

ЧАСТЬ I
РАЗДЕЛ 2
Травма

Введение в диагностическую визуализацию травм ЦНС **134**

Первичные проявления травмы ЦНС

Травмы скальпа и черепа	140
Огнестрельные и проникающие ранения	144
Эпидуральная гематома, классический вариант	148
Эпидуральная гематома, атипичный вариант	152
Острая субдуральная гематома	156
Подострая субдуральная гематома	160
Хроническая субдуральная гематома	164
Травматическое субарахноидальное кровоизлияние	168
Ушиб головного мозга	172
Диффузное аксональное повреждение	176
Повреждение подкорковых структур	180
Пневмоцефалия	184
Черепно-мозговая травма, полученная в результате жестокого обращения	188

Вторичные проявления травмы ЦНС

Внутричерепные дислокационные синдромы	192
Посттравматический отек головного мозга	196
Травматическая ишемия/инфаркт головного мозга	200
Смерть мозга	204
Синдром повторного сотрясения	206
Травматическое расслоение внутричерепных артерий	208
Травматическая каротидно-кавернозная фистула	212
Хроническая травматическая энцефалопатия	214

Подход к исследованию черепно-мозговой травмы

Общие сведения

Эпидемиология. Во всем мире травмы являются наиболее распространенными причинами смерти и инвалидности у детей и молодых взрослых. У таких пациентов в подавляющем большинстве случаев имеет место нейротравма. В США и Канаде в отделения неотложной помощи (ED) ежегодно поступает более 8 млн пациентов с черепно-мозговой травмой, что составляет 6–7% от всех обращений в ED.

Подавляющее большинство пациентов с черепно-мозговой травмой относят к группе, имеющих минимальную или легкую травму. Минимальная черепно-мозговая травма характеризуется отсутствием неврологических нарушений или потери сознания (ПС). Легкая черепно-мозговая травма или сотрясение мозга отмечается у пациентов с отсутствием нарушений походки, речи, с количеством баллов по шкале комы Глазго (ШКГ), равными 13–15, у которых имело место ПС, амнезия или дезориентация.

Из всех пациентов с черепно-мозговой травмой приблизительно у 10% она оказывается летальной, в то время как у других 5–10% выживших после нейротравмы отмечается постоянный серьезный неврологический дефицит. У ряда пациентов отмечается более легкий дефицит («минимальная травма головного мозга»), в то время как у 20–40% пациентов отмечается умеренная инвалидизация.

Этиология и механизмы повреждения

Этиология черепно-мозговой травмы (ЧМТ) варьирует в зависимости от возраста пациента. Падения являются ведущей причиной ЧМТ у детей младше четырех лет и у пациентов старше 75 лет. Огнестрельные ранения наиболее распространены среди лиц мужского пола подросткового возраста и молодых взрослых, но относительно редко встречаются в других группах. Автотранспортные происшествия и наезды на пешеходов встречаются во всех возрастных группах.

Проникающая ЧМТ может быть огнестрельной или неогнестрельной. Огнестрельные травмы возникают в результате проникновения в череп, оболочки и/или головной мозг инородного объекта (например, пули).

Неогнестрельные закрытые черепно-мозговые травмы (ЗЧМТ) могут быть вызваны прямым ударом или проникающим ранением. Однако неогнестрельные ЗЧМТ являются более частой причиной нейротравмы. При происшествиях при движении автотранспортных средств на высокой скорости на пострадавшего оказываются значительные силы ускорения/торможения, что приводит к резким движениям головного мозга внутри черепа. Насильственный удар головного мозга о неподатливый свод черепа и жесткую остроконечную твердую мозговую оболочку приводит к ушибу извилин. Вращение и резкие изменения углового момента могут приводить к деформации, растяжению и нарушению целостности длинных уязвимых аксонов, что является причиной аксонального повреждения.

Классификация черепно-мозговых травм

Наиболее широко используется клиническая классификация черепно-мозговой травмы ШКГ, которая зависит от оценки трех признаков: реакция открывания глаз, речевые и двигательные реакции. С помощью ШКГ ЧМТ можно разделить на легкую (13–15) умеренную (9–12) и тяжелую (≤ 8).

ЧМТ также может быть разделена по патоэтиологическому признаку на два типа: первичная и вторичная. Первичное повреждение происходит в момент травмы. Примерами первичных травматических повреждений являются переломы костей черепа, эпи- и субдуральные гематомы, ушибы головного мозга и аксональное повреждение.

Вторичные повреждения происходят позже и включают в себя отек головного мозга, нарушение кровообращения и дислокационные синдромы. Крупные артерии, такие как внутренние сонные, позвоночные, средние менингеальные артерии также могут быть повреждены прямым образом в момент травмы или непрямым образом, являясь последствием дислокации мозга.

Вопросы визуализации острой черепно-мозговой травмы

Визуализация является абсолютно необходимым методом для диагностики и выбора тактики ведения больного с острой ЧМТ. Выделяют две цели неотложной диагностической визуализации: (1) идентифицировать повреждения, поддающиеся лечению, а также (2) обнаружить и оценить вторичные повреждения, такие как дислокационные синдромы.

МСКТ. Мультиспиральная КТ (МСКТ) является «рабочей лошадкой» в визуализации травм мозга, а также используется в качестве скрининга в самых различных клинических ситуациях. Всегда при наличии возможности необходимо проведение спиральной тонкосрезовой КТ без контрастирования с областью сканирования от большого затылочного отверстия до темени с применением как костного, так и мягкотканного алгоритмов реконструкции. Корональные и сагитальные реформации, полученные на основе аксиальных изображений, являются весьма полезными, особенно для обнаружения тонких перитенториальных субдуральных гематом. Также настоятельно рекомендуется применение «субдурального» окна (например, с шириной 150–200 HU) для изображений мягких тканей на PACS (или пленке, если PACS не доступна). Необходимо всегда выполнять топограммы и оценивать их, как часть исследования.

КТ всего тела у пациентов с множественными травмами становится все более распространенным исследованием. Как часть первоначальной оценки травмы позвоночника часто используется КТ с мягкотканым и костным алгоритмом реконструкции и многоплоскостной (как правило, корональной и сагитальной) реконструкцией изображений.

КТ-ангиография является подходящим методом для выявления проникающих ранения шеи, перелома/подвывиха шейного позвонка, переломов костей основания черепа, которые пересекают сонный канал или венозный синус твердой мозговой оболочки и при которых имеется подозрение на повреждения сосудов.

МРТ обычно является вспомогательным методом диагностики, наиболее часто используемым при поздних или подострых стадиях черепно-мозговых травм. Этот метод полезен в выявлении фокальных/региональных/глобальных изменений кровоснабжения, оценке распространенности геморрагических и негеморрагических повреждений, а также в определении долгосрочного прогноза. Необходимость выполнения МРТ должна быть рассмотрена при подозрении на умышленно нанесенную травму на основе либо клинических, либо полученных при КТ данных.

Кому и в каких ситуациях показана диагностическая визуализация?

Во многих клинических исследованиях были предприняты попытки определить кому и в каких ситуациях необходимо проводить диагностическую визуализацию. Опубликовано три крупных и широко используемых критерия целесообразности проведения диагностической визуализации при острой черепно-мозговой травме: критерии целесообразности Американского колледжа радиологии (АКР), Новорлеанские критерии (НОК) и канадские КТ-стандарты (ККТС).

Американским колледжем радиологии были обновлены и опубликованы критерии целесообразности диагностической визуализации при черепно-мозговой травме. Считается, что неотложная бесконтрастная КТ показана при умеренной/легкой ЗЧМТ с наличием очагового неврологического дефицита и/или других факторов риска, а также у всех детей с ЧМТ в возрасте до двух лет.

Около 6–7% пациентов с легкой черепно-мозговой травмой имеют положительные результаты при КТ головы; большинство из них также имеют головную боль, рвоту, наркотическую или алкогольную интоксикацию, судорожные приступы, кратковременную потерю памяти или внешние признаки травмы выше ключицы. КТ должна свободно использоваться в таких случаях, а также у пациентов старше 60 лет и у детей в возрасте до двух лет.

Независимо от данных, полученных при первичной КТ, у пациентов с ЧМТ при наличии внезапного клинического ухудшения необходимо повторное проведение этого исследования. Замедленное развитие или увеличение как вне-, так и внутримозговых кровоизлияний, как правило, происходит в течение 36 часов после травмы.

Подход к диагностике травм основания черепа и костей лицевого черепа

Переломы основания черепа (ОЧ) варьируют от одиночного линейного до комплексных травм, вовлекающих кости лицевого черепа. Переломы ОЧ часто связаны с закрытыми черепно-мозговыми травмами, такими как ушиб головного мозга, внутри- и внемозговые кровоизлияния, а также повреждения сосудов или черепных нервов. Задачей диагностической визуализации больных с травмами ОЧ и/или области лица является оценка локализации и протяженности переломов, а также выявление сопутствующих травм жизненно важных структур. Точная интерпретация полученных изображений также помогает при хирургическом планировании и в профилактике осложнений, таких как ликворея.

Травма основания черепа

Переломы переднего отдела основания черепа (ПОЧ). Травма ПОЧ часто сочетается с повреждениями стенок придаточных пазух носа и/или глазниц. Большинство таких пациентов имеют переломы костей лицевого черепа. При диагностической визуализации необходимо определить, имеется ли пересечение линией перелома продырявленной пластинки решетчатой кости, стенки лобных пазух, вершины глазниц или зрительных каналов.

Переломы центрального отдела основания черепа (ЦОЧ). У пациентов с травмой ЦОЧ могут выявляться повреждение клиновидной кости, ската, пещеристых синусов, а также сонного канала. Также могут наблюдаться повреждения внутренней сонной артерии, ЧН III, IV, VII и/или ветвей тройничного нерва.

Переломы височной кости. Переломы височной кости могут быть ориентированы параллельно (продольный) или перпендикулярно (поперечно) к каменной части. Продольные переломы являются наиболее частыми и пересекают сосцевидный отросток и стенки полости среднего уха, часто повреждая слуховые косточки и распространяясь на чешуйчатую часть височной кости. Поперечные переломы часто пересекают структуры внутреннего уха и распространяются на затылочную кость.

Оценка изображений должна включать в себя определение целостности цепи слуховых косточек, структур внутреннего уха и/или канала лицевого нерва, а также крыши барабанной полости.

Переломы заднего отдела основания черепа (ЗОЧ). Переломы затылочной кости могут быть изолированы или связаны с поперечными переломами каменных частей височных костей. Переломы ЗОЧ могут приводить к повреждению поперечного или сигмовидного синусов твердой мозговой оболочки, яремных отверстий или каналов подъязычных нервов. Также у пациентов с травмой ЗОЧ распространены повреждения краниоцервикального перехода.

Травма костей лицевого черепа

Орбитальные переломы. Выделяют два типа орбитальных переломов: (1) переломы с вовлечением стенок/краев глазниц и (2) так называемые прорывные переломы. Прорывные переломы могут распространяться на дно глазницы (нижний прорыв) или решетчатую кость (медиаальный прорыв), при этом повреждения краев глазницы отсутствуют. При диагностической визуализации необходимо определить, имеются ли (1) другие переломы костных структур глазниц и лица, а также (2) ущемление нижней ± медиаальной прямых мышц и жировой ткани.

Переломы костей лицевого черепа (по Le Fort). Выделяют три типа переломов по Le Fort. Перелом Le Fort I характеризуется наличием горизонтальной линии перелома, проходящей через верхнюю челюсть в области грушевидной апертуры. Le Fort II представляет собой пирамидальный перелом, при котором линия перелома проходит через носолобный шов, нижеглазничные края, медиаальные стенки и дно глазниц и скуловерхнечелюстные швы.

Le Fort III, или краниофациальное разобщение, представляет собой перелом, при котором линия перелома проходит через носолобный шов латерально через стенки глазниц и скуловые дуги.

При всех 3 типах переломов по Le Fort имеется повреждение пластинок крыловидных отростков клиновидной кости. Нередко отмечаются элементы более одного типа перелома костей лицевого черепа.

Скуловерхнечелюстные переломы. Выступающее положение скуловой дуги способствует ее травматизации. Перелом скуловерхнечелюстного комплекса (СВК), ранее именовавшийся «переломом треноги», распространяется на четыре сочленения и включает пять различных переломов.

При визуализации переломов СВК необходимо определить степень смещения/измельчения костных отломков, имеется ли вовлечение дна/вершины и/или орбитальной пластинки решетчатой кости, а также оценить степень смещения латеральной стенки глазницы.

Комплексный перелом костей средней зоны лица. Комплексный перелом костей средней зоны лица или «размозженное повреждение лица» включает несколько переломов костей лицевого черепа, которые не могут быть отнесены к 1 типу по вышеуказанной классификации. При этом важно определить заднее смещение костей средней зоны лица, поскольку такое повреждение характеризуется образованием выраженного косметического дефекта. Сочетанные повреждения глазницы и/или костей лицевого черепа должны быть подробно описаны.

Назо-орбито-этноидальный (НОЭ) перелом. При НОЭ переломах возможен разрыв медиаальной связки века и повреждение слезного аппарата. Необходимо идентифицировать раздробление и смещение костных отломков кзади в решетчатую кость или вверх в переднюю черепную ямку.

Перелом нижней челюсти. Переломы нижней челюсти могут происходить в области зубов или кзади от них. По существу, нижняя челюсть является «костным кольцом», для которого характерны множественные, часто двусторонние переломы. При этом необходимо определить локализацию перелома, идентифицировать степень/направление смещения костных отломков и оценить наличие подвывиха или вывиха мыщелков. Кроме того, следует определить наличие повреждения нижнечелюстного канала и зубов.

Подход к диагностике травм позвоночника и спинного мозга

Визуализация острой травмы позвоночника

Хотя рентгенография до сих пор используется для исследования позвоночника, МСКТ стала методом выбора в быстрой диагностической оценке пациентов с подозрением на травму позвоночника. У пациентов с травмами умеренной и тяжелой степени все более распространенным явлением становится получение большого массива данных, который впоследствии подразделяется на исследования С-Т- и L-отделов позвоночника вместе с органами грудной полости, полости живота, малого таза соответственно.

На основе тонкосрезовых аксиальных изображений возможно легко получить сагитальные и коронарные срезы с помощью реформации. Зачастую применяются как костный, так и мягкотканый алгоритмы реконструкции. КТ-ангиография является полезным дополнением при подозрении на повреждение сосудистых структур (переломы ОЧ, при которых линия перелома пересекает сонный канал или синус твердой мозговой оболочки, переломы шейного отдела позвоночника, при которых линия перелома проходит через поперечное отверстие, подвывих заднего элемента позвонка и т.д.). Неотложная МРТ особенно полезна у пациентов с подозрением на повреждение связочного комплекса, травматической грыжей межпозвоночного диска или повреждения спинного мозга.

Классификация переломов позвоночника

Краниовертебральный переход. Исследование пациентов с подозрением на травму краниовертебрального перехода (КВП) следует начинать с определения наличия краниоцервикального смещения. Затем необходимо перейти к оценке отдельных переломов. Такие травмы классифицируются по уровню и типу повреждения, а также по возможности нестабильности. Поскольку целью данной главы не являлось исчерпывающее описание всех травм, здесь будут кратко рассмотрены только несколько избранных видов переломов.

При переломах С1 позвонка линия перелома часто проходит через заднюю дугу. Перелом Джефферсона – вертикальный компрессионный перелом, при котором происходит нарушение целостности передней и задней дуг и их радиальное смещение. Комбинированное

Новоорлеанские критерии при легкой черепно-мозговой травме

КТ показано при ШКГ = 15 в сочетании с любым критерием из нижеперечисленных

Головная боль

- Рвота
- Возраст > 60 лет
- Интоксикация (наркотическая, алкогольная)
- Кратковременная потеря памяти (антероретроградная амнезия)
- Видимые свидетельства травмы выше уровня ключицы
- Судорожный приступ

Визуализация аномалий развития головного мозга

Аномалия

Признаки

Аномалии коры головного мозга

Аномалия	Признаки	Баллы
Компрессия	Простая	1
	Латеральный поворот > 15°	1
	«Взрывной» характер перелома	1
	Смещение/ротация	3
Дистракция		4
Задний связочный комплекс		
Интактен		0
Подозрение на разрыв/состояние не определено		2
Поврежден		3
Неврологический статус		
Повреждение корешков нервов		2
Повреждение спинного мозга/конуса (неполное)		3
Повреждение спинного мозга/конуса (полное)		2
Повреждение конского хвоста		3

Оценивается сумма баллов по всем трем критериям. Количество баллов < 3 предполагает консервативное лечение, в то время как 4 балла имеют неопределенное значение. Количество баллов ≥ 5 предполагает оперативное лечение. Например, дистракционная травма с «взрывным» переломом без вращения соответствует 1 баллу (простой компрессионный перелом) + 1 балл («взрывной» характер перелома) + 4 балла (дистракция) = 6 баллов. Модификация Vaccaro AR et al: Reliability of a novel classification system for thoracolumbar injuries: the Thoracolumbar Injury Severity Score. Spine (Phila Pa 1976). 31(11 Suppl): S62–9; discussion S104, 2006.

смещение боковых масс (относительно боковых масс C2 позвонка) на ~ 7 мм указывает на нарушение целостности поперечной связки и потенциальную нестабильность.

Переломы зубовидного отростка анатомически подразделяются на 3 типа: тип I = отрыв верхушки, тип II = поперечный перелом зуба выше тела C2 позвонка и тип III = линия перелома проходит через верхнюю часть тела C2 позвонка. Переломы зубовидного отростка особенно часто возникают у пожилых пациентов с остеопорозом при падении.

Классификация переломов шейного отдела позвоночника.

Переломы шейного отдела позвоночника классифицируются по функциональному принципу в соответствии с предполагаемым механизмом травмы. Травма при гиперфлексии шеи варьируют от простых компрессионных переломов и «переломов глинокопателя» (перелом остистых отростков C7–T1 позвонков) до нестабильных травм, таких как разрыв задней продольной связки с передним подвывихом, двусторонний межфасеточный вывих, а также флекссионный «каплевидный» перелом.

При травмах, характеризующихся гиперфлекссионным и вращательным механизмом, часто наблюдается односторонний фасеточный вывих (± перелом). Типично переднее смещение позвонка на расстояние < 50% от его передне-заднего размера. Перелом суставных отростков позвонков происходит при травматическом переразгибании с вращением.

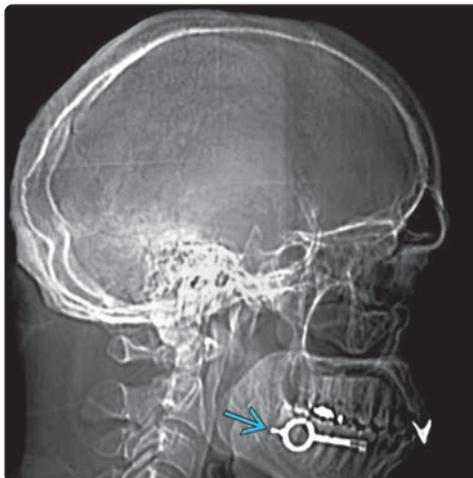
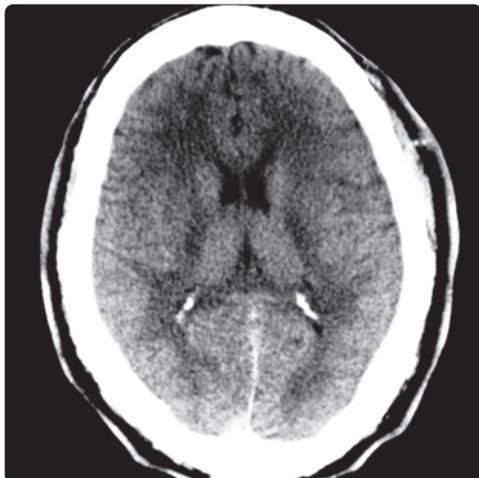
Вертикальная компрессионная травма шеи может привести к перелому Джефферсона. При «взрывных» переломах шейного отдела позвоночника отмечается повреждение среднего опорного столба со смещением костных отломков кзади.

Классификация переломов груднопоясничного отдела позвоночника.

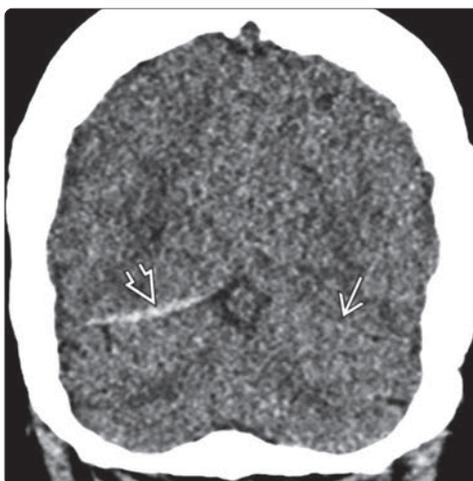
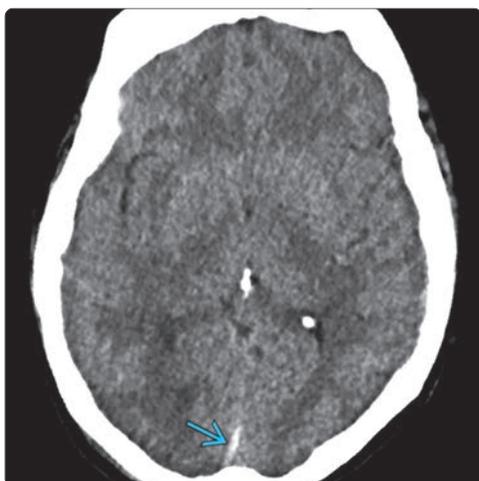
Разработано несколько систем классификации переломов груднопоясничного отдела позвоночника. В набирающей популярность классификации груднопоясничных травм и их степени тяжести (TLICS) учитываются механизм травмы, целостность заднего связочного комплекса и неврологический статус. Общее число набранных баллов по системе TLICS используется для выбора тактики лечения.

ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

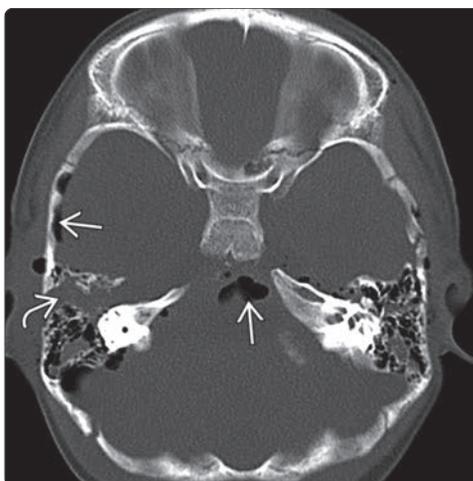
1. Gordic S et al: Whole-body CT-based imaging algorithm for multiple trauma patients: radiation dose and time to diagnosis. Br J Radiol. 88(1047):20140616, 2015
2. Mietto BS et al: Neurotrauma and inflammation: CNS and PNS responses. Mediators Inflamm. 2015:251204, 2015
3. Readdy WJ et al: A review and update on the guidelines for the acute non-operative management of cervical spinal cord injury. J Neurosurg Sci. 59(2):119–28, 2015
4. Furlow B: Computed tomography imaging of traumatic brain injury. Radiol Technol. 84(3):273CT-94CT, 2013



(Слева) Бесконтрастная КТ: у заключенного с подозрением на черепно-мозговую травму грубых аномалий не выявлено. **(Справа)** Обзорный снимок того же пациента: во рту у заключенного определяется инородное тело  (ключ от наручников). Он симулировал травму и планировал побег, но рентгенолог предупредил охрану и сорвал план. Этот пример иллюстрирует значимость оценки обзорного снимка каждого пациента, особенно обследуемых по поводу травмы. (Courtesy J. A. Junker, MD.)

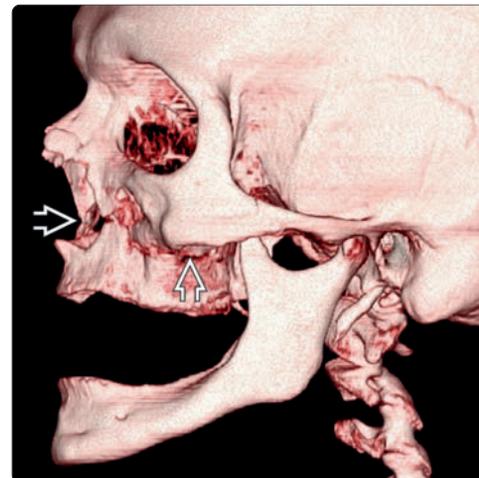
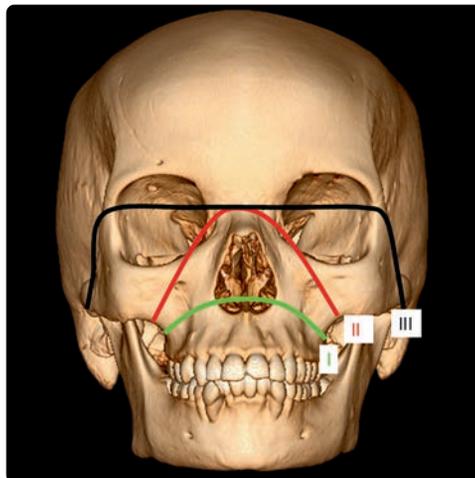


(Слева) Бесконтрастная КТ, аксиальный срез: у женщины 64 лет после падения с высоты собственного роста определяется только небольшой линейный гиперденный участок , прилегающий к серпу мозга и жому Герофила. Изначально изображение было расценено как нормальное. **(Справа)** Бесконтрастная КТ, корональный срез у той же пациентки, полученный из аксиальных исходных изображений методом реформации. Обратите внимание на тонкую перитенториальную острую субдуральную гематому , хорошо контрастирующую с практически неразличимым нормальным наметом слева .

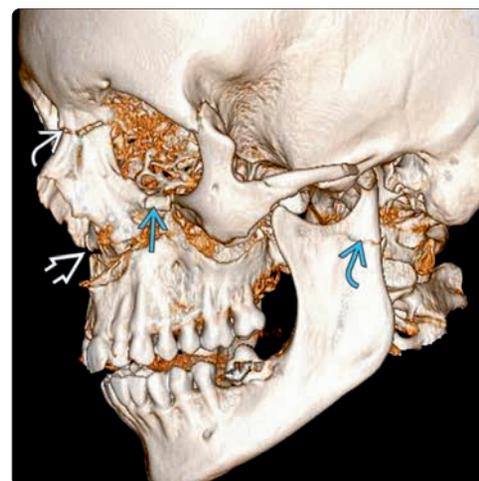
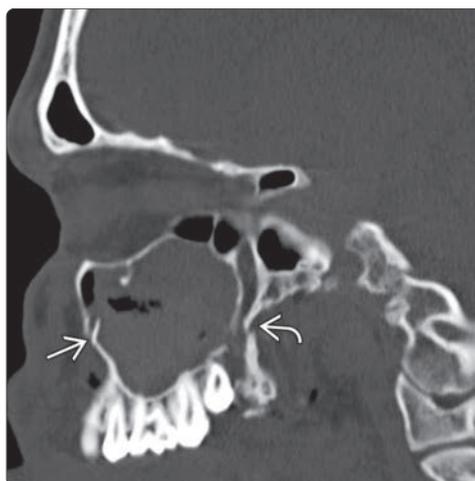


(Слева) Бесконтрастная КТ: у трехлетнего мальчика с тяжелой черепно-мозговой травмой определяются отек-набухание головного мозга с сужением всех борозд и субарахноидальных цистерн, скопление воздуха внутри черепа («пневмоцефалия») , а также субарахноидальное кровоизлияние . **(Справа)** КТ в костном окне у этого же пациента демонстрирует, почему важно определять причину пневмоцефалии . Определяются множественные переломы костей черепа, включая продольный перелом пневматизированной правой височной кости .

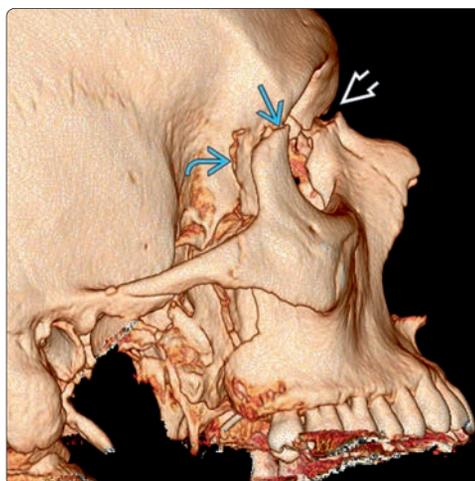
(Слева) На рисунке коронарного среза изображены три линии, соответствующие трем классическим типам переломов по Le Fort. При Le Fort I (зеленый цвет) линия перелома проходит через верхнюю челюсть и грушевидную апертуру. При Le Fort II (красный цвет), или пирамидном переломе, линия перелома идет вверх через верхнюю челюсть, нижние края глазниц и носовые кости. При Le Fort III (красный цвет), или краниофациальном разобщении, линия перелома проходит через глазницы и скуловые дуги. (Справа) КТ, 3D реконструкция: определяется перелом Le Fort I, при котором линия перелома проходит через альвеолярный отросток верхней челюсти и носовые кости.

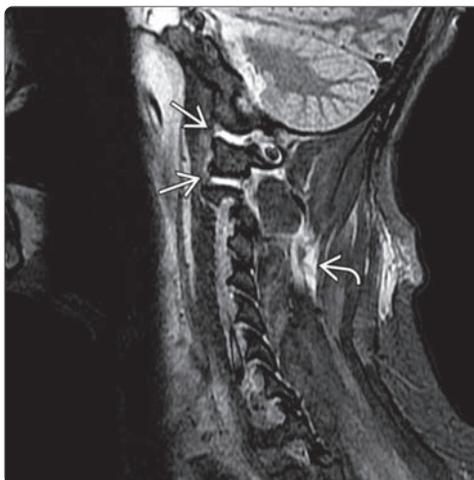


(Слева) КТ, костное окно, сагиттальная реформация: перелом Le Fort I, при котором линия перелома проходит от альвеолярного отростка верхней челюсти через заднюю стенку верхнечелюстной пазухи и пластинку крыловидного отростка. (Справа) КТ, 3D реконструкция: определяется перелом Le Fort II, при котором линия перелома проходит через носолобный шов и спускается косо, пересекая нижний глазничный край. Также отмечается перелом Le Fort I, при котором линия перелома проходит через альвеолярный отросток верхней челюсти и носовые кости. Кроме того, определяется несмещенный перелом нижней челюсти. Сочетание нескольких типов переломов костей лицевого черепа встречается достаточно часто.

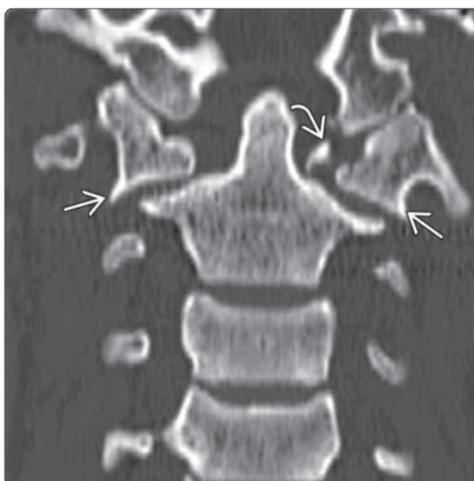


(Слева) КТ, 3D реконструкция: перелом Le Fort III, при котором отмечается лобноносовой диастаз, перелом стенки глазницы и диастаз скулолобного шва. (Справа) КТ, костное окно, аксиальный срез: при комплексном «размозженном» повреждении средней зоны лица определяется оскольчатый вдавленный переломы носовой и решетчатой костей, стенки верхнечелюстной пазухи, а также скуловой кости.

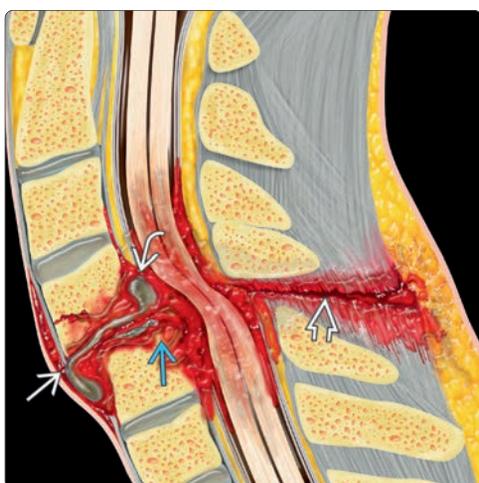




(Слева) КТ, костное окно, сагиттальная проекция: при передне-заднем выравнивании плоскости изображения на уровне шейного отдела, последний кажется нормальным. Однако у пациента увеличено расстояние между затылочным мыщелком и боковой массой C1 позвонка [1], а также расширена суставная щель межпозвоночного сустава C1–C2 [2]. (Справа) МРТ, STIR, сагиттальный срез у этого же пациента демонстрирует, насколько более информативно на МРТ визуализируются повреждения мягких тканей. Определяется расширение суставных полостей атлanto-затылочного и межпозвоночного C1–C2 суставов, имеющих гиперинтенсивный сигнал [3]. Кроме того, выявляется повреждение заднего связочного комплекса [4].



(Слева) Рентгенография верхне-шейного отдела позвоночника, боковая проекция: смещение спиноламинарной линии C1 [1] и ее расположение перед C2 и C3 позвонками [2]. Участки просветления в задней дуге C1 позвонка являются переломами [3]. (Справа) КТ, костное окно, корональная реформация: боковое смещение обеих боковых масс C1 позвонка [4]. Кроме того, визуализируется костный отломок оторванного бугорка [5], к которому крепится поперечная связка атланта.



(Слева) На рисунке сагиттального среза показан нестабильный гиперфлексионный перелом шейного отдела позвоночника в сочетании с разрывом передней [1], задней [2] продольных и межостистой [3] связок, травматической грыжей межпозвоночного диска [4], эпидуральным кровоизлиянием, а также повреждением спинного мозга. (Справа) КТ, костное окно, сагиттальная проекция: перелом шейного отдела позвоночника у пациента с анкилозирующим спондилитом. Этот метод позволяет исследовать костные дефекты [5], однако не дает возможности оценить степень повреждения мягких тканей. МРТ дополняет КТ.

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- **Кефалогематома**
 - Поднадкостничная гематома
 - Между наружной пластинкой костей свода черепа и надкостницей
 - Не распространяется за швы
 - Чаще односторонняя, малых размеров, разрешается самостоятельно
- **Подапоневротическая гематома**
 - Формируется под апоневрозом (сухожильным шлемом) затылочно-лобной мышцы
 - Не ограничивается швами
 - Может становиться большой по протяженности
 - Может распространяться по всей окружности черепа
- **Переломы**
 - Переломы костей свода черепа если и возникают без сопутствующей гематомы скальпа, то редко
 - Переломы основания черепа (височной кости, ската, стенок придаточных пазух и т.д.): осмотрите на предмет распространения линии перелома на каналы артерий и вен

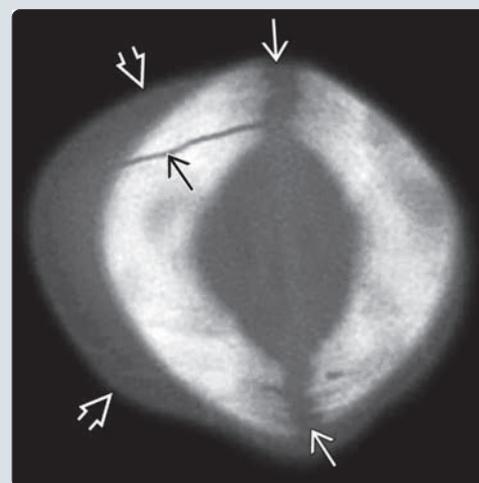
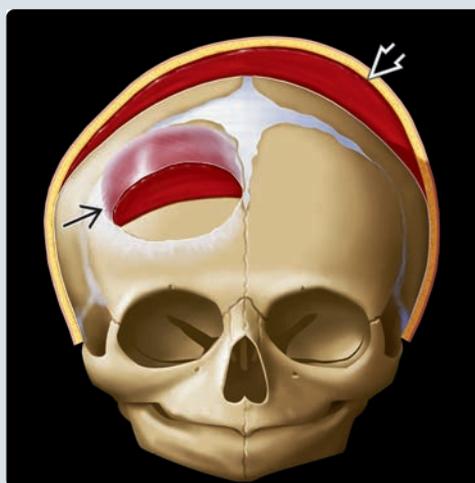
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

- Сосудистые борозды
- Швы
- Венозные гемангиомы
- Арахноидальные грануляции
- Вормиевы кисти

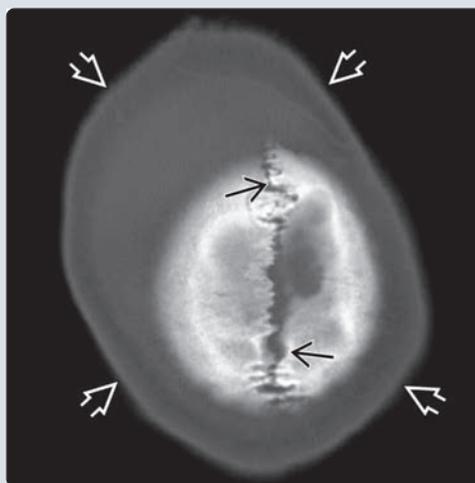
КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

- **Кефалогематома**
 - Встречается у 1% новорожденных
 - Обычно обусловлена инструментальными родами
 - Диагностируется клинически; нередко применяется диагностическая визуализация
- **Подапоневротическая гематома**
 - Часто встречается при черепно-мозговых травмах
 - Характерна для всех возрастов
 - Крупная распространяющаяся гематома у грудных детей может являться жизнеугрожающим состоянием

(Слева) На рисунке изображен череп новорожденного, включая передний родничок, венечный, лобный и сагиттальный швы. Кефалогематома [E] – поднадкостничное, фокальное и ограниченное швами скопление крови. Подапоневротическая гематома [B] располагается под сухожильным шлемом, является значительно более протяженной и не ограничивается швами. (Справа) КТ, костное окно: у новорожденного после травматических родов определяются линейный перелом черепа [E] и кефалогематома [B] в области теменной кости. Обратите внимание, что кефалогематома выходит за пределы сагиттального шва [B].



(Слева) КТ, костное окно: диастатический перелом сагиттального шва [E]. Подапоневротическая гематома очень больших размеров [B] распространяется по всей окружности черепа. Кроме того, имеется повреждение верхнего сагиттального синуса, поэтому внутричерепное скопление крови, визуализируемое в тканевом окне, является венозной эпидуральной гематомой вертекса. (Справа) МРТ, T2-ВИ: у новорожденного, подвергшегося жестокому обращению, определяется очень большая смешанная острая/подострая подапоневротическая гематома [B], выходящая за пределы швов и распространяющаяся на лицо, в глазницы.



ТЕРМИНОЛОГИЯ

Синонимы

- Отек скальпа, отек мягких тканей, гематома скальпа

Определения

- Травмы скальпа: рваные раны, гематомы
 - Рваная рана: фокальный разрыв скальпа
 - Различной протяженности и толщины
 - Часто обнаруживаются инородные тела, подкожная эмфизема
 - Гематома: кровоизлияние в или между слоями скальпа
- Травмы черепа: переломы

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Общие характеристики

- Лучшие диагностические критерии
 - Перелом черепа по сравнению с нормальной его структурой (например, шов или сосудистая борозда): редко не сопровождается повреждениями скальпа
 - Важно различать два типа гематомы скальпа
 - Кефалогематома
 - Подапоневротическая гематома
- Локализация
 - **Кефалогематома**
 - Поднадкостничная гематома
 - Между наружной пластинкой костей свода черепа и надкостницей
 - Приподнимает надкостницу
 - Не распространяется за швы
 - Экстракраниальный эквивалент внутричерепной эпидуральной гематомы
 - Обычно односторонняя
 - **Подапоневротическая гематома**
 - Гематома, располагающаяся под апоневрозом (сухожильным шлемом) затылочно-лобной мышцы
 - Располагается снаружи по отношению к надкостнице
 - Не ограничивается швами
 - **Переломы**
 - Свода черепа
 - Если и формируются без сопутствующей гематомы скальпа, то редко
 - Основание черепа (ОЧ) (в том числе сосцевидные отростки, придаточные пазухи носа)
 - Височная, клиновидная кости, скат и т.д.
 - Осмотрите на предмет распространения линии перелома на каналы артерий и вен
 - Размер
 - **Кефалогематома**
 - Редко имеет большие размеры (ограничивается надкостницей)
 - **Подапоневротическая гематома**
 - Может быть обширной, даже жизнеугрожающей
 - Не ограничена швами
 - Часто двусторонняя, часто распространяется диффузно вокруг всего свода черепа
 - **Переломы**
 - Вариабельные размеры
 - Могут быть простыми или оскольчатыми
 - Могут быть закрытыми или открытыми
 - Морфология
 - **Кефалогематома**
 - Округлая форма
 - Форма полукупола
 - **Подапоневротическая гематома**
 - Диффузная, плохо ограниченная
 - Как правило, распространенная, нефокальная
 - **Переломы**
 - Линейный: резко ограниченный дефект
 - Наиболее частая локализация – средняя черепная ямка
 - Вдавленный: смещение костных фрагментов внутрь черепа

- Приподнятый: подъем костных фрагментов (часто сопровождается их ротацией)
- Диастатический: расширение шва или синхондроза
 - Обычно сочетается с линейным переломом костей черепа, который распространяется на соседний шов
 - Травматический шовный диастаз формируется обычно у детей с тяжелыми переломами ОЧ
- «Растущий»: посттравматическая лептоменингеальная киста
 - Паутинная оболочка и ушибленный головной мозг выпячиваются через линию разрыва твердой мозговой оболочки
 - Вызывают черепно-мозговую эрозию
 - Растущие переломы черепа характеризуются медленным расширением в течение времени
 - Могут обнаруживаться через несколько месяцев или лет после травмы

Рентгенологические признаки

- Не играет роли в современной диагностике черепно-мозговой травмы

КТ

• Травмы кожи головы

- Кефалогематома
 - Одностороннее объемное образование скальпа, ограниченное швами
 - Хронические кефалогематомы могут обызвествляться
- Подапоневротическая гематома
 - Протяженное объемное образование мягких тканей
 - Может распространяться по всей окружности черепа

• Переломы черепа

- Линейный перелом костей черепа
 - Резко ограниченная гиподенсная линия(и)
- Вдавленный перелом костей черепа
 - Вдавление костных отломков внутрь черепа
- Приподнятый перелом костей черепа
 - Возвышение и ротация участка черепа
- Диастатический перелом костей черепа
 - Расширение шва или синхондроза
 - Как правило, сопровождается линейным переломом костей черепа
- «Растущий» перелом костей черепа
 - Трудно обнаружить в острой стадии
 - Постепенное расширение перелома, отсутствие его консолидации
 - Гиподенсный дефект с закругленными фестончатыми краями
 - Спинномозговая жидкость и мягкие ткани оказываются «захвачены» расширяющимся переломом
 - Как правило, сопровождается энцефаломалицией

МРТ

- Используется для оценки осложнений, а не диагностики острых проявлений

Ангиография

- Рассмотреть применение КТ/МР-ангиографии, если
 - Линия перелома пересекает сонный канал или синус твердой мозговой оболочки
 - Имеется перелом ската
 - Высокая вероятность сочетания с нейрососудистыми повреждениями
 - Высокий риск травмы шейного отдела позвоночника
 - Перелом и/или вывих позвонков шейного отдела позвоночника
 - Дистракционная травма
 - Проникающее ранение шеи

Рекомендации по визуализации

- Лучший инструмент визуализации
 - Бесконтрастная КТ
 - С применением как мягкотканного, так и костного алгоритмов реконструкции
 - Тонкосрезовые мультипланарные реформации при сочетанных переломах ОЧ

- КТ, режим 3D изображения оттененных поверхностей (SSD)
 - Особенно полезно для вдавленных, диастатических переломов
 - Полезно, если присутствуют сложные переломы лица
- КТ-ангиография (для травм с высоким риском повреждения сосудистых структур)
- Советы по протоколу исследования
 - МРТ
 - Используйте T2* (GRE / SWI) для диагностики кровотечения
 - Используйте ДВИ для диагностики ишемических осложнений

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ДИАГНОЗ

Нормальные структуры

- Сосудистые борозды
 - Края с хорошо выраженным кортикальным слоем
 - Не такие отчетливые и гиподенсные, как линейные переломы черепа
 - Прилегающая гематома скальпа отсутствует
- Швы
 - В предсказуемых местах (венечный, сагиттальный, сосцевидные и т.д.)
 - ≤ 2 мм, прилегающий линейный перелом черепа отсутствует
 - Плотный кортикальный слой
 - Менее отчетливы, чем переломы
- Венозные гемангиомы, арахноидальные грануляции
 - В предсказуемых местах
 - Парасагиттально
 - Рядом с/в пределах синусов твердой мозговой оболочки
 - Часто имеют связь с сосудистыми структурами
 - Округлая/яйцевидная форма
 - Ровные, кортикальный слой хорошо выражен

Нормальные варианты строения

- Вормиевы кости
 - Встречаются часто (≥ 1 у 50% детей)
 - Редко: несовершенный остеогенез
 - Типичная локализация (например, ламбдовидный шов)
 - Травмы прилежащих мягких тканей отсутствуют

КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

Проявления

- Наиболее частые признаки/симптомы
 - Отек тканей скальпа
 - Дети с черепно-мозговой травмой, имеющие повреждения внутричерепных структур в сочетании с мягкой при пальпации гематомой скальпа
- Другие признаки/симптомы
 - Зависят от типа и степени повреждения головного мозга

Этиология и эпидемиология

- Кефалогематома
 - Встречается у 1% новорожденных
 - Как правило, связана с родовой травмой
 - Инструментальные роды
 - Иногда при вакуум-экстракции
- Подпапневротическая гематома
 - Часто встречается при черепно-мозговых травмах
 - Характерна для всех возрастов
- Переломы
 - Линейный
 - Низкая интенсивность травмирующего воздействия
 - Воздействие травмирующей силы на большой площади
 - Вдавленный
 - Высокая интенсивность травмирующего воздействия
 - Часто тупым предметом
 - Центробежное распространение травмирующей силы
 - Воздействие травмирующей силы на ограниченной площади

Течение и прогноз

- Кефалогематома
 - Диагностируется клинически; нередко применяется диагностическая визуализация
 - Обычно разрешается самостоятельно без лечения
 - Иногда кальцифицируется, образуя твердую пальпируемую структуру
 - Осложнения встречаются редко
- Подпапневротическая гематома
 - Крупная распространяющаяся гематома у грудных детей может являться жизнеугрожающим состоянием
- Переломы
 - Обычно консолидируются самостоятельно
 - Осложнения
 - Повреждение сосудистых структур
 - Разрыв твердой/паутинной мозговой оболочки ± ликворея
 - Повреждение черепных нервов
 - Лептоменингеальная киста (редко)

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

Обратите внимание

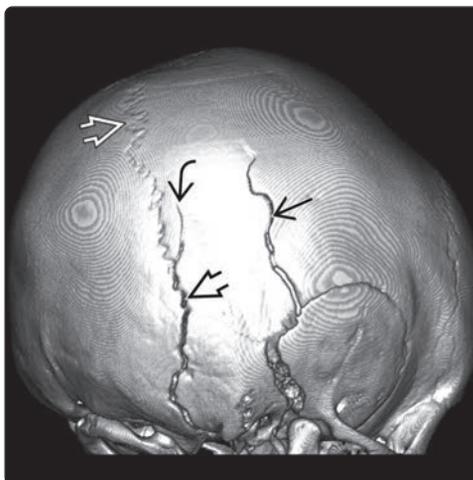
- КТ/МР-ангиография показана при высоком риске повреждения сосудистых структур
 - Пересечение линией перелома сосудистого канала, синуса твердой мозговой оболочки

Советы по интерпретации изображений

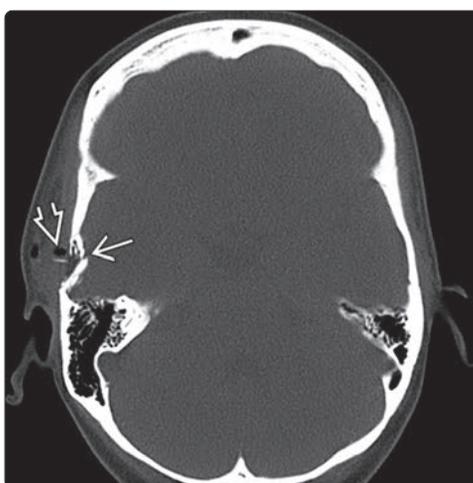
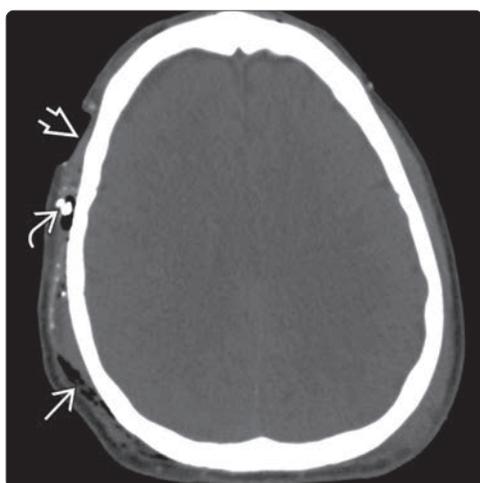
- Линейный перелом черепа по сравнению с нормальной его структурой (например, шов или сосудистая борозда): перелом черепа если и возникает без отека прилежащих мягких тканей, то редко

ИЗБРАННЫЕ ССЫЛКИ

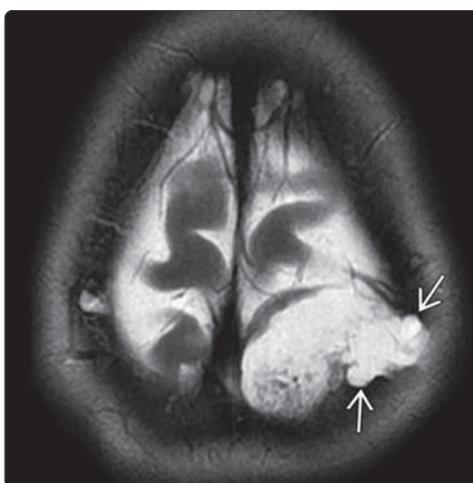
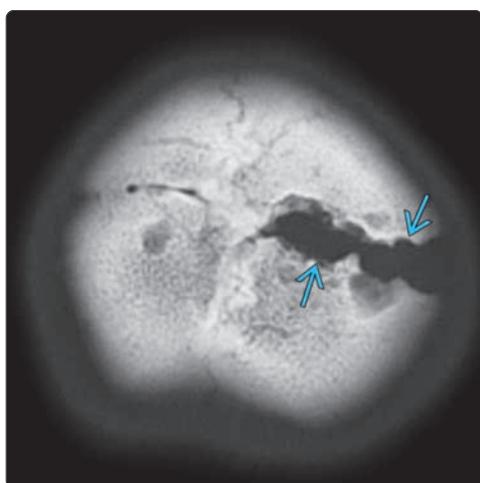
1. Dayan PS et al: Risk of traumatic brain injuries in children younger than 24 months with isolated scalp hematomas. *Ann Emerg Med.* 64(2):153–62, 2014
2. Towards evidence-based emergency medicine: Best BETs from the Manchester Royal Infirmary. BET 1: What is the significance of a 'boggy' (soft) scalp haematoma in head-injured children? *Emerg Med J.* 31(1):78–9, 2014
3. Kichari JR et al: Massive traumatic subgaleal haematoma. *Emerg Med J.* 30(4):344, 2013
4. Marti B et al: Wormian bones in a general paediatric population. *Diagn Interv Imaging.* Epub ahead of print, 2013
5. Kim YI et al: Clinical comparison of the predictive value of the simple skull x-ray and 3 dimensional computed tomography for skull fractures of children. *J Korean Neurosurg Soc.* 52(6):528–33, 2012
6. Ciurea AV et al: Traumatic brain injury in infants and toddlers, 0–3 years old. *J Med Life.* 4(3):234–43, 2011
7. Werner EF et al: Mode of delivery in nulliparous women and neonatal intracranial injury. *Obstet Gynecol.* 118(6):1239–46, 2011
8. Sillero Rde O: Massive subgaleal hematoma. *J Trauma.* 65(4):963, 2008



(Слева) КТ, костное окно: лацерация и отек мягких тканей, прилежащих к двусторонним линейным переломам черепа. Отмечается диастаз правого ламбдовидного шва. (Справа) КТ, 3D изображение оттененных поверхностей: у этого же пациента определяется линейный перелом свода черепа справа. Также представлен другой линейный перелом, переходящий на правый ламбдовидный шов, вызывая диастатический перелом. Краниально расположенная часть ламбдовидного шва выглядит более нормальной.



(Слева) Бесконтрастная КТ: у пациента с черепно-мозговой травмой, полученной при езде на велосипеде по гравийной дороге без шлема, определяется рваная рана скальпа, обширная подкожная эмфизема, а также наличие множественных гиперденсных инородных тел («дорожная пыль»). (Справа) Бесконтрастная КТ, костный алгоритм реконструкции, широкое окно, аксиальный срез: вдавленный оскольчатый перелом черепа с повреждением чешуйчатой части правой височной кости. Обратите внимание на подкожную эмфизему и гематому в мягких тканях, прилежащих к перелому.



(Слева) Бесконтрастная КТ, аксиальный срез: у пациента с «растущим» переломом черепа определяется расширение перелома, а также фестончатый вид его краев. (Справа) МРТ, T2-ВИ, аксиальный срез: у этого же пациента определяется дольчатое скопление СМЖ, заполняющее «растущий» перелом. Пульсации СМЖ привели к расширению зоны перелома и формированию фестончатых краев.

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТЫ

ТЕРМИНОЛОГИЯ

- Колото-резаное ранение

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

- Одиночное или множественные инородные тела в полости черепа, раневой канал, пневмоцефалия, входное ± выходное отверстие раневого канала
- Степень повреждения крайне изменчива и зависит от
 - Размеров, формы и количества снарядов
 - Скорости снаряда
 - Входного/выходного отверстия(й) и траектории раневого канала через головной мозг
- Входное отверстие → пуля и костные фрагменты в раневом канале
- Эпидуральное, субдуральное, субарахноидальное кровоизлияние
- Содержащий кровь раневой канал, проходящий через головной мозг
- Внутримозговое, внутривентрикулярное кровоизлияние
- Ишемия и инфаркт
- Дислокация головного мозга
- Возможно проведение радионуклидного исследования с использованием перфузионных радиофармпрепаратов с целью подтверждения смерти мозга

- Лучший инструмент визуализации → бесконтрастная КТ ± КТ-ангиография
- Повреждение сосудистых структур

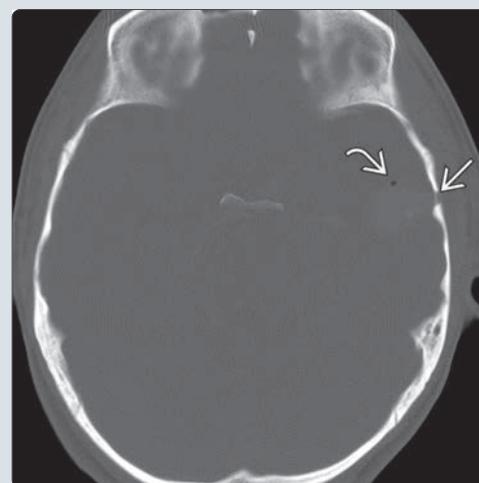
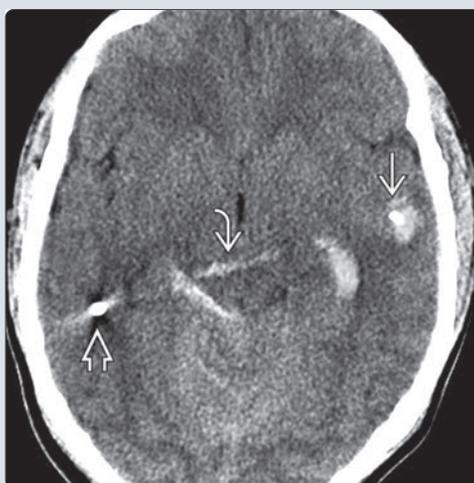
КЛИНИЧЕСКАЯ КАРТИНА

- Прогноз вариабельный: от смерти мозга до полного выздоровления
- Высокая заболеваемость и смертность

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ПАМЯТКА

- Наиболее тяжелая степень ранения определяется
 - Большими размерами и высокой скоростью ранящего снаряда
 - Фрагментацией снаряда в начальных отделах раневого канала
- Советы по отчетности
 - Опишите входное отверстие раневого канала
 - Оцените раневой канал
 - Опишите выходное отверстие и вторичные рикошетные повреждения
 - Учитывайте возможность повреждения сосудистых структур

(Слева) Бесконтрастная КТ, аксиальный срез: повреждение, вызванное малокалиберной пулей, двигавшейся с низкой скоростью. В левой теменной доле  определяется фрагмент пули с минимальным окружающим кровоизлиянием. Узкий раневой канал, содержащий кровь, протягивается через средний мозг  и оканчивается вторым фрагментом пули, внедренным в правую височную долю . Кроме того, отмечается регионарное субарахноидальное и внутривентрикулярное скопление крови. (Справа) КТ, костное окно, аксиальный срез: в чешуйчатой части височной кости  определяется крошечное входное отверстие, под которым выявляется внутрочерепное скопление воздуха .



(Слева) Бесконтрастная КТ, аксиальный срез: повреждение, вызванное крупнокалиберной пулей, двигавшейся с высокой скоростью. Определяются входное отверстие в лобной кости , а также широкий косой раневой канал , содержащий кровь и протягивающийся до левой височно-теменной области. Отмечаются сглаживание борозд и дислокация срединных структур вправо. (Справа) КТ, костное окно, аксиальный срез: входное отверстие, расположенное в лобной кости  и повреждения левой теменной кости . Вдоль раневого канала отмечаются множественные костные и пулевые фрагменты, а также скопления воздуха. Позади, вдали от первичного раневого канала определяются рикошетные металлические фрагменты .

