

7. Penfield W., Jasper H. Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain. — Boston: Little, Brown, 1954.
8. Rasmussen T. Cortical resection in the treatment of focal epilepsy // Neurosurgical Management of the Epilepsies / Eds D. P. Purpura, R. K. Penry, R. D. Walter. — New York: Raven Press, 1975. — P. 139—154.
9. Rasmussen T. Characteristics of a pure culture of frontal lobe epilepsy // Epilepsia. — 1983. — Vol. 24. — P. 482—493.
10. Scheffer I. E., Bhatia K. P., Lopes-Cendes I. et al. Autosomal dominant nocturnal frontal lobe epilepsy. A distinctive clinical disorder // Brain. — 1995. — Vol. 118, Pt 1. — P. 61—73.
11. Spencer S., Spencer D. D., Williamson P. D. et al. Effect of corpus callosum section on secondary bilateral synchronous interictal EEG discharges // Neurology. — 1985. — Vol. 35, N 12. — P. 1689—1694.
12. Thomas P., Genton P., Gelisse P. et al. Juvenile myoclonic epilepsy // Epileptic Syndromes in Infancy, Childhood and Adolescence / Eds J. Roger, M. Bureau, C. Dravet et al. — London: John Libbey & Co Ltd., 2005. — P. 367—388.
13. Tinuper P., Cerullo A., Riva R. et al. Clinical and EEG features of partial epilepsy with secondary bilateral synchrony // J. Epilepsy. — 1995. — Vol. 8, N 3. — P. 210—214.
14. Williamson P. D. Frontal lobe seizures. Problems of diagnosis and classification // Advanc. Neurol. — 1992. — Vol. 57. — P. 289—309.
15. Wolf P., Inoue Y. Juvenile absence epilepsy // Epileptic Syndromes in Infancy, Childhood and Adolescence / Eds J. Roger, M. Bureau. — London: John Libbey & Co Ltd., 2005. — P. 363—366.

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012

УДК 616.743.1-009.12-085.456:615.919:579.852.13]-073.96

## ХАРАКТЕРИСТИКА АЛЬФА-РИТМА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У БОЛЬНЫХ СПАСТИЧЕСКОЙ КРИВОШЕЕЙ

С. А. Лихачев, Т. Н. Чернуха, Г. И. Овсянкина, В. Д. Рыбакова

\*Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии, Минск, Беларусь

*Проведена электроэнцефалография (ЭЭГ) с количественным анализом спектральных показателей альфа-ритма у 65 больных со спастической кривошеей в динамике до введения ботулотоксина типа А (БТА) и через 4—6 нед после инъекции. При проведении фоновой ЭЭГ пациента просили выполнить корригирующий жест, уменьшающий дистоническое сокращение мышц; наблюдалось увеличение амплитуды и мощности альфа-ритма при сохранении частоты доминирующего альфа-ритма. При сравнительной оценке фоновых электроэнцефалограмм до и после введения БТА наблюдалось нарастание амплитуды и мощности альфа-ритма, отмечалась нормализация его частотно-пространственного распределения. При лечении БТА наблюдается положительная динамика показателей электроэнцефалограмм, что, возможно, связано с перераспределением тормозящих и активирующих влияний на биоэлектрическую активность коры головного мозга.*

**Ключевые слова:** спастическая кривошея, электроэнцефалограмма, альфа-ритм, ботулотоксин

*The article reports the results of quantitative electroencephalography (EEG) with alpha-rhythm spectral analysis of 65 patients suffering from dystonic torticollis (DT). EEG registration was performed before and 5 weeks after the injection of botulinum toxin type A (BtxA). During background EEG registration we asked the patients to perform corrective movement to reduce dystonic muscles strain, after which we observed the increase of alpha-rhythm amplitude and power with preservation of dominant alpha-rhythm rate. Comparative EEG analysis of background electroencephalograms before and after BtxA injections showed the increasing of alpha-rhythm amplitude and power and normalization of its frequency-spatial distribution. Thus we revealed the improvement of EEG parameters that is probably associated with the rearranging of inhibitory and activating influences on bioelectric activity of brain cortex.*

**Key words:** dystonic torticollis, electroencephalography, alpha-rhythm, botulinum toxin

Спастическая кривошея (СК) — одна из форм фокальной мышечной дистонии, проявляющаяся тоническими, клоническими или тонико-клоническими гиперкинезами мышц шеи, чаще ротационного характера, приводящая к постоянному или периодическому насильственному повороту и отклонению головы и шеи [5, 12, 13].

\*Беларусь, 220114 Минск, ул. Ф. Скорины, 24.

Belarus, 220114 Minsk, F. Skoriny str., 24.

Сведения об авторах:

Лихачев Сергей Алексеевич — д-р мед. наук, проф.; Чернуха Татьяна Николаевна — зав. приемным отд-ем, врач-невролог, e-mail: tatyana\_ch@fromgu.com; Овсянкина Галина Игнатьевна — зав. отд-ем функц. диагностики, канд. мед. наук; Рыбакова Виктория Дмитриевна — науч. сотр.

На сегодняшний день наиболее эффективным и общепринятым методом лечения СК являются локальные инъекции ботулотоксина типа А (БТА), который оказывает локальное действие в виде частичной денервации мышцы. По рекомендации Европейской федерации неврологических обществ, препараты БТА рекомендованы как первая линия лечения при СК. Медикаментозное лечение у большинства пациентов не позволяет достичь эффекта, часто сопровождается возникновением побочных эффектов. Нейрохирургическое лечение СК сопряжено с высоким риском осложнений, при этом не всегда дает хороший стойкий результат лечения [10, 14].

Этиопатогенез заболевания окончательно не изучен, в настоящее время большинство зарубежных

авторов придерживаются концепции мультифакторного патогенеза, в котором генетические механизмы сочетаются с иницирующими болезнями факторами окружающей среды [5, 12, 13]. Многочисленные исследования, посвященные изучению особенностей нейробиохимического обмена при СК, свидетельствуют о наличии нейродинамического дефекта на уровне базальных ганглиев, заключающегося главным образом в гиперактивности дофамин-, холинергических систем, что свидетельствует о центральном механизме формирования заболевания [8, 10, 11, 14, 15]. По данным позитронной эмиссионной томографии с 18-флюоридозоксиглюкозой имеются сниженная функциональная активность прямых ингибирующих проекций в бледном шаре и усиление метаболической активности вентральных ядер таламуса и моторной коры [16]. Предполагают, что при дистонии повышенная функция прямого ингибирования путаменопаллидального тракта приводит к сниженной активности бледного шара, что в свою очередь вызывает гиперактивность таламических реле и моторной коры [10, 17, 18].

Изучение биоэлектрической активности головного мозга (БАМ) с использованием метода ЭЭГ имеет важное значение для изучения функционального состояния мозга. Внедрение компьютерных технологий позволило расширить возможности метода для изучения различных характеристик ритмов электроэнцефалограммы, пространственной организации, динамики изменений электроэнцефалограммы для оценки биоэлектрических процессов в мозге [1, 3, 4, 6].

Анализ результатов ЭЭГ, проведенный О. Н. Щерской, показал, что степень нарушения электроэнцефалограммы коррелирует со степенью тяжести СК [11]. По данным О. Р. Орловой, изучение электроэнцефалограммы с триггерной фотостимуляцией у больных СК выявило функциональную дефицитарность таламокортикального уровня неспецифических систем мозга [8].

Характерной особенностью СК является использование больными корригирующих жестов (КЖ), которые помогают на время уменьшить выраженность насильственных движений. Пациенты могут использовать различные корригирующие приемы, такие как прикосновение к подбородку, затылку, ношение тугого воротника и т. д. Ранее этот феномен расценивали как "трюк", с помощью которого врач отвлекает внимание больного, считали, что СК имеет психогенную природу. В настоящее время наличие КЖ считается характерным признаком СК. Механизмы возникновения этого феномена до сих пор остаются неясными. Полагают, что наличие сенсомоторного взаимодействия в патофизиологическом механизме КЖ позволяет уменьшить симптомы дистонии [9, 12, 14].

Мы предполагаем, что такое ненасильственное преодоление мышечного напряжения при выполнении КЖ, которое ослабляет или полностью убирает симптомы СК, будет оказывать влияние и на БАМ.

Таким образом, целью нашего исследования явилось изучение особенностей электроэнцефалограммы у больных СК с оценкой влияния КЖ на БАМ,

изучение динамики показателей электроэнцефалограммы при лечении препаратом БТА.

## Пациенты и методы

В исследование было включено 65 больных с II—IV степенью СК, получивших лечение препаратом БТА. У пациентов с I степенью тяжести СК отмечалась минимальная симптоматика, поэтому данная категория больных не была включена в исследуемую группу.

Регистрацию электроэнцефалограммы выполняли дважды: до введения БТА и через 4—6 нед после инъекции на фоне клинического улучшения. Во время регистрации фоновой электроэнцефалограммы до начала лечения пациента просили выполнить КЖ, уменьшающий дистоническое сокращение мышц, длительностью 1—2 мин.

Все больные, включенные в исследование, использовали КЖ. По способу выполнения КЖ были разделены на 3 группы: латеральные — прикосновение рукой к щеке, латеральной поверхности головы, шеи; аксиальные — нажатие в области лба, носа, подбородка, затылка; часть пациентов применяла более сложные КЖ, которые мы выделили в особую группу — дистантные приемы; сюда были включены пациенты, прибегавшие к сжиманию руки в кулак, подъему руки над головой, 1 больной кусал ногтевую фалангу указательного пальца, полностью останавливая развитие насильственного движения. Латеральные КЖ наблюдались у 42 (64,6%) больных, аксиальные — у 18 (27,7%), дистантные приемы использовали 5 (7,7%) пациентов.

При оценке характеристик БАМ у больных СК мы столкнулись с трудностями обработки электроэнцефалограммы, так как на фоне гиперкинеза мышц шеи наблюдалось большое количество мышечных артефактов; для уменьшения их влияния на картину электроэнцефалограммы у части пациентов применялись методы фильтрации. Для проведения анализа больные были разделены на 2 группы.

В 1-ю группу было включено 30 пациентов со СК, в записи электроэнцефалограммы которых имелись непостоянные артефакты. Анализ электроэнцефалограммы выполнялся стандартными методами. Средний возраст пациентов составил  $47,2 \pm 1,9$  года (от 32 до 69 лет), средняя продолжительность болезни была  $10,6 \pm 1,1$  года (от 2 до 28 лет). Соотношение мужчин и женщин было 1:1,73, женщины составляли 63,3% всех больных. Степень тяжести СК по шкале Tsui колебалась от  $10,2 \pm 0,5$  балла до введения БТА до  $4,8 \pm 0,4$  балла после лечения. В среднем больные получили  $3,23 \pm 0,28$  инъекции БТА (от 1 до 6). Использовался препарат БТА — диспорт, во флаконах по 500 ЕД, средняя доза при введении составила  $509 \pm 10,1$  ЕД.

Во 2-ю группу вошло 35 пациентов, у которых в записи электроэнцефалограммы регистрировались устойчивые мышечные артефакты в виде помех, имеющих высокую частоту, для уменьшения влияния которых применялась фильтрация в диапазоне 1—18 Гц, затем выполнялся спектральный анализ. В данном диапазоне фильтрации искажения значений альфа-ритма можно избежать, так как частота ритма не

находится на границе выделяемого диапазона фильтрации. В своей монографии Л. Р. Зенков рекомендует для уменьшения влияния мышечных артефактов, возникающих на фоне гиперкинезов на БАМ, применять фильтрацию именно в данном диапазоне, так как это позволяет избежать искажений альфа-ритма [3]. Электроэнцефалограмма до и после проведения фильтрации представлена на рис. 1.

Средний возраст пациентов этой группы составил  $45,7 \pm 2,3$  года (от 21 года до 68 лет), средняя продолжительность болезни была  $11,7 \pm 1,5$  года (от 2 до 43 лет). Соотношение мужчин и женщин составило 1:1,3, женщины составили 57,1% всех больных. Степень тяжести СК во шкале Tsui составила  $10,4 \pm 0,5$  балла, после лечения —  $5,1 \pm 0,4$  балла. В среднем больные получили  $2,65 \pm 0,32$  инъекции БТА (от 1 до 7), средняя доза диспорта составила  $510 \pm 8,4$  ЕД. По возрасту, полу, средней продолжительности заболевания данные группы были идентичны ( $p > 0,05$ ).

Контрольную группу составили 30 здоровых лиц, у которых выполняли компьютерную обработку фоновой электроэнцефалограммы. Средний возраст составил  $47,7 \pm 1,9$  года (от 23 до 56 лет), соотношение мужчин и женщин 1:1,31, из них 56,6% женщин. По возрасту и полу исследуемые и контрольные группы были идентичны ( $p > 0,05$ ).

Для регистрации и анализа электроэнцефалограммы использовался аппаратно-программный комплекс "Нейрокартограф" (научно-медицинская фирма "МБН", Москва). Electroды располагали на поверхности головы по Международной системе "10—20%". Запись осуществляли в монополярном режиме, использовалось 16 каналов.

В процессе визуального просмотра записи выделяли участки с наименьшим количеством помех, протя-

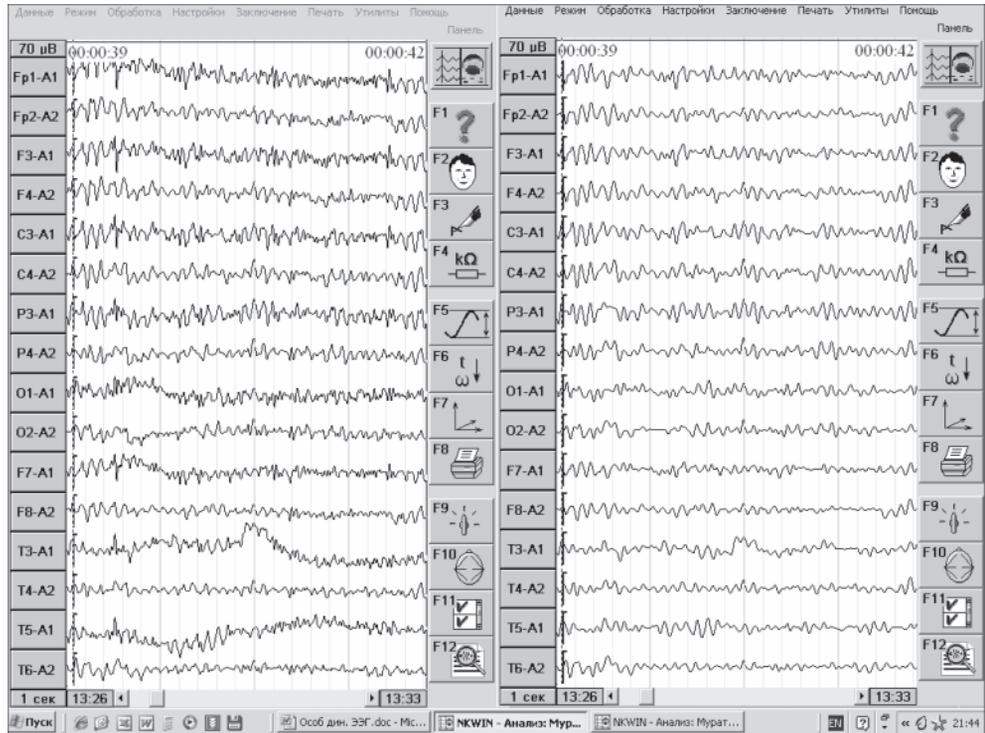


Рис. 1. Электроэнцефалограмма пациентки М. до и после проведения фильтрации.

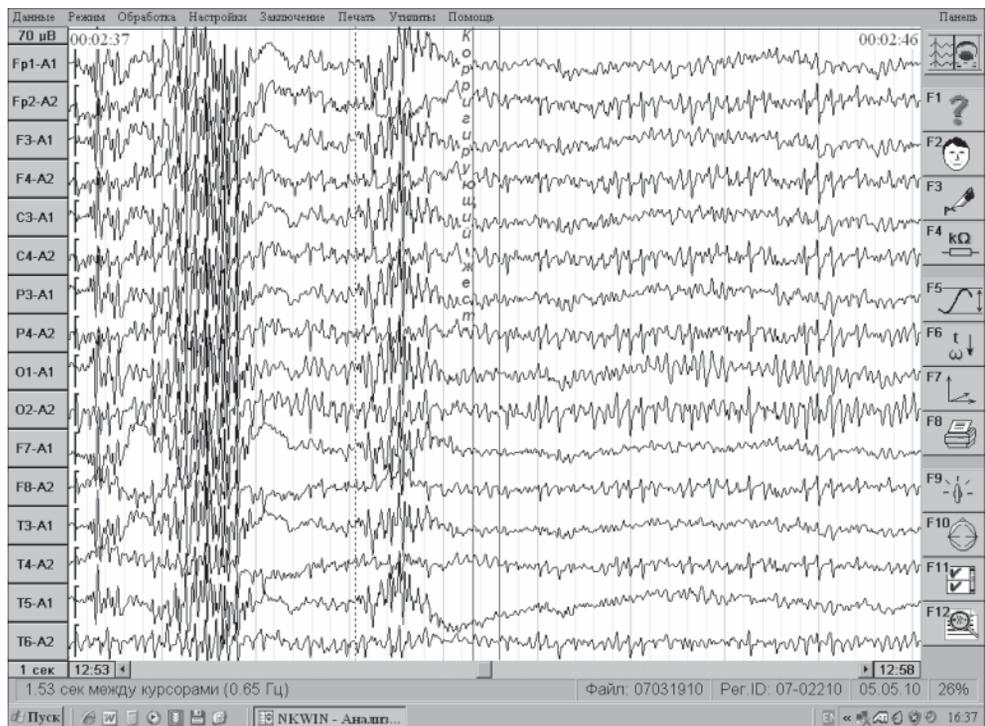


Рис. 2. Фоновая электроэнцефалограмма с КЖ у больной Г. При выполнении КЖ визуально наблюдаются уменьшение количества мышечных артефактов и увеличение альфа-активности.

женность выбранных фрагментов составляла 8—10 с, количество эпох при анализе количественных характеристик электроэнцефалограмм составляло 5—10, суммарная длительность выбранных эпох была не короче 35 с [4]. Выбранные эпохи подвергали компьютерной обработке с построением карт амплитуды и мощности основных ритмов электроэнцефалограммы. Оцени-

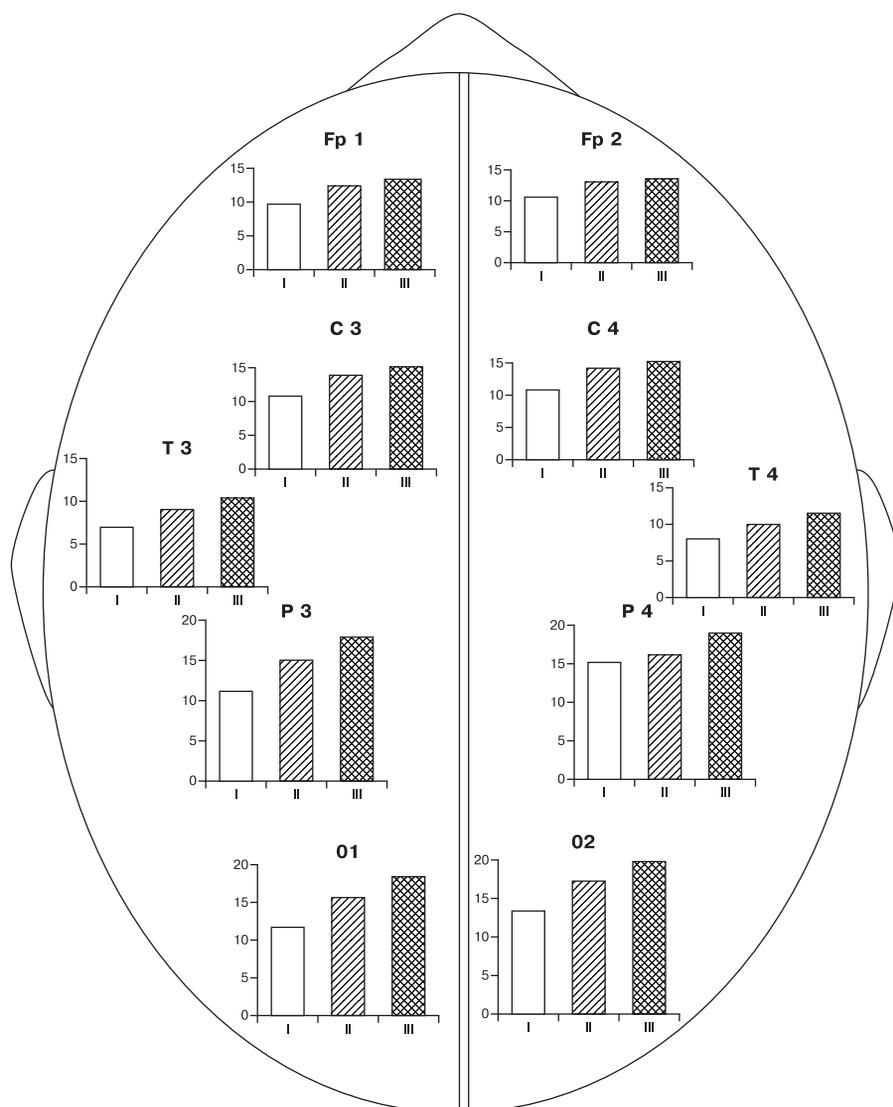


Рис. 3. Динамика амплитуды альфа-ритма (в мкВ) по основным каналам электроэнцефалограмм. I — фоновая запись; II — проведение КЖ; III — фоновая запись после лечения БТА.

вали динамику амплитуды и мощности альфа-ритма, частоту доминирующего ритма, средневзвешенную частоту в диапазоне альфа-ритма 8—13 Гц.

Выполнен анализ динамики показателей спектральной амплитуды и мощности альфа-ритма на фоновой ЭЭГ и во время выполнения КЖ, проведена сравнительная оценка электроэнцефалограмм покоя до лечения препаратами БТА и на фоне максимального улучшения через 4—6 нед после инъекции.

При анализе электроэнцефалограмм оценивали наличие феномена инверсии альфа-ритма. В норме альфа-ритм более высокой частоты регистрируется в затылочных отделах, более низкой частоты — в лобных отделах. При наличии патологии головного мозга происходит изменение частотно-пространственного распределения альфа-ритма. Феномен инверсии альфа-ритма характеризуется наличием альфа-ритма более высокой частоты в лобных отделах по сравнению с теменно-затылочными областями [2].

Статистическая обработка данных проводилась в программе StatPlus 2006, использовались методы

описательной статистики, достоверность парных различий показателей оценивали непараметрическими методами с применением критерия Уилкоксона и теста Манна—Уитни, для оценки динамики инверсии альфа-ритма был использован критерий Фишера и Колмагорова—Смирнова.

## Результаты

По данным спектрального анализа электроэнцефалограмм, в 1-й группе средняя амплитуда альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы составила  $10,0 \pm 0,6$  мкВ, частота доминирующего ритма —  $9,5 \pm 0,2$  Гц, средняя мощность —  $14,2 \pm 1,7$  мкВ<sup>2</sup>, средневзвешенная частота альфа-ритма —  $9,9 \pm 0,1$  Гц. При регистрации электроэнцефалограммы во время выполнения пациентом КЖ наблюдалось увеличение абсолютных показателей амплитуды альфа-ритма до  $12,6 \pm 0,7$  мкВ, мощности до  $23,2 \pm 2,2$  мкВ<sup>2</sup> ( $p < 0,001$  по критерию Уилкоксона), при сохранении частоты доминирующего альфа-ритма  $9,8 \pm 0,1$  ( $p > 0,01$ ).

Проанализированы характеристики альфа-ритма в контрольной группе. Средняя амплитуда альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы составила  $14,9 \pm 0,6$  мкВ, частота доминирующего ритма —  $10,6 \pm 0,1$  Гц, средняя мощность —  $33,5 \pm 2,8$  мкВ<sup>2</sup>, средневзвешенная частота альфа-ритма —  $10,4 \pm 0,2$  Гц. При сравнении результатов в контрольной группе с характеристиками альфа-ритма до начала лечения выявлено, что у больных СК амплитуда и мощность альфа-ритма ниже по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,001$ ). Статистически значимых различий по частоте доминирующего ритма и средней мощности не выявлено ( $p > 0,05$ ).

При сравнительном анализе электроэнцефалограммы с КЖ с фоновой электроэнцефалограммой были отмечены следующие особенности. При визуальном анализе электроэнцефалограммы у 26 (86,6%) человек при использовании КЖ наблюдалось значительное уменьшение количества мышечных артефактов. Пример такой динамики представлен на рис. 2.

При сравнительной оценке альфа-ритма фоновых электроэнцефалограмм до и после введения препарата БТА наблюдалось нарастание амплитуды до  $14,2 \pm 0,7$  мкВ, что составило 42%, и мощности альфа-ритма до  $30,2 \pm 2,9$  мкВ<sup>2</sup> — 112,6% ( $p < 0,001$ ). Статистически значимых изменений частоты доминирующего альфа-ритма не произошло, после лечения данный показатель составил  $9,9 \pm 2,1$  Гц ( $p > 0,05$ ). Динамика показателей амплитуды и мощности альфа-ритма по

10 каналам (F1, F2, C3, C4, T3, T4, P3, P4, O1, O2) у больных СК представлена на рис. 3, 4.

На пике действия БТА через  $34,1 \pm 2,3$  дня после инъекции амплитуда и мощность альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы пациентов со СК приближались к значениям аналогичных показателей в контрольной группе ( $p > 0,05$ ). Статистически значимых различий по частоте доминирующего ритма и средней мощности также не было выявлено ( $p > 0,05$ ).

При анализе показателей зонального распределения частоты альфа-ритма на фоновой электроэнцефалограмме у 25 (83,3%) больных СК был выявлен феномен инверсии альфа-ритма. Через 4—6 нед на фоне клинического улучшения после введения БТА инверсия альфа-ритма наблюдалась лишь у 9 (30%) человек ( $p < 0,001$  по критерию Фишера). Положительную динамику частотно-пространственного распределения альфа-ритма на фоне лечения демонстрируют рис. 5 и 6. На рис. 5 наблюдается альфа-ритм более высокой частоты в лобных и теменных областях по отношению к затылочной области. На рис. 6 представлено распределение альфа-ритма у той же пациентки после лечения, наблюдалась нормализация частотно-пространственного распределения альфа-ритма.

Анализ межполушарной асимметрии альфа-ритма у больных СК в затылочных отведениях показал незначительную асимметрию по амплитуде в среднем на  $16,7 \pm 5,9\%$ . Взаимосвязи между стороной асимметрии и направлением поворота головы не выявлено.

У больных 2-й группы средняя амплитуда альфа-ритма фоновой электроэнцефалограммы составила  $10,6 \pm 0,5$  мкВ с частотой доминирующего ритма  $9,6 \pm 0,1$  Гц, средней мощностью  $16,4 \pm 1,4$  мкВ<sup>2</sup>, средневзвешенной частотой альфа-ритма  $9,9 \pm 0,1$  Гц. При анализе электроэнцефалограммы с КЖ наблюдалось увеличение абсолютных показателей амплитуды альфа-ритма до  $13,2 \pm 0,7$  мкВ, мощности до  $27,4 \pm 2,6$  мкВ<sup>2</sup> ( $p < 0,001$  по критерию Уилкоксона). После введения БТА отмечалось возрастание амплитуды альфа-ритма до  $14,7 \pm 0,6$  мкВ (на 38,6%) и мощности альфа-ритма до  $32,2 \pm 2,6$  мкВ<sup>2</sup> (96,3%), где  $p < 0,001$ , показатель частоты доминирующего альфа-ритма не изменился —  $10,1 \pm 0,1$  Гц ( $p > 0,05$ ).

Анализ зонального распределения электроэнцефалограмм выявил инверсию альфа-ритма у 28 (80%) больных СК. При проведении анализа фоновой электроэнцефалограммы после введения БТА

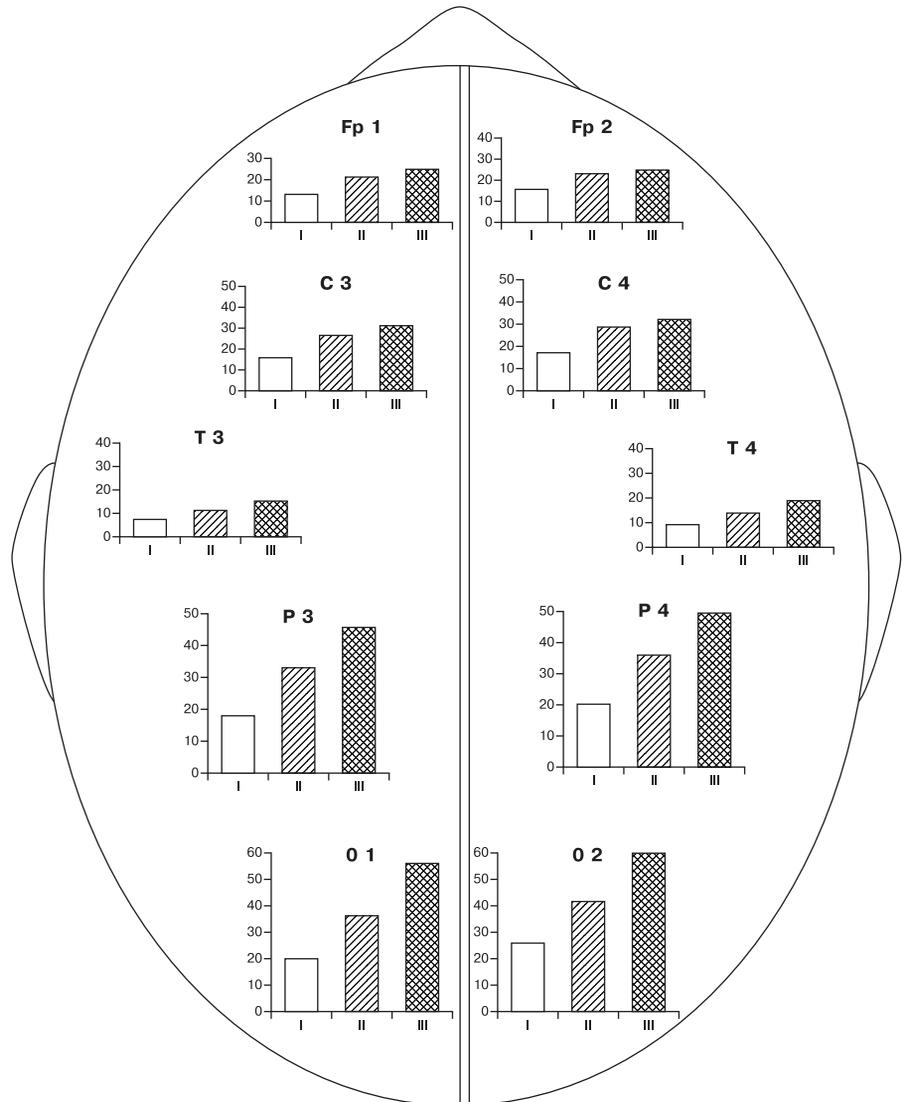


Рис. 4. Динамика мощности альфа-ритма (в мкВ<sup>2</sup>) по основным каналам электроэнцефалограмм. I — фоновая запись; II — проведение КЖ; III — фоновая запись после лечения БТА.

отмечено значительное снижение количества случаев инверсии альфа-ритма, данный феномен наблюдался у 12 (34,3%) пациентов.

Сравнение между собой показателей альфа-ритма двух групп пациентов с применением методов фильтрации и без таковых не выявило статистически значимых различий ( $p > 0,05$  по тесту Манна—Уитни с дополнительной проверкой гипотезы по критерию Колмагорова—Смирнова), таким образом, фактор искажения данных при фильтрации оказался маловероятным.

### Обсуждение

Визуальный анализ электроэнцефалограмм пациентов с различными формами гиперкинезов затруднен из-за множественных двигательных и мышечных артефактов, которые зачастую полностью маскируют действительные потенциалы головного мозга. По сравнению с визуальной интерпретацией показателей электроэнцефалограмм компьютерная обработка данных является более чувствительным и объективным методом, что позволяет снизить степень субъективно-

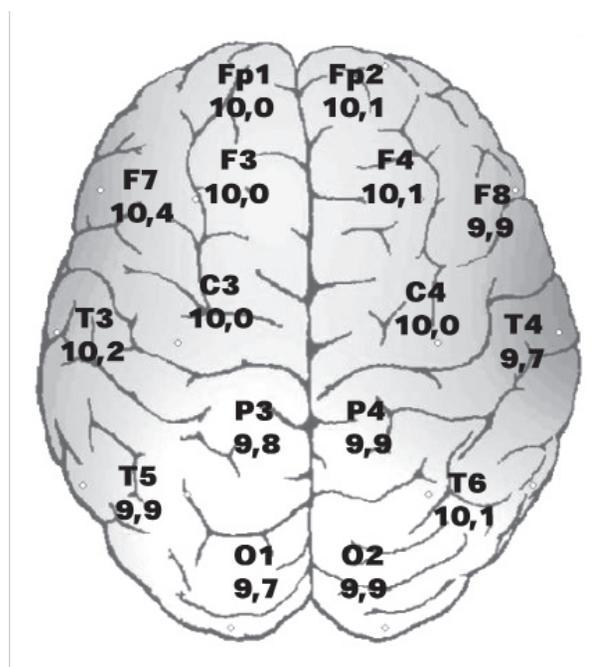


Рис. 5. Частотно-пространственное распределение альфа-ритма на фоновой электроэнцефалограмме до начала лечения у пациентки С. с наличием феномена инверсии.

Наблюдается альфа-ритм более высокой частоты в лобных и теменных областях по отношению к затылочной области.

сти при обработке электроэнцефалограмм, выявить тенденции перестройки корковой ритмики в процессе течения и/или лечения заболевания.

Одними из наиболее информативных количественных показателей функционального состояния центральной нервной системы являются спектральная амплитуда и мощность альфа-ритма. Анализ количественных спектральных показателей альфа-ритма электроэнцефалограмм больных СК выявил снижение амплитуды и мощности альфа-ритма по сравнению с аналогичными показателями контрольной группы здоровых лиц при сохранении частоты доминирующего ритма и средневзвешенной частоты.

При визуальном анализе картины электроэнцефалограмм во время записи с выполнением КЖ было отмечено у 86,6% больных уменьшение количества мышечных артефактов и как следствие повышение качества записи электроэнцефалограмм. Для спастической кривошеи характерно напряжение сосцевидно-ключичной, трапециевидной и ременных мышц шеи, в связи с чем пациент во время регистрации электроэнцефалограммы не может удерживать голову в срединном положении. В записи электроэнцефалограмм у больных СК во всех отведениях, и особенно в теменно-височных областях, фиксировались мышечные артефакты, искажавшие картину электроэнцефалограмм таким образом, что в некоторых случаях визуальный анализ был невозможен.

В нашем исследовании КЖ при записи электроэнцефалограмм был выполнен, прежде всего в рамках клинического опыта. Предполагалось, что при выполнении КЖ существенной перестройки нейрональной активности наблюдаться не может, а нормализация

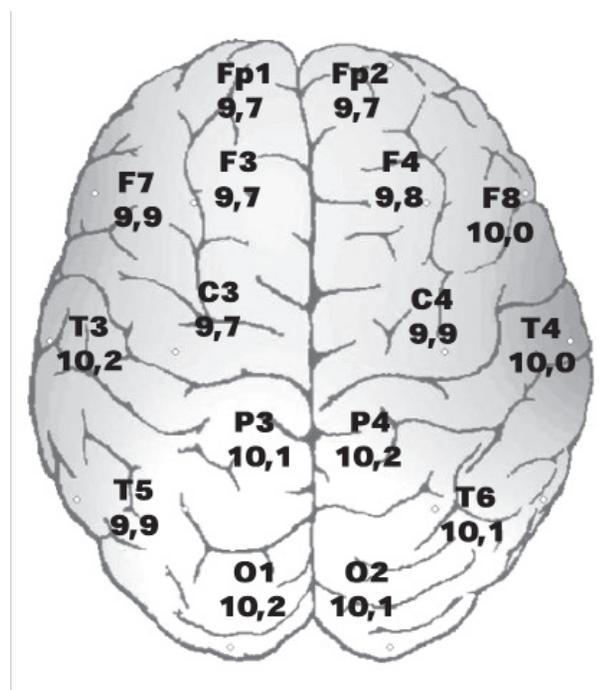


Рис. 6. Частотно-пространственное распределение альфа-ритма на фоновой электроэнцефалограмме после лечения у пациентки С.: феномен инверсии альфа-ритма отсутствует.

электроэнцефалограммы в данной ситуации объясняется временным выключением патологической мышечной активности. По нашему мнению, выявленная тенденция к возрастанию амплитуды и мощности альфа-ритма при записи электроэнцефалограммы во время выполнения пациентом КЖ связана с нормализацией тонуса мышц шеи и перераспределением тормозящих и активирующих влияний на биоэлектрическую активность коры головного мозга. После обработки полученных данных мы пришли к выводу, что регистрация электроэнцефалограмм с выполнением КЖ повышает точность диагностики. Применение КЖ при записи электроэнцефалограмм у пациентов со СК может быть использовано в практической работе врача функциональной диагностики.

На сегодняшний день локальные инъекции ботулотоксина являются наиболее эффективным и безопасным методом лечения больных СК. При внутримышечном или подкожном введении ботулотоксин вызывает нарушение нервно-мышечной передачи, обусловленное ингибированием транспорта ацетилхолина к пресинаптической мембране, с развитием пареза или паралича мышцы, чем устраняет или уменьшает проявления дистонии на 3—12 мес, после чего инъекцию приходится повторять. БТА является макромолекулой и при локальном введении в терапевтических дозах не проникает через гематоэнцефалический барьер [9, 15]. Однако в ряде экспериментальных исследований показано наличие у БТА центрального механизма действия за счет ретроградного аксонального транспорта, хотя таковые эффекты не расцениваются как клинически значимые [14, 17]. Проведение сравнительного анализа динамики

спектральных показателей альфа-ритма позволило уточнить особенности БАМ после введения БТА.

При сравнительной оценке показателей альфа-активности фоновых электроэнцефалограмм до и после введения препарата БТА в 1-й группе больных СК (без применения методов фильтрации) наблюдалось нарастание амплитуды альфа-ритма на 42% и мощности на 112,6%. Во 2-й группе (с применением методов фильтрации) наблюдалось возрастание амплитуды и мощности альфа-ритма на 38,6 и 96,3% соответственно. Характеристики альфа-ритма после лечения приближались к значениям в контрольной группе ( $p > 0,05$ ). При наличии положительной клинической динамики в виде уменьшения симптомов кривошеи мы наблюдали улучшение показателей электроэнцефалограмм. После лечения у большей части больных СК нормализовалось частотно-пространственное распределение альфа-ритма, в том числе уменьшилась частота патологического феномена инверсии альфа-ритма: если до лечения он был зарегистрирован у 83,3% больных СК, то через 4—6 нед на фоне клинического улучшения после введения БТА инверсия альфа-ритма наблюдалась всего у 30% пациентов.

При компьютерной обработке электроэнцефалограмм во 2-й группе больных с устойчивыми мышечными артефактами применялись методы фильтрации в диапазоне 1—18 Гц. Как и любой другой метод количественного анализа, фильтрация имеет свои достоинства и недостатки. Поскольку невозможно реализовать прямоугольную характеристику полосового фильтра, существует проблема искажения БАМ при применении данного метода [1, 3]. При сравнительном анализе показателей альфа-ритма в группах больных без фильтрации и с применением фильтрации выявлены аналогичные показатели и тенденции динамики альфа-ритма ( $p > 0,05$ ), следовательно, фильтрация в диапазоне 1—18 Гц оказывает минимальное влияние на характеристики альфа-ритма, поэтому она может применяться в практической нейрофизиологии при расшифровке электроэнцефалограмм больных со значительным количеством мышечных артефактов.

Таким образом, анализ количественных спектральных показателей альфа-ритма электроэнцефалограмм больных СК выявил тенденцию к возрастанию амплитуды с  $10,0 \pm 0,6$  до  $12,6 \pm 0,7$  мкВ и мощности альфа-ритма с  $14,2 \pm 1,7$  до  $23,2 \pm 2,2$  мкВ<sup>2</sup> во время записи с выполнением пациентом КЖ ( $p < 0,05$ ), что, вероятно, связано с нормализацией тонуса мышц шеи и перераспределением тормозящих и активирующих влияний на биоэлектрическую активность коры головного мозга. При сравнительной оценке показателей альфа-активности фоновых электроэнцефалограмм после введения препарата БТА также наблюдалось нарастание амплитуды до  $14,2 \pm 0,7$  мкВ и мощности до  $33,5 \pm 2,9$  мкВ<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ). Характеристики альфа-ритма после лечения приближались к таковым в контрольной группе ( $p > 0,05$ ).

При уменьшении симптомов СК на фоне лечения БТА наблюдалась положительная динамика показателей электроэнцефалограмм, что, возможно, объясняется снижением избыточной мышечной активности. По нашему мнению, БТА оказывает локальное воздей-

ствие и, очевидно, не влияет на состояние нейрональных систем головного мозга, которые можно было бы зарегистрировать с помощью чувствительных методов количественного анализа электроэнцефалограмм.

Во время регистрации электроэнцефалограмм с КЖ наблюдалось уменьшение количества мышечных артефактов и как следствие повышалось качество записи электроэнцефалограмм, что может быть использовано в практической работе врача функциональной диагностики для регистрации электроэнцефалограмм у пациентов с СК. При компьютерной обработке электроэнцефалограмм в группе больных с устойчивыми мышечными артефактами применимы методы фильтрации в диапазоне 1—18 Гц. При сравнительном анализе показателей альфа-ритма в группах больных без фильтрации и с применением фильтрации выявлены аналогичные показатели и тенденции динамики альфа-ритма, следовательно, фильтрация в диапазоне 1—18 Гц оказывает минимальное влияние на характеристики альфа-ритма и может применяться в практической нейрофизиологии при расшифровке электроэнцефалограмм больных со значительным количеством мышечных артефактов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гнездицкий В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности головного мозга). — М.: МЕДпресс-информ, 2004.
2. Докукина Т. В., Мисюк Н. Н., Гайдук Ф. М., Гелда А. П. Картирование ЭЭГ: Метод. рекомендации. — Минск: БГМУ, 2003.
3. Зенков Л. Р., Ронкин М. А. Функциональная диагностика нервных болезней (Руководство для врачей). — 3-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2004.
4. Иванов Л. Б. Прикладная компьютерная электроэнцефалография. — М.: НМФ "МБН", 2000.
5. Иллариошкин С. Н., Маркова Е. Д., Миклина Н. И. и др. Молекулярная генетика наследственных дистонических синдромов // Журн. неврол. и психиатр. — 2000. — № 8. — С. 60—66.
6. Кропотов Ю. Д. Современная диагностика и коррекция синдрома нарушения внимания (нейрометрика, электромагнитная томография и нейротерапия). — СПб.: Элби-СПб, 2005.
7. Мисюк Н. Н., Докукина Т. В. Картирование ЭЭГ в клинической практике. — Минск: Книгсбор, 2008.
8. Орлова О. Р. Фокальные дистонии: клиника, патогенез. Лечение с использованием токсина ботулизма: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — М., 2000.
9. Орлова О. Р., Яхно Н. Н. Применение Ботокса (БТА) в клинической практике: Руководство для врачей. — М.: Каталог, 2000.
10. Тимербаева С. Л. Ботулинический токсин типа А (диспорт) — новое слово в клинической нейрофармакологии // Фарматека. — 2007. — № 17. — С. 40—46.
11. Щерская О. Н. Спастическая кривошея: клинико-патологические, социальные аспекты: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — СПб., 1996.
12. Экстрапирамидные расстройства: Руководство по диагностике и лечению / Под ред. В. Н. Штока, И. А. Ивановой-Смоленской, О. С. Левина. — М.: МЕДпресс-информ, 2002.
13. Albanese A. Update on dystonia. Teaching course 1.2 // 10-th Congress of the European Federation of Neurological Societies. — Glasgow, 2006. — P. 1—17.
14. Brin M. F., Hallett M., Jankovic J. Scientific and Therapeutic Aspects of Botulinum Toxin. — New York: Wilkins, 2002.
15. Dressler D. Botulinum Toxin Therapy. — Stuttgart: Thieme-Verlag, 2000.
16. Eidelberg D., Moeller J., Antonini A. Functional brain networks in DYT1 dystonia // Ann. Neurol. — 1998. — Vol. 44. — P. 303—312.
17. Jankovic J. Treatment of cervical dystonia with botulinum toxin // Mov. Disord. — 2004. — Vol. 3, Supp. 8. — P. 109—115.
18. Obermann M., Yaldizli O., De Greiff A. et al. Morphometric changes of sensorimotor structures in focal dystonia // Mov. Disord. — 2007. — Vol. 6. — P. 1117—1123.