

## 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 координационные 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://alldef.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 // *Международ. 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

дифузних змін біоелектричної активності головного мозку було подано значним збільшенням амплітуди  $\alpha$ -ритму у постраждалих із травмою середнього та важкого ступеня порівняно з легкою.

*Ключові слова:* діти, черепно-мозкова травма, електроенцефалографія, транскраніальна доплерографія, пароксизмальна активність.

### FEATURES OF CEREBRAL CIRCULATORY DYNAMICS AND CEREBRAL BIOELECTRIC ACTIVITY IN CHILDREN WITH CRANIOCEREBRAL INJURY

L. M. TANTSURA, V. M. PETRENKO

The features of cerebral hemodynamics and cerebral bioelectric activity in children with craniocerebral injury of different severity have been analysed. Its disorder in children with moderate and severe brain injury and presence of foci of contusions were found by an increase in linear velocity of blood flow. A decrease in linear blood flow velocity in the middle cerebral artery was observed in the patients with moderate and severe brain contusions and presence of subdural, subarachnoid, and epidural hemorrhages. The signs of diffuse changes in brain bioelectric activity were reported by a significant increase in  $\alpha$ -rhythm amplitude in moderate and severe trauma patients compared to mild one.

*Key words:* children, craniocerebral injury, electroencephalography, transcranial Doppler sonography, paroxysmal activity.

Поступила 19.06.2019