

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

УДК 616.714.1-001.5

*Зайцева Е.С., Ахадов Т.А., Маматкулов А.Д., Божко О.В., Ублинский М.В., Мельников И.А.,
Дмитренко Д.М., Манжурцев А.В., Хусаинова Д.Н.*

Компьютерная томография переломов костей основания черепа у младенцев и детей младшего возраста

ГБУЗ «НИИ неотложной детской хирургии и травматологии» Департамента здравоохранения города Москвы, 119180, Москва, Россия

Цель работы: определить возможности многоплоскостного переформатирования и 3D-реконструкций компьютерной томографии (КТ) в диагностике переломов основания черепа (ПОЧ) у детей раннего возраста.

Материалы и методы. КТ проведена у 1334 детей (730 мальчиков и 604 девочки) в возрасте до 3 лет с черепно-мозговой травмой (ЧМТ) на 128-срезовом томографе «Philips Ingenuity CT»; у 707 (53%) в первые 6 ч, у 254 (19%) — позднее 6 ч, но в течение первых 24 ч, у 205 (15%) — в течение 3 сут, у 168 (13%) — позднее 3 сут после травмы. Сканирование зоны интереса (голова + шейный отдел позвоночника) проводилось с максимально возможным снижением параметров для минимизации дозы облучения. Контрастирование у детей от 0 до 3 лет при ЧМТ не использовалось. Постпроцессинговая обработка включала изотропные многоплоскостные переформатированные (МРР) и 3D-изображения.

Результаты. У 448 (33,58%) детей диагностированы переломы костей черепа, у 366 (81,7%) из них переломы сочетались с внутричерепными повреждениями, у 83 (18,52%) были ПОЧ. В 54 (65%) случаях ПОЧ сочетался с переломами височных костей, у 17 (31,5%) этих детей была ликворея. Переломы передней ямки основания черепа (12% ПОЧ) или лобно-базальные переломы сопровождались дополнительными переломами орбит и/или других костей лицевого черепа в 47 (56,6%) наблюдениях. Переломы средней черепной ямки диагностированы у 54 (65%) детей. Переломы задней черепной ямки установлены у 19 (23%) из 83 детей. Помимо переломов костей основания черепа у 32 (38,6%) детей диагностированы переломы костей свода черепа, а также интракраниальные повреждения.

Заключение. Использование многоплоскостного переформатирования и 3D-реконструкции увеличило чувствительность и специфичность диагностики ПОЧ у детей по сравнению с обычной аксиальной КТ. Существенными преимуществами использования 3D-реконструкции являются доступность методики, отсутствие дополнительных времени сканирования и лучевой нагрузки.

Ключевые слова: дети; компьютерная томография; переломы костей свода черепа; черепно-мозговая травма; внутричерепные повреждения

Для корреспонденции: Ублинский Максим Вадимович, канд. биол. наук, науч. сотр., НИИ НДХиТ, maxublinsk@mail.ru

Для цитирования: Зайцева Е.С., Ахадов Т.А., Маматкулов А.Д., Божко О.В., Ублинский М.В., Мельников И.А., Дмитренко Д.М., Манжурцев А.В., Хусаинова Д.Н. Компьютерная томография переломов костей основания черепа у младенцев и детей младшего возраста. *Российский педиатрический журнал*. 2023; 26(1): 32–38. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2023-26-1-32-38>

Участие авторов: Зайцева Е.С., Ахадов Т.А., Мельников И.А. — концепция и дизайн исследования; Зайцева Е.С., Маматкулов А.Д., Божко О.В., Дмитренко Д.М. — проведение исследований; Зайцева Е.С., Маматкулов А.Д. — сбор и обработка материала; Ублинский М.В., Манжурцев А.В., Хусаинова Д.Н. — статистическая обработка; Ахадов Т.А. — написание текста; Зайцева Е.С., Божко О.В., Ублинский М.В. — редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.12.2022
Принята к печати 17.01.2023
Опубликована 28.02.2023

*Ekaterina S. Zaitseva, Tolibdzhon A. Akhadov, Alisher D. Mamatkulov, Olga V. Bozhko, Maxim V. Ublinskiy,
Iliia A. Melnikov, Dmitriy M. Dmitrenko, Andrey V. Manzhurtsev, Daria N. Khusainova*

Computed tomography in skull base fractures in infants and young children

Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, 119180, Russian Federation

Aim of the study is to show the possibilities of multiplanar reformation and 3D reconstructions of computed tomography in the diagnosis of skull base fractures in young children.

Materials and methods. In one thousand three hundred thirty four children under 3 years of age with traumatic brain injury (TBI) CT was performed on a 128-slice Philips Ingenuity CT scanner; in 707 (53%) in the first 6 hours, in 254 (19%) — after 6 hours, but during the first 24 hours, in 205 (15%) children within 3 days and in 168 (13%) children later on 3 days after injury. Scanning of the area of interest (head + cervical spine) was made with the maximum possible reduction in parameters to minimize the radiation dose. Contrast was not used in children from 0 to 3 years of age with TBI. Post-processing included isotropic multi-planar reformatted (MPR) and 3D images.

Results. Of the 1334 children examined, 730 were boys and 604 were girls. In 448 (33.58%) children, fractures of the skull bones were diagnosed, in 366 (81.7%) of them, fractures were combined with intracranial injuries. Fractures of the skull base were in 83 (18.52%) of 448 children. In 65% ($n = 54$) of cases, basal fractures were combined with fractures of the temporal bones, 31.5% ($n = 17$) of these children had liquorhea. Fractures of the anterior fossa (12% of the total number of fractures of the base of the skull) of the base of the skull or fronto-basal fractures were accompanied by additional fractures of the orbits and/or other bones of

the facial skull in 56.6% of cases. Fractures of the middle cranial fossa were diagnosed in 54 (65%) children. Fractures of the posterior cranial fossa were found in 19 (23%) of 83 children. In addition to fractures of the bones of the vault and intracranial injuries.

Conclusion. The use of multiplanar reformation and 3D reconstruction increased the sensitivity and specificity of diagnosing skull base fractures in children compared to conventional axial CT. The essential advantages of using 3D reconstruction are the availability of the technique, the absence of additional scanning time and radiation exposure.

Keywords: children; computed tomography; fractures of the cranial vault bones; traumatic brain injury; intracranial injuries

For correspondence: Maxim V. Ublinsky, Researcher, MD, PhD, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, 119180, Russian Federation, maxublinsk@mail.ru

For citation: Zaitseva E.S., Akhadov T.A., Mamatkulov A.D., Bozhko O.V., Ublinskiy M.V., Melnikov I.A., Dmitrenko D.M., Manzhurtsev A.V., Khusainova D.N. Computed tomography in skull base fractures in infants and young children. *Rossiyskiy Pediatricheskiy Zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2023; 26(1): 32–38. (In Russian).
https://doi.org/10.46563/1560-9561-2023-26-1-32-38

Contribution: Zaitseva E.S., Akhadov T.A., Melnikov I.A. — research concept and design; Zaitseva E.S., Mamatkulov A.D., Bozhko O.V., Dmitrenko D.M. — conducting research; Zaitseva E.S., Mamatkulov A.D. — collection and analysis of data; Ublinskiy M.V., Manzhurtsev A.V., Khusainova D.N. — statistical analysis; Akhadov T.A. — writing text; Zaitseva E.S., Bozhko O.V., Ublinskiy M.V. — editing. Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article — all co-authors.

Information about the authors:

Zaitseva E.S., <https://orcid.org/0000-0002-6949-3072>
Akhadov T.A., <https://orcid.org/0000-0002-3235-8854>
Mamatkulov A.D., <https://orcid.org/0000-0002-6349-5739>
Bozhko O.V., <https://orcid.org/0000-0002-4709-9461>
Ublinskiy M.V., <https://orcid.org/0000-0002-4627-9874>
Melnikov I.A., <https://orcid.org/0000-0002-2910-3711>
Dmitrenko D.M., <https://orcid.org/0000-0003-1260-4509>
Manzhurtsev A.V., <https://orcid.org/0000-0001-5022-9952>
Khusainova D.N., <https://orcid.org/0000-0002-1698-0547>

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received: December 14, 2022

Accepted: January 17, 2023

Published: February 28, 2023

Переломы костей черепа составляют до 10% от числа переломов всех костей скелета и относятся к разряду тяжёлых травм, потому что, как правило, сочетаются с повреждениями подлежащих структур — оболочек и вещества головного мозга [1, 2]. При всех тяжёлых черепно-мозговых травмах (ЧМТ) переломы черепа у детей бывают в 18–20% случаев [3–5]. При этом переломы основания черепа (ПОЧ) выявляются у 4–30% детей с ЧМТ [2, 6]. ПОЧ подразделяются на переломы передней, средней и задней черепных ямок. В их структуре переломы височной кости составляют примерно 40% наблюдений, крыши орбиты — 24%, клиновидной кости — 23%, затылочной кости — 15%, решётчатой кости — 11%. ПОЧ являются самыми сложными для диагностики, т.к. их трудно идентифицировать, особенно при наличии нескольких дополнительных швов, и они могут быть незаметными при визуализации. Ряд этих переломов распространяются на пневматизированные полости (околоносовые пазухи, клеточки пирамид височных костей), орбиты и краниоцервикальный переход, а переломы средней черепной ямки могут вовлекать в процесс каналы/отверстия сосудов, венозные синусы, приводя к повреждению или окклюзии сосудов [8, 9].

У таких пациентов в 5 раз повышен риск внутричерепных кровоизлияний, и компьютерная томография (КТ) является обязательным методом исследования [10]. Для дифференциальной и точной диагностики не только линейных переломов, но и других, включая ПОЧ, следует использовать помимо классической КТ (2D) с многоплоскостным переформатированием ещё и 3D-реконструкцию [9, 11]. Следует отметить, что в

связи с достижениями в технологии 3D-реконструкции отсутствует фактор ионизирующего излучения, поэтому 3D-реконструкция рекомендуется как основной диагностический инструмент для оценки переломов костей, включая ПОЧ, у детей [7].

Поскольку использование 3D-реконструкции широко распространено в диагностике переломов черепа у детей, диагностическая точность всех переломов черепа повысилась, и одновременно увеличилась частота выявления ПОЧ. При ПОЧ встречаются серьёзные осложнения, в том числе ликворея, энцефалоцеле, менингит, синдромы верхушки орбиты, поражение лицевого нерва, паралич, потеря слуха и холестеатомы, необходимость диагностики которых служит важным дополнительным аргументом в пользу выполнения КТ [12–16].

Цель работы: определить возможности многоплоскостного переформатирования и 3D-реконструкции КТ в диагностике ПОЧ у детей раннего возраста.

Материалы и методы

Обследованы 1334 ребёнка (730 мальчиков и 604 девочки) в возрасте от 1 мес до 3 лет (средний возраст 1 год 6 мес) с различными формами ЧМТ.

КТ проведена на 128-срезовом томографе «Philips Ingenuity CT» у 707 (53%) детей в первые 6 ч после травмы, у 254 (19%) — через 6–24 ч, у 205 — в течение 3 сут, у 168 детей — позднее 3 сут. Сканирование зоны интереса (голова + шейный отдел позвоночника) проводилось с максимально возможным снижением показателей для минимизации дозы облучения, включая программу «iDose4», с шагом 0,75 мм при толщине сре-

за 0,75 мм, интервал реконструкции составлял 2,0 мм. Параметры сканирования – напряжение трубки (измеряется в kV) и сила тока в секунду (измеряется в mAs) подбирали в зависимости от веса и возраста пациента. Контрастирование у детей от рождения до 3 лет при ЧМТ не использовалось. Постпроцессинговая обработка включала изотропные многоплоскостные переформатированные (MPR) и 3D-изображения.

Тема и дизайн исследования были одобрены независимым локальным этическим комитетом. Исследование проводилось в соответствии с Этическими принципами проведения медицинских исследований с участием человека (Хельсинкская декларация, 2013). Законные представители исследуемых детей подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты

У 448 (33,6%) детей были диагностированы переломы костей черепа, у 366 (81,7%) из них переломы сочетались с внутричерепными повреждениями. ПОЧ были выявлены у 83 (18,5%) из 448 детей. У 54 (65%) детей ПОЧ сочетались с переломами височных костей, у 17 (31,5%) этих детей была ликворея.

Переломы передней ямки основания черепа, или лобно-базальные переломы, были определены у 10 (12%) детей. Они сопровождались дополнительными переломами орбит и/или других костей лицевого черепа в 56,6% случаев. При этом у половины детей возникала пневмоцефалия, а в 63,2% случаев — гематосинус. Лобно-базальные переломы в зависимости от места удара и силы травмы были распределены на три типа.

Тип I представлял собой изолированные линейные передние ПОЧ, которые шли параллельно решётчатой пластинке и простирались до границы, отделявшей переднюю и среднюю ямки от задней (**рис. 1**).

Тип II — линейные переломы лобной кости, распространяющиеся до основания черепа, чаще затрагиваю-

щие крышу глазницы, латеральную стенку или верхушку орбиты (**рис. 2**).

Тип III — сложные переломы, включающие раздробление всей лобной кости вместе с раздроблением крыши глазницы (**рис. 3**).

Переломы II и III типов осложнялись преимущественно ликвореей. Ликворная ринорея была у 4 (40%) детей, пневмоцефалия — в 4 (50%) случаях лобно-базальных переломов.

Переломы средней черепной ямки были диагностированы у 54 детей (65% от общего числа детей с ПОЧ). Средняя черепная ямка, как обычно, была разделена на центральное и латеральное основание черепа. К первому отнесены турецкое седло и параселлярные кавернозные синусы, которые включают каменистую и сосцевидную части височной кости. У 7 детей переломы центрального основания черепа были прямым продолжением лобно-базальных переломов и реже переломов ската ($n = 5$) или задней черепной ямки ($n = 3$). Эти переломы имели косую или сагиттальную ориентацию и проходили через турецкое седло, клиновидную пазуху и скуловую кость (**рис. 4**).

Передние переломы затрагивали верхушку орбиты, верхнюю глазничную щель и клиновидные отростки. Задние переломы распространялись латерально через височную кость, а также через скат. Переломы, проходящие через клиновидные отростки или верхнюю глазничную щель, сопровождались нарушением или потерей зрения. Для переломов с вовлечением турецкого седла из-за сдавления перекреста зрительных нервов была характерна битемпоральная гемианопсия.

Переломы, проходящие через латеральную часть средней черепной ямки, вовлекали каменистую часть и сосцевидный отросток височной кости и имели смешанную (продольно-поперечную) ориентацию. Переломы, идущие через гребень пирамиды, и особенно барабанную перепонку, сопровождались отореей (**рис. 5**).

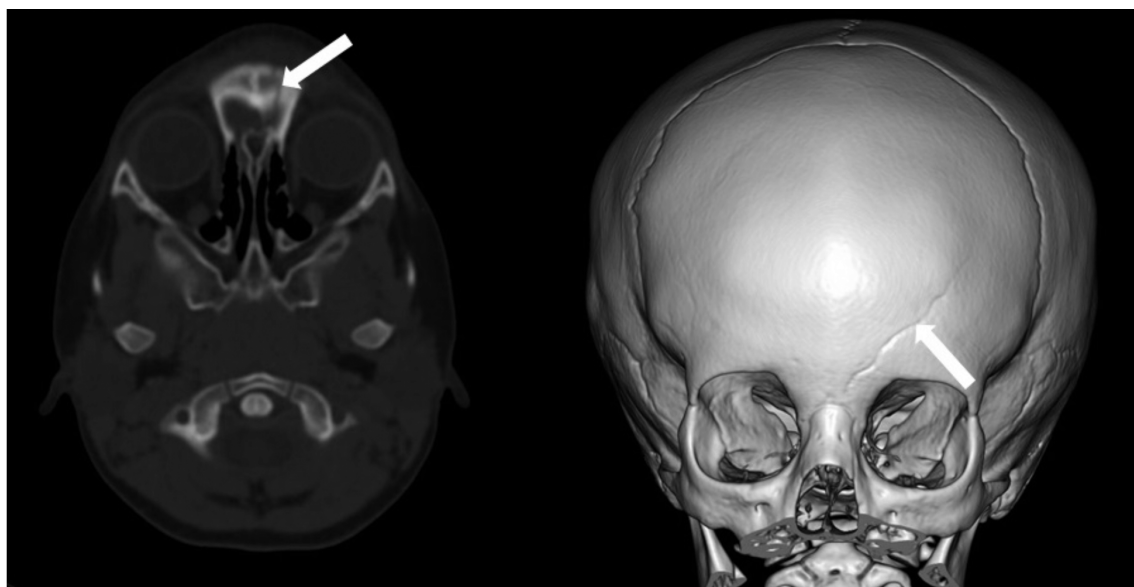


Рис. 1. Линейный перелом чешуи лобной кости слева с переходом на решётчатую кость (стрелки).

Fig. 1. Linear fracture of the squama of the frontal bone on the left with transition to the ethmoid bone (arrows).

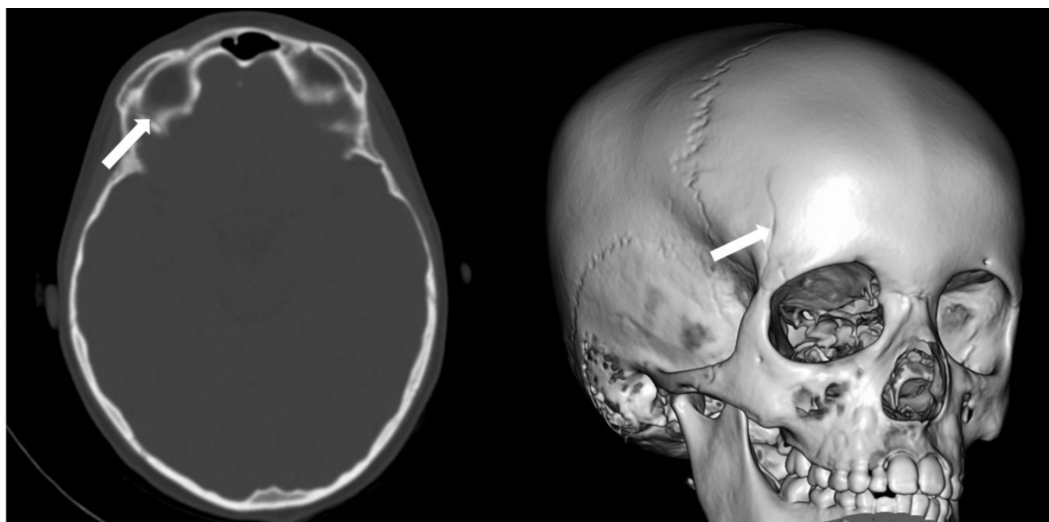


Рис. 2. Линейный перелом чешуи лобной кости справа, с переходом на крышу орбиты.

Fig. 2. Linear fracture of the squama of the frontal bone on the right, with the transition to the roof of the orbit.

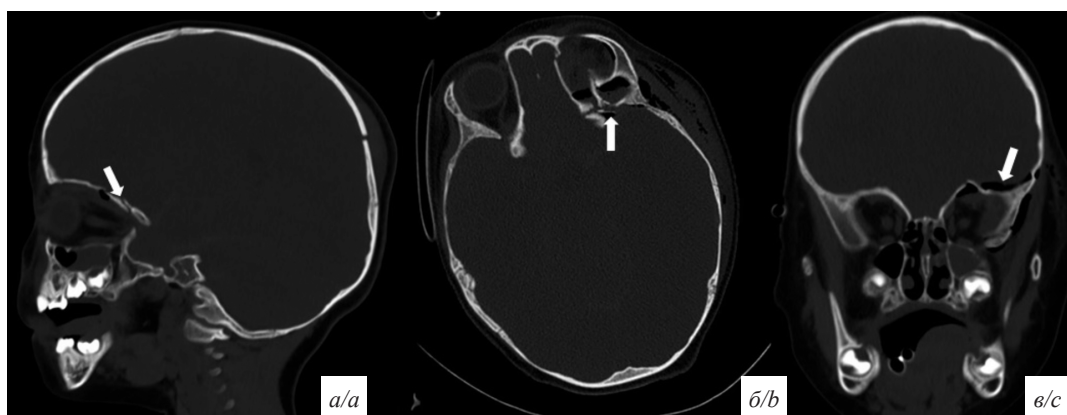


Рис. 3. Вдавленно-оскольчатый перелом крыши, дна, медиальной и латеральной стенок левой орбиты (лобной кости и большого крыла клиновидной кости слева) со смещением (белая стрелка).

I — сагиттальная плоскость; *II* — аксиальная плоскость; *III* — коронарная плоскость.

Fig. 3. Depressed comminuted fracture of the roof, bottom, medial and lateral wall of the left orbit (frontal bone and greater wing of the sphenoid bone on the left) with displacement (white arrow).

I — sagittal plane; *II* — axial plane; *III* — coronar plane.



Рис. 4. Перелом свода и основания черепа: перелом стенки клиновидной пазухи, тела клиновидной пазухи (дно турецкого седла) — белые стрелки.

I — аксиальная плоскость; *II* — сагиттальная плоскость; *III* — 3D-реконструкция.

Fig. 4. Fracture of the vault and the skull base: fracture of the wall of the sphenoid sinus, the body of the sphenoid sinus (bottom of the Turkish saddle) — white arrows.

I — axial plane; *II* — sagittal plane; *III* — 3D reconstruction.

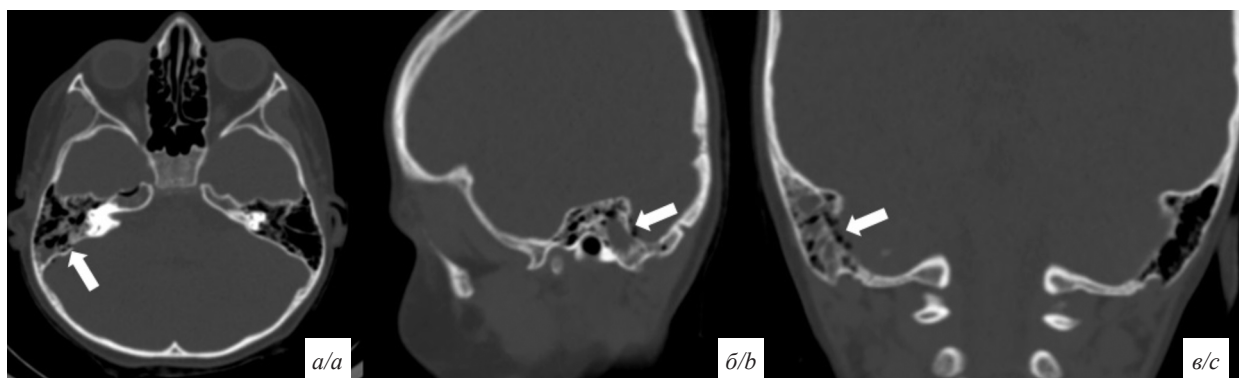


Рис. 5. Перелом пирамиды правой височной кости. Гемотимпанум.

I — аксиальная проекция; *II* — сагиттальная проекция; *III* — коронарная проекция,

Fig. 5. Fracture of the pyramid of the right temporal bone. Hemotympanum.

I — axial plane; *II* — sagittal plane; *III* — coronar plane.

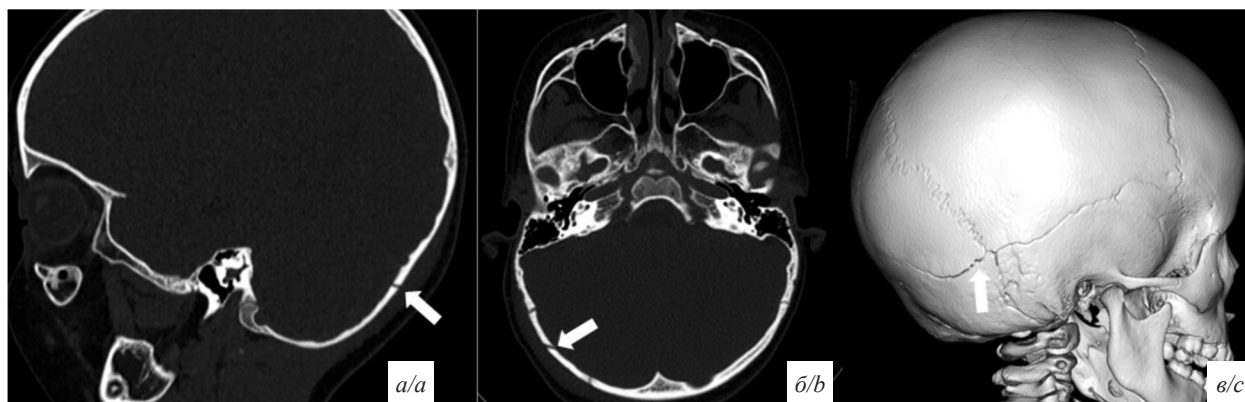


Рис. 6. ПОЧ (задней черепной ямки): перелом чешуи затылочной кости слева с переходом на чешуйчатый и затылочно-сосцевидный швы.

I — сагиттальная плоскость; *II* — аксиальная плоскость; *III* — 3D-реконструкция.

Fig. 6. Fracture of the base of the skull (posterior cranial fossa): fracture of the squama of the occipital bone on the left with the transition to the squamous and occipital-mastoid sutures.

I — sagittal plane; *II* — axial plane; *III* — 3D reconstruction.

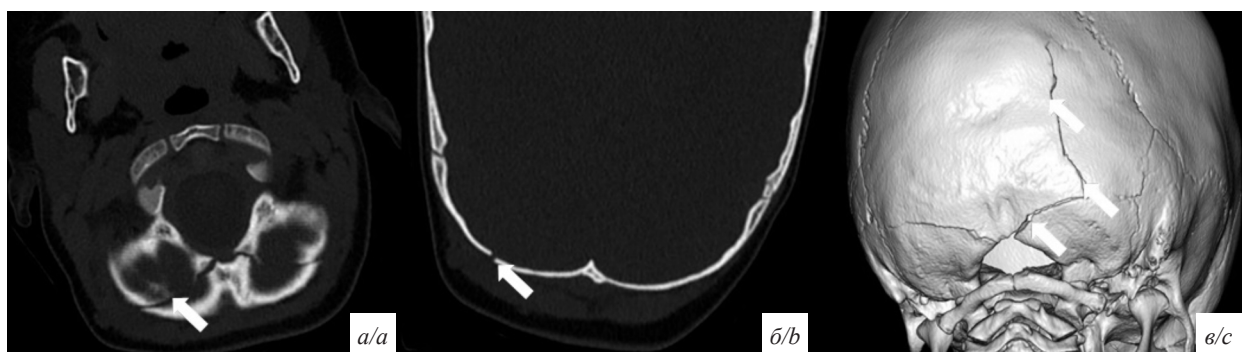


Рис. 7. Линейный перелом затылочной кости справа, достигающий до большого затылочного отверстия.

I — аксиальная плоскость; *II* — коронарная плоскость; *III* — 3D-реконструкция.

Fig. 7. Linear fracture of the occipital bone on the right, reaching the foramen magnum.

I — axial plane; *II* — coronar plane; *III* — 3D reconstruction.

Переломы задней черепной ямки были определены у 19 (23%) из 83 детей и явились следствием прямого удара по затылку, распространялись в продольном или поперечном направлениях на затылочную кость и каменистый сегмент височной кости, у 3 из

19 детей перелом переходил на скат, у 2 был перелом затылочного мыщелка II типа (Anderson и Montesano) (рис. 6–8).

Помимо ПОЧ у 32 (38,55%) детей были переломы костей свода, а также **интракраниальные поврежде-**



Рис. 8. Протяжённый ПОЧ (задней черепной ямки). Перелом пирамиды височной кости слева, чешуи затылочной кости с переходом на правый мыщелок.

I — аксиальная плоскость; *II* — коронарная плоскость; *III* — 3D-реконструкция.

Fig. 8. Extended fracture of the base of the skull (posterior cranial fossa). Fracture of the pyramid of the temporal bone on the left, squama of the occipital bone with the transition to the right condyle.

I — axial plane; *II* — coronal plane; *III* — 3D reconstruction.

ния: эпи- (11; 13,25%) и субдуральные (14; 16,86%), внутримозговые (12; 14,45%) и желудочковые (2; 2,4%) гематомы, травматические субарахноидальные кровоизлияния (14; 16,86%) и ушибы головного мозга (22; 26,5%), тромбоз венозных синусов задней черепной ямки (7; 8,43%).

Обсуждение

ПОЧ встречаются у детей с ЧМТ в 4–30% наблюдений [2, 6]. В 66% случаев ПОЧ повреждаются височные кости, в 33% наблюдений у этих пациентов имеется ликворея. ПОЧ часто бывают трудно различимыми при рентгенографии, тем более если есть нескольких дополнительных швов. Особую сложность представляют переломы, распространяющиеся на пневматизированные структуры черепа (челюстно-лицевые пазухи, клетки пирамид височных костей или полости среднего уха). Процесс их идентификации осложняется наложением вторичных признаков гипертензивных включений (кровоизлияния) в пневматизированные полости. В связи с этим следует избегать использования рентгенографии черепа у младенцев с ЧМТ, которым будет выполняться КТ головы [17].

КТ с многоплоскостными переформатированными проекциями и 3D-реконструкцией значительно облегчает лучевую диагностику, которая особенно важна при краниопластике [18–20]. Переломы передней или центральной частей основания черепа могут сопровождаться дополнительными переломами орбит или других костей лицевого черепа. При этом возникает пневмоцефалия, которая легко распознается при КТ. Она имеет преимущество перед рентгенографией при ПОЧ, при условии, что плоскость среза включает линию перелома [21, 22]. Рекомендуются тонкие срезы в аксиальной и прямой коронарной проекциях с 3D-реконструкцией в костном режиме, особенно для выявления переломов височной кости. Этот вариант алгоритма КТ очень эффективен при диагностике и лечении пациентов с политравмой в отделениях неотложной помощи [23]. Ряд переломов может быть пропущен, если КТ-изображения анализируются только в аксиальной плоскости, без учёта анализа изображений в коронарной плоскости [24]. Установлено, что

детали перелома, важные с судебно-медицинской точки зрения, были лучше очерчены на КТ-изображениях при реконструкции в многоплоскостную и проекцию максимальной интенсивности [25]. Наши данные также свидетельствуют о том, что КТ головы обладает высокой чувствительностью, особенно в диагностике переломов черепа, в том числе ПОЧ, сопровождающихся различными осложнениями, которые ухудшают визуализацию. Так, ликворная ринорея при переломах костей передней черепной ямки может вызывать нечёткость изображения по типу ореола с изменением плотности от воздуха к жидкости и крови. Ликвор, скопившийся в полости среднего уха и вытекающий через перфорированную барабанную перепонку (ликворная оторрея) при переломах костей средней черепной ямки, обуславливает изменения плотности в пирамидах височных костей [26]. Анализ данных КТ показал, что экстрааксиальные гематомы (чаще субдуральные или венозные эпидуральные гематомы), легко выявляемые при КТ и возникающие в задней черепной ямке, почти всегда являются следствием перелома. Установлено, что ПОЧ тесно коррелируют с внутричерепными повреждениями: у детей с переломами костей передней черепной ямки чаще выявляются эпидуральные гематомы, тогда как у детей с переломами костей средней ямки, как правило, выявляют ушибы головного мозга [26].

Установленные нами закономерности свидетельствуют о том, что диагностическая точность КТ головы при оценке ПОЧ у младенцев и детей младшего возраста повышается при одновременном анализе многоплоскостного переформатирования и 3D-реконструкций. При просмотре в костном окне это обеспечивает улучшение визуализации переломов, которые могут быть пропущены на аксиальной плоскости среза КТ [9, 11].

Таким образом, использование многоплоскостного переформатирования и 3D-реконструкции увеличило чувствительность и специфичность диагностики ПОЧ у детей по сравнению с обычной аксиальной КТ. Существенными преимуществами использования 3D-реконструкции являются доступность, отсутствие дополнительного времени сканирования и дополнительной лучевой нагрузки.

Литература

(п.п. 2–26 см. References)

1. Зайцева Е.С., Маматкулов А.Д., Ахадов Т.А. Компьютерная томография при черепно-мозговой травме у младенцев и детей младшего возраста (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2022; 26(2): 39–57. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1116>

References

1. Zaytseva E.S., Mamatkulov A.D., Akhadov T.A. Computed tomography of traumatic brain injury in infants and young children (a literature review). *Meditsinskaya vizualizatsiya*. 2022; 26(2): 39–57. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1116> (in Russian)
2. John S.M., Kelly P., Vincent A. Patterns of structural head injury in children younger than 3 years: a ten-year review of 519 patients. *J. Trauma. Acute Care Surg.* 2013; 74(1): 276–81. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e318270d82e>
3. Easter J.S., Bakes K., Dhaliwal J., Miller M., Caruso E., Haukoos J.S. Comparison of PECARN, CATCH, and CHALICE rules for children with minor head injury: a prospective cohort study. *Ann. Emerg. Med.* 2014; 64(2): 145–52. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2014.01.030>
4. Ringl H., Scherthner R.E., Schueller G., Balassy C., Kienzl D., Botosaneanu A., et al. The skull unfolded: a cranial CT visualization algorithm for fast and easy detection of skull fractures. *Radiology*. 2010; 255(2): 553–62. <https://doi.org/10.1148/radiol.10091096>
5. Lee H.R., Kim J.Y., Lim Y.C., Yoon S.H. Pediatric skull fractures based on three-dimensional computed tomography: correlation of skull fracture types, location, severity, and accompanying head injuries with surgical risk in 291 children. *The Nerve*. 2019; 5(2): 55–9. <https://doi.org/10.21129/nerve.2019.5.2.55>
6. Juliano A.F., Ginat D.T., Moonis G. Imaging review of the temporal bone. II. Traumatic, postoperative, and noninflammatory nonneoplastic conditions. *Radiology*. 2015; 276(3): 655–72. <https://doi.org/10.1148/radiol.2015140800>
7. Bagnon K.L., Hudgins P.A. Skull base fractures and their complications. *Neuroimaging Clin. N. Am.* 2014; 24(3): 439–65. <https://doi.org/10.1016/j.nic.2014.03.001>
8. Bonfield C.M., Naran S., Adetayo O.A., Pollack I.F., Losee J.E. Pediatric skull fractures: the need for surgical intervention, characteristics, complications, and outcomes. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2014; 14(2): 205–11. <https://doi.org/10.3171/2014.5.PEDS13414>
9. Orman G., Wagner M.W., Seeburg D., Zamora C.A., Oshmyan-sky A., Tekes A., et al. Pediatric skull fracture diagnosis: should 3D CT reconstructions be added as routine imaging? *J. Neurosurg. Pediatr.* 2015; 16(4): 426–31. <https://doi.org/10.3171/2015.3.PEDS1553>
10. Faried A., Halim D., Widjaya I.A., Badri R.F., Sulaiman S.F., Arifin M.Z. Correlation between the skull base fracture and the incidence of intracranial hemorrhage in patients with traumatic brain injury. *Chin. J. Traumatol.* 2019; 22(5): 286–9. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2019.05.006>
11. Sim S.Y., Kim H.G., Yoon S.H., Choi J.W., Cho S.M., Choi M.S. Reappraisal of pediatric diastatic skull fractures in the 3-dimensional CT era: Clinical characteristics and comparison of diagnostic accuracy of simple skull X-ray, 2-dimensional CT, and 3-dimensional CT. *World Neurosurg.* 2017; 108: 399–406. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.08.107>
12. Archer J.B., Sun H., Bonney P.A., Zhao Y.D., Hiebert J.C., Sanclement J.A., et al. Extensive traumatic anterior skull base fractures with cerebrospinal fluid leak: classification and repair techniques using combined vascularized tissue flaps. *J. Neurosurg.* 2016; 124(3): 647–56. <https://doi.org/10.3171/2015.4.JNS1528>
13. Bell R.B., Chen J. Frontobasilar fractures: contemporary management. *Atlas Oral. Maxillofac. Surg. Clin. North Am.* 2010; 18(2): 181–96. <https://doi.org/10.1016/j.cxom.2010.08.003>

14. Baráth K., Huber A.M., Stämpfli P., Varga Z., Kollias S. Neuroradiology of cholesteatomas. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2011; 32(2): 221–9. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A2052>
15. Feldman J.S., Farnoosh S., Kellman R.M., Tatum S.A. Skull base trauma: clinical considerations in evaluation and diagnosis and review of management techniques and surgical approaches. *Semin. Plast. Surg.* 2017; 31(4): 177–88. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1607275>
16. Jin H., Gong S., Han K., Wang J., Lv L., Dong Y., et al. Clinical management of traumatic superior orbital fissure and orbital apex syndromes. *Clin. Neurol. Neurosurg.* 2018; 165: 50–4. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2017.12.022>
17. Martin A., Paddock M., Johns C.S., Smith J., Raghavan A., Connolly D.J.A., et al. Avoiding skull radiographs in infants with suspected inflicted injury who also undergo head CT: “a no-brainer?”. *Eur. Radiol.* 2020; 30(3): 1480–7. <https://doi.org/10.1007/s00330-019-06579-w>
18. Araki T., Yokota H., Morit A. Pediatric Traumatic Brain Injury: Characteristic Features, Diagnosis, and Management. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. 2017; 57(2): 82–93. <https://doi.org/10.2176/nmc.ra.2016-0191>
19. Alhelali I., Stewart T.C., Foster J., Alharfi I.M., Ranger A., Daoud H., et al. Basal skull fractures are associated with mortality in pediatric severe traumatic brain injury. *J. Trauma. Acute Care Surg.* 2015; 78(6): 1155–61. <https://doi.org/10.1097/TA.0000000000000662>
20. Nigrovic L.E., Kuppermann N. Children with minor blunt head trauma presenting to the emergency department. *Pediatrics*. 2019; 144(6): e20191495. <https://doi.org/10.1542/peds.2019-1495>
21. Hagga J.R., Dogra V.S., Forsting M., Gilkeson R.C., Ha H.K., Sundaram M. CT and MRI of the whole body, 5th ed, 2-Vol. set. *Am. J. Neuroradiol.* 2009; 30(7): e103–4. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1609>
22. Nakahara K., Shimizu S., Kitahara T., Oka H., Utsuki S., Soma K., et al. Linear fractures invisible on routine axial computed tomography: a pitfall at radiological screening for minor head injury. *Neurol. Med. Chir. (Tokyo)*. 2011; 51(4): 272–4. <https://doi.org/10.2176/nmc.51.272>
23. Zayas J.O., Feliciano Y.Z., Hadley C.R., Gomez A.A., Vidal J.A. Temporal bone trauma and the role of multidetector CT in the emergency department. *Radiographics*. 2011; 31(6): 1741–55. <https://doi.org/10.1148/rg.316115506>
24. Menon A., Kanchan T., Rao N.K.G. Skull fractures in fatal head injuries – a comparative analysis of ct and autopsy findings. *Intl. J. Med. Toxicol. Leg. Med.* 2010; 13(1): 11–4.
25. Henningsen M.J., Harving M.L., Jacobsen C., Villa C. Fractures of the neuro-cranium: sensitivity and specificity of post-mortem computed tomography compared with autopsy. *Int. J. Legal. Med.* 2022; 136(5): 1379–89. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02779-0>
26. Chawla H., Yadav R.K., Griwan M.S., Malhotra R., Paliwal P.K. Sensitivity and specificity of CT scan in revealing skull fracture in medico-legal head injury victims. *Australas. Med. J.* 2015; 8(7): 235–8. <https://doi.org/10.4066/AMJ.2015.2418>

Сведения об авторах:

Зайцева Екатерина Сергеевна, врач-рентгенолог, отдел лучевых методов диагностики НИИ НДХиТ, katarina0594@mail.ru; **Ахадов Толибджон Абдуллаевич**, доктор мед. наук, проф., руководитель отдела лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, akhadov@mail.ru; **Маматкулов Алишер Джахангирович**, аспирант отд-ния нейрохирургии НИИ НДХиТ, md-uz7@mail.ru; **Божко Ольга Васильевна**, канд. мед. наук, вед. науч. сотр., отдел лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, bozhko_olga@mail.ru; **Мельников Илья Андреевич**, канд. мед. наук, зав. отд-нием КТ и МРТ отдела лучевых методов диагностики, НИИ НДХиТ, ilyamed@mail.ru; **Дмитренко Дмитрий Михайлович**, зав. отд-нием рентгенодиагностики НИИ НДХиТ, dmitrenich@mail.ru; **Манжурцев Андрей Валерьевич**, науч. сотр., НИИ НДХиТ, andrey.man.93@gmail.com; **Хусаинова Дарья Николаевна**, науч. сотр., отдел ИТ НИИ НДХиТ, dsavina@yandex.ru