

ДИАГНОСТИКА КОНТАКТНЫХ (ПРЯМЫХ) И КОНСТРУКЦИОННЫХ ПЕРЕЛОМОВ ЧЕРЕПА ПО ДАННЫМ КТ В ИНТЕРЕСАХ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ЖИВЫХ ЛИЦМедведева Н.А.^{1,2}, Серова Н.С.¹

1 – ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский университет). г. Москва, Россия.

2 – ГБУЗ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения». г. Москва, Россия.

Определение возможностей компьютерной томографии (КТ) и 3D-КТ в судебно-медицинской экспертизе живых лиц для детализации точки приложения силы при локальных линейных переломах свода черепа и их дифференциации от отдалённых переломов.

Материалы и методы. Исследование включает 43 случая линейных переломов свода черепа живых пациентов после черепно-мозговой травмы (ДТП, падения, криминальные, производственные и бытовые травмы). Использовались методы диагностики: мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ), 3D-реконструкция, анализ мягкотканых и мозговых повреждений, дифференциальная диагностика. При поступлении проводилась КТ для выявления острых повреждений и гематом. Повторный анализ данных осуществлялся в электронном виде с созданием 3D-изображений.

Результаты. В 43 случаях (100%) был выявлен линейный перелом свода черепа, а в 31 случае (72%) – отдаленные конструкционные переломы, переходящие на основание черепа. На КТ и 3D-реконструкциях в 95% случаев определены точки приложения силы. В 2 случаях (4,6%) из-за сложной формы перелома не представлялось возможным детализировать точку приложения силы. Трёхмерная реконструкция позволяла детально исследовать изменения как снаружи, так и внутри черепа, что важно для судебно-медицинской экспертизы. Прямые переломы характеризовались четкой локализацией в месте удара, минимальными расхождениями костных фрагментов и локальными эпидуральными гематомами. Непрямые переломы, или конструкционные, локализовались в отдаленных зонах, имели радиальную или кольцевую форму, множественные линии переломов и часто сопровождалась субарахноидальными кровоизлияниями.

Обсуждение. Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является распространённой патологией в судебно-медицинской практике. Переломы черепа могут быть прямыми, возникающими в месте приложения силы, и косвенными, возникающими из-за распространения ударной волны. Диагностика ЧМТ включает определение механизма травмы, что важно для судебно-медицинской экспертизы. Компьютерная томография является ключевым методом для точной локализации и дифференциации переломов, особенно у живых пациентов. Различие между прямыми и косвенными переломами помогает реконструировать события и оценить степень вреда здоровью.

Заключение. Разграничение прямых и косвенных переломов требует комплексного подхода, включая анализ лучевых признаков, механизма травмы и клинических данных. Современные методы КТ значительно повышают точность диагностики и помогают экспертам формировать обоснованные выводы в судебно-медицинской экспертизе живых лиц. КТ и 3D-КТ высокоинформативны для диагностики линейных переломов и определения точки приложения силы. Дифференциация локальных и отдалённых переломов возможна с учётом мягкотканых изменений, что имеет высокую практическую значимость для реконструкции обстоятельств травмы.

Ключевые слова: судебно-медицинская экспертиза, локальные и отдаленные переломы костей черепа, черепно-мозговая травма, судебно-медицинская экспертиза живых лиц.

Контактный автор: Медведева Н.А., e-mail: radiologmed@mail.ru

Для цитирования: Медведева Н.А., Серова Н.С. Диагностика контактных (прямых) и конструкционных переломов черепа по данным КТ в интересах судебно-медицинской экспертизы живых лиц. REJR 2025; 15(1):21-28. DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-1-21-28.

Статья получена: 25.11.24

Статья принята: 23.01.25

DIAGNOSTICS OF CONTACT (DIRECT) AND STRUCTURAL FRACTURES OF THE SKULL
BASED ON CT DATA FOR FORENSIC EXAMINATION OF LIVING PERSONSMedvedeva N.A.^{1,2}, Serova N.S.¹

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University).

2 - Bureau of Forensic Medicine of the Department of Health of the City of Moscow, Russia, Moscow.

To determine the capabilities of CT and 3D-CT in forensic medical examination of living persons to detail the point of force application in local linear skull vault fractures and differentiate them from remote fractures.

Materials and methods. The study includes 43 cases of linear skull vault fractures in living patients after traumatic brain injury (traffic accidents, falls, criminal, industrial, and domestic injuries). Diagnostic methods used were: multispiral CT (MSCT), 3D reconstruction, analysis of soft tissue and brain damage, and differential diagnosis. Upon admission, CT was performed to identify acute injuries and hematomas. Repeated data analysis was performed electronically with the creation of 3D images.

Results. In 43 cases (100%) a linear skull vault fracture was detected and in 31 cases (72%) remote structural fractures extending to the cranial base were identified. On CT and 3D reconstructions, the points of force application were determined in 95% of cases. In 2 cases (4.6%), due to the complex fracture shape, it was not possible to detail the point of force application. Three-dimensional reconstruction allowed for detailed examination of changes both outside and inside the skull which is important for forensic medical examination. Direct fractures were characterized by clear localization at the point of impact, minimal bone fragment displacements and local epidural hematomas. Indirect fractures, or structural fractures, were localized in remote areas and had radial or ring-shaped forms, multiple fracture lines and often accompanied by subarachnoid hemorrhages.

Discussion. Traumatic brain injury (TBI) is a common pathology in forensic medical practice. Skull fractures can be direct, occurring at the point of force application and indirect, occurring due to the propagation of the shock wave. Diagnosis of TBI includes determining the mechanism of injury, which is important for forensic medical examination. Computed tomography (CT) is a key method for accurate localization and differentiation of fractures, especially in living patients. The distinction between direct and indirect fractures helps reconstruct events and assess the degree of harm to health.

Conclusion. Differentiation between direct and indirect fractures requires a comprehensive approach, including analysis of radiological signs, injury mechanism and clinical data. Modern CT methods significantly increase diagnostic accuracy and help experts form well-founded conclusions in forensic examination of living persons. CT and 3D-CT are highly informative for diagnosing linear fractures and determining the point of force application. Differentiation between local and remote fractures is possible considering soft tissue changes, which has high practical significance for reconstructing the circumstances of the injury.

Keywords: forensic medical examination, local and remote skull bone fractures, craniocerebral trauma, forensic medical examination of living persons.

Corresponding author: Medvedeva N.A., e-mail: radiologmed@mail.ru

For citation: Medvedeva N.A., Serova N.S. Diagnostics of contact (direct) and structural fractures of the skull based on CT data for forensic examination of living persons. REJR 2025; 15(1):21-28. DOI: 10.21569/2222-7415-2025-15-1-21-28.

Received: 25.11.24

Accepted: 23.01.25

Линейные переломы свода черепа представляют собой один из наиболее распространённых типов повреждений при травмах головы, возникающих в результате механического воздействия. Прямые переломы – это переломы, возникающие в месте приложения силы. Они обычно имеют чёткую связь с местом воздействия. Отдалённые линейные переломы – это переломы, которые распространяются на более широкую область черепа и также имеют линейную форму. Они могут быть результатом передачи силы через другие структуры черепа. Эти переломы имеют важное судебно-медицинское значение, поскольку позволяют определить механизм травмы, а в ряде случаев – даже обстоятельства её получения. В своей работе М.Н. Нагорнов поднимает проблему дифференциальной диагностики локальных и отдалённых линейных переломов свода черепа, рассматривает методы и подходы, которые могут быть использованы для распознавания этих двух типов переломов. Однако полученные данные не могут применяться при судебно-медицинской экспертизе живого лица, так как не проводилось сравнение полученных результатов с другими методами диагностики такими, как компьютерная томография или магнитно-резонансная томография. Это снижает достоверность полученных данных и ограничивает возможность их применения в практике судебной экспертизы живых лиц [1].

Традиционно в судебной медицине различают локальные (контактные) линейные переломы, возникающие в непосредственном месте приложения силы, и отдалённые (непрямые) линейные переломы, формирующиеся в зонах, удалённых от точки удара, вследствие перераспределения механической энергии внутри костных структур черепа [2]. Такие классические методы диагностики черепно-мозговых травм, как рентгенография, обладают рядом ограничений, среди которых низкая разрешающая способность, невозможность построения трёхмерной модели и трудности в дифференциации истинных переломов от швов черепа, артефактов или сосудистых борозд [3, 4]. В отличие от этого, компьютерная томография (КТ) обеспечивает высокую детализацию костных структур и является «золотым стандартом» в диагностике переломов черепа у живых пациентов. Современные мультиспиральные КТ-исследования (МСКТ) позволяют получать изображения с толщиной среза от 0,3 мм, что критически важно для визуализации тонких линейных переломов.

Одним из важнейших аспектов судебно-медицинской диагностики является точное определение точки приложения силы. Для этого необходим комплексный анализ направления и конфигурации перелома, характера диастаза костных фрагментов и возможного наличия микропереломов в зоне первичного воздействия. Линейные переломы свода черепа могут быть классифицированы как локальные (контактные) или отдалённые (непрямые), в зависимости от места приложения силы и механизма травмы (рис. 1).

Однако у живых пациентов диагностика осложняется наличием мягкотканых изменений (гематомы, отёки), которые могут маскировать костные повреждения или создавать ложные диагностические признаки, и единственными методами на данный момент, которые позволяют объективизировать судебно-медицинскую оценку повреждений у живых лиц, являются методы лучевой диагностики. Несмотря на очевидные преимущества КТ в диагностике переломов черепа, вопрос о её эффективности в точной локализации точки приложения силы при линейных переломах остается недостаточно изученным. Существующие исследования в основном фокусируются на общей диагностике переломов и их классификации, уделяя меньше внимания деталям, связанным с определением места приложения травмирующего воздействия [2].

Цель исследования.

Определение возможностей КТ и 3D-КТ в судебно-медицинской экспертизе живых лиц для детализации точки приложения силы при локальных линейных переломах свода черепа и их дифференциации от отдалённых переломов.

Материалы и методы.

В исследование включены 43 случая линейных переломов свода черепа у живых пациентов, направленных на судебно-медицинскую экспертизу после перенесённой черепно-мозговой травмы различного генеза (ДТП, падения с высоты, криминальные травмы, производственные и бытовые травмы).

Методы диагностики:

1. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) – толщина среза 0,3-1,0 мм, шаг реконструкции 0,3 мм.

2. 3D-реконструкция костных структур для точной оценки направления и конфигурации перелома с использованием минимальной толщины среза.

3. Анализ мягкотканых повреждений (отёки, гематомы, смещения мягких тканей).

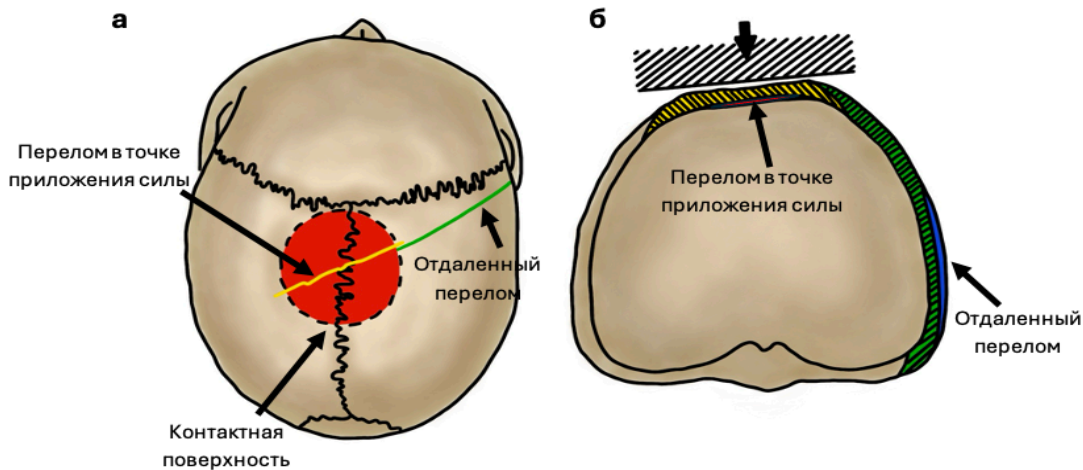


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Схема, а – вид сверху, б – вид на условном срезе в коронарной плоскости.

Показан комбинированный перелом свода черепа, который представляет собой сочетание локального линейного (желтый) и отдаленного линейного переломов (зеленый). (Иллюстрация автора, Н.А. Медведева, 2025 г.).

Fig. 1. Scheme. a – top view, b – view in a conventional section in the coronal plane.

The diagram shows a combined fracture of the cranial vault, which is a combination of a local linear fracture (yellow) and a remote linear fracture (green). (Illustration by N.A. Medvedeva, 2025)

4. Анализ повреждений головного мозга.

5. Дифференциальная диагностика локальных и отдалённых переломов на основе судебно-медицинских критериев.

При поступлении пациентам проводилась компьютерная томография костей черепа и головного мозга. Задача лучевого исследования – выявить острые повреждения костей, а также оболочечные и паренхиматозные внутримозговые гематомы. Для повторного анализа данных КТ в электронном виде применялся стандартный просмотрщик с функцией создания трёхмерных изображений костей черепа.

Результаты.

Во всех 43 случаях (100%) был детализирован линейный перелом свода черепа в области лобной и/или теменной костей, что и было в дальнейшем определено как точка приложения силы. В 31 случае (72%) были выявлены отдаленные, конструкционные переломы с переходом на основание черепа. В 41 случае (95%) на основании данных КТ и 3D-реконструкции были получены достоверные признаки точки приложения силы в виде субгалеальных гематом, местного отека мягких тканей, эпидуральных гематом в ло-

кализации линейного перелома свода черепа и субарахноидального кровоизлияния (САК) в области отдаленных переломов. В 2 случаях (4,6%) определение точки приложения силы было затруднено из-за сложной формы перелома и распространенных мягкотканых изменений.

Во всех рассматриваемых случаях мы имели возможность и необходимость создания трехмерных компьютерно-томографических изображений, без которых точная оценка направления линии перелома, характеристик краев и ширины, распространения на основании черепа не представлялась возможной (рис. 2).

Трёхмерная реконструкция КТ костей черепа предоставляет неоценимые преимущества. Она позволяет детально исследовать изменения как с наружной, так и с внутренней поверхности, что особенно важно в контексте судебно-медицинской экспертизы живых лиц. Оценка внутренней поверхности черепа позволяет уточнить такие особые характеристики перелома, как ход линии перелома по мозговым поверхностям основания черепа, которые на плоскостных КТ-срезах могут быть ошибочно интерпретированы или пропущены (рис. 3, 4).

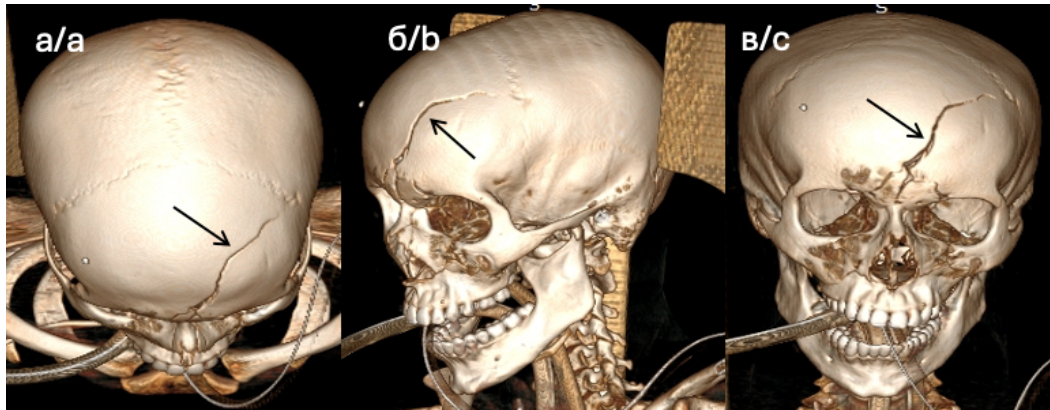


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. КТ черепа, трёхмерная реконструкция, а – вид сверху, б – вид сбоку, в – вид спереди.

Линейный перелом свода черепа в области лобной кости (черные стрелки).

Fig. 2. CT, skull, 3D reconstruction, a – top view, b – side view, c – front view.

Linear fracture of the cranial vault in the frontal bone area (black arrows).

При анализе наших данных мы смогли сформулировать следующие выводы относительно лучевых признаков прямых и конструкционных переломов.

Лучевые признаки прямых переломов:

1. чёткая локализация в точке/зоне приложения силы (чаще всего в своде черепа);
2. линейные или вдавленные повреждения без значительного расхождения фрагментов;
3. локальные эпидуральные гематомы в зоне травматического воздействия;
4. частые контузионные изменения головного мозга и оболочек в подлежащих тканях.

Лучевые признаки конструкционных (отдаленных) переломов:

1. локализация в отдалённых зонах, чаще в основании черепа, где происходит перераспределение энергии удара;
2. радиальная или кольцевая форма перелома, особенно при травме затылочной кости;
3. множественные линии переломов, расходящиеся от места приложения силы;
4. субарахноидальные кровоизлияния в базальных цистернах и желудочках мозга;
5. ликворея и разрывы сосудов основания мозга, сопровождающиеся ишемическими повреждениями.

Дифференциация прямых и непрямых переломов играет критически важную роль в судебно-медицинской экспертизе, поскольку позволяет реконструировать механизм травмы, подтверждая или опровергая показания

потерпевшего. Выявить насильственный характер повреждений (например, если перелом не соответствует заявленному механизму травмы). Определить степень вреда здоровью в соответствии с действующими медицинскими и судебными критериями. Применение МСКТ позволяет более точно визуализировать мелкие трещины, определять направление распространения механической энергии и детально изучать зоны потенциального повреждения сосудов и мягких тканей (табл. №1).

Обсуждение.

Черепно-мозговая травма (ЧМТ) является одной из наиболее распространённых патологий в судебно-медицинской практике. Согласно литературным данным, различают два основных механизма возникновения переломов: прямые переломы – возникают в месте приложения силы из-за высокой локальной нагрузки. Непрямые переломы – возникают в отдалённых участках вследствие распространения ударной волны или передачи механической энергии через кости черепа [5, 6]. Одной из ключевых задач лучевой диагностики живых лиц в интересах следствия и судебно-медицинской экспертизы является определение механизма травмы, что важно для реконструкции событий, оценки степени тяжести повреждений. При необходимости восстановить биомеханизм травмы ключевой задачей для рентгенолога является разграничение прямых (в точке приложения силы) и непрямых переломов черепа [6, 7]. Прямые переломы имеют чёткие контуры, линейный или вдавленный ха-

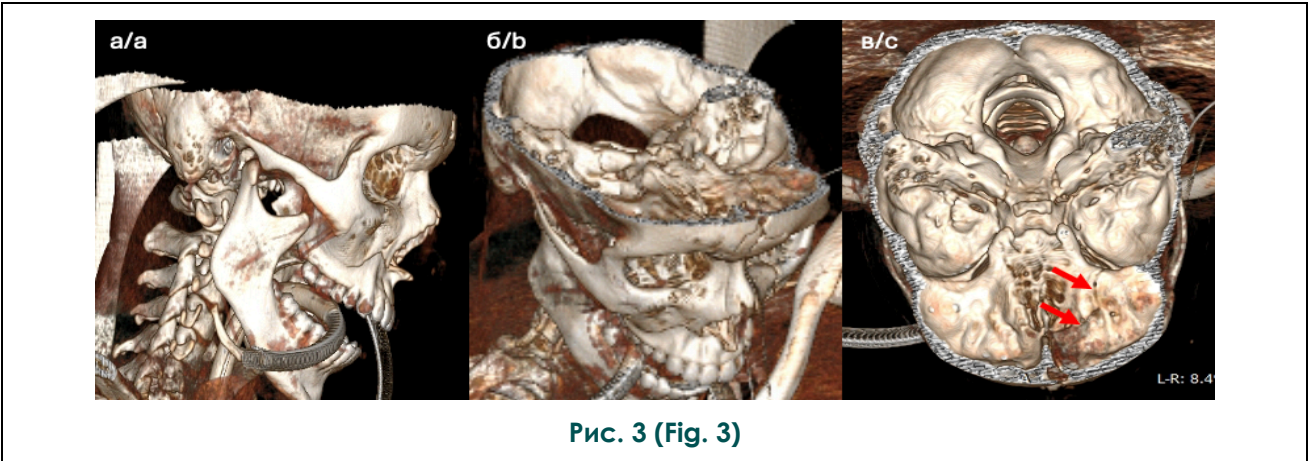


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. КТ черепа, трёхмерная реконструкция.

а – на уровне нижнего края хода линейного перелома лобной кости выполняется удаление изображения верхней части черепа; б, в – далее выполняется анализ изображения внутренней поверхности основания черепа. В области дна передней черепной ямки определяется ход линии отдаленного перелома (в – красные стрелки).

Fig. 3. CT, skull, 3D reconstruction.

a – at the level of the lower edge of the linear fracture of the frontal bone, the image of the upper part of the skull is removed. b, c – as the next step, the analysis of the image of the inner surface of the skull base is performed. In the area of the anterior cranial fossa floor, the course of the distant fracture line is determined (c – red arrows).

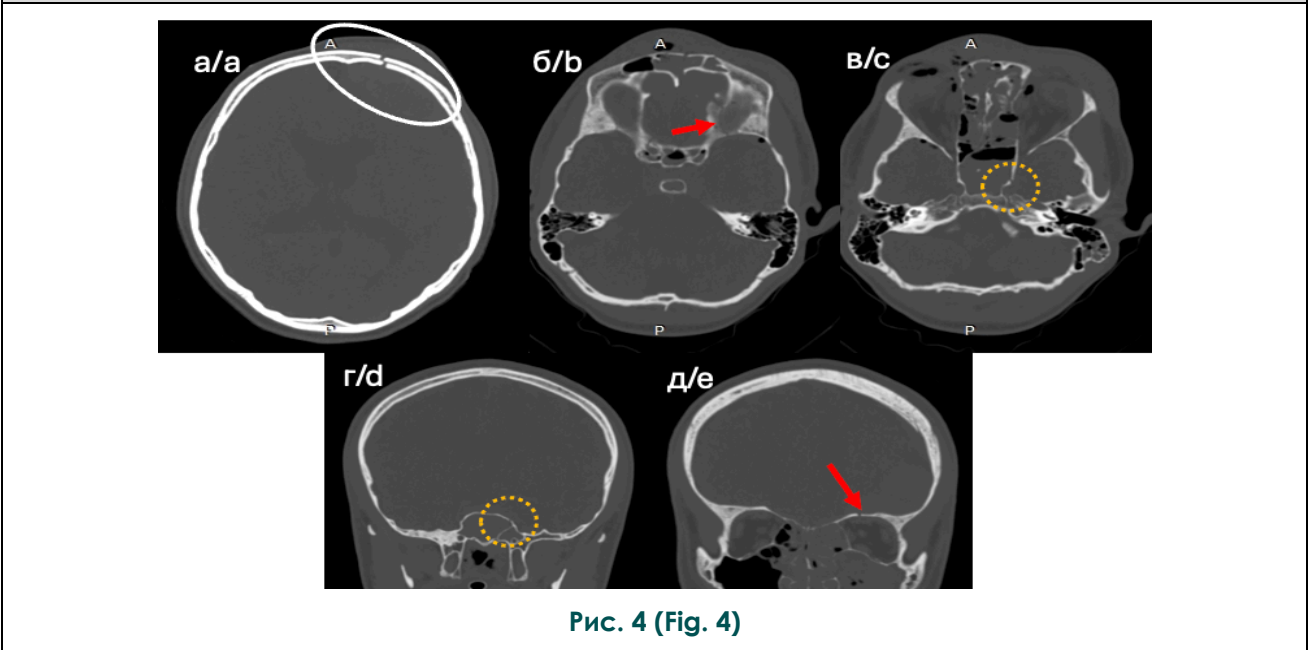


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. КТ черепа, костное окно, а, б, в – аксиальный срез, г, д – коронарный срез.

а – контактная поверхность и прямой перелом лобной кости (белый овал). б, д – линия распространения отдаленного перелома на основание черепа (красная стрелка). в, г – распространение перелома на тело клиновидной кости (желтый пунктир).

Fig. 4. CT, skull, bone window, a, b, c – axial section, d, e – coronal section.

a – contact surface and direct fracture of the frontal bone (white oval). b, e – line of distant fracture spreading to the cranial base (red arrow). c, d – fracture spreading to the body of the sphenoid bone (yellow dashed line).

рактически, и могут сопровождаться локальными эпидуральными гематомами. Непрямые переломы формируются в отдалённых участках черепа в результате передачи механической энергии, часто имеют радиальную или кольцевую структуру и сопровождаются гидродинамическими эффектами. КТ-исследование является ключевым методом для судебно-медицинской экспертизы ЧМТ, позволяя точно локализовать и дифференцировать механизмы травмы.

травмы и его особенности.

В судебно-медицинской практике точное определение точки приложения силы при линейных переломах свода черепа имеет решающее значение для реконструкции обстоятельств травмы и установления механизма ее возникновения. Однако из-за протяженности и вариабельности таких переломов идентификация места удара может быть затруднена. Традиционные методы визуализации такие, как рентгенография, обладают

Таблица №1. Лучевые признаки прямых и отдаленных переломов костей свода черепа.

Признак	Прямые переломы	Непрямые переломы
Локализация	В точке/площади удара	В отдалённых зонах (основание черепа)
Форма линии перелома	Линейная, вдавленная	Радиальная, кольцевая, разветвлённая
Расхождение костных фрагментов	Минимальное	Часто значительное, множественные трещины
Травматические изменения оболочек головного мозга	Локальные эпидуральные гематомы	Субарахноидальные кровоизлияния, ликворея
Частые осложнения	Контузии мозга в зоне удара	Разрывы сосудов, ишемические повреждения
Связь с механизмом травмы	Тупой предмет, падение на твёрдую поверхность	Передача энергии от удара, эффект контрудара

Результаты исследования подтвердили высокую диагностическую ценность КТ и 3D-КТ для дифференциации локальных и отдалённых линейных переломов у живых пациентов. Полученные данные сопоставимы с классическими судебно-медицинскими представлениями о механизме черепных повреждений [8, 9, 10]. В отличие от судебно-медицинских исследований, проводимых на трупном материале, диагностика линейных переломов у живых пациентов осложняется динамическими изменениями мягких тканей и отсутствием возможности применения танатологических методов. Это требует учёта дополнительных факторов: наличие подкожных гематом и их распределение – позволяет уточнить возможное направление удара. Соотношение переломов с клиническими проявлениями (неврологическими симптомами) – указывает на возможное вовлечение мозговых структур. Изменения в динамике – отёк тканей может маскировать или, наоборот, подчеркивать линию перелома на КТ.

Практическое применение полученных данных может улучшить качество судебно-медицинской экспертизы, особенно в случаях криминальных травм, когда необходимо определить направление удара, инструмент

ограниченной чувствительностью и специфичностью в выявлении тонких линий переломов и их характеристик. В интересах судебно-медицинской экспертизы живых лиц необходимо использовать КТ-изображения для установления механизма травмы, оценки её тяжести и реконструкции событий.

Компьютерная томография (КТ) зарекомендовала себя как высокоэффективный метод диагностики черепно-мозговых травм благодаря способности предоставлять детальные изображения костных структур. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) с толщиной среза менее 1 мм позволяет получать высококачественные изображения, что особенно важно при оценке тонких линейных переломов. Кроме того, использование 3D-реконструкций на основе КТ-данных предоставляет возможность всесторонней оценки характера и протяженности перелома, а также потенциально помогает в определении точки приложения силы.

Различение прямых и непрямых переломов играет критически важную роль в судебно-медицинской экспертизе, поскольку позволяет реконструировать механизм травмы, подтверждая или опровергая показания потерпевшего. Выявить насильственный ха-

рактар повреждений (например, если перелом не соответствует заявленному механизму травмы). Определить степень вреда здоровью в соответствии с действующими медицинскими и судебными критериями.

Заклучение.

Разграничение прямых и непрямых переломов требует комплексного подхода, включающего анализ лучевых признаков, механизма травмы и клинических данных. Использование современных методов КТ значительно повышает точность диагностики и помогает экспертам в формировании обоснованных выводов в делопроизводстве судебной экспертизы живых лиц. КТ и 3D-КТ являются высокоинформативными методами

для судебно-медицинской диагностики линейных переломов у живых пациентов. Дифференциация локальных и отдаленных переломов возможна по данным КТ, но требует учета мягкотканых изменений. Результаты исследования имеют высокую практическую значимость и могут быть использованы в судебной медицине для реконструкции обстоятельств травмы.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Нагорнов М.Н. Судебно-медицинская дифференциальная диагностика локального линейного и отдаленного линейного переломов свода черепа. ПЭМ, 2006; 23-3.
2. Шамаев М.И., Семисалов С.Я., Семенов А.В. Доказательность значимости перелома костей черепа для экспертной оценки тяжести черепно-мозговой травмы. УНЖ. 2005; 4.
3. Медведева Н.А., Серова Н.С. Лучевая диагностика непостоянных костей черепа и их роль судебно-медицинской экспертизе живых лиц. REJR. 2024; 14 (1): 16-25. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-16-25.
4. Медведева Н.А., Серова Н.С. Компьютерная томография в диагностике ударно-противоударной (инерционной) черепно-мозговой травмы. Аспекты применения в судебно-медицинской экспертизе. REJR. 2024; 14 (3): 20-31. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-3-20-31.
5. Kralik SF, Supakul N, Patel MB. Skull fractures: imaging

- and forensic implications. Radiographics. 2020; 40 (3): 715-733.
6. Yilmaz TF, Tokmak TT, Gençay O, et al. Radiologic evaluation of skull fractures in forensic medicine. J Forensic Sci. 2019; 64 (2): 482-490.
7. Courville CB. Coup-contrecoup injuries of the skull and brain. Am J Pathol. 2021; 15 (2): 1-16.
8. Brodie D, Atkins G. Skull fractures: clinical and imaging considerations. Eur J Radiol. 2020; 132: 109242.
9. Hayashi T, Murata H, Yamada H. Advanced CT imaging in forensic cases of head trauma. Jpn J Radiol. 2022; 40 (1): 43-55.
10. Громов А.П., Дербоглав В.В., Корсаков С.А. К судебно-медицинской оценке механизма закрытой черепно-мозговой травмы. Судебно-медицинские аспекты моделирования биомеханики повреждений. М., 1978. С. 89-91.

References:

1. Nagornov M. N. Forensic medical differential diagnosis of local linear and remote linear fractures of the cranial vault. Sudebno-Meditsinskaya Ekspertiza. 2006; 23-3 (in Russian).
2. Shamaev M. I., Semisalov S. Ya., Semenov A. V. Evidential significance of skull bone fractures for expert assessment of traumatic brain injury severity. Ural'skiy Nauchno-Meditsinskiy Zhurnal. 2005; 4 (in Russian).
3. Medvedeva N. A., Serova N. S. Radiation diagnostics of non-permanent cranial bones and their role in forensic medical examination of living persons. REJR. 2024; 14 (1): 16-25. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-1-16-25 (in Russian).
4. Medvedeva N. A., Serova N. S. Computed tomography in the diagnosis of impact-counterimpact (inertial) traumatic brain injury. Application aspects in forensic medical examination. REJR. 2024; 14 (3): 20-31. DOI: 10.21569/2222-7415-2024-14-3-20-31 (in Russian).
5. Kralik S. F., Supakul N., Patel M. B. Skull fractures: imaging

- and forensic implications. Radiographics. 2020; 40 (3): 715-733.
6. Yilmaz T. F., Tokmak T. T., Gençay O., et al. Radiologic evaluation of skull fractures in forensic medicine. Journal of Forensic Sciences. 2019; 64 (2): 482-490.
7. Courville C. B. Coup-contrecoup injuries of the skull and brain. American Journal of Pathology. 2021; 15 (2): 1-16.
8. Brodie D., Atkins G. Skull fractures: clinical and imaging considerations. European Journal of Radiology. 2020; 132: 109242.
9. Hayashi T., Murata H., Yamada H. Advanced CT imaging in forensic cases of head trauma. Japanese Journal of Radiology. 2022; 40 (1): 43-55.
10. Gromov, A.P., Derboglav, V.V., Korsakov, S.A. On the forensic medical assessment of the mechanism of closed cranial-cerebral injury. In: Forensic medical aspects of modeling biomechanics of injuries. Moscow, 1978. PP. 89-91 (in Russian).