

# ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ И РЕГУЛЯЦИИ НАТРИЕМИИ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ У ДЕТЕЙ

## SIGNIFICANCE OF CONTROL OF INTRACRANIAL PRESSURE AND REGULATION OF SODIUM IN TRAUMATIC BRAIN INJURY IN CHILDREN

**Фогель И.А. Fogel I.A.**  
**Шмаков А.Н. Shmakov A.N.**  
**Бударова К.В. Budarova K.V.**  
**Кохно В.Н. Kokhno V.N.**  
**Елизарьева Н.Л. Elizar'eva N.L.**

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
 г. Новосибирск, Россия

Novosibirsk State Medical University,  
 Novosibirsk, Russia

**Цель исследования** – оценить диагностическую и терапевтическую значимость мониторинга внутричерепного давления, концентрации натрия в плазме для интенсивной терапии детей с черепно-мозговой травмой.

**Материалы и методы.** На базе отделения анестезиологии и реанимации хирургического профиля Детской городской клинической больницы № 1 г. Новосибирска проведено исследование 40 детей с тяжелой черепно-мозговой травмой. Оценка уровня натриемии и темпа ее нормализации в условиях постоянного контроля внутричерепного давления (13 пациентов) и в условиях эмпирической коррекции элементов интенсивной терапии (27 пациентов) выполнена методами непараметрической статистики и ROC-анализом.

**Результаты.** Встречаемость гипернатриемии была высока у всех пациентов, независимо от исхода ( $p = 0,655$ ). Мониторинг внутричерепного давления позволил на 2-е сутки (Se 27,27 % и Sp 100 %) остановить прирост натрия. Прогностически неблагоприятной была концентрация натрия более 156 ммоль/л (Se 83,33 % и Sp 76,19 %).

**Выводы.** Гипернатриемия отражает тяжесть травматического повреждения головного мозга; ее величина и стойкость определяют прогноз. Контроль внутричерепного давления позволяет быстрее нормализовать обмен натрия, улучшает качество жизни, но его положительные эффекты нивелируются проявлениями посттравматического воспаления.

**Ключевые слова:** внутричерепное давление; гипернатриемия; черепно-мозговая травма; дети.

**Objective** – to evaluate the diagnostic and therapeutic significance of monitoring of intracranial pressure and plasma sodium concentration for intensive care of children with traumatic brain injury.

**Materials and methods.** A study of 40 children with severe traumatic brain injury was conducted on the basis of the surgical anesthesiology and intensive care unit of the Pediatric City Clinical Hospital in Novosibirsk. Assessment of the level of natriemia and the rate of its normalization under conditions of constant monitoring of intracranial pressure (13 patients) and in conditions of empirical correction of intensive care elements (27 patients) was performed with non-parametric statistics and ROC analysis.

**Results.** The incidence of hypernatremia was high in all patients, regardless of outcome ( $p = 0.655$ ). Monitoring of intracranial pressure allowed stopping the increase in sodium on the second day (Se 27.27 % and Sp 100 %). Sodium concentrations of more than 156 mmol/L (Se 83.33 % and Sp 76.19 %) were adverse from perspectives of prediction.

**Conclusions.** Hypernatremia reflects the severity of traumatic brain damage; its value and stability determine the forecast. Control of intracranial pressure allows quick normalization of sodium metabolism, improves the quality of life, but its positive effects are offset by manifestations of post-traumatic inflammation.

**Key words:** intracranial pressure; hypernatremia; traumatic brain injury; children.

Черепно-мозговая травма только условно может быть названа управляемой патологией. Осложнения и летальность зависят от массивности и локализации повреждения, близости контузионного очага к гипоталамусу, распространенности и локализации зоны «пенумбры», своевременности и

точной направленности интенсивной терапии, начиная с догоспитального этапа [1-3]. В детском возрасте черепно-мозговые травмы протекают в целом благоприятнее, чем у взрослых, по многим причинам, наиболее существенными из которых можно считать: упругость черепных костей, частично

гасящую ударную волну; более высокую, чем у взрослых, объемную скорость кровотока, смягчающую проявления локальной ишемии с последующей реперфузией; высокую скорость энергетического и субстратного метаболизма, обеспечивающую эффективный саногенез [1, 4].

**Для цитирования:** Фогель И.А., Шмаков А.Н., Бударова К.В., Кохно В.Н., Елизарьева Н.Л. ЗНАЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ И РЕГУЛЯЦИИ НАТРИЕМИИ ПРИ ЧЕРЕПНО-МОЗГОВОЙ ТРАВМЕ У ДЕТЕЙ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2020. № 2, С. 59-65.

**Режим доступа:** <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/218>

**DOI:** 10.24411/1819-1495-2020-10021

Тем не менее, летальность при черепно-мозговой травме высока и в детском возрасте, составляя от 12 до 30 %, по данным Семеновой Ж.Б. [1]. Неврологическая инвалидность после перенесенной черепно-мозговой травмы также довольно высока, но изучена недостаточно, в частности, недостаточно сведений об отдаленных последствиях черепно-мозговой травмы [1, 5]. В остром посттравматическом периоде основными факторами, определяющими вероятность летального исхода и(или) инвалидизирующих неврологических осложнений, являются неконтролируемая внутричерепная гипертензия [6, 7] и нарушение осмотического баланса между плазмой крови и интерстицием головного мозга, выражающееся в гипернатриемии [8].

Однако количественная оценка значимости этих факторов в литературе неоднозначна. Высказываются мнения как о категорической необходимости контроля внутричерепного давления [6, 9], так и о невысокой терапевтической ценности этого метода [10]. Умеренная гипернатриемия в первые 2-4 суток после травмы может быть фактором компенсаторным и обеспечивать снижение перетоков внутрисосудистой воды в интерстиций мозга [1], но стойкая гиперосмолярность плазмы может стать причиной стойких тяжелых нарушений гемодинамики [12]. Для сравнительной оценки ценности измерения концентрации натрия в плазме и контроля внутричерепного давления полезным инструментом являются корреляционные исследования, одно из которых и представлено в данной работе.

**Цель исследования** — демонстрация диагностической ценности контроля внутричерепного давления и регистрации натриемии при черепно-мозговой травме у детей в практике неотложной стационарной медицинской помощи.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе отделения анестезиологии и реанимации хирургического профиля Детской городской клинической

больницы № 1 (ДГКБ № 1) г. Новосибирска, одобрено локальным комитетом по этике ДГКБ № 1 (протокол № 3 от 2018 г.).

В начальную разработку включены дети в возрасте от 3 месяцев до 15 лет, поступившие по поводу тяжелой черепно-мозговой травмы в 2019 году. Исключены из разработки: дети с родовой травмой, дети с фоновой инвалидизирующей неврологической патологией, не нуждавшиеся в продленной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) не менее 24 часов (всего исключено 9 человек). Генеральная совокупность исследовательской выборки составила 40 пациентов. Все пациенты при поступлении имели оценку уровня сознания по шкале комы Глазго менее 8 баллов. В первые сутки всем выполнена декомпрессионная трепанация, с удалением гематом по показаниям. Возрастное распределение: медиана 36 месяцев, вариационный размах от 6 до 180 месяцев внеутробной жизни. Гендерное распределение: мальчиков 25 (63 %), девочек 15 (37 %). Из общего числа умерло 8 человек (20 %).

Интенсивную терапию проводили по общему тактическому плану: положение Фаулера с изменяемым углом наклона головного конца кровати; объем регидратации (все поступления воды) 1500 мл/м<sup>2</sup> в сутки с поддержанием нулевого или отрицательного суточного баланса и с колебаниями кумулятивного баланса за 3 суток  $\pm$  3 % от исходной массы тела; анальгоседация Фентанилом; седация инфузией тиопентала натрия; раннее энтеральное питание; контроль гидроионного, кислотно-основного, осмотического равновесия; респираторная терапия по алгоритму SIMV с наиболее существенными целевыми параметрами: РЕЕР 4-8 мм рт. ст.,  $PCO_2$  35-45 мм рт. ст.,  $P50$  с небольшим сдвигом вправо (29-32 мм рт. ст.), с переводом на спонтанное дыхание по мере восстановления ритма дыхания, кашлевого и глотательного рефлексов; контроль тромбоцитарного гемостаза и коагуляционной активности крови. Большинство (33 человека, 82 %) нуждались в инотропной и вазопрессорной

поддержке дофамином от 8 до 11 мкг/кг·мин; 7 пациентам потребовалась прессорная поддержка адреналином 0,2-0,5 мкг/кг·мин. Осмотически активные средства (маннитол) использованы у 5 человек (трое умерли, двое с благоприятным исходом). Количественная коррекция параметров лечения проводилась под контролем внутричерепного давления или эмпирически — при отсутствии датчика.

Анализируемые показатели: наибольшая концентрация иона натрия в плазме (ммоль/л); время нормализации натриемии (сутки); продолжительность ИВЛ (сутки); исходы при переводе в профильные отделения в баллах по шкале Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS) [Fiser D.H., 1992]. Показатели анализировали в группах сравнения: 1-я группа — 13 человек, у которых регуляцию параметров интенсивной терапии проводили под контролем мониторинга внутричерепного давления (ВЧД), считая целевыми значения  $VCD \leq 20$  мм рт. ст.; 2-я группа — 27 человек, которым датчик ВЧД не устанавливали, управление параметрами интенсивной терапии проводили эмпирически. Для некоторых позиций анализировали показатели отдельно для умерших (8 человек) и выживших (32 человека).

Статистическая обработка материала проведена методами непараметрической статистики, поскольку распределение данных не подчинялось закону нормального распределения (критерий Шапиро–Уилкса). Для межгрупповых сравнений использован критерий Манна–Уитни; для сравнения дискретных величин —  $\chi^2$  и точный двусторонний критерий Фишера; ранговый корреляционный анализ выполняли по методу Спирмена с определением коэффициентов корреляции ( $r$ ) и доли прямых совпадений ( $R_i$ ). Результаты представлены в виде: медиана [нижний квартиль; верхний квартиль] ( $Me [Q_{25}; Q_{75}]$ ). ROC-анализ представлен расчетом площади под ROC-кривой ( $AUROC$ ), 95% ДИ, чувствительности ( $Se$ ) и специфичности ( $Sp$ ). Нулевая гипотеза отвергалась при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования представлены в таблице 1. Как видно, встречаемость гипернатриемии была высока у всех пациентов, независимо от исхода ( $p = 0,655$ ; точный критерий Фишера); при этом с летальным исходом статистически значимо ассоциирована более выраженная гипернатриемия, чем у больных с последующим благоприятным исходом. При сравнении летальности в возрастном и гендерном аспектах оказалось, что эти факторы не влияли на исход. В группе пациентов с летальным исходом детей младше 1 года – 2, в группе выживших – 6 ( $p = 0,650$ ; точный критерий Фишера), в целом по группам возрастные данные сопоставимы ( $p = 0,170$ ; критерий Манна – Уитни). Среди умерших 5 мальчиков (63 %) и 3 девочки (37 %), что соответствует общему

гендерному распределению в совокупности.

В таблице 2 представлены результаты в группе мониторинга ВЧД и группе без определения этого показателя.

При оценке исходов неврологических ситуаций по PCPCS 2 балла соответствуют хорошему восстановлению функций, 3 балла – удовлетворительному. Визуально пациенты с мониторируемым ВЧД продемонстрировали несколько лучшие показатели качества жизни и выживаемости (быстрее нормализовались натриемия и адекватное спонтанное дыхание; лучше оценка восстановления церебральных функций к моменту перевода в профильное отделение; ниже летальность), но статистически разница по всем позициям незначимая.

В таблице 3 отражены результаты рангового корреляционного анализа. В анализе участвовали только

выжившие пациенты, поскольку в подгруппе с летальным исходом принципиально недостижима нормализация натриемии.

Из сравнения величин  $R^2$ , характеризующих долю истинно пропорциональных совпадений сравниваемых признаков, следует, что время нормализации натриемии жестче связано с длительностью ИВЛ и качеством исхода острой фазы ЧМТ, чем величина гипернатриемии. Корреляция величины гипернатриемии с ее длительностью была средней по силе, причем коэффициент заметно снизился у пациентов с контролируемым ВЧД. Снижение силы корреляции отражает терапевтическую ценность контроля ВЧД, то есть возможность регулирования ВЧД методиками анальгоседации без активного натрийуреза. Средние прямые корреляционные связи величины максимального измеренно-

Таблица 1  
Возраст и анализируемые показатели в выборках пациентов: медиана (Me); нижний и верхний квартили [Q25; Q75]

Table 1  
Age and analyzed parameters in patient samples: median (Me); lower and upper quartiles [Q25; Q75]

Показатели Indicators	Выборки из генеральной совокупности Samples from the general population (N = 40)	Значения Values Me [Q25; Q75]
Возраст (месяцы) Age (months)	Умершие / Dead (N = 8)	24 [8; 110]
	Выжившие / Survivors (N = 32)	38 [9; 122]
Количество больных с гипернатриемией Number of patients with hypernatremia	Умершие / Dead (N = 8)	7 (88 %)
	Выжившие / Survivors (N = 32)	24 (75%)
Натрий плазмы (ммоль/л) Plasma Sodium (mmol/L)	Умершие / Dead (N = 8)	161 [152; 166]
	Выжившие / Survivors (N = 32)	149 [142; 154]*
Время нормализации натриемии (сутки) Normalization time of natriemia (days)	Выжившие с гипернатриемией / Survivors with hypernatremia (N = 24)	4 [2; 6]
Время на ИВЛ (сутки) Time on mechanical ventilation (days)	Выжившие / Survivors (N = 32)	3 [1; 8]
Исход на момент перевода: баллы Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS) Outcome at the time of transfer: Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS) points	Выжившие / Survivors (N = 32)	2 [2; 3]
Максимальное значение внутричерепного давления (мм рт. ст.) Maximum value of intracranial pressure (mm Hg)	Часть генеральной совокупности / Part of general population (N = 13)	24 [12; 30]

**Примечание:** \* – значимое отличие от значения показателя у умерших:  $T = 231,0$ ;  $p = 0,024$ ; критерий Манна–Уитни).

**Note:** \* – a significant difference from the value of the indicator in the dead:  $T = 231.0$ ;  $p = 0.024$ ; Mann–Whitney test).

го ВЧД с исходом острого периода ЧМТ (длительностью ИВЛ, оценкой церебральных функций) вполне предсказуемы и не требуют комментариев. Практическое отсут-

ствие прямых корреляций между максимальными значениями ВЧД и гипернатриемии свидетельствует о независимой значимости этих признаков для прогноза исходов

лечения. Действительно, известно, что ВЧД быстро и сильно реагирует на изменения мозгового кровотока, в меньшей степени — на дискординацию осмолярности ликвора

Таблица 2

Исследуемые показатели у выживших пациентов в зависимости от наличия контроля внутричерепного давления: медиана (Me); нижний и верхний квартили [Q25; Q75]

Table 2

The studied parameters in survived patients, depending on the presence of intracranial pressure control: median (Me); lower and upper quartiles [Q25; Q75]

Показатели Indicators	Контроль ВЧД ICP monitoring (N = 11)	Отсутствие контроля ВЧД Absence ICP monitoring (N = 21)
Натрий плазмы (ммоль/л) Plasma Sodium (mmol/L)	151 [148; 155]	148 [142; 158]
Время нормализации натриемии (сутки) Normalization time of natriemia (days)	3 [2; 5]	5 [2; 9]
Время на ИВЛ (сутки) Time on mechanical ventilation (days)	3 [2; 8]	3 [2; 9]
2 балла по Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS) 2 points for Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS)	7 (64 %)	11 (52 %)
3 балла по Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS) 3 points for Pediatric Cerebral Performance Category Scale (PCPCS)	4 (36 %)	10 (48 %)
Умерло (абсолютное число, %) Died (absolute number, %)	2 (15 %)	6 (22 %)

Таблица 3

Корреляционные связи исследуемых показателей у выживших пациентов

Table 3

Correlations of the studied parameters in survived patients

Сравниваемые пары Compared pairs	Количество и характеристики пар Number and characteristics of pairs (N)	r	R <sup>2</sup>	p
Натриемия / Время ИВЛ Natriemia / Time on mechanical ventilation	N = 32 (все / all)	0.707	0.5	0.000
Натриемия / Исход (PCPCS) Natriemia / Outcome (PCPCS)	N = 32 (все / all)	0.651	0.42	0.000
Время нормализации натриемии / Время ИВЛ Normalization time of natriemia / Time on mechanical ventilation	N = 32 (все / all)	0.793	0.63	0.000
Время нормализации натриемии / Исход (PCPCS) Normalization time of natriemia / Outcome (PCPCS)	N = 32 (все / all)	0.779	0.61	0.000
Время нормализации натриемии / Натриемия Normalization time of natriemia / Natriemia	N = 14 (с исходной гипернатриемией без контроля ВЧД / with initial hypernatremia without ICP control)	0.680	0.46	0.000
Время нормализации натриемии / Натриемия Normalization time of natriemia / Natriemia	N = 10 (с исходной гипернатриемией с контролем ВЧД / with initial hypernatremia with ICP control)	0.609	0.37	0.048
Внутричерепное давление / Исход (PCPCS) Intracranial pressure / Outcome (PCPCS)	N = 11 (с мониторингом ВЧД / with ICP monitoring)	0.683	0.47	0.012
Внутричерепное давление / Время ИВЛ Intracranial pressure / Time on mechanical ventilation	N = 11 (с мониторингом ВЧД / with ICP monitoring)	0.705	0.5	0.019
Внутричерепное давление / Время нормализации натриемии Intracranial pressure / Normalization time of natriemia	N = 11 (с мониторингом ВЧД / with ICP monitoring)	0.348	0.12	0.286
Внутричерепное давление / Натриемия Intracranial pressure / Natriemia	N = 11 (с мониторингом ВЧД / with ICP monitoring)	0.240	0.06	0.415

и плазмы, и слабо реагирует на изменение ликворопродукции [12, 13].

Прогностическая способность времени нормализации концентрации натрия подтверждена методом ROC-анализа.  $AUC = 0,885 \pm 0,07$ ,  $p < 0,001$ , 95% ДИ (0,688; 0,978). Активный контроль ВЧД позволил на 2-е сутки (Se 27,27 % и Sp 100 %) остановить прирост натрия (рис. 1).

Не меньшую значимость продемонстрировало исследование максимальной концентрации натрия (рис. 2):  $AUC = 0,845 \pm 0,09$ ,  $p < 0,001$ , 95% ДИ (0,655; 0,955). Прогностическую пограничную способность продемонстрировала точка-отсечения концентрации натрия более 156 ммоль/л (Se 83,33 % и Sp 76,19 %). Таким образом, показатель пиковой гипернатриемии является прогностическим критерием неблагоприятного исхода.

#### ВЫВОДЫ:

1. Возраст не определяет прогноз течения черепно-мозговой травмы у детей.
2. Гипернатриемия является типичным признаком черепно-мозговой травмы у детей.
3. Как величина гипернатриемии, так и ее продолжительность, являются показателями тяжести посттравматического процесса и маркерами его исхода.
4. Контроль внутричерепного давления повышает управляемость как этого показателя, так и прогноза черепно-мозговой травмы, но возможности мониторинга внутричерепного давления сложно объективно оценить в условиях посттравматического интракраниального воспаления, перенесенного болевого и (или) геморрагического шока и других факторов тяжелой травмы.

#### Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Рисунок 1

ROC-кривая времени нормализации концентрации натрия плазмы у детей (N = 30)

Figure 1

ROC-curve of time of normalization of plasma sodium concentration in children (N = 30)

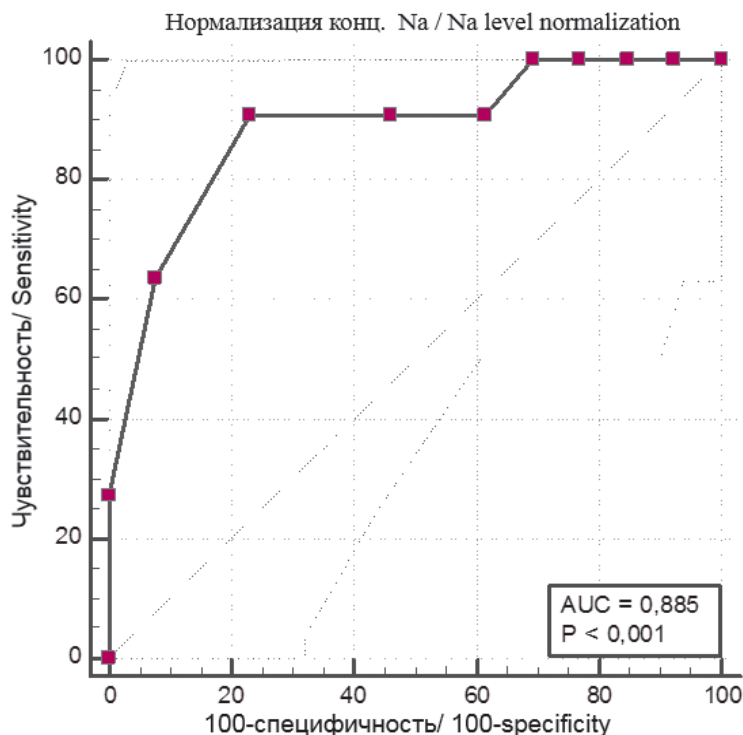
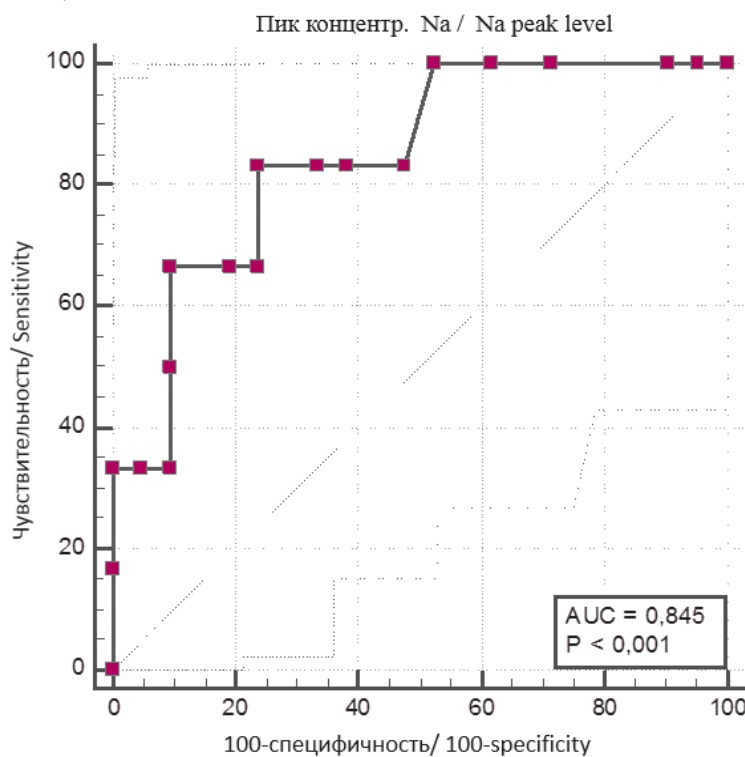


Рисунок 2

ROC-кривая максимальной концентрации натрия плазмы у детей (N = 30)

Figure 2

ROC curve of maximum plasma sodium concentration in children (N = 30)



#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Semenova ZhB, Melnikov AV, Savvina IA, Lekmanov AU, Khachatryan VA, Gorelyshev SK. Recommendations for the treatment of children with traumatic brain injury. *Russian Herald of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation*. 2016; 6(2): 112-131. Russian (Семенова Ж.Б., Мельников А.В., Саввина И.А., Лекманов А.У., Хачатрян В.А., Горельшев С.К. Рекомендации по лечению детей с черепно-мозговой травмой //Российский Вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2016. Т. 6, № 2. С. 112-131.)
2. Lekmanov AU, Petlakh VI. Emergency medical care for children injured in traffic accidents. *Russian Herald of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation*. 2012; (4): 79-87. Russian (Лекманов А.У., Петлах В.И. Неотложная медицинская помощь детям, пострадавшим в дорожно-транспортных происшествиях //Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2012. № 4. С. 79-87.)
3. Dats AV, Dats LS, Khmel'nitsky IV. The structure of defects in the provision of medical care for polytrauma in intensive care units and intensive care. *Polytrauma*. 2017; (3): 23-37. Russian (Дац А.В., Дац Л.С., Хмельницкий И.В. Структура дефектов оказания медицинской помощи при политравме в отделениях реанимации и интенсивной терапии //Политравма. 2017. № 3. С. 23-37.)
4. Dixon R, Nocera M, Zolotor JA, Keenan HT. Intracranial pressure monitoring in infants and young children with traumatic brain injury. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2016; 17(11): 1064-1072. doi: 10.1097/PCC.0000000000000937
5. Semenova ZhB, Lukyanov VI, Meshcheryakov SV. A new indicator of the dynamics of intracranial pressure in the prognosis of outcomes in children with severe head injury. *Neurosurgery and Neurology of Childhood*. 2017; 3(53): 46-57. Russian (Семенова Ж.Б., Лукьянов В.И., Мещеряков С.В. Новый показатель динамики внутричерепного давления в прогнозе исходов у детей с тяжелой ЧМТ // Нейрохирургия и неврология детского возраста. 2017. Т. 3, № 53. С. 46-57.)
6. Hawthorne C. Monitoring of intracranial pressure in patients with traumatic brain injury. *Front Neurol*. 2014; 16(5): 121.
7. Surgery for severe traumatic brain injury. Krylov VV, Talypov AE, Levchenko OV. Moscow, 2019. 859 p. Russian (Хирургия тяжелой черепно-мозговой травмы /под общ. ред. В.В. Крылова, А.Э. Талыпова, О.В. Левченко. Москва, 2019. 859 с.)
8. Kolykhalkina IA, Amcheslavsky VG, Bagaev VG, Ivanova TF, Lukyanov VI. The importance of monitoring ICP and CPD in children with severe trauma. *Pediatric Surgery*. 2019; 23(152): 34. Russian (Колыхалкина И.А., Амчславский В.Г., Багаев В.Г., Иванова Т.Ф., Лукьянов В.И. Значение мониторинга ВЧД и ЦПД у детей с тяжелой травмой //Детская хирургия. 2019. Т. 23, № 152. С. 34.)
9. Rivera-Lara L, Zorrilla-Vaca A, Geocadin R, Ziai W, Healy R, Thompson R et al. Predictors of outcome with cerebral autoregulation monitoring: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2017; 45(4): 695-704. doi: 10.1097/CCM.0000000000002251.
10. Zeiler FA, Cardim D, Donnelly J, Menon DK, Czosnyka M, Smielewski P. Transcranial doppler systolic flow index and ICP-derived cerebrovascular reactivity indices in traumatic brain injury. *J Neurotrauma*. 2018; 35(2): 314-322. doi: 10.1089/neu.2017.5364.
11. Potapov AA, Krylov VV, Gavrillov AG, Kravchuk AD, Likhтерman LB, Petrikov SS, et al. Recommendations for the diagnosis and treatment of severe traumatic brain injury. Part 2. Intensive care and neuromonitoring. *Questions of Neurosurgery named after N.P. Burdenko*.

- 2016; (1): 98-106. doi: 10.17116/neiro201680198-106. Russian (Потопов А.А., Крылов В.В., Гаврилов А.Г., Кравчук А.Д., Лихтерман Л.Б., Петриков С.С. и др. Рекомендации по диагностике и лечению тяжелой черепно-мозговой травмы. Часть 2. Интенсивная терапия и нейромониторинг // Вопросы нейрохирургии имени Н.П. Бурденко. 2016. № 1. С. 98-106. doi: 10.17116/neiro201680198-106)
12. Neuroresuscitation: practical guidance. Krylov VV, Petrikov SS, Ramazanov GR, Solodov AA. 2nd edition, edited and supplemented. Moscow: GEOTAR-Media, 2019. 171 p. Russian (Нейрореаниматология: практическое руководство /В.В. Крылов, С.С. Петриков, Г.Р. Рамазанов, А.А. Солодов. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. 171 с.)
13. Kim H, Lee HJ, Kim YT, Son Y, Smielewski P, Czosnyka M, et al. Novel index for predicting mortality during the first 24 hours after traumatic brain injury. *J Neurosurg.* 2018; 131(6): 1887-1895. doi: 10.3171/2018.7.JNS18995.

**Сведения об авторах:**

**Фогель И.А.**, студент 6-го курса педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

**Шмаков А.Н.**, д.м.н., профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, главный детский анестезиолог-реаниматолог МЗ правительства НСО, г. Новосибирск, Россия.

**Бударова К.В.**, к.м.н., доцент кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

**Кохно В.Н.**, д.м.н., профессор, заведующий кафедрой анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

**Елизарьева Н.Л.**, д.м.н., профессор кафедры анестезиологии и реаниматологии лечебного факультета, ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

**Адрес для переписки:**

Бударова К.В., ул. 1905 года, 87-45, г. Новосибирск, Россия, 630132  
E-mail: bcv@yandex.ru

**Статья поступила в редакцию:** 16.04.2020

**Рецензирование пройдено:** 07.05.2020

**Подписано в печать:** 22.05.2020

**Information about authors:**

**Fogel I.A.**, student of 6th course of pediatric faculty, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

**Shmakov A.N.**, MD, PhD, professor of anesthesiology and critical care medicine of medical department, Novosibirsk State Medical University, chief pediatric anesthesiologist-intensivist of Health Ministry of Administration of Novosibirsk Region, Novosibirsk, Russia.

**Budarova K.V.**, candidate of medical science, docent at department of anesthesiology and critical care medicine of medical department, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

**Kokhno V.N.**, MD, PhD, professor, chief of at department of anesthesiology and critical care medicine of medical department, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

**Elizar'eva N.L.**, MD, PhD, professor of department of anesthesiology and critical care medicine of medical department, Novosibirsk State Medical University, Novosibirsk, Russia.

**Address for correspondence:**

Budarova K.V., 1905 goda St., 87-45, Novosibirsk, Russia, 630132  
E-mail: bcv@yandex.ru

**Received:** 16.04.2020

**Review completed:** 07.05.2020

**Passed for printing:** 22.05.2020