

## ОСОБЕННОСТИ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ С ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

Д-р мед. наук Л. М. ТАНЦУРА, В. Н. ПЕТРЕНКО

*КНП ХОР «Харьковская городская детская больница № 5», Украина*

**Проанализированы особенности церебральной гемодинамики и биоэлектрической активности головного мозга у детей с черепно-мозговой травмой разной степени тяжести. Их нарушение у детей с ушибом головного мозга средней и тяжелой степени и наличием очагов контузий отмечалось увеличением линейной скорости кровотока. Уменьшение линейной скорости кровотока по средней мозговой артерии регистрировалось у пациентов с ушибом головного мозга средней и тяжелой степени и наличием субдурального, субарахноидального и эпидурального кровоизлияния. Признаки диффузных изменений биоэлектрической активности головного мозга были представлены значительным увеличением амплитуды  $\alpha$ -ритма у пострадавших с травмой средней и тяжелой степени тяжести по сравнению с легкой.**

*Ключевые слова:* дети, черепно-мозговая травма, электроэнцефалография, транскраниальная доплерография, пароксизмальная активность.

Черепно-мозговой травматизм — одна из важнейших проблем отечественного здравоохранения. Это объясняется его широкой распространенностью (частота встречаемости в среднем составляет 3–4 случая на 1000 населения) [1]. Ежегодно в Украине 100–200 тыс. человек получают черепно-мозговые травмы (ЧМТ), из них 11,5–13,5 тыс. составляют дети.

Травма головного мозга является также серьезной медико-социальной проблемой. Высокий показатель данного вида травматизма характеризуется поражением преимущественно детей, лиц среднего и пожилого возраста. Отмечаются летальность и инвалидизация пострадавших [2].

ЧМТ занимает лидирующее положение среди всех травм в детском возрасте. Это одна из основных причин возникновения тяжелых неврологических и психических расстройств, требующих длительного лечения и реабилитации [3]. ЧМТ у детей приводит к ряду травматических повреждений кожи головы, черепа и головного мозга, которые сопоставимы с таковыми у взрослых, но отличаются как патофизиологией, так и лечением. Различия связаны с возрастными структурными изменениями, механизмом травм. В клиническом проявлении ЧМТ у детей в отличие от взрослых имеет ряд особенностей: незавершенность процесса окостенения черепа, незрелость мозговой ткани, лабильность сосудистой системы. Наиболее выраженные отличия в клинической картине проявляются у пострадавших в раннем и младшем возрасте. Скальп высоко васкуляризирован и является потенциальной причиной смертельной кровопотери. Даже небольшая потеря объема крови может привести к геморрагическому шоку у новорожденного, младенца и малыша, который может возникнуть

без явного внешнего кровотечения. Преобладание общемозговых симптомов над очаговыми у детей этого возраста часто приводит к диагностическим трудностям и ошибкам при оценке тяжести травмы, сопутствующих осложнений [5].

Неврологический синдромокомплекс у пациентов, перенесших ЧМТ, очень разнообразен: синдром вегетативной дистонии, который встречается у 60% пострадавших; вестибулярный синдром и нарушения ликворного оттока (чаще всего проявляются внутричерепной гипертензией) — у 30–50%; посттравматическая эпилепсия — до 12%; церебрально-очаговые синдромы выступают на первый план у 60% обследуемых. Чаще наблюдаются пирамидные, двигательные и координаторные нарушения [5].

Многогранность проблемы ЧМТ у детей обуславливает исключительную важность как практической, так и теоретической разработки и внедрения методов исследования, наблюдения и лечения травматической болезни головного мозга [6].

Объективная оценка ликвородинамики и активности регуляторных процессов в системе циркуляторного метаболического обеспечения деятельности головного мозга весьма важна для понимания причин церебральной недостаточности. Для достижения этой цели наиболее приемлемым методом является транскраниальная доплерография (ТКДГ) — неинвазивный ультразвуковой метод исследования, позволяющий измерить скорость кровотока и определить его направление в крупных внутренних сосудах [7].

Электроэнцефалография (ЭЭГ) — метод изучения биоэлектрической активности головного мозга, основанный на регистрации его электрических потенциалов. До настоящего времени ЭЭГ

является важным неинвазивным методом исследования церебральных функций [8].

Цель данной работы — исследовать состояние церебральной гемодинамики и изучить электроэнцефалографические характеристики у детей с закрытой ЧМТ (ЗЧМТ) в разных возрастных группах.

Обследовано 114 детей, перенесших ЗЧМТ, которые находились на лечении в неврологическом отделении городской детской больницы № 5 г. Харькова. Среди них было 88 (77,19%) мальчиков и 26 (22,80%) девочек в возрасте от 3 до 17 лет. Средний возраст детей в группах составлял  $13,5 \pm 4,5$  года.

Обследование пациентов проводилось спустя  $6,1 \pm 0,8$  мес после перенесенной ЗЧМТ, распределение на группы — в зависимости от клинических форм травмы:

I — сотрясение головного мозга у 60 (52,63%) детей, средний возраст которых составил  $14,6 \pm 2,5$  года;

II — ушиб головного мозга средней степени тяжести у 25 (21,92%) детей, средний возраст которых составил  $13,5 \pm 4,5$  года;

III — ушиб головного мозга тяжелой степени у 29 (25,43%) детей, средний возраст которых составил  $14,5 \pm 3,5$  года.

Определение церебральной гемодинамики осуществлялось ТКДГ с помощью прибора-анализатора ультразвуковых доплеровских сигналов кровотока «Сономед-300» («Спектрмед», РФ). По данным ТКДГ оценивались параметры: систолическая, диастолическая и средняя скорости кровотока (см/с); максимальная систолическая частота (МСЧ); конечная диастолическая частота (КДЧ); индекс циркуляторного (периферического) сопротивления (RI) и индекс пульсации сосудов (PI). Данные параметры отражают характер кровотока и состояние стенки сосуда в определенной части сосудистого русла. RI высокоинформативен при оценке состояния проходимости артерии выше места локации, PI отображает непрерывность и сопротивление потока крови.

Функциональное состояние головного мозга у детей с перенесенной ЗЧМТ оценивалось по данным ЭЭГ с помощью прибора BRAINTEST-16 (ТОВ НВП «ДХ-системы»).

ЭЭГ проводилась по стандартной методике, данные оценивались визуально в соответствии с международными стандартами согласно Рекомендациям Международной федерации обществ электроэнцефалографии и клинической нейрофизиологии.

При оценке результатов ЭЭГ учитывались такие показатели:

- 1) выраженность диффузных изменений биоэлектрической активности головного мозга;
- 2) снижение общего уровня биопотенциалов головного мозга;
- 3) дезорганизация ритма;
- 4) пароксизмальная активность;
- 5) дисфункция срединных структур мозга.

Представление нормальной зрелой биоэлектрической активности для рассмотрения ЭЭГ-семиологии обусловлено несколькими факторами: частотными диапазонами, ритмами, волновыми формами, реактивностью ЭЭГ, изменениями ее в связи с различными физиологическими и патологическими процессами.

Весь спектр частот разделен на следующие диапазоны: дельта — менее 3,5 Гц (0,1–3,5 Гц); тета — 4,0–7,5 Гц; альфа — 8,0–13,0 Гц; бета — 13,0–30,0 Гц; гамма — более 30,0 Гц. Амплитуда бывает низкой, средней, высокой.

Учащение доминирующего ритма от 6 до 10 Гц происходит с возрастом, что связано с совершенствованием нейронального аппарата коры и является одним из ведущих показателей морфофункционального созревания мозга. Доминирующим на ЭЭГ после 8 лет становится  $\alpha$ -ритм. Амплитуда  $\alpha$ -ритма от рождения возрастает, достигая максимума в 6–9 лет, затем постепенно падает. Колебания типа  $\beta$ -ритма, накладывающиеся на более медленные ритмы, не превышают по амплитуде 10–20 мкВ, встречаются у детей различного возраста, формируются к 8–10 годам в лобных отведениях. Медленноволновая активность с частотой 2–4 с, с амплитудой 250–500 мкВ в 10-летнем возрасте отмечается как пик выраженности, затем происходит ее снижение вплоть до резкого падения к 15-летнему возрасту, когда она изредка наблюдается в виде единичных колебаний. Медленные ритмы каудальных областей мозга SPR проявляются в возрастной динамике с максимумом в 7–8 лет [9].

Исследование электрической активности головного мозга с учетом возрастных особенностей позволяет выявить генерализованное и локальное поражение головного мозга.

Были проанализированы результаты ТКДГ у детей с ЗЧМТ. В зависимости от возраста детей такие количественные параметры, как МСЧ, КДЧ, RI, PI существенно не менялись. PI для церебральных артерий равен 1,2–2,5, а RI — 0,52–0,57 [10]. Результаты, полученные в ходе ТКДГ, свидетельствуют о том, что средние значения линейной скорости кровотока при травматических расстройствах достоверно не отличаются от нормальных значений. Показатели мозговой гемодинамики по сосудам каротидного бассейна у 11 (10%) детей существенно не отличались от нормы. У 20 (18,18%) обследованных эти показатели превышали нормальные, у 27 (24,54%) — были ниже. У 31 (27,19%) пациента определялись изменения кровотока во внутренней сонной артерии, у 25 (22,72%) — в вертебробазиллярном бассейне.

Наиболее выраженные изменения отмечались в значениях линейной скорости кровотока по средней мозговой артерии. При анализе спектрограмм у 91 (79,82%) пострадавшего выявлен дистонический тип кровотока в церебральных артериях, у 10 (8,77%) — гипертонический, у 13 (11,40%) — гипотонический.

Таблица 1

**Характеристика ритмов электроэнцефалограммы  
у детей с закрытой черепно-мозговой травмой разной степени тяжести**

Группа наблюдения	α-ритм				Амплитуда α-ритма					
	регулярный		нерегулярный		нормальная		снижена		увеличена	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
I, n = 60	60	100,0	—	—	32	53,3	12	20,0	16	26,7
II, n = 21	21	100,0	—	—	6	28,6	3	14,3	12	57,1
III, n = 28	24	85,7	4	14,3	5	17,9	3	10,7	20	71,4
Всего	105	96,3	4	3,7	43	39,4	18	16,5	48	44,0
Статистическая значимость различий	$V_{Kr} = 0,332, p = 0,002$				$V_{Kr} = 0,285, p = 0,001$					

Следует отметить, что у детей с ушибом головного мозга средней и тяжелой степени и наличием очагов контузий отмечалось увеличение линейной скорости кровотока по средним мозговым артериям с дефицитом кровотока 10–17% на фоне повышения тонуса церебральных артерий и повышения RI до 0,78–0,80.

Второй вариант нарушения церебральной гемодинамики — уменьшение линейной скорости кровотока по средней мозговой артерии зарегистрирован с дефицитом кровотока от 5 до 50%. Умеренный дефицит кровотока (5–25%) отмечен у детей с ушибом головного мозга средней и тяжелой степени и наличием субдурального, субарахноидального и эпидурального кровоизлияния.

Состояние биоэлектрической активности головного мозга оценивались при помощи ЭЭГ.

Данные были обработаны статистически. Проводился анализ с помощью сопряженных таблиц с использованием критерия  $\chi^2$  ( $V_{Kr}$ ) ( $V$  Крамера при превышении допустимого количества ожидаемых величин меньше 5). Данные были подготовлены в пакете MS Excel, дальнейшую ста-

тистическую обработку проводили в пакете IBM Statistic SPSS 20.0

При проведении ЭЭГ регулярный α-ритм регистрировался во всех группах наблюдения — у 105 (96,3%) больных. Нерегулярный α-ритм наблюдали только у 4 (14,3%) детей в III группе (с субарахноидальным кровоизлиянием). Различия в частоте встречаемости этой патологии между группами статистически значимо ( $V_{Kr} = 0,332, p = 0,002$ ).

По данным исследования, θ-ритм наблюдали только у 5 детей в возрасте до четырех лет. Естественно, параметров α-ритма у них не регистрировали. Высокоамплитудные θ-волны в данной группе не отмечались.

Признаки диффузных изменений биоэлектрической активности головного мозга были представлены нарушением амплитуды α-ритма. В I группе у 12 (20,0%) детей отмечалось снижение, а у 16 (26,7%) — увеличение амплитуды α-ритма. Во II группе значительно возрастает доля пациентов с увеличенной амплитудой α-ритма — 12 (57,1%), в III группе она отмечается у 20 (71,4%) обследованных. Распределение параметров

Таблица 2

**Характеристика изменения  
электроэнцефалограммы у пациентов  
с закрытой черепно-мозговой травмой**

Группа наблюдения	Дисфункция срединных структур					
	легкая		средняя		выраженная	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
I, n = 60	41	68,3	19	31,7	—	—
II, n = 21	8	38,1	9	42,9	4	19,0
III, n = 28	3	10,7	20	71,4	5	17,9
Всего	52	47,7	48	44,0	9	8,3
Статистическая значимость различий	$V_{Kr} = 0,381, p = 0,001$					

Таблица 3

**Пароксизмальная активность по данным  
электроэнцефалограммы у пациентов  
с закрытой черепно-мозговой травмой**

Группа наблюдения	Пароксизмальная активность					
	не отмечалась		генерализованная		фокальная	
	абс. ч.	%	абс. ч.	%	абс. ч.	%
I, n = 60	59	98,3	1	1,7	—	—
II, n = 21	15	71,4	6	28,6	—	—
III, n = 28	19	67,9	4	14,3	5	17,9
Всего	93	85,3	11	10,1	5	4,6
Статистическая значимость различий	$V_{Kr} = 0,364, p = 0,001$					

амплитуды  $\alpha$ -ритма между группами статистически значимое ( $V_{Kr} = 0,285, p = 0,001$ ).

У больных I группы отмечается легкая (41 (68,3%)) и средняя (19 (31,7%)) дисфункция срединных структур (ДСС); во II — у 4 (19,0%) детей наблюдается выраженная дисфункция срединных структур; в III — у 5 (17,9%) пострадавших установлена выраженная дисфункция срединных структур. Распределение выраженности нарушений в виде дисфункции срединных структур между группами статистически значимое ( $V_{Kr} = 0,381, p = 0,001$ ).

Пароксизмальная активность была выявлена преимущественно у больных II и III групп наблюдения — в 15 (13,5%) случаях. Во II группе у 6 (28,6%) детей отмечалась генерализованная эпилептическая активность. В III группе у 5 (17,9%) пострадавших выявлена фокальная, а у 4 (14,3%) — генерализованная эпилептиформная активность. Распределение типов пароксизмальной активности между группами статистически значимое ( $V_{Kr} = 0,364, p = 0,001$ ).

#### Список литературы

1. Валиуллина С. А. Региональные особенности черепно-мозговой травмы у детей в России / С. А. Валиуллина, Е. А. Шарова // Общественное здоровье и здравоохранение.— 2014.— № 1.— С. 15–17.
2. Оценка качества жизни детей, получивших легкую черепно-мозговую травму / С. А. Валиуллина, Е. А. Промыслова, А. И. Тютюкина [и др.] // Детская и подростковая реабилитация.— 2014.— № 1 (22).— С. 12–16.
3. Валиуллина С. А. Черепно-мозговая травма у детей: социально-эпидемиологические особенности и качество жизни / С. А. Валиуллина // Альманах Института коррекционной педагогики.— 2016.— № 25.— URL: <https://alldf.ru/ru/articles/almanah-25/cherepno-mozgovaya-travma-u-detej-soczialno-epidemiologicheskie-osobennosti-i-kachestvo-zhizni>
4. Araki T. Pediatric traumatic Brain Injury: Characteristic Features, Diagnosis, and Management / T. Araki, H. Yokota, A. Morita // Neurol. Med. Chir.— 2017.— Vol. 57 (2).— P. 82–93.— doi: 10.2176/nmc.ra.2016-0191
5. Черненко И. И. Состояние церебральной гемодинамики у пациентов с отдаленными последствиями боевой черепно-мозговой травмы / И. И. Черненко // International Scientific and Practical Conference «World Science».— 2017.— Vol. 2, № 9 (25).— P. 43–48.
6. Полищук М. Е. Закрытая черепно-мозговая травма. Современный взгляд на проблему / М. Е. Полищук, О. М. Гончарук // Междунар. неврологич. журн.— 2015.— № 6 (76).— С. 72–79.
7. Холин А. В. Допплерография и дуплексное сканирование сосудов / А. В. Холин, Е. В. Бондарева.— М.: МЕДпресс-информ, 2015.— 96 с.
8. Зенков Л. Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии): руководство для врачей / Л. Р. Зенков.— 5-е изд.— М.: МЕДпресс информ, 2012.— 356 с.
9. Евтушенко С. К. Клиническая электроэнцефалография у детей: руководство для врачей / С. К. Евтушенко, А. А. Омеляненко.— Донецк: Донеччина, 2005.— 860 с.
10. Абрамова М. Ф. Показатели нормы и особенности проведения ультразвуковых исследований брахиоцефальных сосудов у детей в возрастном аспекте / М. Ф. Абрамова, С. Н. Новоселова, И. А. Степанова // Детские болезни сердца и сосудов.— 2014.— № 4.— С. 15–23.

## ОСОБЛИВОСТІ ЦЕРЕБРАЛЬНОЇ ГЕМОДИНАМІКИ ТА БІОЕЛЕКТРИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ГОЛОВНОГО МОЗКУ У ДІТЕЙ ІЗ ЧЕРЕПНО-МОЗКОВОЮ ТРАВМОЮ

Л. М. ТАНЦУРА, В. М. ПЕТРЕНКО

Проаналізовано особливості церебральної гемодинаміки та біоелектричної активності головного мозку у дітей із черепно-мозковою травмою різного ступеня тяжкості. Їх порушення у дітей із забоем головного мозку середнього і важкого ступеня та наявністю вогнищ конгузій відзначалося збільшенням лінійної швидкості кровотоку. Зменшення лінійної швидкості кровотоку по середній мозковій артерії реєструвалося у пацієнтів із забоем головного мозку середнього і важкого ступеня та наявністю субдурального, субарахноїдального й епідурального крововиливу. Ознаки