

УДК 612.82

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕСПЕЦИФИЧЕСКИХ СИСТЕМ МОЗГА В ПРОЦЕССЕ ПУБЕРТАТНОГО И ПОСТПУБЕРТАТНОГО ПЕРИОДОВ РАЗВИТИЯ

Аллахвердиева А.А., Аллаhverдиев А.Р.

Институт физиологии им. А.И. Караева Национальной Академии Наук Азербайджана, Баку, e-mail: ali_doctor@mail.ru

В настоящей работе проанализировано функциональное состояние неспецифических систем головного мозга здоровых лиц в периодах пубертатного и постпубертатного развития, в возрасте 15–16, 17–18, 19–20 лет. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что процесс формирования центральных регуляторных систем мозга продолжается. При этом отмечается сглаживание в процессе юношеского периода развития, наблюдаемого в подростковом возрасте дисбаланса активирующих и деактивирующих звеньев неспецифических систем. В возрасте 15–16 лет выявлены изменения, свидетельствующие о большей активности септо-гиппокампальной системы. В старших же возрастных группах отмечено снижение выраженности рострального альфа-ритма и диффузное снижение индекса тета-ритма. Полученные результаты свидетельствуют о снижении в процессе юношеского периода развития восходящих синхронизирующих влияний неспецифических систем и усилении функций локального управления в корковых областях мозга.

Ключевые слова: неспецифические системы мозга, ЭЭГ, пубертатный период, постпубертатный период

ONTOGENETICAL FEATURES OF NON-SPECIFIC SYSTEMS BRAIN IN THE PROCESS OF THE PUBERTY AND POST-PUBERTAL PERIODS OF DEVELOPMENT

Allakhverdiyeva A.A., Allakhverdiyev A.R.

Institute of Physiology n.a. Karayev, National Academy of Science, Baku, e-mail: ali_doctor@mail.ru

This paper analyzed the functional state of nonspecific brain systems healthy individuals in periods of puberty and postpubertal development in the age of 15–16, 17–18, 19–20 years. Studies indicate that the process of forming a central regulatory systems of the brain continues. With anti-aliasing during youthful period of development in adolescence disbalance activating and deactivating links nonspecific systems aged 15–16 years identified changes indicating greater activity by septo-hippocampal system. In the senior age groups decreased severity of rostral alpha rhythm and diffuse index reduction theta rhythm. The results show a decline during the period of development of youth rising clock influences nonspecific systems and strengthen local management functions in the cortical areas of the brain.

Keywords: nonspecific brain systems, EEG, pubertal period, post-pubertal period

Одной из важнейших задач возрастной физиологии является выяснение основных принципов и закономерностей морфологического и функционального развития головного мозга, а также нейрофизиологических механизмов, обеспечивающих поддержание жизнедеятельности организма. В процессе онтогенеза человека все органы и системы подвергаются ряду последовательных физиологических, морфологических и биохимических преобразований. Морфофункциональная организация мозга также претерпевает ряд существенных изменений, которые отражаются в суммарной электрической активности коры – ЭЭГ. Изучение возрастных закономерностей электрической активности коры головного мозга является необходимым условием как для дальнейшего развития понимания формирования функций мозга и психических процессов, так и для обеспечения нормального физиологического и психического развития. Отдельные этапы онтогенеза характеризуются особенностями морфофункциональной

зрелости отдельных систем и механизмов, определяющих связь организма с внешней средой как в условиях нормы, так и при различных патологических состояниях.

С возрастной нормой связана возрастная периодизация – определение и обозначение границ функционирования критериев, отражающих уровень развития и изменения адаптивных механизмов растущего организма. Основными признаками возрастной периодизации являются процессы, отражающие созревание различных мозговых структур, обуславливающих деятельность всех физиологических систем организма на разных этапах онтогенеза, среди которых особая роль отводится неспецифическим системам. Неспецифические системы мозга – это интегративный аппарат, состоящий из конгломерата механизмов, влияние которых осуществляется регулированием уровней функционального состояния мозга, а также влиянием на конкретные отделы мозга и его функции. Сбалансированность этих механизмов определяет устойчивость работы мозга.

Формирование ЭЭГ в онтогенезе – сложный процесс. Современные методы компьютерного анализа ЭЭГ позволили оценить степень зрелости нейронального аппарата, выявить критические периоды в развитии мозговых функций, обнаружить нарушения в корково-подкорковых отношениях и проследить динамику корково-подкорковых взаимосвязей как показателей функционального состояния мозга [9]. Биоэлектрическая активность головного мозга является объективным интегральным показателем функциональной активности головного мозга, зависящим от степени зрелости мозговых структур [1, 5, 8, 2], а также методом оценки динамики функциональной организации мозга в процессе индивидуального развития. Онтогенетические исследования свидетельствуют о различной мозговой организации на разных этапах онтогенеза. По мере созревания различных структур ЦНС происходящие и регистрируемые изменения на ЭЭГ направлены на изменение частоты, амплитуды, а также топографии выявленных волн, что нашло отражение во встречающихся в литературе данных о возрастных особенностях ЭЭГ [4].

В период подросткового и юношеского возраста достоверные изменения претерпевают все частотные компоненты электроэнцефалограммы, отражающие особенности созревания структур корково-подкоркового уровня [7]. Известно также, что процесс созревания коры головного мозга сопровождается в большей степени изменением параметров альфа-ритма [6]. Исследователи отмечают, что именно доминирование альфа-ритма в состоянии покоя обеспечивает оптимальное восприятие и обработку сенсорной информации, а также играет функциональную роль в обеспечении когнитивных функций [3]. По имеющимся в литературе данным, именно альфа-ритм обеспечивает интеграцию работы мозга на уровне корково-подкорковых взаимодействий. Весь процесс видоизменения ЭЭГ протекает в направлении от более медленных низкочастотных ритмов к быстрым высокочастотным. Наблюдаемое усиление выраженности в ходе индивидуального развития основного ритма биоэлектрической активности покоя-альфа-ритма и формирование его пространственной организации отражают созревание коры полушарий мозга. Нами ранее было показано на уровне интегральных характеристик ЭЭГ, что с процессом развития тесно связаны амплитудные характеристики ритмов, прослеживающие снижение своих значений с возрастом.

На сегодняшний день имеется большое количество нейрофизиологических исследований, касающихся динамики волновых характеристик ЭЭГ в процессе онтогенеза. Однако в недостаточной степени изучен вопрос о том, как отражается на биоэлектрической активности коры функциональное состояние и степень зрелости глубинных регуляторных структур мозга. В этом аспекте особый интерес представляет изучение этого вопроса в периоды интенсивного развития. Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования является изучение функционального состояния неспецифических систем головного мозга в периодах пубертатного и постпубертатного развития.

Цель исследования

Учитывая вышеизложенное, целью настоящего исследования является изучение функционального состояния неспецифических систем головного мозга в периодах пубертатного и постпубертатного развития.

Материалы и методы исследования

В данных исследованиях принимали участие практически здоровые юноши и девушки, в возрасте 15–16, 17–18, 19–20 лет. С целью избежания влияния полового фактора на результаты, группы были сформированы с равным количеством лиц мужского и женского пола. Биоэлектрическая активность головного мозга регистрировалась на 16-канальных компьютерных электроэнцефалографах «Нейрон спектр-3» и «Нейрон-спектр 5» и 32-канальном электроэнцефалографе «Нейрофакс» по международной схеме 10–20. Регистрация биоэлектрической активности мозга осуществлялась в состоянии расслабленного бодрствования с закрытыми глазами от лобных, центральных, теменных, затылочных и височных областей обоих полушарий. Параллельно полученные данные заносились в компьютер для дальнейшей математической обработки. Проводился частотно-амплитудный анализ ЭЭГ, с гистографическим и картографическим представлением полученных результатов.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты проведенных исследований в группах 15–16-летних юношей и девушек представлены ниже.

Как видно из рис. 1, во всех исследуемых областях достаточно представлена низкоамплитудная смешанная активность, с наличием в затылочных областях альфа-ритма. Межзональные различия прослеживаются. Амплитудная картограмма свидетельствует о том, что в передне-центрально-височных областях амплитуда активности низкая, в то время как наиболее высокая амплитуда (красный цвет) регистрировалась в каудальных областях в диапазоне альфа-ритма 30–50 мкВ.



Рис. 1. Нативная ЭЭГ и амплитудная картограмма здоровой девушки 15 лет

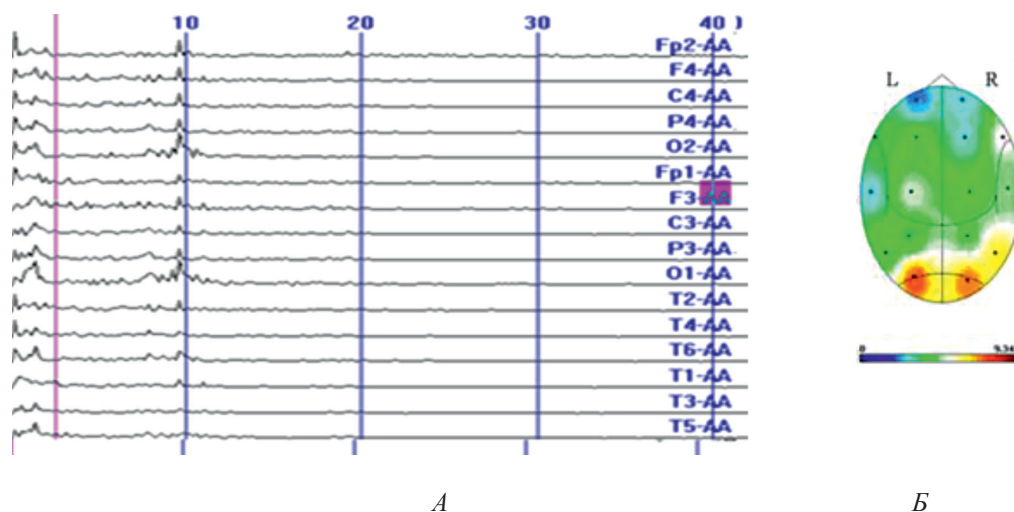


Рис. 2. Частотная гистограмма А и картограмма В здоровых лиц в возрасте 15–16 лет

На представленной частотной гистограмме (рис. 2, А) видно, что в спектре биоэлектрической активности головного мозга у лиц в возрасте 15–16 лет в каудальных отделах преобладают альфа волны средней частоты. В то же время в ростральных отделах в меньшей степени, но отчетливо прослеживаются альфа-волны частотой 9,0–9,5 кол/сек. Тета-ритм в большей степени выражен в лобно-центрально-височных областях, с нечетко выраженным правополушарным акцентом. Бета-активность представлена диффузно и временами с правополушарным акцентом. Частотная картограмма (рис. 2, Б) свидетельствует о преобладании альфа-ритма в затылочных областях (красный цвет). По другим же отведениям преобладает ак-

тивность различного частотного диапазона, что и представлено на картограмме цветами сине-зеленого спектра.

Компьютерный анализ ЭЭГ здоровых юношей и девушек 17–18 лет позволил выявить следующие особенности.

Межзональные различия на ЭЭГ выражены (рис. 3). В затылочных областях регистрируется альфа-ритм, в передне-центрально-теменно-височных же отделах доминирует низкоамплитудная полиритмичная активность. Амплитудная картограмма свидетельствует о том, что наиболее высокая энергия ритмов прослеживается в затылочных областях. Здесь амплитуда альфа-ритма составляет 45–55 мкВ (красный цвет).

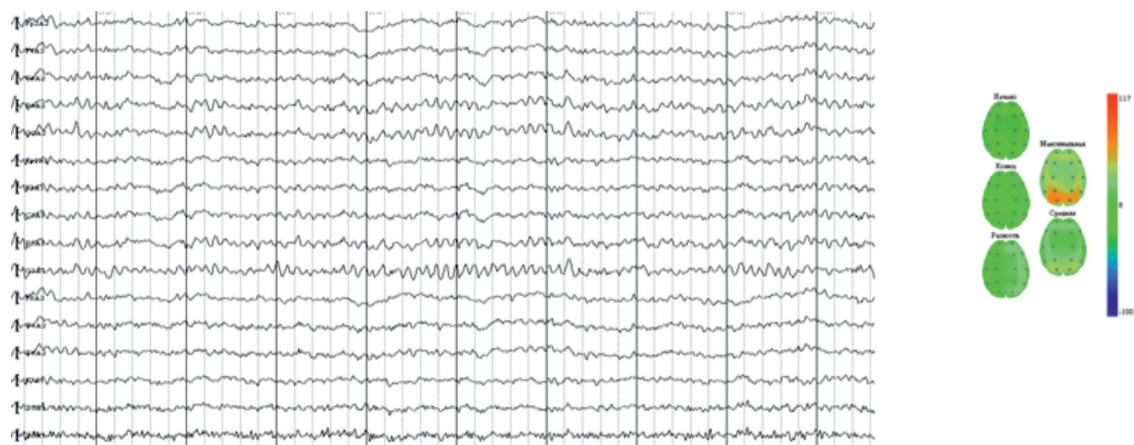


Рис. 3. Нативная ЭЭГ и амплитудная картограмма здорового юноши 17 лет

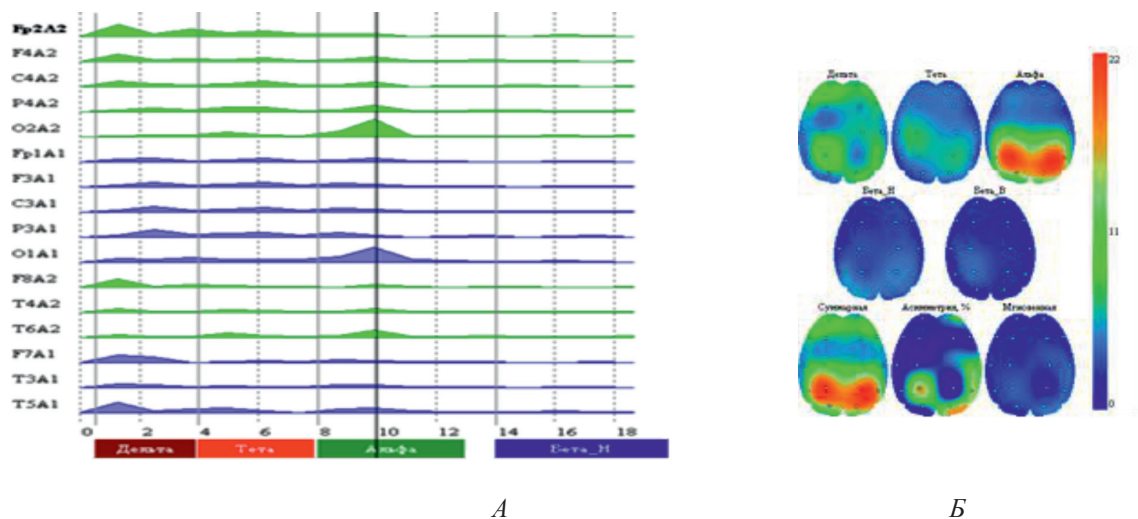


Рис. 4. Частотная гистограмма А и картограмма В практически здоровых лиц в возрасте 17–18 лет



Рис. 5. Нативная ЭЭГ и амплитудная картограмма здорового юноши 20 лет

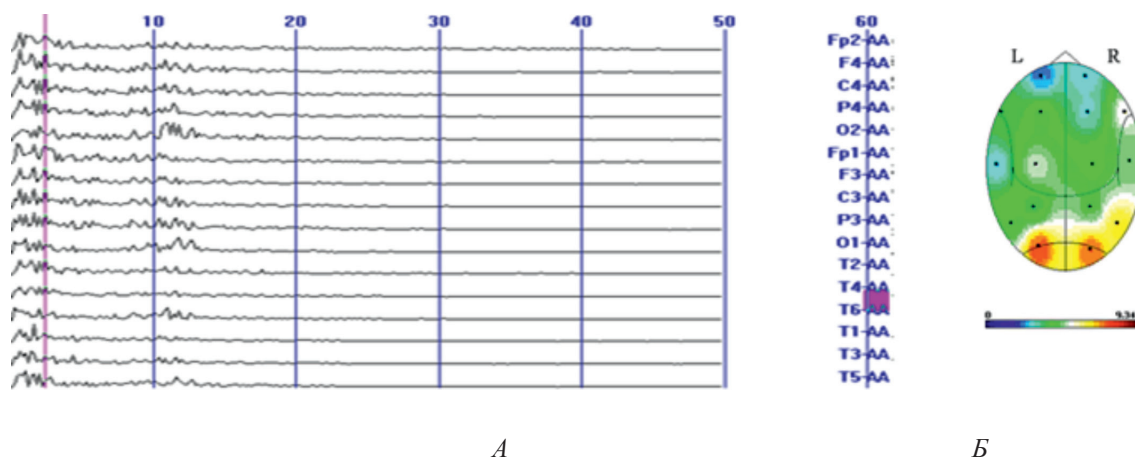


Рис. 6. Частотная гистограмма А и картограмма В практически здоровых лиц в возрасте 19–20 лет

На представленной частотной гистограмме (рис. 4, А) видно, что в спектре биоэлектрической активности головного мозга у лиц в возрасте 17–18 лет, в каудальных областях преобладают альфа-волны частотой 10–11 кол/сек. Частотная картограмма (рис. 4, Б) свидетельствует о том, что в каудальных областях доминирует альфа-ритм, это и отражается красным цветом. В других же областях активность полиритмичная, что представлено на рисунке различной цветовой палитрой (зеленый, голубой и желтый).

Рисунок ЭЭГ схож с энцефалограммами юношей и девушек предыдущих возрастных групп. Межзональные различия выражены. В каудальных областях регистрируется альфа-ритм, по другим же отведениям доминирует смешанная полиритмичная активность. При этом, как показал частотный анализ в спектре биоэлектрической активности головного мозга (рис. 6), в каудальных отделах прослеживается высокочастотный альфа-ритм. Частота альфа ритма 11–12 кол/сек. В ростральных отделах представлена медленных волн невелика. По другим отведениям регистрируется полиритмичная активность. Частотные картограммы (рис. 6, Б) свидетельствуют о том, что самая высокая частота ритмов прослеживается в диапазоне альфа-ритма, это и отображается красным цветом, по другим отведениям полиритмичная активность представлена в различной цветовой гамме.

Подытоживая полученные данные, можно прийти к выводу, что в возрастном периоде 15–20 лет процесс формирования ЭЭГ в онтогенезе продолжается. В возрасте 15–16 лет выявлена достаточная представленность тета-ритма по передне-

центрально-височным областям, с правополушарным акцентом, свидетельствующая об активации септо-гиппокампальной системы и большей вовлеченности правого полушария, отвечающего за настройку эмоциональных реакций. В то же время в передне-центральных областях отчетливо выражен альфа-ритм. Суммируя эти изменения, можно отметить дисбаланс в активирующих и деактивирующих механизмах неспецифических систем мозга, с большой активностью синхронизирующих восходящих посылок, связанный с пубертатным периодом развития.

В возрастных группах 17–18, 19–20 лет, наблюдается увеличение частоты альфа-ритма по обоим полушариям и снижение выраженности альфа-ритма в ростральных областях головного мозга. Также продолжается процесс снижения амплитудных характеристик ЭЭГ. Наблюдаемые изменения, в сравнении с возрастной группой 15–16-летних юношей и девушек, отражают снижение восходящих влияний синхронизирующих звеньев неспецифических систем и нарастание влияний активирующих посылок.

Закключение

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о сглаживании в процессе юношеского периода развития, наблюдаемого в подростковом возрасте дисбаланса активирующих и деактивирующих звеньев неспецифических систем. При этом продолжается процесс снижения восходящих синхронизирующих влияний неспецифических систем и усиление функций локального управления в корковых областях мозга.

Список литературы

1. Бахтин О.М. Структурно-функциональная модель организации фоновой ритмической активности мозга. Проблемы нейрокибернетики / О.М. Бахтин, Д.М. Лазуренко, В.Н. Кирой и др. // Материалы 16 Международной конференции по нейрокибернетике. Ростов-на-Дону, 2012. – Т. 2. – С. 26–30.
2. Бердников Д.В. Электрофизиологические корреляты саморегуляции функциональных систем восприятия // Журнал «Экология человека». – 2012. – № 2. – С. 46.
3. Боголепов Н.Н., Фонкин В.Ф. Функциональная межполушарная асимметрия / Н.Н. Боголепов, В.Ф. Фонкин. – М.: Научный мир, 2004. – 728 с.
4. Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л.А., Шарова Е.В. 2012 May 22-24, 2012, Moscow, Russia. Полушарные особенности ЭЭГ и МРТ реакций мозга при реальных и воображаемых движениях // Болдырева Г.Н., Жаворонкова Л., Шарова Е.В. / Полушарные особенности ЭЭГ и МРТ реакций мозга при реальных и воображаемых движениях [Электронный ресурс] // Международный симпозиум по нейроимиджингу: фундаментальные исследования и клиническая практика. URL: http://psyjournals.ru/neuroimag_2012/issue/53695.shtml (дата обращения: 11.01.2017).
5. Бороздина О.С. Электроэнцефалограмма и когнитивные процессы / О.С. Бороздина // Тезисы докладов 16 съезда Физиологического общества им. Павлова И.П. – Калуга, 2010. – С. 80.
6. Водолажский Г.И. Изменения амплитуды ритмов ЭЭГ в онтогенезе человека. Нейродинамический анализ // Вестник Московского государственного областного университета. – 2009. – № 4. – С. 84–91.
7. Мачинская Р.И. и соав. ЭЭГ анализ функционального состояния глубинных регуляторных структур мозга у гиперактивных детей / Р.И. Мачинская, Е.В. Крупская // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 3. – С. 122–124.
8. Станкова Е.П., Мышкин И.Ю. Влияние индивидуальных характеристик ЭЭГ и психофизиологических особенностей на время реакции // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1.
9. Цицерошин М.Н. и соав. Системное взаимодействие кортикальных ролей при реализации вербально-мнестической деятельности / М.Н. Цицерошин, Е.И. Гальперина, А.Н. Шеповальников // Физиология человека. – 2000. – Т. 26, № 6. – С. 21–23.