



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.711-021

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-3-54-63>

Рентгенологическая характеристика повреждений органов грудной полости при боевой травме

Анастасия Сергеевна Костина¹, Сергей Валерьевич Леонов²,
Владимир Николаевич Троян³, Лариса Александровна Леонова⁴

^{1,3} ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко»
Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия

^{2,4} ФГКУ «111 Главный государственный центр судебно-медицинских
и криминалистических экспертиз», Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0009-0005-2320-4932>

² <https://orcid.org/0000-0003-2320-0428-8973>

³ <https://orcid.org/0000-0002-8008-96603>

⁴ <https://orcid.org/0009-0001-5222-2129>

Автор, ответственный за переписку: Анастасия Сергеевна Костина, stasya62397@mail.ru

Аннотация

Цель исследования. Систематизировать КТ-изменения поражения мягких тканей, легких, органов средостения и костей грудной клетки при боевой травме и определить их ценность для решения экспертных судебно-медицинских задач.

Материалы и методы. В рамках решения поставленных задач в этой группе наблюдений нами было изучено 40 случаев повреждений органов грудной полости при огнестрельных и минно-взрывных ранениях (МВР).

Результаты и обсуждение. В ходе проведенного исследования было отобрано 40 человек с проникающими ранениями органов грудной полости. При использовании данных компьютерной томографии визуализировался раневой канал, представленный зоной консолидации, по ходу которой могут отмечаться скопления воздуха, костные осколки и инородные тела различной плотности. По изменениям в легочной паренхиме можно предположить траекторию раневого канала и давность травмы.

Выводы. Для определения траектории полета ранящего снаряда по данным КТ органов грудной полости следует руководствоваться следующими данными: травматическими изменениями легочной паренхимы, которые представлены зоной консолидации, переломами костных структур и наличием инородных тел различной плотности.

Ключевые слова: компьютерная томография, судебно-медицинская экспертиза, раневые каналы

© Костина А. С., Леонов С. В., Троян В. Н., Леонова Л. А., 2025

Для цитирования: Костина А. С., Леонов С. В., Троян В. Н., Леонова Л. А. Рентгенологическая характеристика повреждений органов грудной полости при боевой травме // Радиология — практика. 2025;3:54-63. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-3-54-63>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

ORIGINAL RESEARCH

Original research

X-ray Characteristics of Injuries to the Organs of the Thoracic Cavity in Combat Trauma

Anastasya S. Kostina¹, Sergey V. Leonov²,
Vladimir N. Troyan³, Larisa A. Leonova⁴

^{1,3} «Main Military Clinical Hospital named after academician N. N. Burdenko» of the Ministry of defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

^{2,4} Chief State Center for Forensic Medicine and Forensic Expertise 111, Moscow, Russian Federation

¹ <https://orcid.org/0009-0005-2320-4932>

² <https://orcid.org/0000-0003-2320-0428-8973>

³ <https://orcid.org/0000-0002-8008-96603>

⁴ <https://orcid.org/0009-0001-5222-2129>

Corresponding author: Anastasya S. Kostina, stasya62397@mail.ru

Abstract

Objective. To systematize CT changes in lesions of soft tissues, lungs, mediastinal organs and chest bones in combat trauma and to determine their value for solving expert forensic medical problems.

Materials and Methods. As part of solving the tasks set in this group of observations, we studied 40 cases of chest injuries from gunshot and mine-explosive wounds (hereinafter referred to as MBR).

Results. In the course of the study, 40 people with penetrating wounds of the thoracic cavity were selected. Using computed tomography data, the wound canal was visualized, represented by

a consolidation zone, along which air accumulations, bone fragments and foreign bodies of various densities may be noted. Based on changes in the pulmonary parenchyma, it is possible to assume the trajectory of the wound canal and the duration of the injury.

Conclusion. To determine the trajectory of a wounding projectile according to CT scans of the thoracic cavity, the following data should be used: traumatic changes in the pulmonary parenchyma, which are represented by a consolidation zone, fractures of bone structures and the presence of foreign bodies of varying densities.

Keywords: computed tomography, forensic medical examination, wound canals

For citation: Kostina A. S., Leonov S. V., Troyan V. N., Leonova L. A. X-ray Characteristics of Injuries to the Organs of the Thoracic Cavity in Combat Trauma. *Radiology – Practice*. 2025;3:54-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-3-54-63>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

Актуальность

Одна из важнейших и сложных задач медицины в условиях боевых действий — своевременное и полноценное оказание медицинской помощи пострадавшим. Сложность диагностики огнестрельной травмы связана с массовостью поступления, внезапностью возникновения и разнообразием повреждений [2]. Безусловно, на первом этапе дать четкую морфологическую характеристику наружных и внутренних повреждений врач без рентгенологического метода не может. Вместе с тем при последующем проведении судебно-медицинской или медико-социальной экспертизы эти данные крайне важны, поскольку для установления факта боевой травмы требуется обоснованное подтверждение ранения (ранений) в условиях боестолкновения,

обстрела, а также возможность предположить механизм образования увечий.

Повреждения органов грудной полости, такие как гемоторакс, гемопневмоторакс, ушиб сердца и легкого, переломы костей, наличие инородных ранящих тел, заслуживают особого внимания и быстроты определения объема травмы. Это связано с тем, что ранения груди могут повлечь за собой жизнеугрожающие тяжелые последствия, вызванные нарушением структуры и функции органов и магистральных сосудов [3, 4]. Данные лучевых методов диагностики, таких как традиционная рентгенология и компьютерная томография (КТ), оказывают неоценимую помощь для оценки тяжести ранения и определения своевременной и полной тактики лечения пациента [1].

В связи с тем, что многие публикации, посвященные данной теме, по большей части освещают практические наблюдения в интересах неотложной медицинской помощи, нами поставлена цель исследования: систематизировать КТ-изменения повреждения груди при боевой травме и оценить возможность применения данного метода для решения судебно-медицинских экспертных вопросов.

Для реализации поставленной цели нами решались следующие задачи:

- изучить рентгенологическую характеристику раневых каналов и инородных ранящих тел на основе данных КТ-исследований, а также данных сопроводительных документов у пострадавших при боевой травме;
- показать значение КТ-исследований для диагностики ранений при боевой травме, определения траектории движения ранящего снаряда в интересах судебно-медицинской экспертизы;
- определить рентгенологические признаки переживаемости ранений органов грудной клетки при огнестрельной травме.

Цель: систематизировать КТ-изменения поражения мягких тканей, легких, органов средостения и костного каркаса грудной клетки при боевой травме и определить их ценность для решения экспертных судебно-медицинских задач.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись данные обследований 40 пострадавших с огнестрельными ранениями органов грудной полости. Критерии включения в исследование: мужской пол, наличие повреждений от боевой травмы (данные истории болезни, визуальные признаки ранений, данные лучевых методов исследования). Критерии невключения:

женский пол, повреждения, полученные не в результате боевого ранения. Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании.

Доля осколочных ранений составляла 44 %, для МВР — 56 %.

Данные рентген-диагностики и компьютерной томографии дополнялись материалами из сопроводительных документов. Используемые средства: рентгеновские аппараты — мобильный рентгеновский аппарат серии «МобиРен-4МТ», «Definium»; компьютерные томографы «Somatom Plus4», «Piker 2000».

Результаты исследований и их обсуждение

В ходе проведенного исследования было отобрано 40 человек с проникающими ранениями органов грудной полости, у 13 из которых (32,5 %) отмечался сквозной раневой канал, а в 67,5 % (27 наблюдений) — слепой. Травматические изменения легочной паренхимы при КТ-исследовании визуализировались в виде раневого канала в 30 случаях (75 %), зоны ушиба в 4 из 40 случаев (10 %), воздушного столба по ходу ранения в 6 случаях (15 % наблюдений).

Ушибы легких визуализировались в виде неоднородного участка консолидации легочной ткани неправильной формы без четкой зональности по сегментам легких, чаще прилежащие основанием к плевре в месте воздействия травмирующей силы. Область консолидации была однородной мягкотканной плотности без возможности дифференцировать отдельные анатомические структуры легких внутри этих зон, окружена зоной ушиба по типу «матового стекла». Пузырьки газа в структуре встречались в 100 % случаев, инородные ранящие тела в одном наблюдении, костные осколки в области переломов ребер в 100 % (рис. 1).

Воздушный столб по ходу ранения, окруженный зоной ушиба легочной паренхимы, отмечался в 6 случаях (15 %

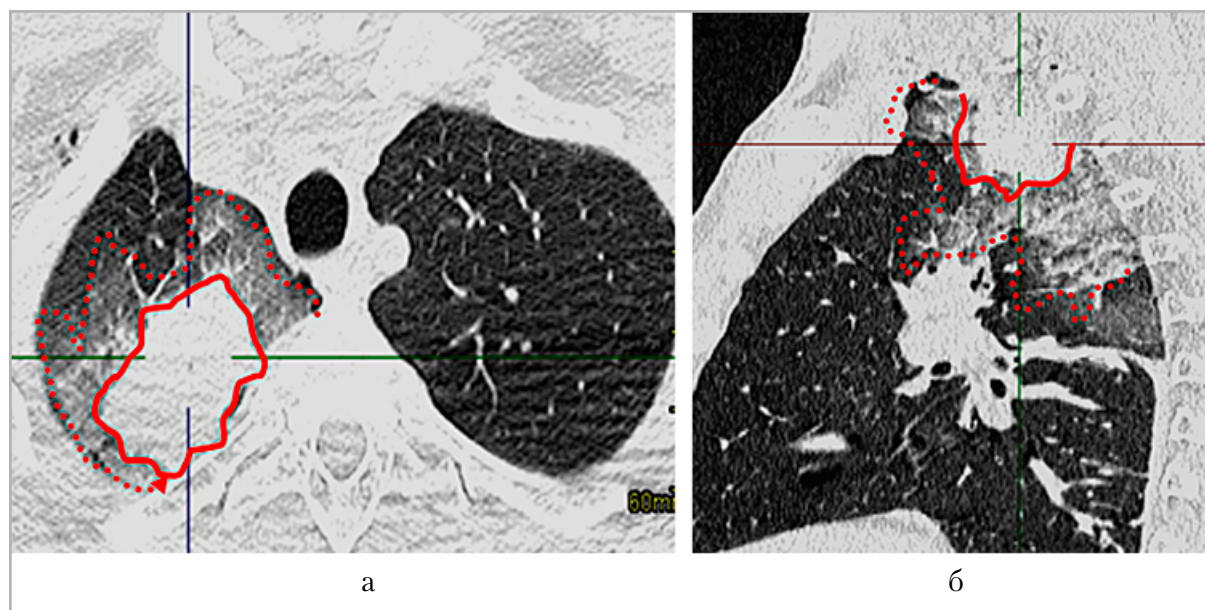


Рис. 1. КТ-исследование органов грудной полости. КТ-признаки осколочного проникающего слепого ранения грудной клетки справа с ушибом верхней доли правого легкого (сплошной линией выделена зона ушиба мягкотканной плотности; пунктирной линией — зона ушиба по типу «матового стекла»): а — аксиальная проекция; б — сагиттальная проекция

наблюдений). Стоит отметить, что в двух случаях инородное ранящее тело не визуализировалось, и в области входного и выходного отверстия отмечалась обширная эмфизема, что может указывать на сквозное ранение. В одном наблюдении раневой канал проходил по всей паренхиме легкого и заканчивался инородным ранящим телом металлической плотности размерами около 5×7 мм в ключице (рис. 2).

Раневой канал в легких, как правило, представлен зоной консолидации паренхимы, по ходу которой могут отмечаться скопления воздуха, костные осколки и инородные ранящие тела различной плотности [5]. Среди 40 пострадавших такие изменения легочной паренхимы отмечались в 30 случаях (75 %), из них у четверых было выявлено 2 и более раневых каналов. В 22 случаях из 30, что составляет около 73 %, ширина раневого канала на всем протяжении преимущественно одинаковая, что указывает на то, что траектория движения инородного ранящего тела была прямая, без изменения положения ранящего снаряда.

В 8 примерах (~27 %) регистрировался волнообразный ход зоны консолидации с расширением в центре и наличием пузырька воздуха в области расширения. Это является признаком вращательного движения инородного ранящего тела.

Пузырьки газа регистрировались в 73 % (в 22 наблюдениях) и встречались в 9 % в начале раневого канала размерами 0,5–1 мм, 27 % — в середине размерами до 2–3 мм, 18 % — в конце раневого канала размерами до 1–2 мм, 46 % — по ходу раневого канала (мелкие, преимущественно в начале, до 0,5–1 мм, более крупные, до 3–4 мм, в центре).

Костные осколки в легочной паренхиме в сочетании с переломом костных структур отмечались в 14 случаях (47 %), из которых только в двух наблюдениях отмечалось распространение костных фрагментов до центра раневого канала, в остальных случаях костные осколки определялись у перелома костных структур, т. е. в начале раневого канала.

Инородное ранящее тело встречалось в 93 %, размеры его варьировались: в шести случаях отмечались по ходу ра-

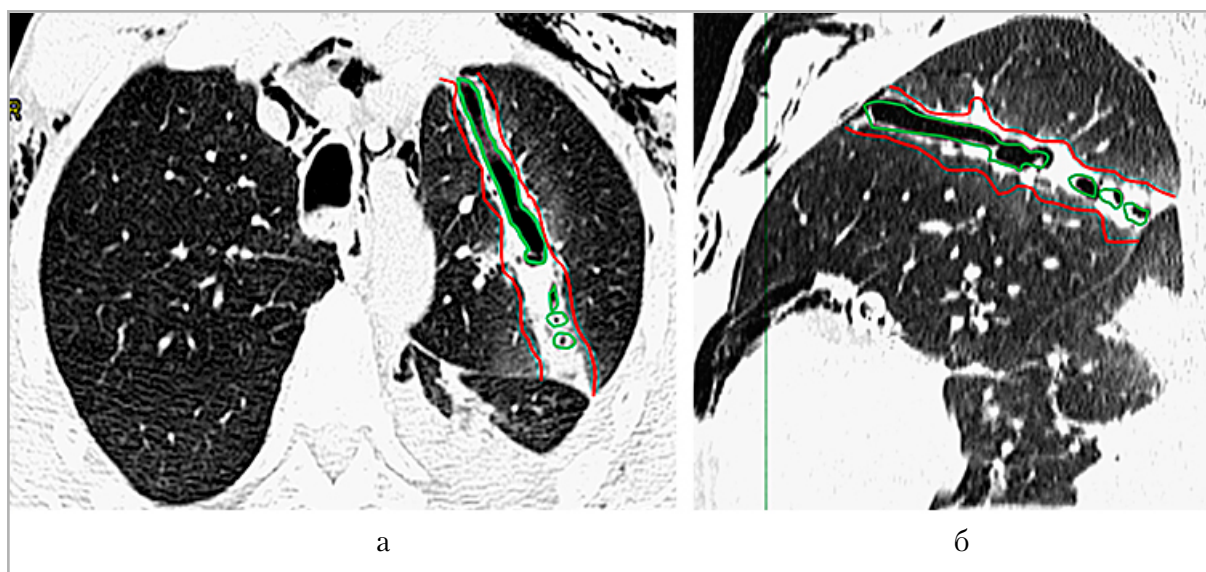


Рис. 2. КТ-исследование органов грудной полости. КТ-признаки осколочного проникающего слепого ранения грудной клетки слева с ушибом и разрывом верхней доли левого легкого, пневмомедиастинума (красной линией отмечается зона ушиба; зеленой — воздушный столб, пузырьки газа по ходу раневого канала): а — аксиальная проекция; б — сагиттальная проекция

невого канала мелкими размерами от 1 до 3 мм (21,5 %), от 3 до 5 мм (в 14 случаях — 50 %) регистрировались в конце раневого канала в легочной паренхиме. Наиболее крупные размеры инородных ранящих тел (до 8–10 мм) отмечались в 8 исследованиях (28,5 % наблюдений) и регистрировались в средостении, что указывает на большую кинетическую энергию инородных ранящих тел.

Входное отверстие в мягких тканях регистрировалось как гиподенсная линейная зона с пузырьками газа в 20 % (в 8 случаях). В большинстве наблюдений в области входного отверстия отмечались пузырьки газа, эмфизема мягких тканей, в 55 % (22 случая), на фоне которых раневой канал не прослеживался. В 10 случаях, что составляет 25 %, в сочетании с пузырьками газа отмечались дефекты мягких тканей.

Выходное отверстие в мягких тканях регистрировалось в трех исследованиях (7,5 %) и было представлено гиподенсной зоной с пузырьками газа и наличием инородных тел металлической плотности. В 25 % (10 случаев) в

области выходного отверстия отмечалась эмфизема мягких тканей без визуализации на этом фоне гиподенсной зоны (которая указывает на траекторию полета снаряда). В большинстве примеров, что составило 67,5 % (27 наблюдений), раневой канал заканчивался в легком или средостении инородным телом металлической плотности.

Полученные данные иллюстрируются на следующем примере осколочного ранения груди. На КТ-исследовании органов грудной полости визуализировался раневой канал, идущий сзади кпереди, слева направо, в S1/2 левого легкого, представленный линейной зоной консолидации, которая имеет максимальную ширину в средних отделах, где визуализируется крупный пузырек воздуха, что указывает на деструкцию легочной паренхимы. Зона консолидации паренхимы легкого была окружена зоной «матового стекла» и заканчивалась инородным ранящим телом металлической плотности размерами 10 × 7 мм в клетчатке средостения, который прилегал к левой стенке верхней трети пищевода (рис. 3).

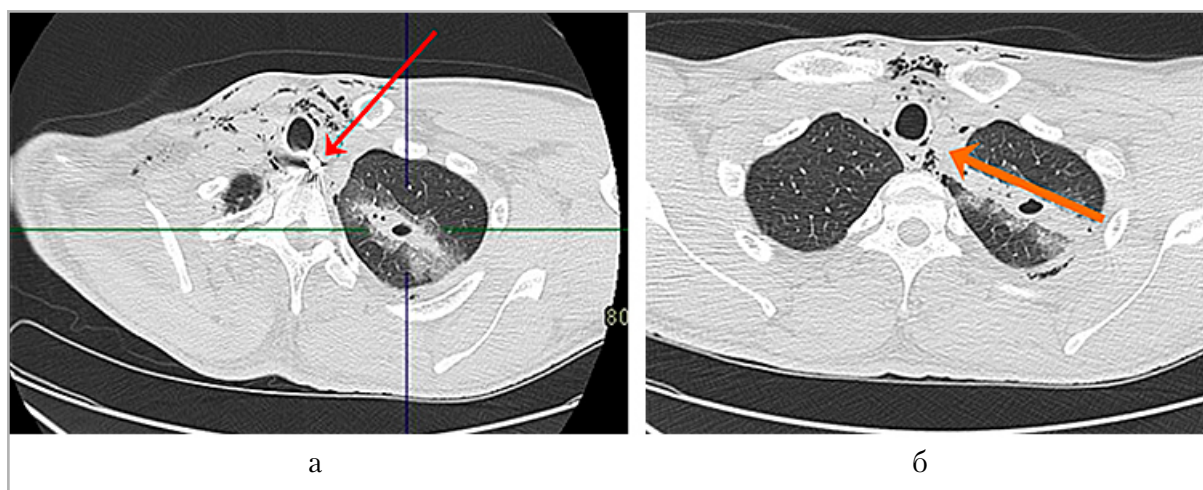


Рис. 3. КТ-исследование органов грудной полости. КТ-признаки осколочного проникающего слепого ранения грудной клетки слева с ушибом и разрывом верхней доли левого легкого, пневмомедиастинума (стрелкой красного цвета отмечен осколок, стрелкой оранжевого цвета отмечен ход раневого канала): *а* — косо-аксиальная проекция; *б* — аксиальная проекция

При изучении потерпевших с ранениями органов грудной полости нами был выявлен признак смещения раневого канала (который изначально был линейный) на уровне междолевой плевры с наличием пневмоторакса, который указывает на то, что скопление воздуха

в плевральной полости на стороне повреждения возникло прижизненно и является следствием проникающего ранения с повреждением легочной паренхимы.

Данный признак иллюстрируется на рис. 4, где на КТ-исследовании орга-

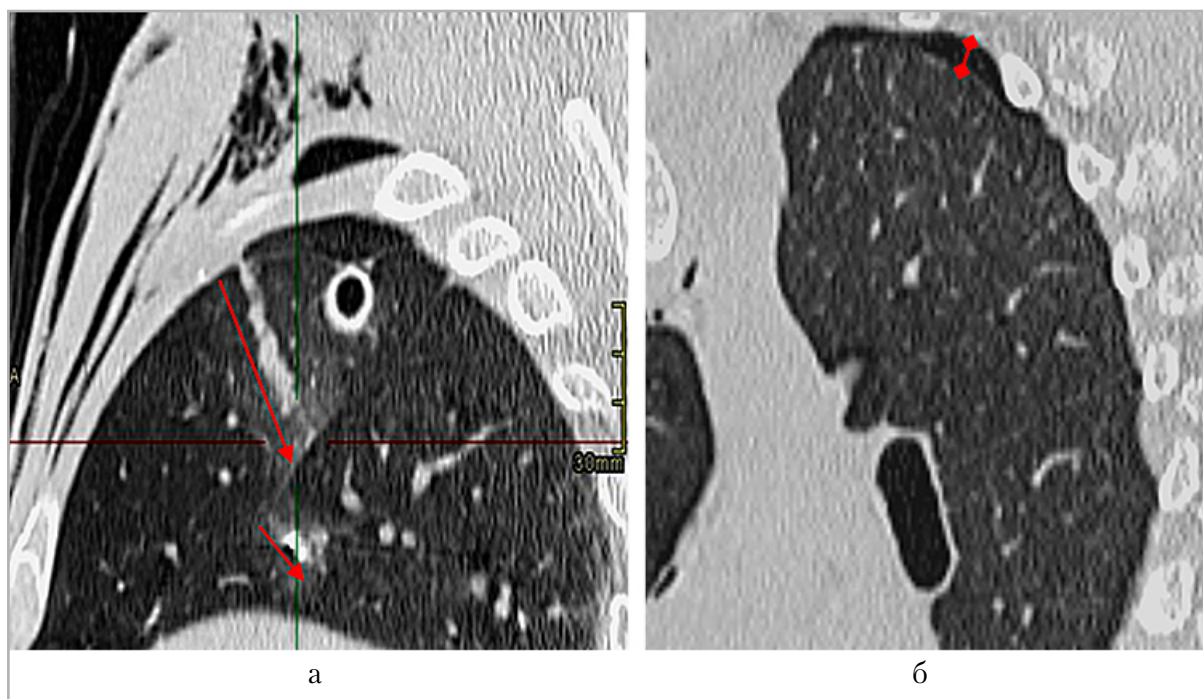


Рис. 4. КТ-исследование органов грудной полости. КТ-признаки ранения правого легкого: *а* — сагиттальная проекция (стрелками красного цвета отмечен ход раневого канала); *б* — косая проекция (красный промежуток указывает на скопление свободного воздуха в правой плевральной полости)

нов грудной полости в правой плевральной полости определяется скопление свободного воздуха до 10 мм и раневой канал (который смещается на уровне междолевой плевры) в правом легком, проходящий спереди назад, через S3, S4, междолевую плевру, S6.

Выводы

Для решения экспертных задач по установлению механизма и обстоятельств ранения органов грудной полости и определения траектории раневого канала у потерпевших при огнестрельной травме следует руководствоваться следующими данными: наиболее информативные — травматические изменения легочной паренхимы, которые представлены линейной зоной консолидации в 75 % случаев, неоднородной зоной ушиба в 10 % исследований и в 15 % — воздушным столбом, а также наличие инородных тел различной плотности (75 % наблюдений).

Волнообразный ход раневого канала, который регистрировался в четверти наблюдений с расширением в центре и наличием пузырька воздуха в области расширения, является признаком вращательного движения инородного ранящего тела.

Изменение хода раневого канала указывает на вторичный (прижизненный) характер пневмоторакса в случае его прохождения через междолевую плевру, что наблюдалось в 10 % случаев.

Полученные данные могут быть использованы для диагностики огнестрельной травмы в лечебных подразделениях и отделениях судебно-медицинской экспертизы (в том числе и при виртопии).

Список источников

1. Дадабаев В. К., Ромодановский П. О., Троян В. Н., Баринов Е. Х. Судебно-медицинская характеристика морфологии и механизма травматических повреждений с применением методов лучевой диагностики. М., 2024. 216 с.

2. Ключко Д., Жидков С. Боевая хирургическая травма в современных реалиях // Медицинский вестник. М., 2020. — Текст: электронный // URL: <https://medvestnik.by/konspektvracha/boevaya-khirurgicheskaya-travma-v-sovremennykh-realiyakh?ysclid=ma098kxvmk791879434>
3. Телегин В. С., Мотина Е. А. Судебно-медицинская экспертиза огнестрельных повреждений. Молодежь, наука и цивилизация. Материалы международной студенческой научной конференции. Выпуск 24. Красноярск, 2022. https://doi.org/10.51980/978-5-7889-0327-9_2022_23_13_443
4. Троян В. Н., Васильев А. Ю. Синдромальная характеристика огнестрельных ранений при лучевых исследованиях // Медицинский вестник МВД. 2006. Т. 20, № 1. С. 16–19.
5. Лобанов Л. С., Шаповалов К. Г., Ханина Ю. С., Лобанов Ю. С., Яшнов А. А., Коновалова О. Г., Лобанов С. Л. Опыт применения лечебно-диагностической торакоскопии в неотложной хирургии // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2019. № 5. С. 160–162.

References

1. Dadabaev V. K., Romodanovskij P. O., Trojan V. N., Barinov E. H. Sudebno-medicinskaja harakteristika morfologii i mehanizma travmaticheskikh povrezhdenij s primeneniem metodov luchevoj diagnostiki. M., 2024. 216 s. (In Russ.).
2. Kljukko D., Zhidkov S. Boevaja hirurgicheskaja travma v sovremennykh realijah. Medicinskij vestnik. M., 2020. — Tekst: jelektronnyj // URL: <https://medvestnik.by/konspektvracha/boevaya-khirurgicheskaya-travma-v-sovremennykh-realiyakh?ysclid=ma098kxvmk791879434> (In Russ.).
3. Telegin V. S., Motina E. A. Sudebno-medicinskaja jekspertiza ognestrel'nyh povrezhdenij. Molodezh', nauka i civilizacija. Materialy mezhdunarodnoj studen-

- cheskoj nauchnoj konferencii. Vypusk 24. Krasnojarsk, 2022. (In Russ.). https://doi.org/10.51980/978-5-7889-0327-9_2022_23_13_443
4. Trojan V. N., Vasil'ev A. Ju. Sindromal'naja harakteristika ognestrel'nyh ranenij pri luchevyh issledovanijah. *Medicinskij vestnik MVD*. 2006;20(1):16-19. (In Russ.).
5. Lobanov L. S., Shapovalov K. G., Khanina Yu. S., Lobanov Yu. S., Yashnov A. A., Konovalova O. G., Lobanov S. L. Experience in the use of thoracoscopy in emergency surgery. *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences*. 2019;5:160-162. (In Russ.).

Сведения об авторах / Information about the authors

Костина Анастасия Сергеевна, врач-рентгенолог ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия.

Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, сбор материала, участие в обработке материала, написание первой версии статьи и ее критический пересмотр.

Kostina Anastasia Sergeevna, radiologist Federal State Budgetary Institution «Main Military Clinical Hospital named after academician N. N. Burdenko» of the Ministry of defense of the Russian Federation, Moscow, Russia. Author's contribution: search for publications on the topic, literature analysis, collection of material, work with various images and captions, writing the text draft, critical revision of the article.

Троян Владимир Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, начальник центра лучевой диагностики – главный рентгенолог ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации, Москва, Россия.

Вклад автора: концепция и дизайн статьи, сбор материала, участие в обработке материала, критический пересмотр статьи на предмет интеллектуального содержания.

Trojan Vladimir Nicolaevich, PhD, Professor, Head of Radiation Diagnostics Center – Chief Radiologist, Federal State Budgetary Institution «Main Military Clinical Hospital named after academician N. N. Burdenko» of the Ministry of defense of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution: concept and design of the study, search for publications on the topic, work with various images and captions, critical revision of the article for intellectual content.

Леонов Сергей Валерьевич, доктор медицинских наук, профессор, начальник отдела медико-криминалистической идентификации ФГКУ «111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз» Министерства обороны РФ, Москва, Россия.

Вклад автора: концепция и дизайн статьи, сбор материала, участие в обработке материала, критический пересмотр статьи на предмет интеллектуального содержания.

Leonov Sergey Valerievich, MD, Professor, Head of the Department of Medical and Criminalistic Identification, FGKU «111 Main State Center for Forensic Medical and Criminalistic Examinations» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution: concept and design of the study, search for publications on the topic, work with various images and captions, critical revision of the article for intellectual content.

Леонова Лариса Александровна, кандидат медицинских наук, врач – судебно-медицинский эксперт, ФГКУ «111 Главный государственный центр судебно-медицинских и криминалистических экспертиз» Министерства обороны РФ, Москва, Россия.

Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, сбор материала, участие в обработке материала, написание первой версии статьи и ее критический пересмотр.

Larisa Leonova Aleksandrovna, Candidate of Medical Sciences, Forensic Medical Expert, FGKU «111 Main State Center for Forensic Medical and Forensic Examinations» of the Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow, Russia

The author's contribution: search for publications on the topic, literature analysis, collection of material, participation in the processing of the material, writing the first version of the article and its critical revision.

Статья поступила в редакцию 10.01.2025;
одобрена после рецензирования 09.02.2025;
принята к публикации 09.02.2025.

The article was submitted 10.01.2025;
approved after reviewing 09.02.2025;
accepted for publication 09.02.2025.