмин Д.Б., Кривоногова Е.В. Показатели реоэнцефалограммы у подростков при биоуправлении параметрами ритма сердца в режиме мониторинга // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2014. № 2. С. 37–48.
13. Бурых Э.А., Сергеева Е.Г. Электрическая активность мозга и кислородное обеспечение когнитивно-мнестической деятельности человека при различных условиях гипоксии // Физиология человека. 2008. Т. 34, № 6. С. 51–62.
14. Novatta I., Juhila J., Donner J. Oxidative Stress in Anxiety and Comorbid Disorders // *Neurosci. Res.* 2010. Vol. 68, № 4. P. 261–275.
15. Грибанов А.В., Джос Ю.С., Рысина Н.Н. Изменения параметров биоэлектрической активности головного мозга у школьников-северян 16–17 лет в различных условиях естественной освещенности // Экология человека. 2013. № 6. С. 42–48.
16. Дёмин Д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В. Роль фонового тиреоидного статуса в изменении ЭЭГ подростков при биоуправлении параметрами сердечного ритма // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. 2011. Т. 97, № 11. С. 1262–1269.

### References

1. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Popova O.N., Odland Yu.O., Kovshov A.A. Kharakteristika osnovnykh faktorov riska narusheniy zdorov'ya naseleniya, prozhivayushchego na territoriyakh aktivnogo prirodopol'zovaniya v Arktike [Description of Main Health Deterioration Risk Factors for Population Living on Territories of Active Natural Management in the Arctic]. *Ekologiya cheloveka*, 2014, no. 1, pp. 3–12.
2. Soroko S.I., Andreeva S.S., Bekshaev S.S. Perestroyki parametrov elektroentsefalogrammy u detey – zhiteley o. Novaya Zemlya [The EEG Parameters Changes in Children on Novaya Zemlya Island]. *Vestnik Severo-Vostochnogo nauchnogo tsentra DVO RAN*, 2009, no. 2, pp. 49–59.
3. Soroko S.I., Bekshaev S.S., Rozhkov V.P. EEG korrelyaty genofenotipicheskikh osobennostey vozrastnogo razvitiya mozga u detey aborigennogo i prishlogo naseleniya Severo-Vostoka Rossii [EEG Correlates of Genophenotypical Features of the Brain Development in Children of the Native and Newcomers' Population of the Russian North-East]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2012, vol. 98, no. 1, pp. 3–26.
4. Kozlov A.I., Vershubskaya T.G. *Meditinskaya antropologiya korennykh naseleniya Severa Rossii* [Medical Anthropology of Indigenous Peoples of the Russian North]. Moscow, 1999.
5. Karavaeva E.N., Savchenkov Yu.I. Osobennosti bioelektricheskoy aktivnosti golovnoy mozga u zhiteley Khakasii s raznymi tipami temperamenta [Features of Brain Bioelectric Activity in Residents of Khakassia with Various Temperament Types]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2009, no. 2, pp. 23–27.
6. Krasil'nikova V.A., Buduk-ool L.K., Ayzman R.I. Morfofunktsional'noe razvitie shkol'nikov tuvinskoj i russkoj natsional'nostey [Morphofunctional Development of Tyvan and Russian Schoolchildren]. *Fiziologiya cheloveka*, 2008, vol. 34, no. 1, pp. 74–81.
7. Sokolov A.Ya., Grechkina L.I. Energoobmen i parametry kardiorespiratornoy sistemy u korennykh i prishlykh zhiteley Severo-Vostoka Rossii [Energy Exchange and Parameters of the Cardiorespiratory System in Native Residents and Newcomers in the North-East of Russia]. *Ekologiya cheloveka*, 2003, no. 3, pp. 10–12.
8. Demin D.B., Poskotinova L.V. Tiroidnyy status i fizicheskoe razvitie detey, prozhivayushchikh na razlichnykh geograficheskikh shirotakh Evropeyskogo Severa [Thyroid Status and Physical Development of Children Living in Different Latitudes of the European North]. *Pediatrics. Zhurnal im. G.N. Speranskogo*, 2009, vol. 88, no. 2, pp. 144–146.
9. Solonin Yu.G., Boyko E.R., Varlamova N.G., Eseva T.V., Kaneva A.M., Loginova T.P., Markov A.L., Parshukova O.I., Potolitsyna N.N., Shadrina V.D. Vliyaniye shirotы prozhivaniya v usloviyakh Severa na organizm podrostkov [Effect of Latitude on Adolescents Living in the North]. *Fiziologiya cheloveka*, 2012, vol. 38, no. 2, pp. 107–112.

10. Soroko S.I., Rozhkov V.P., Burykh E.A. Pokazateli mozgovogo krovoobrashcheniya u detey 7–11 let, prozhivayushchikh na Evropeyskom Severe [Parameters of Cerebral Blood Flow of 7- to 11-Year-Old Children Living in Northern European Russia]. *Fiziologiya cheloveka*, 2008, vol. 34, no. 6, pp. 37–50.

11. Poskotinova L.V., Kamenchenko E.A. Pokazateli reoentsefalogrammy pokoya u zdorovykh podrostkov 15–17 let na Evropeyskom Severe [Quiet Rheoencephalogram Indicators in Healthy Adolescents Aged 15–17 Years in European North]. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 9, pp. 36–44.

12. Kamenchenko E.A., Poskotinova L.V., Demin D.B., Krivonogova E.V. Pokazateli reoentsefalogrammy u podrostkov pri bioupravlenii parametrami ritma serdtsa v rezhime monitoringa [Rheoencephalogram Parameters in Adolescents at Monitoring of Heart Rate Variability Biofeedback Training]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2014, no. 2, pp. 37–48.

13. Burykh E.A., Sergeeva E.G. Elektricheskaya aktivnost' mozga i kislorodnoe obespechenie kognitivno-mnesticheskoy deyatel'nosti cheloveka pri razlichnykh usloviyakh gipoksii [Electrical Activity of the Brain and Oxygen Supply for Cognitive-Mnemonic Activity in Humans Under Different Degrees of Hypoxia]. *Fiziologiya cheloveka*, 2008, vol. 34, no. 6, pp. 51–62.

14. Hovatta I., Juhila J., Donner J. Oxidative Stress in Anxiety and Comorbid Disorders. *Neurosci. Res.*, 2010, vol. 68, no. 4, pp. 261–275.

15. Griбанov A.V., Dzhos Yu.S., Rysina N.N. Izmeneniya parametrov bioelektricheskoy aktivnosti golovnoy mozga u shkol'nikov-severyan 16–17 let v razlichnykh usloviyakh estestvennoy osveshchennosti [Changes of Settings of Brain Bioelectrical Activity in Northern Schoolchildren Aged 16–17 in Different Ambient Light Conditions]. *Ekologiya cheloveka*, 2013, no. 6, pp. 42–48.

16. Demin D.B., Poskotinova L.V., Krivonogova E.V. Rol' fonovogo tireoidnogo statusa v izmenenii EEG podrostkov pri bioupravlenii parametrami serdechnogo ritma [Thyroid Effect on Brain Activity in Adolescents During Heart Rhythm Biofeedback Session]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2011, vol. 97, no. 11, pp. 1262–1269.

***Demin Denis Borisovich***

The Institute of Environmental Physiology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangelsk, Russia)

## NEUROPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF VARIOUS ETHNIC GROUPS OF ADOLESCENTS LIVING ON ARCTIC TERRITORIES

Russian polar and circumpolar territories differ in the degree of extremeness of their climate and, thus, serve a natural ground to study physiological adaptation to harsh habitat conditions in various ethnic groups. The nervous system formation in adolescents is largely affected by adverse climatic conditions of the north. This paper studies brain bioelectrical activity in 140 healthy adolescents of both sexes aged 16–17 years belonging to various ethnic groups and living in the Nenets Autonomous Area (lat. 67°40' N) and Arkhangelsk Region (lat. 64°30' N). Electroencephalogram (EEG) was recorded monopolarly, with eyes closed, in 16 standard leads. EEG was described using the index and amplitude values in each frequency range (4–7 Hz, 8–12 Hz, 13–25 Hz). No statistically significant difference in the studied EEG parameters between the Nenets and Russians from the Nenets Autonomous Area was identified: regardless of their nationality, these adolescents had higher activity of subcortical diencephalic brain structures than the adolescents from the Arkhangelsk Region. This activity was manifested in raised levels of theta-activity, presence of photic driving response and increased incidence of high-amplitude hypersynchronous EEG variants. Russian adolescents from the Arkhangelsk Region showed a rather developed age-specific pattern of EEG. Thus, the ethnic factor makes the smallest contribution to the identified changes in the EEG structure, while the combined effect of adverse conditions of the polar region has major impact.

**Keywords:** *electroencephalography, adolescents, ethnic group, north.*

*Контактная информация:*

*адрес:* 163061, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;

*e-mail:* denisdemin@mail.ru