

Колыхалкина И.А., Чернышева Т.А., Амчеславский В.Г., Исхаков О.С., Арсентьев С.Б., Леонов Д.И., Бережной Ю.Ю., Иванова Т.Ф., Горюхов Д.В., Багаев В.Г., Прудникова И.Ю., Светлова Е.А.

## ПРОТОКОЛ ПОШАГОВОЙ ТЕРАПИИ ВНУТРИЧЕРЕПНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ТЯЖЕЛОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАВМЫ

ГБУЗ «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии» ДЗ г. Москвы, отделение анестезиологии и реанимации

Kolyhalkina I.A., Chernysheva T.A., Amcheslavsky V.G., Ishakov O.S., Arsent'ev S.B., Leonov D.I., Berezhnoy J.J., Ivanova T.F., Gorohov D.V., Bagayev V.G., Prudnikova I.Y., Svetlova E.A.

## MINUTES STEP THERAPY OF INTRACRANIAL HYPERTENSION IN ACUTE SEVERE MECHANICAL INJURY

Research Institute of Emergency Children's Surgery and Traumatology, Moscow  
Department of Anesthesiology and Intensive Care

### Резюме

Проанализирована эффективность применения Протокола пошаговой терапии внутричерепной гипертензии у детей с тяжелой механической травмой, включающей тяжелую черепно-мозговую травму, разработанного на основе существующих международных рекомендаций. Полученные результаты показали необходимость инвазивного мониторинга внутричерепного давления и церебрального перфузионного давления в остром периоде травмы у детей с повреждениями головного мозга. Сигнальным критерием для начала выполнения протокола было повышение внутричерепного давления выше 20 мм рт. ст., а критерием результативности проводимого лечения оказалась эффективность поддержания церебрального перфузионного давления выше 60 мм рт. ст.

**Ключевые слова:** интенсивная терапия при травме, тяжелая механическая травма у детей, тяжелая черепно-мозговая травма у детей, внутричерепная гипертензия в остром периоде травмы у детей, внутричерепное давление и церебральное перфузионное давление у детей с черепно-мозговой травмой

### Abstract

The analysis of the effectiveness of the protocol step by step treatment of intracranial hypertension in children with severe mechanical trauma, including severe head injury, developed on the basis of existing international recommendations. The results show the need for invasive monitoring of intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in acute trauma in children with brain damage. Signal criterion for the start of the protocol was to increase the intracranial pressure above 20 mm Hg, and measure the effectiveness of the treatment was effective to maintain cerebral perfusion pressure above 60 mmHg

**Key words:** intensive care in trauma, severe mechanical trauma in children, severe traumatic brain injury in children, intracranial hypertension in acute trauma in children, intracranial pressure and cerebral perfusion pressure in children with TBI.

### Актуальность исследования

Среди всех видов травм в детском возрасте черепно-мозговая травма (ЧМТ) занимает одно из ведущих мест, являясь основной причиной инвалидизации и смертности [1, 2]. Смертность детей от ЧМТ составляет 27,7–32,2% в общей структуре детской смертности [3, 4]. В сложном

комплексе лечения детей с тяжелой механической травмой (ТМТ) особое место занимают больные с тяжелой травмой мозга и развитием у них синдрома внутричерепной гипертензии (ВЧГ). Синдром ВЧГ встречается у 80% пострадавших с тяжелой ЧМТ (тЧМТ), причем у трети из них она определяет неблагоприятный исход, что обосновано

ываает важность мониторинга внутричерепного давления (ВЧД) на протяжении всего острого периода тЧМТ [5]. Многими авторами показано, что в группе пациентов с тЧМТ и нормальными величинами ВЧД летальность составила 17%, тогда как при той же тяжести, но ВЧД выше 20 мм рт. ст. – она достигала 47% [6]. ВЧГ является независимым фактором неблагоприятного исхода травматического повреждения головного мозга, прогностическое значение ВЧГ определяется выраженностью и длительностью: чем дольше по времени существует ВЧГ, тем выше вероятность неблагоприятного исхода у больного [7]. Норма ВЧД составляет 3–15 мм рт. ст., при повышении ВЧД с 15 до 25 мм рт. ст. фиксируют тенденцию к ВЧГ, а превышение 20 мм рт. ст. является основанием для незамедлительного лечения ВЧГ, которая при ВЧД 30–40 мм рт. ст. считается тяжелой, соответствующей неблагоприятному прогнозу острому периоду травмы мозга [8, 9].

Мониторинг ВЧД позволяет проводить у пациентов с тЧМТ направленную патогенетическую терапию, контролируя и управляя другой интегральной величиной, характеризующей кровоснабжение мозга – церебральным перфузионным давлением (ЦПД). Установлено, что необходимо придерживаться значений ЦПД не ниже 60 мм рт. ст., не допуская его снижения ниже 50 мм рт. ст. на период времени более 1 ч [6].

В современных рекомендациях по ведению детей с тЧМТ, к сожалению, недостаточно освещены аспекты показаний к мониторингу ВЧД, техника его проведения, особенности и последовательность мероприятий, предупреждающих вторичное повреждение мозга ребенка, вследствие воздействия ВЧГ [7, 9].

Именно это определило актуальность предпринятого исследования по разработке и определению последовательности лечебных мероприятий, позволяющих предупредить и уменьшить вторичное повреждение мозга, вследствие ВЧГ у детей в остром периоде ТМТ, включающей тЧМТ.

### Материал и методы исследования

90 детей в возрасте от 1 года до 18 лет (9,3±4,9 лет), 72,2% мальчики, 27,8% девочки в остром периоде тяжелой сочетанной и множественной травмы (85,6%), а также с изолированной тЧМТ (14,4%) получили лечение, согласно разра-

ботанному в НИИ НДХиТ Протоколу пошаговой терапии ВЧГ. Тяжесть детей при поступлении, оцениваемая по международной шкале травмы ISS, составила 45–17 баллов (37±3,6 баллов). Угнетение уровня сознания по шкале комы Глазго (ШКГ) составило 3–10 баллов (6±18 баллов). Механизм получения травмы у 35,6% детей был связан с ДТП (сбит машиной или пассажир в машине), у 22,6% детей травма была получена при ударе тупым предметом и у 22,2% вследствие падения с большой высоты (кататравма).

Всем детям проводили многопараметрический мониторинг жизненно важных функций (ЖВФ) больного (SatO<sub>2</sub>, ЧСС, T °C, данные респираторной терапии (Maquet-Servo), церебральной оксиметрии (Somanetic Invos) наряду с инвазивным измерением ВЧД микродатчиком Codman Microsensor (J&J), установленным у 79 (82%) детей в вещество пре-моторной зоны лобной области субдоминантного полушария на глубину 2,5–3,5 см, а у 11 (18%) детей через вентрикулярный дренаж в переднем роге бокового желудочка мозга. Микродатчик подключали к монитору ICP Express Codman (J&J), соединенному через интерфейс с модулем инвазивного давления прикроватного монитора MP60 (Philips, Германия). Одновременно катетеризировали лучевую артерию больного с формированием стандартной линии измерения инвазивного АД, также подсоединенной к модулю прикроватного монитора MP60, что позволяло непрерывно получать результирующую величину – ЦПД на экране монитора и в виде микротрендов. Дискретно применяли методы нейровизуализации (КТ, МРТ), функциональные методы исследования (транскраниальную доплерографию, ЭЭГ и состояние проводящих структур мозга), а также результаты оценки смежными специалистами (отоларинголог, окулист). Лабораторные методы исследования включали клинический анализ крови (ABX micros-60), биохимический анализ крови (биохимический анализатор Olympus AU400), оценку КОС (анализатор газов крови, электролитов, осмолярности и метаболитов – Radiometer ABL-835). Исходы оценивали по шкале исходов Глазго (ШИГ) спустя 3 мес после поступления.

### Результаты исследования и их обсуждение

Мониторинг ВЧД и ЦПД у 82 (91,1%) больных проводили с первых суток после тЧМТ, у 6 (6,7%)

больных – со вторых суток, а у 2,2% – с 3–4-х суток, согласно выработанным показаниям.

Все лечебно-диагностические мероприятия в рамках сформированного Протокола условно разделили на шаги – с 1 по 6, которые соответствовали возрастанию агрессивности лечения, а показанием для перехода к каждому следующему шагу было повышение ВЧД более 20 мм рт. ст., несмотря на выполнение мероприятий предыдущего шага. Повышение ВЧД выше 20 мм рт. ст. было сигналом опасности развития вторичного повреждения мозга и необходимости начала выполнения Протокола.

Критерием эффективности каждого шага была нормализация ВЧД при сохранении ЦПД не ниже 60 мм рт. ст. Последовательность выполняемых шагов Протокола и частота их применения указаны на рис. 1. В первый шаг у всех детей входили мероприятия по коррекции экстракраниальных факторов ВЧГ: изменение положения головы ребенка (на нейтральное, исключая компрессию шейных вен) и головного конца кровати (на угол не менее 30°); углубление седации и при необходимости миорелаксация; предупреждение внутригрудного и внутрибрюшного напряжения; нормализация температуры тела.

При сохраняющемся повышении ВЧД в течение 30 мин совместно с нейрохирургом определяли показания и проводили КТ головного мозга, а затем переходили к следующему шагу. При эффективности первого шага продолжали базовую терапию, согласно назначениям. Повторным считали повышение ВЧД через 30 и более минут по-

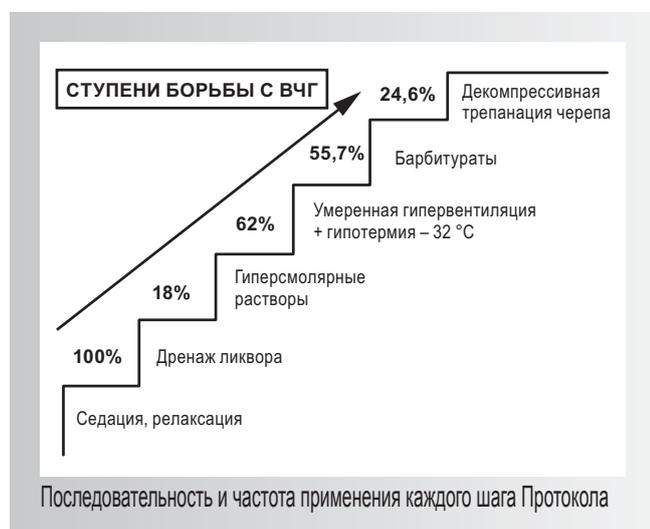
сле его нормализации и в этом случае вновь повторяли последовательность действий, включаемых в первый шаг Протокола. Всего повторно пошаговая терапия в первые сутки мониторинга выполнена на 48% детей, на 2-е сутки – 24% и на 3-и сутки 28% детей.

Второй шаг Протокола выполнен у 11 (18%) больных, у которых было можно установить вентрикулярный дренаж; шаг Протокола включал дозированное выведение ликвора порциями не более 2 мл каждые 20 с под контролем ВЧД и ЦПД общим объемом не более 20 мл/ч. При отсутствии эффекта в виде снижения ВЧД на протяжении 5 мин переходили к третьему шагу.

Третий шаг – введение осмодиуретиков выполнен 38 (62,3%) больным. Большинству (80%) детей применили гипертонический раствор NaCl: 3%-ный детям до 3-х лет и 7,5%-ный детям старшего возраста из расчета 0,1 г/кг в течение 20 мин. При необходимости его вводили повторно через 3–4 ч до 5–6 раз в сутки. У шоковых больных применяли раствор ГиперХАЕС. Маннитол из расчета 0,5–1 г/кг в стартовой дозе и 0,25–0,5 г/кг для повторного введения использовали у 20% детей не ранее чем через 6–8 ч. Оценка эффективности осмотических диуретиков проводили в конце инфузии по степени и длительности снижения ВЧД. При отсутствии эффекта от третьего шага на протяжении 30 мин после окончания инфузии осмодиуретика переходили к четвертому шагу Протокола. Ограничением к выполнению третьего шага были гиперосмолярность плазмы (более 320 мосм/л) и гипернатриемия (более 160 ммоль/л).

Четвертый шаг – гипервентиляцию – применяли у 34 (55,7%) больных с нормокапнией. Снижение  $p\text{CO}_2$  менее 28 мм рт. ст. было сигналом к прекращению гипервентиляции, поэтому четвертый шаг был ограничен по времени его эффективного применения. Если повышение ВЧД сохранялось более 5 мин при выполнении четвертого шага, переходили к пятому шагу Протокола. Противопоказанием для проведения четвертого шага было исходное снижение  $p\text{CO}_2$  ниже 28 мм рт. ст.

Пятый шаг – барбитуровая кома – был выполнен у 15 (25%) детей под контролем ЭЭГ и данным мониторинга БИС-индекса, после проведения повторной КТ головного мозга. Стартовая дозировка тиопентала Na составила 3–5 мг/кг



Сравнительная оценка исходов в 1-й и во 2-й группах больных

Исходы по ШИГ	1-я группа	2-я группа
Хороший и удовлетворительный	56,3%	9,5%*
Тяжелая инвалидизация и ВС	22,3%	35,8%
Летальный исход	21,4%	54,7%*
ВСЕГО	100%	100%

ВС – вегетативное состояние; \* – достоверность отличия  $p < 0,05$  при сравнении исходов между группами.

за 10 мин. При нормализации ВЧД введение тиопентала Na продолжали (5 мг/кг/ч в течение 24 ч). Через 24 ч дозировку тиопентала Na снижали до 2,5 мг/кг/ч, а через 48 ч прекращали введение барбитуратов и проводили контрольную КТ. При отсутствии эффекта от стартового введения переходили к шестому шагу с учетом данных контрольной КТ.

Шестой шаг – декомпрессивная трепанация черепа (ДТЧ) – был выполнен у 14 больных, но у 9 из них с исходным ВЧД более 40 мм рт. ст. и ШКГ более 3 баллов решение о ДТЧ принимал консилиум врачей (нейрохирург, реаниматолог, ответственный хирург) сразу при поступлении в клинику после клиничко-рентгенологической оценки больного до начала выполнения Протокола. ДТЧ в качестве шестого шага Протокола была проведена у 5 из 14 детей по исчерпанию эффективности предшествующих шагов. Противопоказанием к шестому шагу была глубокая кома (ШКГ=3 балла) с момента травмы без динамики состояния ребенка на фоне реанимационных мероприятий.

Анализ применения Протокола пошаговой терапии ВЧГ показал, что первый шаг был эффективным и конечным у 31% больных, второй шаг был эффективным у всех детей, у которых он был выполнен, но конечным не был ни у одного пациента, третий шаг был эффективным и конечным у 12,8% больных, четвертый шаг – у 31,2%, пятый – у 16%, шестой – у 8% детей.

Для оценки результатов применения Протокола по шкале исходов Глазго (ШИГ) мы разделили больных на 2 группы по критерию поддержания ЦПД не менее 60 мм рт. ст. Оказалось, что у детей, у которых удавалось поддерживать ЦПД на уровне

60 мм рт. ст. и выше (1-я группа больных,  $n=34$ ), результаты лечения, оцениваемые по ШИГ были достоверно ( $p < 0,05$ ) лучше (при сравнении хороших и удовлетворительных, а также летальных исходов между группами), нежели у тех детей, у которых ЦПД снижалось менее 60 мм рт. ст. (2-я группа больных,  $n=27$ ), и его не удавалось поднять в течение 1 ч (см. табл.).

Таким образом, снижение ЦПД свидетельствовало о уже развивающейся ишемии мозга и неэффективности проводимой терапии по снижению ВЧД. Именно величина ЦПД, отражающая адекватность терапии, направленной на снижение ВЧД, должна быть целевым критерием эффективности снижения ВЧД. Интервал времени менее 1 ч допустимым для достижения эффекта повышения ЦПД более 60 мм рт. ст. при применении Протокола пошаговой терапии ВЧГ.

## Выводы

1. Только прямой инвазивный мониторинг ВЧД и АД с получением результирующей величины ЦПД позволяет эффективно предупреждать вторичное повреждение мозга у детей с ТМТ, включающей тЧМТ.

2. Проведение пошаговой терапии ВЧГ, согласно данным мониторинга ВЧД, направленной на поддержание должного уровня ЦПД (не менее 60 мм рт. ст.), позволяет прогнозировать улучшение исхода острого периода ТМТ.

3. Разработанный Протокол пошаговой терапии ВЧГ является эффективным способом лечения детей с тяжелой механической травмой, включающей тяжелую черепно-мозговую травму, сопровождаемую развитием синдрома ВЧГ.

### Список литературы

1. Банин А.В. Черепно-мозговая травма средней и тяжелой степени тяжести у детей (клиника, диагностика, лечение, исходы): Автореф. дисс...д-ра мед. наук. – М., 1993. 42 с.
2. Валулина С.А., Рошаль Л.М., Альбицкий Е.В. и др. Черепно-мозговая травма у детей: эпидемиологические и социальные особенности // Актуальные проблемы социальной педиатрии: избранные очерки/Под ред. В.Ю. Альбицкого. – М., 2012. С. 306–320.
3. Кондратьев А.Н. Нейротравма для дежурного анестезиолога-реаниматолога. – СПб.: Синтез Бук, 2008. – 192 с.
4. Ормантаев К.С. Тяжелая черепно-мозговая травма у детей. – Л.: Медицина, 1982. – 288 с.
5. Рабинович С., Кривошапкин А.Л., Ступак В.В., Симонович А.Е. Нейротравматизм в районах Новосибирской области // Эпидемиология травмы центральной нервной системы. – Л., 1989. С. 24–27.
6. Рекомендации по ведению пациентов с тяжелой черепно-мозговой травмой. 3-е изд. // J. Neurotrauma. 2007. Т. 24 (Приложение 1). S1–109.
7. Adelson P. et al. Guidelines for the Acute Medical Management of Severe Traumatic Brain Injury in Infants, Children and Adolescents // *Pediatr. Criti. Care Med.* 2003. Vol. 4, №3 (Suppl.). S. 1–71.
8. Balestreri M., Czosnyka M., Steiner L.A. et al. Association between outcome, cerebral pressure reactivity and slow ICP waves following head injury // *Acta Neurochir.* 2005. Vol. 95 (Suppl.). P. 25–28.
9. Català-Temprano A. et al. Intracranial pressure and cerebral perfusion pressure as risk factors in children with traumatic brain injuries // *J. Neurosurg.* 2007. Vol. 106 (6 Suppl.). P. 463–466.

### Авторы

**КОНТАКТНОЕ лицо:**  
**КОЛЫХАЛКИНА**  
**Ирина Анатольевна**

Врач анестезиолог-реаниматолог ОАР НИИ НДХиТ. 119180, Москва, ул. Б. Полянка, д. 22. Тел.: 8 (905) 763-00-87 (моб.) 8 (495) 633-58-00 доб. 1601 (раб.). E-mail: irina\_kolyhalkina@mail.ru.