

Статья посвящена оценке результатов исследования электрической активности мозга (ЭЭГ) в до- и послеоперационном периодах у детей 7–13 лет с дефектом межжелудочковой перегородки. Операции выполнялись в условиях бесперфузионной углубленной (26–24°C) гипотермической защиты. Показано на материале ЭЭГ церебро-протекторное действие во время хирургических коррекций врожденных пороков сердца углубленной гипотермической защиты. Анализ ЭЭГ показывает, что электрогенез, структура паттерна и нейродинамические параметры системы регуляции мозговой ритмики достаточно сохранны после операции.

Электрическая активность головного мозга у кардиохирургических больных, оперированных в условиях углубленной гипотермической защиты

В.Г.Постнов, М.Х.Кадочникова, А.В.Шуныкин, В.Н.Ломиворотов

**Новосибирский научно-исследовательский институт патологии
кровообращения им. акад. Е.Н.Мешалкина**

Проблема изучения электрических процессов в головном мозге больных, перенесших кардиохирургическое вмешательство в условиях искусственной гипотермии и остановку сердца в условиях низких температур, имеет серьезное клиническое и научное значение.

По данным разных клиник, количество неврологических осложнений, развивающихся в послеоперационном периоде, колеблется от 5 до 60% всех оперируемых на открытом сердце. При этом выбор метода анестезии не дает полной гарантии отсутствия осложнений, и причины последних в ряде случаев остаются нераспознанными.

Современные зарубежные данные [16, 17] свидетельствуют, что у 2/3 больных, оперированных в условиях искусственного кровообращения (ИК), гипо- или нормотермии, развиваются нейропсихологические осложнения. При этом высказывается мысль, что разброс в частоте таких осложнений в основном зависит от тщательности исследования различными авторами [2, 5, 11, 14].

Частота изменения электрической активности мозга по результатам, приводимым Д.А.Гинзбург (1969), Rosomoff (1964), колеблется в пределах 15–30%. В половине случаев клинко-психологические и нейрофизиологические нарушения между собой коррелируют.

По данным клиники НИИПК, за последние 10 лет количество неврологических осложнений колебалось от 1,0 до 5,1% при использовании углубленной гипотермической защиты (УГЗ) (26–25°C) и до 10% после использования ИК в сочетании с гипотермической защитой до 27°C. В наших прежних исследованиях частота неврологических осложнений в зависимости от контингента больных колебалась следующим образом: у больных врожденными пороками сердца (ВПС) — от 2 до 5,1% и у больных приобретенными пороками сердца (ППС) — до 20%. При этом было показано, что важнейшим фактором, определяющим развитие неврологических осложнений, являлась неэффективная гемодинамика [5, 6, 8, 11, 12].

В ряде работ [5, 11, 14] было выявлено более 10 «типов» изменений ЭЭГ в процессе охлаждения организма, которые существенно различаются между собой даже при одинаковых уровнях глубины гипотермии. Л.А.Сумбатов [14] подчеркивает, что при постепенном развитии гипотермии ни на одном этапе не должно иметь место в ЭЭГ только Θ - или Δ -активности, так же как и одной α - или β -активности. Данные ЭЭГ должны отражать более или менее «смешанную» активность, и гипотермическое угнетение активности должно выражаться в постепенном и равномерном убывании количества волн и уменьшении их амплитуды по всем диапа-

зонам, если нет тяжелых повреждений головного мозга. Все выше сказанное, по нашим результатам, близко соотносится и с изменениями на ЭЭГ в послеоперационном периоде [5].

В эти же годы было показано, что при относительно невысоком проценте осложнений нарушения электрогенеза головного мозга в послеоперационном периоде отмечались в среднем у 15% больных. Эти изменения тесно коррелируют с транзиторными отклонениями в сфере высших психических функций преимущественно в раннем послеоперационном периоде. Малая специфичность этих изменений не позволяет с уверенностью говорить, какая из причин более вероятна — компоненты общей анестезии, низкая температура, длительность окклюзии или изменения общей и церебральной гемодинамики после коррекции порока сердца.

Изучение изменений электроэнцефалографии (ЭЭГ) и изменений тонких механизмов мозгового электрогенеза, особенно в условиях функциональных нагрузок, позволяют конкретно судить об интегративных мозговых механизмах в условиях низких температур и временной остановки кровообращения. Сравнительные исследования ЭЭГ в до- и послеоперационном периоде, в первую очередь особенности мозговой ритмики и ее восстановления — один из методических подходов в решении вышеизложенных проблем.

Исследования на эту тему носят разрозненный и слабо систематизированный характер, а трактовка полученных результатов не всегда достаточно глубока. Поэтому представляется важным сделать сравнительное описание ЭЭГ в до- и послеоперационном периодах у кардиохирургических больных. Оценка зрелости корковых и стволовых структур методом ЭЭГ является ценным дополнительным критерием клинической и нейрофизиологической характеристики оперированных пациентов, особенно в детском возрасте.

Возрастные особенности ЭЭГ у больных с ВПС изучены слабо. Выявление степени соответствия возрасту уровня зрелости электрической активности и оценка состояния регуляторных мозговых систем являются важными, так как у детей с ВПС отклонения в неврологическом статусе встречаются более чем в 25%. Это обусловлено нарушениями общей гемодинамики, а также ее перестройкой в послеоперационном периоде. В таких условиях нарушения ЭЭГ закономерны и требуют своего изучения.

Объективная оценка функционального состояния головного мозга может служить диагностическим критерием сохранности центральной нервной системы (ЦНС) от гипоксического повреждения в условиях остановки сердечной деятельности при низких температурах. Такая оценка необходима, в том числе, для объективизации и графического документирования изменения электрогенеза головного мозга в послеоперационном периоде.

В связи с вышеизложенным мы поставили цель — исследовать методом ЭЭГ особенности функционального состояния головного мозга, в том числе регуляторных стволовых структур в динамике у детей, страдающих ВПС бледного типа в до- и послеоперационном периодах, перенесших коррекцию порока в условиях УТЗ (26–25°C).

Материал и методы

Запись ЭЭГ осуществлялась монополярно с референтным ушным электродом и биполярно в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами с применением дополнительных проб; локализация электродов осуществлялась по международной системе «10–20».

Исследования проводились до операции, на 7–8-й день после операции, на 14–15-й день, а у некоторых пациентов и на 20–21-й день. Визуальный анализ проводился методом выделения структурных единиц ЭЭГ, характеризующих функциональное состояние мозга в целом и его отдельных систем, а также устанавливались количественные критерии амплитудно-частотных измерений и пространственно-временной организации электрических колебаний мозга при сопоставлении их на этапах исследования. Учитывались возрастные особенности ЭЭГ у детей в исследуемой группе.

На первом этапе (до операции) сделана попытка не только описать мозговую электрическую активность, но и сформировать ЭЭГ-синдром относительной функциональной зрелости головного мозга [7]. Основным критерием для такого разделения является характеристика α -ритма в покое, его регулярность, степень организации, отклонение этих параметров.

Вторым важнейшим критерием является оценка функционального состояния регуляторных стволовых структур. К факту вовлечения стволовых структур (без дифференциации уровня) мы отнесли билатерально-синхронную активность, которая регистрировалась уже в фоне либо появлялась при функциональных нагрузках. У детей определялись наиболее значительно измененные интегральные характеристики электрической активности при отсутствии грубого неврологического дефицита.

Было обследовано 10 детей в возрасте 8–13 лет, оперированных по поводу дефекта межжелудочковой перегородки в условиях УТЗ; продолжительность выключения сердца из кровообращения составила от 24 до 40 мин. У одного ребенка врожденный порок сердца сочетался с эпилепсией с редкими генерализованными приступами.

Результаты

По данным дооперационной ЭЭГ были выявлены три основных варианта ЭЭГ-паттернов. У семи больных электрическая активность расценивалась как легко нарушенная (первый вариант).

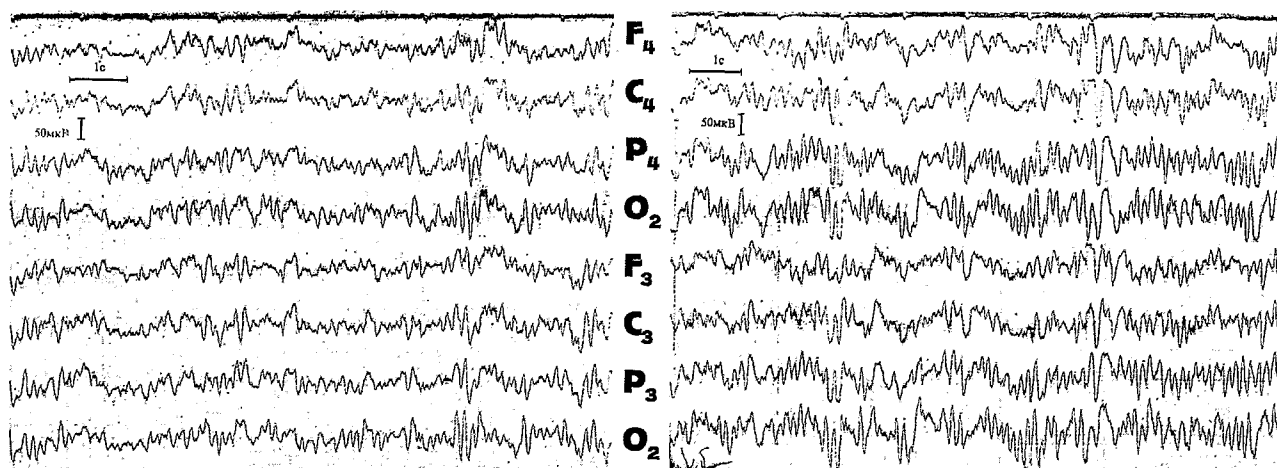


Рис. 1. Динамика ЭЭГ у больной Т. (13 лет, ДМЖП) до и после коррекции порока

В рассматриваемых кривых доминировал регулярный, правильно сформированный α -ритм в возрастном частотном диапазоне 8–12 Гц, с амплитудой от 70 до 120 μ V. Диффузно регистрировалась медленноволновая активность низкого индекса при невысоком амплитудном уровне — не более 25 μ V. Островолновая активность зарегистрирована в небольшом количестве диффузно. Этот вариант соответствует норме или ЭЭГ с легкими общемозговыми нарушениями.

Локальные нарушения в виде очагов патологической активности и межполушарной асимметрии (МПА) у этой группы больных отсутствовали (рис. 1).

Выделенный нами второй вариант ЭЭГ-изменений присутствовал у двух больных и характеризовался более интенсивной медленноволновой и островолновой активностью. Присутствовали элементы полиритмии (табл.1, рис. 2).

Больные, имевшие в дооперационном периоде первый и второй варианты ЭЭГ-паттерна, в основном однотипно реагировали на функциональную нагрузку с гипервентиляцией, что выражалось в умеренной интенсификации медленноволнового частотного диапазона (преимущественно за счет Θ -и Δ -спектра); незначительно нарастала островол-

новая активность; патологические феномены в виде очага патологической активности, судорожной готовности на высоте гипервентиляционного теста спровоцированы не были. Второй вариант соответствует умеренным изменениям ЭЭГ.

Признаки дисфункции срединных регуляторных систем не были зарегистрированы в фоне и после гипервентиляции в рассматриваемых группах (табл. 2).

Только у одной больной на дооперационном этапе (в анамнезе эпилепсия) электрическая активность расценивалась как значительно нарушенная с высоким индексом медленных частот (от 3 до 5 Гц), высоким индексом нечетко локализованной эпилептиформной активности со значительной интенсификацией в ходе гипервентиляционной нагрузочной пробы. До операции у этого ребенка на ЭЭГ регистрировалась судорожная готовность. При повторном исследовании на 7–10 сутки после операции электрическая активность, отнесенная нами к первому варианту, претерпела умеренные изменения. Общемозговые нарушения усугубились до степени умеренных (исходно они классифицировались как легкие); снизилась исходная частота (α -ритма в пределах диапазона 8–9 Гц); умеренно усилилась полиритмия с нарастанием индекса мед-

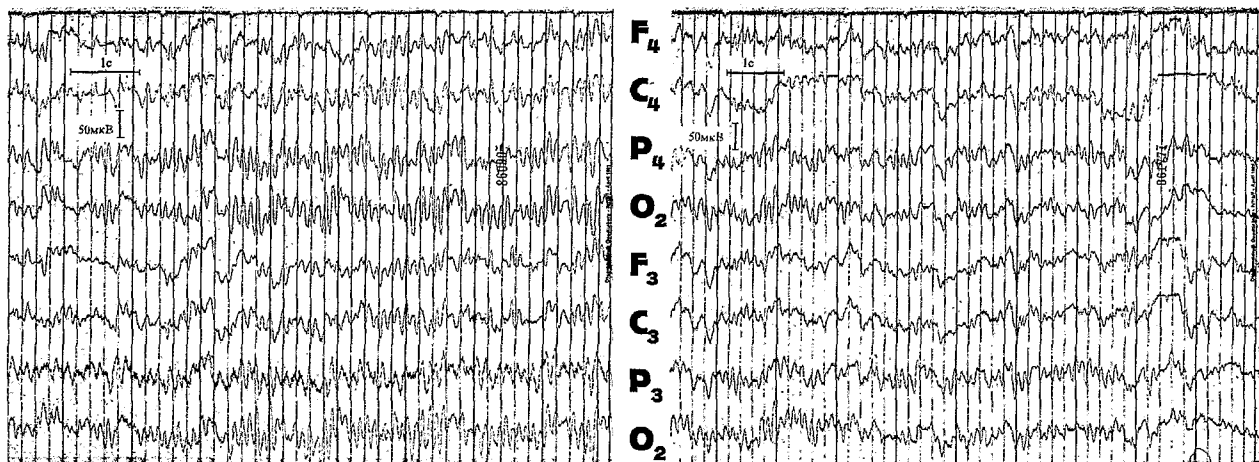


Рис. 2. Динамика ЭЭГ у больной Г. (9 лет, ДМЖП) до и после коррекции порока

Таблица 1

**Сравнительная характеристика вариантов электрической активности мозга
в до- и послеоперационном периоде**

Оценка электрической активности	Варианты ЭЭГ					
	Первый		Второй		Третий	
	до опера- ции	после операции	до опера- ции	после операции	до опера- ции	после операции
В пределах вариации нормы	1					
Легкие общемозговые нарушения	6	5	1			
Умеренные нарушения		2	1	2		
Значительные нарушения					1	1

ленных частот преимущественно Θ -диапазона.

У одного ребенка отмечено появление билатерально-синхронных разрядов, свидетельствующих о преходящей дисфункции в работе регуляторных систем мозгового ствола.

На этапе исследования 14–15 суток после операции произошло полное восстановление фоновой ритмики у больных, имеющих первый вариант ЭЭГ-паттерна.

При исходном втором варианте ЭЭГ-изменения наблюдались преимущественно за счет нарастания изменений доминирующего α -ритма, сопутствующие нарушения ритмики («острые волны», полиморфные комплексы, асинхронная полиритмия и др.) подверглись минимальной динамике. Вместе с тем на высоте гипервентиляционного теста наблюдалась более интенсивная, по сравнению с фоном, низкочастотная активность и более высо-

кая амплитуда доминирующего α -ритма.

У больной, страдающей эпилепсией, на этом этапе исследования зарегистрированы нарушения эпилептического характера и судорожная готовность без значительного повышения степени ее выраженности.

Обсуждение

Проблема динамического наблюдения за характером изменений мозговой электрической активности в до- и послеоперационном периодах у больных, оперированных по поводу ВПС, имеет историю более 40 лет. Это не удивительно, так как ЭЭГ-динамика объективизирует состояние нейродинамических процессов в головном мозге, а также выявляет наличие патологической активности.

Таблица 2

**ЭЭГ-признаки, характеризующие дисфункцию стволовых структур
в до- и послеоперационном периоде**

Оценка электрической активности	Варианты ЭЭГ					
	Первый		Второй		Третий	
	до опера- ции	после операции	до опера- ции	после операции	до опера- ции	после операции
Отсутствие билатерально- синхронных разрядов	6					
Группы волн и диапазонов	2	5				
Группы колебаний		2				
Разряды полиморфной структуры		1	1			
Пароксизмальная активность диапазона				1		
Пароксизмальная активность эпилептиформного генеза					1	1

Данные разных авторов противоречивы. Ранние результаты [3, 11, 14, 18] фиксировали выраженные изменения электрогенеза по органическому типу, возникавшие после операции в условиях поверхностной гипотермической защиты (30–28°C), и фактически подтверждали почти неизбежно возникающие при повторных методах защиты изменения в мозговых структурах. В частности, абсолютный процент измененного электрогенеза оказался незначительным, а грубые органические изменения электрической активности выявлены только у пациентов с отягощенным дооперационным анамнезом. Вероятно, температурный режим 26–25°C на основном этапе операции не только защищает мозг от органических изменений, но и в значительной степени сохраняет интактными нейродинамические свойства нервной ткани. На это указывают сохранение кортико-стволовых взаимоотношений, а также достаточная чувствительность и адекватность ответа мозговых структур при функциональных нагрузках.

Мы не склонны ожидать идеальный мозговой электрогенез у детей с ВПС. Это видно из представленных до- и послеоперационных результатов. Гораздо важнее, что абсолютные различия показате-

лей в до- и послеоперационных периодах оказываются умеренно выраженными по: 1) частотно-амплитудным характеристикам; 2) структурной организации ЭЭГ-паттерна.

До настоящего времени остаются неясными три момента: 1) индивидуальные различия мозгового электрогенеза в зависимости от длительности окклюзии; 2) межполушарные и корково-подкорковые взаимоотношения; 3) сроки и закономерности восстановления мозгового электрогенеза в отдаленном послеоперационном периоде.

Выводы

1. Углубленная гипотермическая защита (26–25°C) оказывает мощное церебро-протекторное действие во время хирургических коррекций врожденных пороков сердца.

2. Визуальный и амплитудно-частотный анализ электроэнцефалограммы показывает, что существенных нарушений в мозговом электрогенезе не происходит и сохраняется достаточно стабильная структура паттерна, а также существенно не нарушаются нейродинамические параметры системы регуляции мозговой ритмики.

Литература

1. Веденеева Л.С., Сороко С.И. Особенности статистической структуры взаимодействия основных компонентов ЭЭГ у детей школьного возраста // Физиология человека. 1998. Т.24. №1. С.5–15.
2. Гинько В.Е., Киселев В.О. // Тез. докл. Сибирского симпозиума по электростимуляции и хирургическому лечению аритмий и сердечной недостаточности. Томск, 1996. С.130.
3. Гомби Р., Михайлович В.А. // Современная медицина. 1966. №10.
4. Жирмуская Е.А., Лосев В.С. Системы описания и классификация электроэнцефалограмм человека. М., 1984.
5. Литасова Е.Е., Ломиворотов В.Н., Постнов В.Г. Бесперфузионная углубленная гипотермическая защита. Новосибирск, 1988.
6. Литасова Е.Е., Ломиворотов В.Н. Антигипоксическая защита мозга при кардиохирургических вмешательствах в условиях бесперфузионной гипотермии // Современные технологии хирургической коррекции пороков сердца с учетом их естественного развития. Новосибирск, 1995. С.104–105.
7. Лукашевич И.П., Магинская Р.И. // Физиология человека. 1996. Т.22. №1. С.63–68.
8. Мурский Л.И. Краниocereбральная гипотермия. М., 1975.
9. Пермяков И.К., Хугуа А.В. Постреанимационная энцефалопатия. М., 1986.
10. Прайор П.Ф. Электроэнцефалограмма при острой аноксии мозга. М., 1979.
11. Постнов В.Г. Состояние ЦНС после коррекций врожденных пороков сердца в условиях гипотермии: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1988.
12. Семченко В.В. Фундаментальные и прикладные аспекты гипоксических повреждений мозга // Бюл. СО РАМН. Л., 1997. С.83–87.
13. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л.: Наука, 1990. 177 с.
14. Сумбатов Л.А. Искусственная гипотермия. М.: Медицина, 1985. 85с.
15. Фарбер Д.А., Вильдавский В.Ю. Гетерохронность и возрастная динамика α -ритма ЭЭГ // Физиология человека. 1996. Т.22. №5. С.5.
16. Hicks R.G., Poole J.N. Electroencephalographic Changes with Hypothermia and Cardiopulmonary Bypass in Children // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1981. V.81. N5. P.781–786.
17. Fukukac J., Cwomaga J., Kato Sh., Sacaguchi Sh., et al. Electroencephalogram on Hypothermia Circulatory Arrest // Jap. Circulat. 1996. V.3. N7. P.821–828.