

Джунусова Г.С.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОЗГОВЫХ МЕХАНИЗМОВ
ВЫСОКОГОРЦЕВ КЫРГЫЗСТАНА

G.S. Dzhususova

FEATURES OF FUNCTIONING OF BRAIN MECHANISMS
HIGH-MOUNTAINOUS INHABITANTS KYRGYZSTAN

УДК: 612.82 (572.2) (23.03)

Обобщены результаты ЭЭГ-исследований лиц, впервые попавших в условия высокогорья, работающих на высокогорных объектах Кыргызстана, а также высокогорных жителей. Изучены ЭЭГ-параметры и определены индивидуальные типы пластичности центральных механизмов регуляции мозга высокогорных жителей Нарынской области Кыргызстана. Разработаны нормативы ЭЭГ-показателей высокогорных жителей, апробирован метод адаптивного биоуправления по ЭЭГ с целью коррекции функциональных нарушений ЦНС у горных жителей. Оценена выраженность функциональных нарушений мозга жителей высокогорных районов Кыргызстана, определены методики подбора индивидуальных режимов коррекции функциональных нарушений ЦНС методом адаптивного биоуправления по ЭЭГ.

Are generalized results EEG-researches of the persons who for the first time have got in conditions of high mountains, working on high-mountainous objects of Kyrgyzstan, and also high-mountainous inhabitants. EEG-parameters are studied and individual types of plasticity of the central mechanisms of regulation of a brain of high-mountainous inhabitants of Naryn area of Kyrgyzstan are certain. Specifications of EEG-parameters of high-mountainous inhabitants are developed; the method of adaptive biomanagement on EEG with the purpose of correction of functional infringements CNS at mountain inhabitants is approved. Expressiveness of functional infringements of a brain of inhabitants of high-mountainous areas of Kyrgyzstan is estimated, techniques of selection of individual modes of correction of functional infringements CNS by a method of adaptive biomanagement on EEG are certain.

Кыргызстан – высокогорная страна, 94% территории которой составляют горы. Экстремальность высокогорья обуславливается совокупностью природных и социальных факторов, характерными именно для гор. Под экстремальными условиями в биологии и медицине принято понимать выраженность одного или нескольких факторов (или их комбинацию) с точки зрения их неблагоприятного влияния на человека [1]. Это низкие температуры, высокая инсоляция и скорость ветра, повышенная магнитная возмущенность в атмосфере, пониженное атмосферное давление, влажность и мн. др. В высокогорье человек сталкивается и с доминирующим фактором, а именно, гипоксией –

недостатком кислорода в окружающей атмосфере, который в сочетании с вышеназванными факторами предъявляет организму человека жесткие требования и вызывает мобилизацию всех резервных возможностей.

Известно, что не все люди, даже будучи практически здоровыми, обладают одинаковыми функциональными резервами, устойчивостью к неблагоприятным воздействиям и уровнем приспособительных возможностей. А именно от индивидуально-типологических свойств и будет зависеть, насколько человек может приспособиться к данным условиям и как заплатит его организм за эту адаптацию.

Организм человека обладает определенным диапазоном устойчивости к внешним воздействиям. Его гомеостаз может поддерживаться только при условиях, которые не вызывают значительных отклонений физиологических переменных, отвечающих за поддержание основных функций организма. Превышение этих условий ведет к значительным сдвигам в организме и вызывает необратимые изменения.

Функцию центрального регулятора, обеспечивающего слаженную работу всех органов и систем и их перевод с одного режима на другой при изменении функционального состояния (покой, работа) или изменение внешней среды, природа возложила на ЦНС, на головной мозг.

Существует два типа адаптивных программ: одни из них могут быть генетически закреплены или сформироваться в течение внутри- или постнатальной жизни индивида обусловить развертывание реакций организма на длительные цели. Примером таких программ является реакция организации антигипоксических реакций; другой тип рассчитан на индивидуальные формы взаимодействия со средой и такие программы формируются в постнатальном периоде и причем ее элементы связаны менее жестко. В этом случае большое значение имеет время образования связей. Связи, возникшие в раннем возрастном периоде, значительно прочнее связей, образовавшихся во взрослом организме, что, пожалуй, и объясняет тот факт, что у аборигенов при работах в экстремальных условиях мы не наблюдаем

распада и срыва адаптационных изменений, которые встречаются у приезжего населения [2]. Программы, сформированные во внутриутробном и раннем постнатальном периодах, характеризуются прочностью, определяемой тем, что постоянное пребывание в адаптационных условиях освобождает человека от мучительного процесса «ломки» и переформирования программы. Необходимость частых переадаптаций, хотя и тренирует адаптационные возможности организма, повышает его адаптоспособность, в то же время отрицательно сказывается на длительности стабильной адаптации [2].

В экстремальных условиях возможно формирование определенных форм наследственной адаптации, а население высокогорных районов следует рассматривать как, источник изучения уникальных типов наследственных адаптаций [3]. Адаптированность шерпов к жизни на вершинах Гималаев, эскимосов и чукчей к холоду, способность индусов обходиться минимумом пищи, общая выносливость индейцев, позволяющая пробегать огромные дистанции – все это представляет научный интерес для дальнейшего изучения индивидуальных особенностей организма человека и сопоставления этих данных с результатами, полученными в горах Кыргызстана. Жительницы Индии, к примеру, уступают европейкам не только по росту, тяжести и объема мышечной массы, но и основной обмен у них несколько ниже [4]. Исследования [5] также показали, что половое созревание жительниц высокогорья наступает на 2-3 года позже, чем у девушек на равнине, а горные животные низкого роста, меньшего веса более устойчивы к гипоксии. Если же сравнивать высокогорных детей Кыргызстана с европейскими детьми, то вес и рост детей высокогорья являются биологически выгодными. Интересно также, что долгожители в своем большинстве происходят от стабильного (постоянного) населения горных районов, возможно, что стойкость их функциональных систем обусловлена полностью или частично не их индивидуальным образом жизни, а особенностями этой системы. При этом способность человека к адаптации, его устойчивость к внешним воздействиям, в первую очередь должны определяться качеством и надежностью центральных механизмов регуляции.

Фундаментальные исследования по оценке особенностей организации межцентральных взаимодействий по показателям биоэлектрической активности мозга привели к открытию одного из основных свойств центральных механизмов регуляции, определяющих уровень адаптивности человека – адаптивной пластичности нейродинамических процессов [6].

Последняя оказалась тесно связанной с индивидуально-типологическими особенностями высшей нервной деятельности, с уровнем адаптационных возможностей человека, его устойчивостью к экстремальным факторам внешней среды и психологическим стрессам, с возможностями обучения отдельным видам деятельности, с характерологическими чертами личности. Более того, установлено, что такие свойства нервной системы как реактивность, лабильность, подвижность, являются более частными и не могут отождествляться с пластичностью. В дальнейшем было доказано, что пластичность является одним из интегральных показателей регулирующих функций мозга и отражает способность нервной системы быстро перестраиваться на новый уровень функционирования и поддерживать его в соответствии с изменяющимися условиями внешней среды.

Оценка пластичности у человека осуществляется с помощью специально разработанных тестов с ЭЭГ-обратными связями, где можно точно определить скорость, диапазон и устойчивость межцентральных перестроек. Обнаружено, что определяющая роль пластичности для адаптивной деятельности ЦНС объясняется индивидуальным характером структурно-функциональной организации мозга. Определен и способ математического анализа электроэнцефалограмм, позволяющий определять особенности, от которых зависят устойчивость механизмов регуляции и адаптационные возможности конкретного индивида. Установлено, что «алгоритм» межцентральных взаимоотношений находит свое отражение не в амплитудных или частотных характеристиках биоритмики мозга, а в закономерностях взаимодействия его основных четырех составляющих (бета-, альфа-, тета- и дельта-волн). Выделено три основных алгоритма или типа центральных механизмов регуляции, которые и определяют уровень индивидуальной адаптивности и характер динамики процесса адаптации. Индивидуально-типологические особенности межкомпонентного взаимодействия у лиц с различной пластичностью выражаются: а) в неодинаковой силе взаимодействия компонент; б) в разном соотношении числа «сильных» и «слабых» взаимодействий; в) в различной организации самой структуры взаимодействия, обеспечивающей устойчивость внутримозгового гомеостаза и диапазон регуляции [7, 8].

Изучению ЭЭГ человека в условиях высокогорной гипоксии посвящено довольно ограниченное количество работ. Данные, полученные различными исследователями, часто противоречивы. До настоящего времени не разработано четких прогностических ЭЭГ-

маркеров устойчивости головного мозга к высокогорной гипоксии. На наш взгляд, основные причины этого таковы: 1) в подавляющем большинстве исследований использовались визуальный и амплитудно-частотный методы анализа ЭЭГ, что не позволяло объективно оценивать биоэлектрическую активность мозга у лиц с отсутствием в ЭЭГ альфа-ритма и с низкоамплитудной ЭЭГ; 2) изменение амплитудно-частотных параметров не отражает степень нарушения межцентральных взаимодействий, которые, в свою очередь, могут быть тонкими "маркерами" индивидуальной чувствительности человека к гипоксии; 3) общепринятые подходы к анализу ЭЭГ не позволяют обнаружить последовательность и степень нарушения регуляционных процессов мозга при различном уровне гипоксического воздействия. В то же время ряд авторов обнаружили значимую корреляцию между особенностями фоновой ритмики ЭЭГ и устойчивостью ЦНС к острой гипоксии.

Так, в исследованиях [9] показано, что на равнине у горцев активность ритмов ЭЭГ значительно выше, чем у равнинников. В первые сутки адаптации к высокогорью у равнинников значительно усиливается биоэлектрическая активность, а у горцев – снижается активность всех ритмов. В дальнейшем у равнинников идет постепенное волнообразное снижение амплитуды электрической активности ритмов ЭЭГ. У горцев на 10-й день адаптации повышается альфа- и тета-активность, а затем они резко снижаются, достигая на 50-й день адаптации уровня меньше исходного.

Selwamurthy et al. [10] обнаружили, что проведение гипервентиляционной пробы в различные сроки пребывания на высоте вызывало в ЭЭГ лиц, ранее никогда не бывавших в горах, появление и усиление медленных высокоамплитудных колебаний. У горцев и уроженцев равнины, акклиматизированных в течение года к этой высоте, гипервентиляция не приводила к выраженным изменениям ЭЭГ. Это свидетельствует о том, что в ходе акклиматизации к условиям высокогорья развивается адаптация не только к гипоксии, но и гипокапнии.

С.Б. Данияров, Э.М. Виленская [11] установили, что ЭЭГ коренных горцев характеризуется более высоким альфа-индексом, распространением альфа-волн в передние отделы коры, более медленной частотой альфа-ритма, уменьшением бета- и увеличением тета-индекса по сравнению с ЭЭГ жителей низкогогорья, что свидетельствует о снижении восходящих активирующих влияний на кору головного мозга.

Одной из отличительных особенностей этих работ является то, что в них в основном

проводился лишь визуальный анализ ЭЭГ, который не позволял выявить и количественно оценить многие параметры биоэлектрической активности мозга (структуру межцентральных взаимоотношений, взаимозависимости между ритмическими составляющими ЭЭГ и др.); использованные авторами методы оценки не позволяли анализировать большие временные отрезки ЭЭГ, без чего довольно сложно объективно оценить функциональное состояние головного мозга. Большинство исследователей не проводилось типизации испытуемых по особенностям фоновой ЭЭГ, а результаты исследований усреднялись по всей группе. С целью восполнения этих пробелов нами на протяжении ряда лет проводятся ЭЭГ-исследования по оценке функционального состояния головного мозга лиц, впервые адаптирующихся к условиям высокогорья, операторов машинного труда, коренных жителей высокогорья с применением современных нейрофизиологических компьютерных методов анализа ЭЭГ [12, 13].

В основе наших исследований заложен, разработанный С.И. Сороко и соавт. [6], метод анализа ЭЭГ для изучения временной структуры и выявления характера статистического взаимодействия основных ритмов мозга в условиях Антарктиды. Установлено, что пластичность нервной системы человека определяется индивидуальными особенностями структурно-временной организации биоритмики мозга и, что именно наличие определенной закономерности взаимодействия между отдельными ритмами, и определяет характер и динамику адаптационных перестроек в экстремальных условиях внешней среды. Сделан вывод, что пластичность и устойчивость нейродинамических процессов относятся к основным индивидуально-типологическим свойствам нервной системы человека и могут являться прогностическим критерием адаптивной способности к экстремальным условиям внешней среды. Показано, что индивидуальные особенности механизмов саморегуляции тесно связаны с организацией структуры взаимодействия отдельных компонентов ритмики мозга. Сила взаимосвязи между ритмами ЭЭГ и их компонентами, закономерности их временной последовательности, скорость перестроек отражают специфику механизмов внутрицентральных взаимоотношений каждого индивидуума в условиях покоя и специфической деятельности. Установлено, что способность человека к адаптации в экстремальных условиях внешней среды определяется особенностями центральных механизмов регуляции, в основе которых лежит индивидуальный характер структурно-функциональной организации межцентральных взаимоотношений (взаимодействий

компонентов ЭЭГ). Существует три основных алгоритма взаимодействия компонентов ЭЭГ, которые тесно коррелируют с уровнем адаптивной пластичности нейродинамических процессов, с индивидуальными особенностями механизмов саморегуляции центральной и вегетативной нервной системы и их динамикой в процессе адаптации, с психологическими особенностями личности, с качеством и надежностью деятельности, с характером и глубиной состояний психической дизадаптации. Определение основного типа механизмов саморегуляции мозга является одним из важнейших прогностических критериев устойчивости человека к воздействию социальных и природных стрессогенных факторов.

В течение последних лет нами была изучена динамика амплитудно-частотных, временных и пространственных параметров биоэлектрической активности головного мозга у лиц с различным типом центральных механизмов регуляции при месячной адаптации к высокогорью; при длительном пребывании и деятельности в условиях высокогорья (исследования на операторах машинного труда со стажем работы от 1 года до 15 лет работы); у постоянных жителей высокогорья и др., результаты которых имеют важную теоретическую и практическую значимость.

В частности, установлено, что формирование адаптивного паттерна ЭЭГ у лиц, впервые попавших в условия высокогорья, происходит во временной отрезок, превышающий 1 месяц. Новый алгоритм взаимодействия компонентов ЭЭГ и межцентральных взаимоотношений формируется только у лиц с I типом центральных механизмов регуляции. У лиц со II и III типами отсутствуют стойкие адаптивные перестройки. По типам центральных механизмов регуляции контингент исследуемых распределялся следующим образом I тип – 26%, II тип – 50%, III тип – 24%. Определение типа центральных механизмов регуляции по показателям структуры взаимодействия компонентов ЭЭГ, особенностям спектральной мощности основных ритмов ЭЭГ и структуры межцентральных взаимодействий позволяет эффективно прогнозировать адаптивные способности человека в условиях высокогорья.

Следующий этап исследований заключался в проведении сравнительных исследований функционального состояния ЦНС операторов машинного труда, в течение нескольких лет (1-15 лет) адаптировавшихся к трудовой деятельности в условиях высокогорья. Оказалось, что структура взаимодействия компонентов у операторов с высоким уровнем пластичности нейродинамических процессов (I тип) устойчива

и характеризуется выраженным доминированием альфа-функционального ядра и высокой вероятности взаимосвязей других ритмов с альфа-ритмом. Межкомпонентная структура ЭЭГ у операторов с низким уровнем пластичности нейродинамических процессов (III тип) неустойчива, не имеет четко выраженного функционального ядра, что является следствием выравнивания и ослабления связей между компонентами [12].

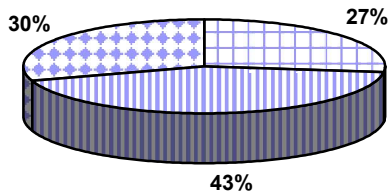
Напротив, у высокогорных жителей с I типом ЦМР в структуре взаимодействия компонентов ЭЭГ альфа-функциональное ядро менее выражено. Так, в лобных и височных отделах отмечается равновероятное взаимодействие компонентов ЭЭГ, что свидетельствует о некотором напряжении регулирующих систем мозга. У лиц с III типом ЦМР, вследствие более выраженных взаимодействий с альфа-ритмом по сравнению с ЭЭГ-параметрами операторов, работающих в горах, структура взаимодействия компонентов при своей равновероятности, более упорядочена.

Анализ основных типов структуры взаимодействия компонентов ЭЭГ коренных жителей высокогорья и человека-оператора в горах убедительно показал, что тип регуляции ЦНС, индивидуально-типологические свойства влияют на качество и устойчивость деятельности, как в обычных, так и в стрессовых и экстремальных ситуациях. Обнаружено, что оптимальное функционирование мозга и успешная деятельность человека в горах возможны только в том случае, если в мозге человека устанавливаются определенные межцентральные взаимоотношения, которые находят отражение в формировании четкой структуры взаимодействия компонентов ЭЭГ “паттерна деятельности” или “паттерна адаптированности”. Если такие “паттерны” не формируются, качество и устойчивость деятельности, а также устойчивость к воздействию экстремальных факторов среды будут низкими. Индивидуальные особенности, устойчивость и скорость формирования таких паттернов существенно зависят от типа центральных механизмов саморегуляции мозга.

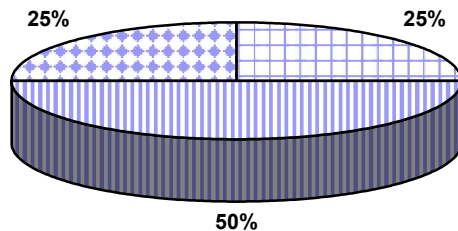
При исследовании нейродинамических параметров функционального состояния головного мозга коренных жителей высокогорья нами установлено, что к I типу механизмов саморегуляции мозга принадлежит 30% обследованных, ко II-му – 43% и к III-му- 27%. То есть имеет место существенное отличие распределения по типологическим группам у «горцев» от жителей равнинных местностей, где нормой является распределение в пропорции 25%-50%-25% (Рис. 1).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ

У коренных жителей высокогорья



У жителей равнинных местностей



Данный факт объясняется снижением спектральных и вероятностных показателей альфа-ритма и ростом выраженности тета-ритма, неизбежно возникающих при длительном действии экстремальных факторов высокогорья и являющихся характерным признаком снижения запасов регуляционной устойчивости и сокращения диапазона регулирования в ЦНС [14]. Такая динамика компонентов ЭЭГ и приводит к тому, что часть представителей I-го типа, возможно, имеют количественные показатели альфа-волн ниже своей нормы и соответствуют нормативным границам II-го типа. В свою очередь, часть представителей II-й группы имеет показатели альфа-ритма, соответствующие III-му типу механизмов саморегуляции мозга. Другими словами, из-за высокой напряженности функционирования ЦНС в экстремальных условиях высокогорья имеется своеобразный «дрейф» ЭЭГ-параметров в сторону снижения альфа-ритма и росту тета-ритма напряжения, что и вызывает заметное перераспределение типологических групп.

Выявлен ряд функциональных отклонений ЭЭГ: 80% обследованных имели низко-амплитудную биоэлектрическую активность мозга, а у 39% отмечалось нарушение нормального пространственного распределения альфа-ритма, что подтвердило наше предположение о том, что регуляционные механизмы ЦНС у коренных жителей высокогорья работают с большим напряжением, что неизбежно ведет к увеличению частоты и выраженности нарушений функционального состояния ЦНС.

Исследованы возможности и пути коррекции функциональных нарушений ЦНС жителей высокогорья с применением методов адаптивного биоуправления по ЭЭГ. Предварительная оценка индивидуальной структуры взаимодействия компонентов ЭЭГ и контроль за ее динамикой в процессе биоуправления позволила нам выбирать оптимальную стратегию и тактику коррекции функциональных нарушений и дизадаптационных состояний ЦНС, а также существенно повысить ее клинический эффект. Установлено, что данный метод является эффективным средством немедикаментозной коррекции нарушений функционального состояния мозга коренных жителей высокогорных регионов. Данная методика наиболее эффективна на донозологическом этапе, когда нарушения ЦНС носят функциональный характер. Исследования показали, что с помощью адаптивного биоуправления можно изменять мощность отдельных ритмов ЭЭГ, их частоту, характер временной последовательности волн ЭЭГ. Произвольная регуляция ритмов мозга может осуществляться практически по всем каналам (отведениям ЭЭГ) правого и левого полушария, однако выраженность направленных сдвигов, их устойчивость неодинаковы. Очевидно, это связано с особенностями функциональной "специализации" отдельных областей мозга (лобных, теменных, затылочных, височных) и возможностью включения их в волевую психическую саморегуляцию. Лучше всего направленная регуляция идет по височным, затылочным долям и хуже - теменным и лобным.

Диапазон наибольших отклонений зарегистрирован при регуляции альфа-ритма. Ведущее участие альфа-ритма в механизмах внутренней регуляции, по-видимому, позволяет осуществлять его направленную модификацию

по нескольким путям: за счет повышения или понижения уровня активации, ослабления или усиления внимания, применения волевых усилий, внутренних ассоциаций, общего напряжения или расслабления и т.д. Однако следует отметить, что регуляция ритма на усиление при его высокой фоновой выраженности у лиц с I типом механизмов саморегуляции мозга затруднена, очевидно, существует предел его активации, который у данной группы лиц почти полностью задействован. Лучшей регуляции альфа-ритма на его повышение и подавления добивались лица со II типом.

Выявленные электроэнцефалографические перестройки внутрицентральных отношений, пластичности и устойчивости межзональных связей у высокогорных жителей позволяют расширить понимание нейрофизиологических механизмов общих и индивидуальных перестроек, направленных на поддержание гомеостатических функций организма при изменении условий внешней среды, формирования нового устойчивого адаптивного состояния или развития дизрегуляторных расстройств.

Таким образом, накопленный нами огромный фактический материал, его углубленный анализ и систематизация позволил нам разработать нормативы (критерии) электроэнцефалографических показателей коренных жителей высокогорья (Табл. 1). Впервые детально разработана и апробирована методика немедикаментозной коррекции функциональных нарушений ЦНС у коренных жителей высокогорья, оценена выраженность функциональных нарушений мозга жителей высокогорных районов Кыргызстана, определены методики подбора индивидуальных режимов коррекции функциональных нарушений ЦНС методом адаптивного биоуправления.

Таблица 1.

**ТИПОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЭГ ДЛЯ КОРЕННЫХ
ЖИТЕЛЕЙ ВЫСОКОГОРЬЯ**

Взаимодействующие компоненты ЭЭГ	Величина вероятности взаимодействия		
	I тип ЦМР	II тип ЦМР	III тип ЦМР

$\beta\beta$	до 0,1	до 0,1	0,1-0,15
$\alpha\beta$	до 0,1	до 0,1	0,1-0,15
$\theta\beta$	до 0,1	до 0,1	0,1-0,15
$\delta\beta$	до 0,1	до 0,1	0,1-0,15
$\beta\alpha$	выше 0,5	0,4-0,5	ниже 0,4
$\alpha\alpha$	выше 0,65	0,5-0,65	ниже 0,45
$\theta\alpha$	выше 0,5	0,4-0,5	ниже 0,4
$\delta\alpha$	выше 0,45	0,35-0,45	ниже 0,35
$\beta\theta$	0,15-0,2	0,2-0,25	0,2-0,3
$\alpha\theta$	0,2-0,25	0,25-0,3	0,3-0,35
$\theta\theta$	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,45
$\delta\theta$	0,15-0,25	0,2-0,35	0,3-0,35
$\beta\delta$	до 0,1	0,1-0,2	выше 0,2
$\alpha\delta$	до 0,1	0,1-0,2	выше 0,2
$\theta\delta$	до 0,15	0,15-0,2	выше 0,2
$\delta\delta$	до 0,15	0,2-0,25	выше 0,3

Адаптация человека в горах сопровождается существенными перестройками практически всех функциональных систем и имеет ряд специфических особенностей. Известно, что в начальный период адаптации в горах отмечается большое разнообразие приспособительных реакций, в ряде случаев прямо противоположных.

Предварительное разделение горцев на группы по уровню пластичности нейродинамических процессов помогло выявить следующую картину. У лиц с высоким (I группа), средним (II группа) и низким (III группа) исходным уровнем пластичности выявлены различные особенности функционирования центральных механизмов регуляции мозга.

У лиц I группы с хорошо выраженными регуляционными свойствами и большим запасом устойчивости ЦНС функционирует по пути усиления механизмов контроля и меньшей реакции на меняющиеся условия. Выбрав некий средний уровень функционирования, позволяющий приспосабливаться к внешним условиям, ЦНС более жестко удерживает параметры организма в допустимых пределах. При этом внутримозговая организация (межцентральное структурно-функциональное взаимодействие) меняется таким образом, что устойчивость взаимосвязей между структурами мозга, отвечающими за регулирующие функции, резко повышается. В биоэлектрической активности мозга это проявляется выраженностью альфа-ритма, некоторым замедлением его средней частоты и усилением взаимодействия с остальными ритмами мозга (бета, тета, дельта).

У лиц с низким уровнем пластичности нейродинамических процессов (III группа), обладающих низкой устойчивостью механизмов саморегуляции, такая стратегия адаптации невозможна. Имея невысокий запас устойчивости и повышенную чувствительность к внешним воздействиям, мозг выбирает другую стратегию поведения. Он идет по пути повышения контроля за всеми изменяющимися условиями внешней среды, пытаясь, каждый раз к ним подстроиться. Такой сканирующий тип регуляции позволяет приспосабливаться к меняющимся условиям, но он слишком неэкономичен, требует высоких энергозатрат, вызывает перенапряжение систем регуляции и ведет к частым срывам.

У этой группы лиц новой устойчивой структуры межцентральной регуляции не возникает. В ЭЭГ преобладает бета-ритм, повышается удельный вес тета-ритма, что свидетельствует о высоком уровне напряжения регуляционных механизмов. Постоянная повышенная возбудимость мозговых структур и постепенное истощение тормозных механизмов контроля приводят иногда к появлению дизритмии, пароксизмальных разрядов, эмоциональных реакций и невротических проявлений.

Что касается характера межцентральных взаимоотношений высокогорцев, то оказалось, что они немногочисленны. Складывается впечатление, что все три типа формируют межцентральные взаимоотношения в каком-то определенном экономном режиме функционирования. Так, у представителей I группы связи немногочисленны, в основном односторонние. Больше всего взаимодействий височных областей с затылочными областями коры мозга. Отсутствуют связи между теменными и затылочными зонами коры, а также между парными височными и затылочными зонами обоих полушарий коры. Обращает на себя внимание и очень слабая представленность, а то и полное отсутствие связей в матрице слабых взаимосвязей. У представителей II группы отмечается еще меньше связей по сравнению с первой группой. Особенно обращает внимание представленность связей как бы в парциальной зональности, то есть между теменно-лобно-височными областями обоих полушарий и теменно-височно-затылочными зонами, то есть не представлены межвисочные связи коры обоих полушарий мозга. Также очень много матриц слабых взаимосвязей, где вообще нет связей. У представителей III группы межцентральные комплексы представлены либо теменно-затылочные, либо теменно-лобные взаимосвязи. Отсутствуют височно-затылочные взаимосвязи.

При открывании глаз картина межцентральных взаимодействий кардинально меняется, а

именно все односторонние связи от верхних зон коры направлены в затылочные зоны обоих полушарий мозга. Отличительной особенностью III группы является то, что связи идущие к затылочным областям перекрещиваются, то есть от правой лобной области связи направлены в левую затылочную область и наоборот. В основном лобно-затылочные связи больше выражены справа.

Таким образом, наибольшая пластичность и устойчивость оказалась у лиц I и II групп. Что же касается лиц III группы, они характеризуются низкой пластичностью центральных механизмов регуляции, у них выявляется высокий процент функциональных нарушений ЦНС. Организм с низкими адаптационными возможностями не может полностью приспособиться к условиям высокогорья и скомпенсировать отрицательные воздействия среды. Этот важный научный факт должен учитываться при профессиональном отборе для работы в высокогорных и других экстремальных условиях.

В настоящее время с помощью метода адаптивного биоуправления, в основе которого заложены ЭЭГ-обратные связи, можно не только контролировать психоэмоциональное состояние человека, но и при необходимости корректировать его. С помощью биологически обратной связи по ЭЭГ, также возможна направленная коррекция адаптационного процесса – его ускорения и профилактика развития дизадаптационных срывов, особенно у лиц с низким уровнем адаптивности.

Разработанные нами типологические нормативы ЭЭГ горцев, с учетом особенностей функционирования нейродинамических механизмов ЦНС в условиях высокогорья, позволяют быстро и надежно по фоновой ЭЭГ определить тип пластичности мозга, и, следовательно, возможную стратегию формирования адаптивных программ.

С целью изучения основных параметров структуры личности горцев (показатели внимания, памяти, мышления, тревожности, мотиваций и др.) проведены также и психофизиологические исследования. Оказалось, что для лиц с I типом центральных механизмов регуляции (ЦМР) характерны такие показатели как организованность, общительность, легкость в установлении социальных контактов. В целом представители I типологической группы характеризуются как хорошо организованные, эмоционально устойчивые, социально-контактные люди, способные контролировать общий эмоциональный фон. Лица с III типом ЦМР характеризуются как тревожные, эмоционально чувствительные, фрустрированные люди. Не вдаваясь в количественные особенности распре-

деления показателей внимания и памяти, необходимо отметить, что у горцев лучше развита слуховая память, что свидетельствует об изменении уровня исходной сенсорной чувствительности в сторону повышения и поддержания тонуса мозговой активности на оптимальном уровне. У большинства обследованных (77%) отмечается средний и низкий уровень ситуационной тревожности, что свидетельствует о нормальном функционировании ЦНС горцев, высокий уровень ситуационной тревожности отмечается у 23% испытуемых. Настораживает тот факт, что у 83% горцев отмечается высокий уровень личностной тревожности, что свидетельствует с одной стороны о необоснованно повышенном беспокойстве, которое испытывают горцы, а с другой - о хроническом (длительном) воздействии неблагоприятных факторов внешней среды. Необходимо отметить, что увеличение тревоги и страха создает предпосылки и условия для возникновения психических расстройств, и требует активной профилактической работы среди высокогорного населения.

В заключение хотелось бы отметить, что проделанная работа – лишь этап в изучении особенностей функционирования нейрофизиологических механизмов ЦНС высокогорцев. Накопленные нами сведения, их теоретическое обобщение должны стать основой для разрабатываемой нами системы ЭЭГ-паспортизации высокогорного населения Кыргызстана.

В обычных условиях жизнедеятельности разница в адаптационных возможностях не так заметна, однако чем жестче условия обитания, тем четче проявляются индивидуальные пороги функциональных резервов. Сейчас уже хорошо известно, что выход параметров одной системы организма за пределы физиологической нормы не всегда приводит к возникновению патологии, в то время как, незначительные нарушения межсистемного взаимодействия (например, между различными структурами мозга) без видимых повреждений в этих системах, способны вызвать неадекватные реакции, существенно нарушающие нормальную деятельность мозга (невротические состояния), а в ряде случаев и тяжелые психические расстройства.

Литература:

1. Авцын А.П. Введение в географическую патологию. М.: Медицина. 1972. 328 с.
2. Медведев В.И. Учение об адаптации и его значение для военной медицины (актовая речь). Ленинград. 1983. 24 с.
3. Эфроимсон В.П. К вопросу об адаптации племен, ведущих примитивный образ жизни// Адаптация человека. Л. Наука. 1972. С.12-25.
4. Mason E.D., Jacob M. 1964. Human Biology. V. 36. N4. P. 374.
5. Турусбеков Б.Т. Особенности вегетативных функций и соматического развития детей-коренных жителей высокогорного Тянь-Шаня (Обзор)// Адаптация человека. Л. Наука. С. 112-118.
6. Сороко С.И. Оценка адаптивной пластичности мозгового гомеостаза по данным произвольной регуляции ЭЭГ и операторской деятельности. В кн.: Механизмы модуляции памяти. Л.: Наука. 1976. С. 83.
7. Сороко С.И., Бекшаев С.С. Статистическая структура взаимодействия ритмов ЭЭГ и индивидуальные свойства механизмов саморегуляции мозга// Филогич. журнал СССР, 1981, Т.67. №12. С.1765.
8. Сороко С.И., Бекшаев С.С., Сидоров Ю.А. Основные типы механизмов саморегуляции мозга. Л.: Наука. 1990. 205 с.
9. Якименко И.А. Биоэлектрическая активность головного мозга у жителей равнины и реадаптирующихся горцев в условиях высокогорья// Физиология и патология организма в условиях высокогорья. Т.110. Фрунзе. 1976. С. 54-62.
10. Selvamurthy W., Saxena R.K. Krishnamurthy N. Changes in EEG pattern during acclimatization to high altitude (3500) in man// Aviat., Space and Environm. Med. 1978, V.49, N8, P. 968.
11. Данияров С.Б., Виленская Э.М. Влияние высокогорной гипоксии на ЭЭГ человека// Журн. высшей нервной деятельности. 1980. Т.30. №2. С.327-343.
12. Джунусова Г.С., Курмашев Р.А. Характер изменений биоэлектрической активности головного мозга лиц, занимающихся операторским трудом в условиях высокогорной гипоксии// Физиология человека. 1997. Т.23. №4. С.52-57.
13. Сороко С.И., Курмашев Р.А., Джунусова Г.С. Перестройки алгоритмов взаимодействия волновых компонентов ЭЭГ у лиц с разными типами механизмов саморегуляции мозга при адаптации к высокогорью// Физиология человека. 2002. Т.28. №6. С.13-23.
14. Сороко С.И. Нейрофизиологические механизмы индивидуальной адаптации человека в Антарктиде. Л., 1984.

Рецензент: д.биол.н., профессор Собуров К.А.