

ШИРОТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЭГ ПРИ РАЗЛИЧНОМ УРОВНЕ ТИРЕОИДНОЙ АКТИВНОСТИ У ПОДРОСТКОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Дёмин д.Б., Поскотинова Л.В., Кривоногова Е.В.

ФГБУН Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН

Институт медико-биологических исследований САФУ им.М.В.Ломоносова, Архангельск

Изучение функционирования регуляторных систем организма при адаптации к природным факторам Севера остаются в ряду приоритетных задач не только профилактической медицины, но также экологической и возрастной физиологии. Рост и развитие подростка обуславливают как генетические факторы, так и климатозоологические особенности региона проживания. Территории Европейского Севера России относятся к йоддефицитным биогеохимическим провинциям. Дефицит йода в окружающей природной среде приводит к снижению синтеза тиреоидных гормонов, т.е. является причиной снижения функциональной активности щитовидной железы. Тиреоидные гормоны принимают непосредственное участие в регуляции линейного роста подростка и дифференцировании (созревании) органов и систем. Главными эффектами действия тиреоидных гормонов в развивающемся мозге являются дифференцировка клеток, рост отростков, их миелинизация и синаптогенез. Головной мозг является главным регулирующим и координирующим центром, обеспечивающим восприятие и анализ параметров внешней среды, поиск врожденных и приобретенных в процессе жизни оптимальных программ взаимодействия с окружающей средой и адаптации к ней. Известно, что формирование структурно-функциональной организации мозга в постнатальном онтогенезе продолжается в течение длительного периода развития, включая не только подростковый, но и юношеский возраст. Таким образом, очевидны теоретические предпосылки для изучения особенностей развития функциональной активности головного мозга в зависимости от тиреоидного профиля у подростков, проживающих на йоддефицитных территориях Европейского Севера.

В исследовании принимали участие 175 подростков 14-16 лет обоих полов, родившихся и постоянно проживающих в районах разных географических широт и климатозоологических условий Европейского Севера России. В осенний период проводили исследования в районе Приполярных широт (64°30' с.ш.) и в районе Заполярных широт (67°40' с.ш.). Обследуемых лиц выбирали на добровольной основе. После первично-го анализа функционального состояния щитовидной железы по содержанию тиреотропина (ТТГ) в крови, подростки были дополнительно разделены на две группы по значению медианы в объединённой выборке районов обследования. Биоэлектрическую активность мозга регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами на ЭЭГА-21/26 “Энцефалан-131-03” монополярно от 16 стандартных отведений. Для количественной оценки спектра ЭЭГ в каждом частотном диапазоне проводили усреднённую для каждого испытуемого оценку амплитуды, индекса и абсолютных значений мощностей. В пробах сыворотки крови методом иммуноферментного анализа определяли уровни тиреотропина, гормонов щитовидной железы (тироксин – Т4, трийодтиронин – Т3) Статистическую обработку полученных результатов проводили непараметрическими методами с помощью компьютерного пакета прикладных программ Statistica 6.0. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез принимали за 0,05.

Система тиреостата работает по принципу закона “обратной связи”, в связи с этим уровень тиреотропина в крови достаточно точно отражает функциональное состояние щитовидной железы. Концентрации сывороточных ТТГ и тиреоидных гормонов у обследуемых лиц в основном не выходили за пределы заявленных возрастных норм. Уровни трийодтиронина у обследованных подростков значимо не отличались, однако концентрации тироксина были статистически значимо ниже в группах Приполярного района (p<0,001). Кроме того, в обоих регионах обследования выявлено значимое снижение концентрации тироксина в группах с повышенной медианой ТТГ (p<0,001). Для характеристики функциональной активности щитовидной железы проанализировали также величину тиреоидного индекса – отношение самих гормонов щитовидной железы к их гипофизарному регулятору: $(T3 + T4) / TТГ$. Тиреоидный индекс

является интегральным показателем состояния гипоталамико-гипофизарно-тиреоидной системы, снижение данного показателя меньше 7,04 свидетельствует о гипоталамико-гипофизарной дисфункции щитовидной железы. Значения тиреоидного индекса ниже нормативных, были выявлены в группах с повышенной медианой ТТГ из обоих регионов ($p < 0,001$).

Как известно, тиреоидные гормоны обладают широким спектром действия. В детском и подростковом возрасте гормоны щитовидной железы отвечают за созревание высших структур головного мозга и интеллектуальный потенциал, физическое развитие и линейный рост, запуск и нормальное протекание полового созревания. Изменение уровня тиреотропина в крови свидетельствует о состоянии функциональной активности щитовидной железы, поэтому даже незначительное повышение концентрации этого гормона является одним из механизмов приспособительной компенсации тиреоидной системы к эндемическому дефициту йода в пищевом рационе или факторам, влияющим на его усвоение. Относительно более высокие уровни ТТГ, а также более низкие концентрации тироксина и тиреоидного индекса, выявленные у подростков групп с повышенной медианой ТТГ из обоих регионов, могут свидетельствовать о некотором снижении функциональной активности щитовидной железы этих лиц.

При анализе функциональных параметров церебральной биоэлектрической активности обследованных подростков выявлены характерные широтные отличия. У подростков Заполярного района отмечены более высокие показатели тета- и альфа-активности ($p < 0,05-0,001$), а также относительно меньшие значения бета-активности, преимущественно в группе со сниженной медианой ТТГ ($p < 0,01$). Кроме того, в данном регионе наиболее отчетливо наблюдается отличие между группами подростков с различным тиреоидным статусом. Так, амплитудно-частотные характеристики тета- и альфа-диапазонов были ниже у подростков Заполярья с более высокой медианой ТТГ ($p < 0,01$). В группах подростков Приполярного района изучаемые показатели мозговой активности значимо не отличались.

При оценке реакции усвоения ритмов фотостимуляции было отмечено, что независимо от исходного тиреоидного статуса количество случаев усвоения ритмов в тета-диапазоне (при сохранении собственной доминирующей частоты в альфа-диапазоне) у подростков Заполярного района достигало 43 %, что в 2,5 раза выше, чем у сверстников из Приполярного района (17 %, $p < 0,001$). Этот факт может расцениваться как признак компенсированной фотозависимой дисфункции заднегипоталамических ритмообразующих структур. Усвоение частот альфа- и бета-диапазонов стимуляции у обследованных подростков в обоих районах было примерно одинаковым и достигало 80-85 % и 30-35 % соответственно.

Характерной особенностью нарушений ЭЭГ, выявленных при обследовании подростков Заполярного района, было возникновение пароксизмальных форм активности с максимумом амплитуды основного ритма выше 90 мкВ за счёт вспышек в теменно-центрально-лобных областях головного мозга, а иногда и с условно-эпилептиформными знаками. Эти изменения 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. Нередко специфика и выраженность этих нарушений (усиление тета-активности, появление диффузных реакций усвоения ритмов фотостимуляции и редуцированных эпилептиформных комплексов) позволяет заподозрить определенную степень ирритации (чрезмерного возбуждения) структур лимбико-диэнцефального уровня, предположительно в связи с перенапряжением работы функциональных систем, обеспечивающих процессы адаптации к более суровым природно-климатическим условиям заполярного Севера и состоянию йодного дефицита. Эта картина отражает 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. Очевидно, что по темпам формирования ЭЭГ подростки Приполярного района опережают сверстников из Заполярья, подобная разница в темпах «созревания» у подростков на различных широтах циркумполярного региона может быть обусловлена различиями в требованиях среды обитания к адаптивно-приспособительным механизмам центральной нервной системы.

Согласно современным представлениям, мозг обеспечивает относительно автономную регуляцию продукции тиреоидных гормонов, изменение концентрации которых может и не определяться во внутренней среде организма, но влиять на церебральный энергетический гомеостаз и проявляться в изменении уровня биоэлектрической активности головного мозга. В организации биоэлектрической активности мозга подростков Заполярья наиболее демонстративно снижение активности в альфа- и тета-диапазонах частот ЭЭГ даже при незначительном снижении функциональной активности щитовидной железы. Эта динамика отражает процессы энергетического метаболизма мозга, а также метаболизма глюкозы и кислорода. В ряде исследований показано, что гипотиреоз связан с уменьшением регионального

церебрального кровотока и снижением церебрального метаболизма глюкозы, приводящим к угнетению энергетического метаболизма мозга, а на электроэнцефалограмме большинства людей со сниженным уровнем тиреоидных гормонов может подавляться альфа-ритм и зачастую исчезает тета-активность.

Таким образом, выявлена специфика формирования биоэлектрических процессов головного мозга подростков и реакций мозга на сенсорные сигналы в зависимости от климатогеографических условий Севера и функционального состояния щитовидной железы обследуемых лиц. Отмечена более высокая активность подкорковых диэнцефальных мозговых структур у подростков Заполярного района, “созревание” волновой структуры ЭЭГ сопровождается у них сохранением повышенного уровня тета-активности, а также наличием диффузных реакций усвоения ритмов фотостимуляции и пароксизмальных форм активности. Фоновое состояние тиреоидной системы определяет становление биоэлектрической активности мозга, с возрастанием концентрации тиреотропина в крови подростков Заполярья происходит снижение церебральных характеристик тета- и альфа-активности, а также появляются значимые связи тиреоидных гормонов с показателями тета-активности. У подростков Приполярного района формирование амплитудно-частотных взаимоотношений ЭЭГ более устойчиво к колебаниям тиреоидного статуса, в то же время у этих лиц отмечается наибольшее количество нейроэндокринных связей, значительно снижающееся с возрастанием концентрации тиреотропина в крови.

Работа выполнена при поддержке гранта Президиума УрО РАН № 12-У-4-1019.