

К. А. Степанченко

**ДАННЫЕ ВИЗУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ  
У ПОДРОСТКОВ С РАЗНЫМИ ФОРМАМИ ГОЛОВНОЙ БОЛИ НАПРЯЖЕНИЯ**

К. А. Степанченко

Дані візуального аналізу електроенцефалографії у підлітків з різними формами головного болю напруження

К. А. Stepanchenko

**Features of visual analysis of the electroencephalography in adolescents with different forms of tension-type headaches**

В статье представлены данные визуального анализа электроэнцефалографии (ЭЭГ) у 320 подростков с разными формами головной боли напряжения. Продемонстрированы отличия ЭЭГ-паттернов подростков с головной болью напряжения от ЭЭГ здоровых лиц. Определены особенности ЭЭГ-паттернов различных форм головной боли напряжения. Выявлено, что при головной боли напряжения имеет место трансформация клинико-нейрофизиологического паттерна «пароксизмальной» головной боли в паттерн «хронической» головной боли.

**Ключевые слова:** головная боль напряжения, подростки, визуальный анализ ЭЭГ

У статті наведені дані візуального аналізу електроенцефалографії (ЕЕГ) у 320 підлітків з різними формами головного болю напруження. Продемонстровані відмінності ЕЕГ-паттернів підлітків з головним болем напруження від ЕЕГ здорових осіб. Визначено особливості ЕЕГ-паттернів різних форм головного болю напруження. Виявлено, що при головному болю напруження має місце трансформация клініко-нейрофізіологічного паттерну «пароксизмального» головного болю в паттерн «хронічного» головного болю.

**Ключові слова:** головний біль напруження, підлітки, візуальний аналіз ЕЕГ

The article presents the visual analysis of electroencephalography (EEG) in adolescents with different forms of tension-type headaches. Differences EEG patterns of adolescents with tension-type headache from the EEG patterns of healthy individuals were demonstrated. The features of the EEG patterns of different forms of tension-type headaches were defined. It was revealed that the clinical and neurophysiological pattern "paroxysmal" tension-type headache is transformed into a pattern of "chronic" headaches.

**Key words:** tension-type headache, adolescents, visual analysis of EEG

По данным разных авторов, частота головной боли напряжения (ГБН) колеблется в широких пределах и составляет от 36,8 % [3, 5] до 52,0 % [9] и 72,8 % [6]. Истинный уровень распространенности ГБН в детской популяции может быть выше, так как многие подростки, испытывающие головные боли небольшой и средней интенсивности, не обращаются за медицинской помощью [7, 8, 10]. В связи с тем, что диагностические критерии заболевания построены на субъективных характеристиках, особую роль приобретает объективизация проявлений при помощи комплексного изучения клинико-психологических и нейрофизиологических особенностей заболевания. Для диагностики и уточнения механизмов развития ГБН далеко не в полном объеме используются возможности современных дополнительных инструментальных методов исследования [1, 2]. ЭЭГ является одной из наиболее востребованных параклинических методик в неврологической практике, в том числе и при головных болях. Однако особенности ЭЭГ при ГБН, по данным литературы, как правило, оказываются весьма скудными и авторы ограничиваются указаниями на то, что ЭЭГ при этих заболеваниях не имеет специфических изменений и незначительно отличается от нормы [7, 9]. Тем не менее, у пациентов с ГБН с помощью ЭЭГ могут быть выявлены черты, не укладывающиеся в понятие об электроэнцефалографической норме, указывающие «на повышение уровня нейрональной возбудимости» [9]. От того, как будут интерпретированы эти изменения, зависит верность основного и сопутствующих диагнозов. Кроме того, данные электроэнцефалографии позволяют оценить функциональное состояние головного мозга, что необходимо клиницисту для определения прогноза заболевания, выбора оптимальных подходов к лечению, объективизации эффективности лекарственной терапии.

Цель исследования — выяснение особенностей паттернов ЭЭГ подростков с ГБН и различий в паттернах ЭЭГ при различных формах ГБН.

В настоящей работе за период с 2005 по 2015 годы проведены клинические наблюдения и специальные функциональные исследования 320 подростков в возрасте от 13 до 17 лет, из них 184 (57,5 %) девочки и 136 (42,5 %) мальчиков, страдающих ГБН. Средний возраст девочек составлял  $15,8 \pm 1,2$  года, мальчиков —  $16,1 \pm 1,3$  года. Группой контроля служили 50 клинически здоровых подростка (22 мальчика и 28 девочек), сопоставимых с лицами, страдающими ГБН, по полу и возрасту. Все подростки, участвовавшие в обследовании, являлись учениками общеобразовательных школ. Диагностику ГБН проводили в соответствии с критериями классификации Международного общества по изучению головной боли (IHS-2003) и критериями МКБ-10 (шифр G 44.2). Все подростки, в зависимости от клинических данных, были разделены на три группы: первая группа — пациенты с нечастой эпизодической головной болью напряжения (НЭГБН) — 141 человек, вторая группа — пациенты с частой эпизодической головной болью напряжения (ЧЭГБН) — 123 человека, третья группа — пациенты с хронической головной болью напряжения (ХГБН) — 56 человек.

Электроэнцефалографическое исследование включало в себя регистрацию фоновой ЭЭГ при закрытых глазах и стандартные функциональные пробы: ритмическую фотостимуляцию (ФС), гипервентиляцию (ГВ) в течение 3-х минут. Для регистрации ЭЭГ использовался 24-канальный электроэнцефалограф фирмы «DX-системы». При визуальной оценке данных ЭЭГ мы руководствовались принятыми в настоящее время представлениями об электроэнцефалографической норме.

Статистическая обработка проведена общепринятыми методами с вычислением процентов, средних значений и их ошибок с использованием компьютерных программ Microsoft Excel 2007 и "Statgraphics 5.0, Plus". При оценке достоверности различий выборочных показателей критерий У Вилкоксона — Манна — Уитни.

Визуальная оценка записей ЭЭГ пациентов с ГБН показала, что все они характеризовались диффузными изменениями биоэлектрической активности (БЭА) мозга

легкой или умеренной степени выраженности. Типичных форм эпилептиформной активности и локальных расстройств электрогенеза ни в одной записи ЭЭГ обнаружено не было. При сопоставлении данных визуального анализа ЭЭГ пациентов с ГБН и ЭЭГ контрольной группы были выявлены следующие отличия (таблица). В ЭЭГ пациентов с ГБН достоверно реже, чем в группе контроля доминировал  $\alpha$ -ритм (70,3 %,  $p < 0,05$ ). При этом отмечалась нестабильность частоты  $\alpha$ -ритма (средняя частота была выявлена только в 58,4 % случаев): так, в ЭЭГ пациентов с ГБН в 22,5 %, а в контрольной группе — в 8 % случаев частота  $\alpha$ -ритма составляла 8—9 Гц. Частота  $\alpha$ -ритма выше 11 Гц отмечалась только в группе ГБН (12,5 %). В ЭЭГ больных, по сравнению с ЭЭГ здоровых лиц,  $\alpha$ -ритм чаще характеризовался неустойчивостью (в записи имелись участки его спонтанной редукции в 56,9 % случаев,  $p < 0,01$ ), а форма  $\alpha$ -колебаний чаще, чем у здоровых, была заостренной (75 %,  $p < 0,01$ ). В паттернах пациентов с ГБН реже, чем в паттернах здоровых лиц, регистрировался хорошо выраженный  $\beta$ -ритм (84,7 %,  $p < 0,05$ ), чаще отмечались билатерально-синхронные  $\theta$ -волны (75,3 %, из них 70,9 % по передним проекциям коры,  $p < 0,01$ ), а также —  $\delta$ -волны (21,6 %, из них диффузно в 9,3 % и билатерально-синхронно — в 12,5 % случаев,  $p < 0,01$ ). Отдельные заостренные потенциалы  $\alpha$ - и  $\beta$ -диапазонов также чаще обнаруживались в ЭЭГ больных ГБН 47,5 % (18 % в группе контроля,  $p < 0,01$ ).

**Достоверные отличия паттернов ЭЭГ пациентов с головной болью напряжения и представителей группы контроля по данным визуального анализа (%)**

	ГБН (n = 320)	Контроль- ная группа (n = 50)
Доминирование $\alpha$ -ритма	70,3*	100
Частота $\alpha$ -ритма 10—11 Гц	58,4**	90
Неустойчивость $\alpha$ -ритма	56,9**	20
Заостренная форма $\alpha$ -волн	75**	40
Четко выраженный $\beta$ -ритм	84,7*	100
Билатерально-синхронная $\theta$ -активность	75,3**	20
$\delta$ -волны	21,6**	0
Заострённые потенциалы ( $\alpha$ - или $\beta$ -ритма)	47,5**	20
Появление или нарастание билатерально-синхронной медленноволновой активности при гипервентиляции	41,6**	0

*Примечание.* Достоверность различий по методу углового преобразования Фишера: \* —  $p < 0,05$ ; \*\* —  $p < 0,01$

Только в группе пациентов с ГБН отмечалась реакция на ГВ в виде появления или нарастания отмеченной уже в состоянии покоя билатерально-синхронной медленноволновой активности (41,6 %,  $p < 0,01$ ). По частоте встречаемости ответов на открывание глаз и ФС достоверных отличий по группам получено не было ( $p > 0,05$ ).

По данным визуальной оценки ЭЭГ, в группе подростков с НЭГБН общие изменения БЭА были расценены как легкие или умеренные (93 % и 7 % случаев соответственно). При детальном анализе были выявлены следующие достоверные отличия от группы контроля: более частая встречаемость в паттернах слабо модулированного (60,3 %,  $p < 0,05$ ), неустойчивого (78 %,  $p < 0,05$ ), заостренного по форме  $\alpha$ -ритма (82,3 %,  $p < 0,05$ ), распространение  $\alpha$ -активности на передние проекции коры (73 %,  $p < 0,01$ ); на ЭЭГ пациентов I группы достоверно чаще регистрировалась билатерально-синхронная активность  $\alpha$ - и  $\theta$ -диапазонов (75,2 % и 63,1 % соответственно,  $p < 0,05$ ). Следует также отметить, что в отличие

от группы контроля, в записях ЭЭГ больных с НЭГБН наблюдалось изменение характера паттерна в ответ на ГВ в виде усиления распространения  $\alpha$ -ритма па передние проекции коры в половине случаев и в виде нарастания билатерально-синхронной медленноволновой активности — в 24,8 % случаев ( $p < 0,05$ ).

Почти у всех пациентов II группы общие изменения на ЭЭГ были расценены как легкие и умеренные (75,6 % и 24,4 % случаев соответственно). При подробном визуальном анализе в анализируемой группе достоверно чаще, чем в группе контроля, отмечались слабая модулированность (65,9 %,  $p < 0,05$ ), неустойчивость (55,3 %,  $p < 0,01$ )  $\alpha$ -ритма. Достоверно чаще отмечалось снижение его частоты в пределах нормативных величин (47,2 %,  $p < 0,05$ ), регистрировались билатерально-синхронные  $\theta$ -вспышки (78 %,  $p < 0,01$ ). В большинстве случаев отмечалось изменение характера паттерна ЭЭГ при ГВ: в 43,9 % случаев наблюдалось распространение  $\alpha$ -активности на передние проекции коры ( $p < 0,01$ ), в 31,7 % — нарастание билатерально-синхронной медленноволновой (в основном —  $\theta$ -активности,  $p < 0,01$ ).

По данным визуального анализа, общие изменения на ЭЭГ пациентов с ХГБН были расценены как умеренные в 60,7 % случаев, как легкие — в 39,3 %. В ЭЭГ пациентов III группы реже, чем в группе контроля, доминировал  $\alpha$ -ритм (только в 73,2 % случаев,  $p < 0,01$ ), чаще отмечалось снижение его частоты в пределах нормативных величин (42,9 %,  $p < 0,01$ ). В большинстве случаев (82,1 %,  $p < 0,01$ ) в ЭЭГ больных с ХГБН регистрировалась билатерально-синхронная  $\theta$ -активность, выраженная преимущественно по передним проекциям коры (58,9 %,  $p < 0,01$ ). Нарастание билатерально-синхронной медленноволновой (чаще —  $\theta$ -диапазона) активности в 42,9 % случаев отмечалось в качестве реакции на ГВ ( $p < 0,05$ ). Кроме того, в ЭЭГ при ХГБН достоверно чаще, чем у здоровых, регистрировались заостренные  $\alpha$ - и  $\beta$ -потенциалы (57,1 %,  $p < 0,05$ ), а в 33,9 % записей обнаруживались сопоставимые по амплитуде с фоновой активностью диффузные  $\delta$ -колебания ( $p < 0,05$ ).

Для объяснения полученных результатов мы исходили из представлений о роли интегрирующей подкорковой системы на формирование БЭА мозга в состоянии покоя и обеспечения различных видов деятельности, суть которых сводится к взаимодействию активирующих — arousal-1 и arousal-2 (A-1 и A-2) и двух синхронизирующих (C-1 и C-2) систем.

Система A-1 связана с мезэнцефальной ретикулярной формацией ствола мозга, результатом активации которой являются быстрые и устойчивые изменения БЭА нейронов коры, что проявляется в ЭЭГ в виде дезорганизации  $\alpha$ -ритма, замены его ритмами более высоких частот, резкого снижения амплитуды фоновой активности.

Система A-2 связана с гиппокампальной корой и структурами перегородки, ответственными за генерацию биоритмической активности в  $\theta$ -диапазоне, а также за замедление частоты  $\alpha$ -ритма. В норме системы A-1 и A-2 находятся в реципрокных отношениях, обеспечивая адекватное функционирование нейронов коры головного мозга в зависимости от состояния мозга и характера деятельности (цикл сон — бодрствование, двигательная, когнитивная активность).

На кору головного мозга постоянно оказывают влияние синхронизирующие системы C-1 (ретикулокортикальная) и C-2 (таламокортикальная). Подкорковое представительство этих систем связано с ядрами нижних отделов моста и продолговатого мозга (C-1) и неспецифическими ядрами таламуса (C-2).

Активність синхронізуючої системи С-1 тісно пов'язана з процесом сну, що на ЕЕГ проявляється в формі наростання амплітуди біопотенціалів, генералізації синхронної медленноволнової активності (ЕЕГ сна без сновидень).

Функціональне значення системи С-2 (таламокортикальної) має найбільше значення в час бодрствования. Її діяльність направлена на затримання активуючих впливів і обумовлює характерний рисунок ЕЕГ в час стану спокою при закритих очах, який представлений чітко модульованим, синхронним, синусоїдальним  $\alpha$ -ритмом, переважаючим по заднім відділам півкуль.

Кінцевий ефект дії активуючих і синхронізуючих систем реалізується на рівні кори великих півкуль, і функціональна активність мозку в конкретній ситуації визначається удільною вагою активності кожної з цих систем.

Слід зазначити, що зміни в ЕЕГ пацієнтів з ГБН відображали порушення взаємності активуючих систем. Це виражалося в одночасному відсутності ознак активації як ретикулярної формации стовба — arousal-1, так і лимбічної системи — arousal-2. Вбудження ретикулярної формации стовба (А-1-системи) проявлялося в дезорганізації  $\alpha$ -ритма — його недостатньої стабільності, учащенні, зміні форми  $\alpha$ -колебань з синусоїдальної на заострену, підвищенні представленості активності  $\beta$ -діапазона. Ці зміни в стосовно більшій ступені були виражені при НЭГБН, ніж при ХГБН.

Вбудження лимбічної кори (А-2-системи) виражалося в формі підвищення активності  $\theta$ -діапазона і сили цього діапазона по переднім областям кори, що в більшій ступені було характерно при ЧЭГБН і ХГБН.

В паттернах ЕЕГ пацієнтів з ГБН виявлено здатність  $\alpha$ -ритма до поширення на передні проекції кори, білатерально-синхронна медленноволнова активність  $\theta$ - і  $\delta$ -частотного діапазона, що вказує на активацію синхронізуючих систем С-1 і С-2. По нашому думці, ці зміни характеризують зміщення, направлені на підтримання стабільності БЭА кори в умовах підвищеної активації систем А-1 і А-2. Однак посилення синхронізуючих впливів в групі пацієнтів з ХГБН було в стосовно більшій ступені пов'язано з збільшенням впливів системи С-1 (синхронна медленноволнова активність), що, можливо, було пов'язано з початковою недостатністю таламокортикальної системи при ХГБН, а в підгрупах пацієнтів з ЭГБН — системи С-2 (поширення  $\alpha$ -активності на передні проекції кори).

Можливо передбачати, що у пацієнтів з НЭГБН під впливом провокуючих факторів початково перевозбуджені нейрони А-1 формують обширну зону патологічної регіональної активації, що в свою чергу, викликає компенсаторне збільшення синхронізуючих впливів на кору со сторони підкоркових таламічних структур (С-2). Достигаючи визначеного рівня, така синхронізація, в кінці кінців, подавляє активацію кори, що відповідає завершенню приступу ГБН. В міжприступному періоді визначений рівень синхронізуючих таламокортикальних впливів забезпечує відсутність головних болей впродовж приступу ГБН.

Процесу трансформації НЭГБН в ЧЭГБН відповідають складні зміни корково-підкоркових взаємостосунків з збільшенням активаційної ролі

лімбіко-ретикулярних структур (система А-2), проявляючись в генерації біоритмічної активності в  $\theta$ -діапазоні, а також затриманні частоти  $\alpha$ -ритма. Зміна характеру ЕЕГ при ХГБН відображало механізми декомпенсації і виражалося в зменшенні активності системи С-2 в зв'язі з недостатністю, виснаженням синхронізуючої таламокортикальної системи і стосовно підвищенням впливів системи С-1, клінічно проявляючись в зміні течії хвороби (перехід з епізодичного стану в хронічне). При ХГБН активація забезпечувалася в більшій ступені системою А-2, а синхронізуючі впливи — за рахунок залучення системи С-1. Очевидно, що активність системи С-2 при ХГБН початково нестаточна в умовах активації кори, а впливи системи С-1 в процесі хронізації не можуть її компенсувати, що є умовою формування клініко-нейрофізіологічного паттерна довготривалої течії, хронічної головної болю.

Таким чином, в результаті нашого дослідження вдалося виявити, що для хворих з різними формами ГБН характерні як загальні зміни ЕЕГ, відмінні від здорових осіб, так і зміни, що відрізняють їх одне від одного. ЕЕГ хворих ГБН відображало підвищення активності обох систем arousal-1 і arousal-2, причому у хворих НЭГБН — А-1, а у пацієнтів з ЧЭГБН і ХГБН — А-2. Компенсаторні синхронізуючі впливи на кору півкуль при ЭГБН були пов'язані з підвищенням функціональної активності таламокортикальної системи (С-2), а при ХГБН — ретикулокортикальної (С-1). Клінічні ознаки трансформації ЭГБН в ХГБН поєдналися з порушенням балансу впливів активуючих (зміна А-1 на А-2) і синхронізуючих систем в бік зменшення активності системи С-2 і стосовно підвищення активності С-1.

#### Список літератури

1. Волошин П. В. Головна біль (класифікація, діагностика, лікування) / П. В. Волошин, Т. С. Мищенко // Лікування та діагностика. — 2002. — № 4. — С. 13—18.
2. Мищенко Т. С. Сучасна діагностика і лікування неврологічних захворювань: посібник для лікарів «Невролог» / Т. С. Мищенко, В. Н. Мищенко. — К.: Бібліотека «Здоров'я України», 2014. — 641 с.
3. Рачин А. П. Головна біль напруження у школярів (епідеміологія, клініка, лікування): автореф. дис. на соискання уч. ступеня канд. мед. наук : спец. 14.00.13 / А. П. Рачин. — М., 2002. — 26 с.
4. Ротенберг В. С. Пошукова активність і адаптація / В. С. Ротенберг, В. В. Аршавський. — М.: Наука, 1984. — 192 с.
5. Юдельсон Я. Б. Епідеміологія головної болю у дітей і підлітків / Я. Б. Юдельсон, А. П. Рачин // Журнал неврології і психіатрії ім. С. С. Корсакова. — 2004. — № 5. — С. 49—51.
6. Barea L. M. An epidemiologic study of headache among children and adolescents of southern Brazil / Barea L. M., Tannhauser M., Rotta N. T. // Cephalalgia. — 1996. — Vol. 16. — P. 545—549.
7. Casucci G. Headache in school age / Casucci G., Terlizzi R., Cevoli S. // Neurol Sci. — 2014. — Vol. 35. — Suppl. 1. — P. 31—35.
8. Prevalence and clinical characteristics of headache in adolescents: a Croatian epidemiological study / Cvetković V. V., Plavec D., Lovrenčić-Huzjan A. et al. // Cephalalgia. — 2014. — Vol. 34. — № 4. — P. 289—297.
9. Luka-Krausgrill U. Headache in children: diagnostics, prevalence and psychological factors / U. Luka-Krausgrill, K. Anders // Ibid. — 1997. — Vol. 17. — P. 296.
10. Headache in school children: prevalence and risk factors / Straube A., Heinen F., Ebinger F. et al. // Dtsch Arztebl Int. — 2013. — Vol. 29. — № 110(48). — P. 811—818.

Надійшла до редакції 24.06.2015 р.

**СТЕПАНЧЕНКО Константин Анатольевич**, доцент, кандидат медичинських наук, доцент кафедри неврології і дитячої неврології Харківської медичинської академії післядипломного образования, г. Харків; e-mail: kosty0516@gmail.com

**STEPANCHENKO Kostiantyn**, MD, PhD, Associate Professor, Lecturer of Department of Neurology and Child Neurology of the Kharkiv Medical Academy of Postgraduate Education, Kharkiv; e-mail: kosty0516@gmail.com