

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
ORIGINAL ARTICLE

<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.MIM.1>
УДК 617.3-001.45-073.75-089.84



РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА И ВЫЯВЛЕНИИ ОСЛОЖНЕНИЙ У РАНЕНЫХ ПРИ ВЗРЫВНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ КОНЕЧНОСТЕЙ

А.Г. Фрумен¹, Г.Е. Труфанов²

¹Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации, Вишняковское шоссе, вл. 101, г. Балашиха Московской области, 143914, Россия

²Национальный медицинский исследовательский центр имени В.А. Алмазова, ул. Аккуратова, д. 2, г. Санкт-Петербург, 197341, Россия

Резюме. *Актуальность.* Ранения, полученные во время ведения боевых действий в современных условиях, отличаются значительной степенью разрушения и загрязнения тканей и не имеют ничего общего с тем, что наблюдается при травмах мирного времени. Это убедительно подтверждают и статистические данные при проведении специальной военной операции, опубликованные в медицинской литературе. Применение лучевых методов исследования при взрывных поражениях с повреждением конечностей является основой для определения степени повреждения, установления правильного диагноза и оценки применения остеосинтеза. *Цель:* определение значения классической цифровой рентгенографии в диагностике повреждений конечностей при взрывных поражениях на этапе специализированной медицинской помощи как при первичном обследовании раненых, так и при выполнении последовательного остеосинтеза. *Материалы и методы.* Проанализированы истории болезней и 854 рентгенографических исследований 110 пострадавших с взрывными поражениями конечностей. Оценивали рентгенограммы до и после выполнения остеосинтеза, при смене вида остеосинтеза, при динамическом наблюдении и возникновении осложнений. Все раненые – мужчины, средний возраст $34,8 \pm 7,7$ года. *Результаты.* При анализе данных выявлено, что от современного оружия чаще происходит повреждение нижних конечностей – 61,21%, а именно переломы костей голени – 29,09%. На рентгенограммах выявлены следующие осложнения: огнестрельный остеомиелит, ложный сустав – в 14,5% случаев. Возникновение относительно небольшого количества осложнений связано с большим количеством раненых (31,48%), поступивших в госпиталь от 2-х до 7 суток после получения ранений. У 2,7% выявили течение остеомиелита и формирование ложного сустава. Замедленная консолидация при фиксации различными видами металлоостеосинтеза наблюдалась у 86,36% раненых. Методом рентгенографии остеомиелит был заподозрен у 7,27% раненых, подтвержден при компьютерной томографии (КТ) (62,5%), подтвержден при фистулографии (50%). У 10% пострадавших на рентгенограммах выявлен ложный сустав, подтверждено наличие ложного сустава при КТ у 54,54% пострадавших. *Заключение.* Классическая цифровая рентгенография является базовым исследованием и не заменяема при интраоперационном лучевом сопровождении для выполнения остеосинтеза, а также для оценки динамики течения раневого процесса костных структур конечности в условиях фиксации различными видами остеосинтеза. Однако существуют ограничения метода, и для достоверной оценки состояния костных и мягкотканых структур дополнительно используется КТ.

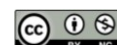
Ключевые слова: взрывные повреждения [D000070642]; огнестрельные ранения [D014948]; рентгенография [D011859]; остеосинтез [D005593]; переломы костей [D050723]; остеомиелит [D010019]; ложный сустав [D011542]; компьютерная томография [D014057]; травмы конечностей [D007869].

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Финансирование. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая обязательное получение информированного согласия.

Для цитирования: Фрумен А.Г., Труфанов Г.Е. Рентгенологический метод исследования в оценке применения последовательного остеосинтеза и выявления осложнений у раненых при взрывных поражениях конечностей. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2025;15(5):266-274. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.MIM.1>



THE ROLE OF X-RAY RESEARCH METHODS IN EVALUATING THE USE OF SEQUENTIAL OSTEOSYNTHESIS IN EXPLOSIVE LIMB INJURIES

Al'bina G. Frumen¹, G.E. Trufanov²

¹Main Military Clinical Hospital of the National Guard of the Russian Federation,
Vishnyakovskoe Shosse, Building 101, Balashikha, Moscow Region, 143914, Russia

²V.A. Almazov National Medical Research Center, Akkuratov Street, 2, St. Petersburg, 197341, Russia

Abstract. *Relevance.* Injuries sustained during combat operations in modern conditions are characterized by a significant degree of tissue destruction and contamination, and have nothing to do with what is observed in peacetime injuries. This is convincingly confirmed by statistical data on the conduct of a special military operation (SVO), published in the medical literature. The use of radiation research methods in explosive lesions with limb damage is the basis for determining the degree of damage, establishing a correct diagnosis and evaluating the use of osteosynthesis. *Purpose.* To determine the importance of classical digital radiography in the diagnosis of limb injuries in explosive injuries at the stage of specialized medical care, both during the initial examination of the wounded and during sequential osteosynthesis. *Materials and methods.* The medical histories and 854 X-ray examinations of 110 victims with explosive limb injuries were retrospectively analyzed. Radiographs were evaluated before and after osteosynthesis, when changing the type of osteosynthesis, during dynamic monitoring and the occurrence of complications. All the wounded were men, with an average age of 34.8 ± 7.7 years. *Results.* When analyzing the data, it was revealed that lower extremities are more often damaged by modern weapons – 61.21%, namely fractures of the shin bones – 29.09%. Radiographs revealed the following complications: gunshot osteomyelitis, false joint – in 14.5% of cases. The occurrence of a relatively small number of complications is associated with a large number of wounded (31.48%) who were admitted to the hospital from 2 to 7 days after receiving wounds. 2.7% had osteomyelitis and the formation of a false joint. Delayed consolidation during fixation by various types of metallosynthesis was observed in 86.36% of the injured. Osteomyelitis was suspected by X-ray in 7.27% of the injured, confirmed by computed tomography (CT) (62.5%), confirmed by fistulography (50%). In 10% of the victims, a false joint was detected on X-rays, and the presence of a false joint was confirmed by CT in 54.54% of the victims. *Conclusion.* Classical digital radiography is a basic study and cannot be replaced with intraoperative radiotherapy to perform osteosynthesis, as well as to assess the dynamics of the wound process of bone structures of the limb under conditions of fixation by various types of osteosynthesis. However, there are limitations of the method, and CT is additionally used to reliably assess the condition of bone and soft tissue structures.

Keywords: blast injuries [D000070642]; wounds, gunshot [D014948]; radiography [D011859]; fracture fixation [D005593]; fractures, bone [D050723]; osteomyelitis [D010019]; pseudarthrosis [D011542]; tomography, X-ray computed [D014057]; leg injuries [D007869].

Conflict of interests. The author declares that there is no conflict of interest

Financing. The authors state that there is no external funding for the study.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary.

Cite as: Frumen A.G., Trufanov G.E. The role of x-ray research methods in evaluating the use of sequential osteosynthesis in explosive limb injuries. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2025;15(5):266-274. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.5.MIM.1>

Введение

Минно-взрывные ранения или поражения – это сложные, комбинированные травмы, плохо поддающиеся лечению, часто осложняются и могут привести к ампутации конечностей [1]. Переход к механизму ранений преимущественно взрывного характера сопровождается возникновением сложных сочетанных повреждений, затрагивающих более одной анатомической области [2].

Современная боевая травма конечностей отличается высокой частотой повреждений сосудов, обширным разрушением мягких тканей и костей от воздействия поражающих факторов боеприпасов взрывного действия [3].

Проведённый анализ характера ранений, полученных в ходе специальной военной операции (СВО), свидетельствует, что 60% всех повреждений приходится на минно-взрывные ранения, 29% занимают осколочные ранения и лишь 11% составляют пулевые ранения [4].

Достаточно хорошо изучены и описаны в литературе рентгенологические признаки, особенности течения и лечения огнестрельных переломов. Характерным для огнестрельного перелома является большая зона повреждения, большие разрушения

и наличие множества осколков. При этом число осколков особенно велико при повреждении компактного костного вещества, т.е. при диафизарных переломах, и меньше – при ранениях губчатого вещества эпифизарных концов длинных трубчатых костей. Чем больше расстояние выстрела, тем больших размеров достигают отдельные осколки, у молодых бойцов кости дробятся меньше, чем у пожилых людей [5-7].

Под термином «взрывные поражения» понимается совокупность многофакторных повреждений, возникающих у людей в зоне действия основных поражающих факторов неядерных боеприпасов взрывного действия (в том числе минно-взрывное ранение и взрывные поражения) [8, 9].

Актуальность исследования обусловлена большой долей раненых с повреждением конечностей, которая составляет 54-70%. Высокая частота ранений конечности, обусловлена отсутствием прикрытия её средствами индивидуальной бронезащиты [10].

В ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Минобороны России проведены фундаментальные исследования по изучению патоморфологических особенностей огнестрельных ранений и взрывной травмы. Полученные ре-

зультаты во многом определили основные принципы диагностики и лечения во время ведения боевых действий в локальных войнах и вооруженных конфликтах [11].

В механизме разрушения диафизарной и метафизарной областей костей при боевой травме конечностей имеются характерные особенности. При повреждении кортикальной зоны наблюдаются крупнооскольчатые переломы с продольными расщеливаниями кости; раздробленные, при которых линии переломов могут достигать суставов, а также мелкооскольчатые переломы, в том числе с образованием первичных дефектов костной ткани. Ранения губчатых костей часто крупнооскольчатые, проникающие в сустав [12, 13].

При медицинском обеспечении боевых действий важной составляющей являются диагностические мероприятия [14].

Лучевые исследования – неотъемлемая часть комплексного обследования комбатантов с повреждениями конечностей при взрывных поражениях. При этом первичным и основным методом исследования по праву считается стандартная цифровая рентгенография, в том числе за счёт своей доступности, минимального времени выполнения, возможности применения в любых условиях и на всех этапах лечения раненых [15].

Рентгенография и компьютерная томография (КТ) являются основными и ведущими методами для определения основных характеристик инородных тел, таких как количество, размеры, плотность, контуры и, в некоторых случаях, направление траектории полета снаряда, а также их применение позволяет оценить степень повреждений, нанесённых ранящими снарядами [16].

В настоящее время остаётся мало изученным вопрос особенности рентгенодиагностики и рентгеносемиотики взрывных поражений конечностей, полученных в условиях современного военного конфликта, а также использование рентгенографии до и после остеосинтеза конечностей при взрывной травме.

Задачи

1. Изучить наиболее частую локализацию повреждений конечности при современной взрывной травме.
2. Определить возможности и преимущества цифровой рентгенографии до и после остеосинтеза конечностей при взрывной травме.
3. Установить значение цифровой рентгенографии в диагностике осложнений при взрывных поражениях конечностей.

Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы истории болезней, цифровые рентгенограммы 110 комбатантов с повреждением конечностей при взрывных поражениях, которым в качестве лечения были применены различные способы восстановления костной ткани (остеосинтез).

Все раненые проходили обследование и лечение на базе Главного военного клинического госпиталя войск национальной гвардии Российской Федерации (ГВКГ войск национальной гвардии) в период с марта 2022 года по январь 2025 года.

На этапе оказания специализированной медицинской помощи рентгенографическое исследование повреждённой конечности выполняли на передвижных и стационарных аппаратах. Рентгенография повреждённой конечности выполнена непосредственно при поступлении, интраоперационно, при динамическом контроле положения отломков в условиях фиксации различными видами остеосинтеза.

Интраоперационные снимки выполняли на С-дуге оес elite и С-образной дуге Ziehm 9000. Рентгенограммы выполняли в стандартных укладках, описанных в Атласе укладок при рентгенологических исследованиях [17], дополняя их при необходимости полипозиционными исследованиями.

Физико-технические параметры оборудования представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что в абсолютном большинстве применялось отечественное рентгенодиагностическое оборудование. Диапазон кВ находился в интервале 45–75 кВ, mAs: 1,6–9 и параметры зависели от отдела повреждённой конечности.

Результаты и обсуждение

На этап оказания специализированной медицинской помощи раненые поступали от 1 суток с момента получения ранения.

Распределение комбатантов по времени поступления в ГВКГ войск национальной гвардии представлено в таблице 2.

Из таблицы 2 следует, что наибольшее количество раненых (31,48%) поступили в госпиталь от 2-х до 7 суток.

По возрасту раненые были разделены на три группы (табл. 3).

Из данных табл. 3 следует, что наибольшее число раненых (50,9%) приходится на вторую возрастную группу – 22–35 лет.

Все комбатанты были разделены на группы, в зависимости от локализации ведущего повреждения (табл. 4).

Таблица 1. Физико-технические свойства аппаратов
Table 1. Physical and technical properties of the devices

Оборудование	Кисть (кВ/мAs)	Предплечье (кВ/мAs)	Плечо (кВ/мAs)	Стопа (кВ/мAs)	Голень (кВ/мAs)	Бедро (кВ/мAs)
Универсальный рентгендиагностический комплекс «Электрон КРД-Эксперт» (Россия)	55/6	55/8	57/8	55/6	60/8	62/10
Аппарат цифровой рентгеновский «РИМ АМ» (Россия)	45/5	50/6,3	70/8	48/8	55/8	75/9,2
Аппарат рентгеновский на 3 рабочих места «Luminos DRF Max» (Siemens)	50/1,6	55/2,5	66/5	50/2	60/4	75/6
МОБИРЕН - 5MT (Россия)	45/10	55/16	55/25	65/12,5	55/20	60/32

Таблица 2. Распределение раненых по времени поступления в госпиталь
Table 2. Distribution of the wounded by time of admission to the hospital

До 2 суток		До 7 суток		До 21 суток		Более 21 суток	
Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
28	25,9	34	31,48	22	20,37	24	22,22

Таблица 3. Распределение раненых по возрасту на группы
Table 3. Distribution of the wounded by age into groups

До 21 года		22-35 лет		36-54 года	
Абс. число	%	Абс. число	%	Абс. число	%
2	1,81	56	50,9	52	47,29

Таблица 4. Распределение раненых по локализации повреждений
Table 4. Distribution of the wounded by location of injuries

Локализация травмы	Тип ранения по отношению к повреждениям конечностей	Число раненых	Всего
Кисть	Кости фаланг пальцев, пястные кости	19	19
	Обе кости предплечья	12	
Предплечье	Локтевая кость	6	25
	Лучевая кость	7	
Плечо	Плечевая кость	20	20
Стопа	Кости фаланг пальцев, плюсны и предплюсны	20	20
Голень	Обе берцовые кости	35	48
	Большеберцовая кость	13	
Бедро	Бедренная кость	33	33
Всего ранений конечностей по локализации			165

В таблице 4 отражено распределение раненых по локализации повреждений. Большинство повреждений локализовались в нижних конечностях – 61,21%, а именно переломы костей голени – 29,09%.

При поступлении у 68,48% переломы были фиксированы различными видами остеосинтеза, 31,52% раненых не имели фиксации повреждённых костных структур.

На этапах медицинской эвакуации использовались следующие варианты лечебно-транспортной иммобилизации: стержневой (рис. 1), аппарат Илизарова (рис. 2).

На этапах эвакуации в большинстве случаев использовался стержневой вид остеосинтеза (табл. 5).

Для фиксации повреждённой конечности в условиях госпиталя были использованы следующие виды остеосинтеза: стержневой, аппарат Илизарова, спице-стержневой, внутрикостный, наkostный (табл. 6).

Из таблицы 6 следует, что в госпитале чаще других методов был выполнен металлоостеосинтез аппаратом Илизарова на повреждённую конечность.

Таблица 5. Распределение раненых по видам остеосинтеза при поступлении

Table 5. Distribution of the wounded by types of osteosynthesis upon admission

Стержневой		Аппарат Илизарова	
Абс.	(%)	Абс.	(%)
63	84	12	16

Таблица 6. Распределение раненых по видам остеосинтеза при лечении в госпитале
Table 6. Distribution of the wounded by types of osteosynthesis during treatment in the hospital

Стержневой		Аппарат Илизарова		Спице-стержневой		Внутрикостный		Наkostный	
Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%	Абс.	%
9	8,18	45	40,9	5	4,5	41	37,27	10	9,09

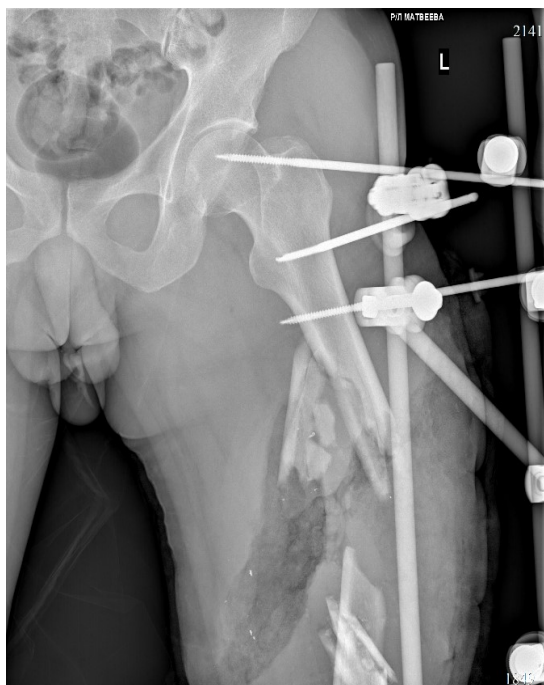


Рисунок 1. На рентгенограмме левого бедра в прямой проекции определяется многооскольчатый перелом средней трети левой бедренной кости с разнонаправленным смещением отломков, фиксированный стержневым аппаратом внешней фиксации (АВФ)

Figure 1. A frontal X-ray of the left hip shows a multi-comminuted fracture of the middle third of the left femur with multidirectional displacement of fragments, fixed with an external fixation device (EFD)

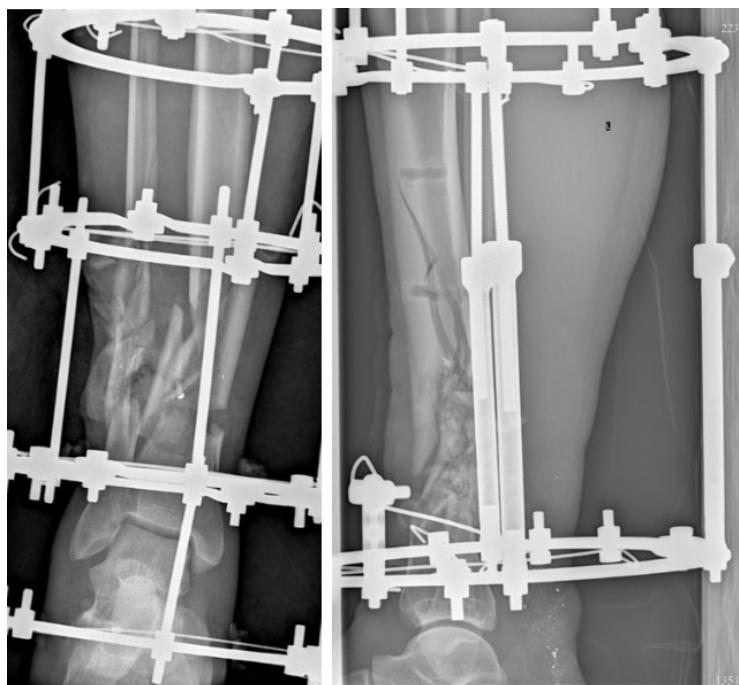


Рисунок 2. На рентгенограммах левой голени в двух проекциях определяются многооскольчатые переломы дистальных отделов костей голени с разнонаправленным смещением отломков, фиксированные аппаратом Илизарова

Figure 2. Radiographs of the left leg in two projections show multi-fragmentary fractures of the distal parts of the leg bones with multidirectional displacement of fragments, fixed with the Ilizarov apparatus

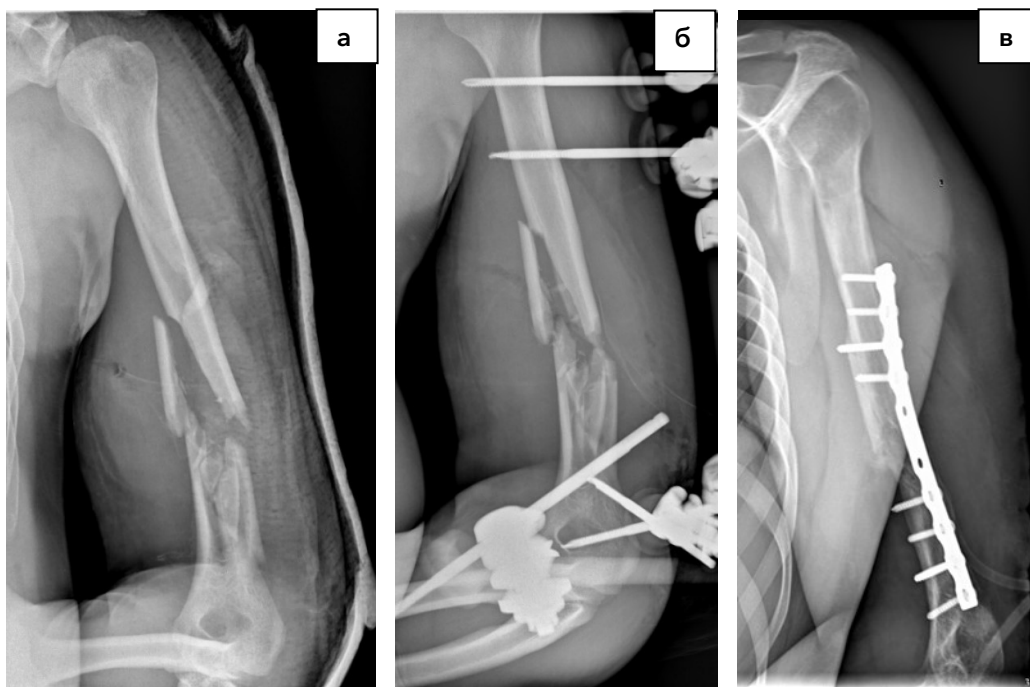


Рисунок 3. Рентгенограмма области плеча при поступлении без фиксации многооскольчатого фрагментарного перелома средней и дистальных третей диафиза плечевой кости со смещением (а), после выполнения остеосинтеза стержневым аппаратом внешней фиксации (б), после выполнения остеосинтеза наkostной пластиной на 8-ми винтах, с минимальным смещением в стадии консолидации (в)

Figure 3. Radiograph of the shoulder area upon admission without fixation of a multi-fragmentary fragmentary fracture of the middle and distal thirds of the humerus diaphysis with displacement (a), after osteosynthesis with an external fixation rod apparatus (б), after osteosynthesis with an 8-screw bone plate, with minimal displacement in the consolidation stage (в)

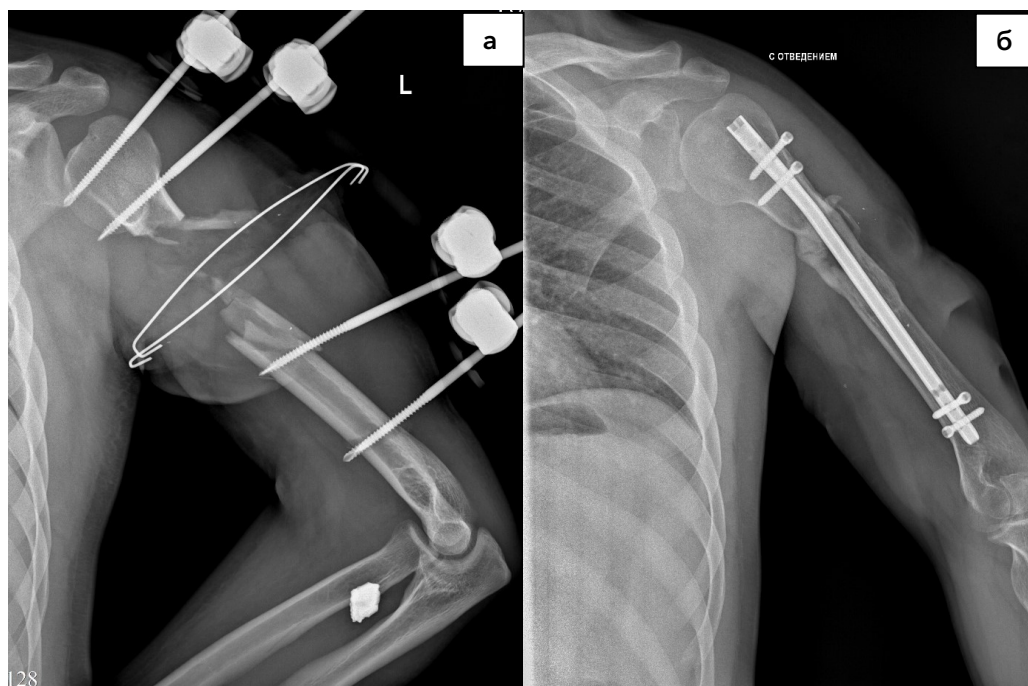


Рисунок 4. Рентгенограммы использования методики последовательного остеосинтеза многооскольчатого перелома верхней трети диафиза левой плечевой кости, а – выполнен стержневой остеосинтез, б – выполнен остеосинтез интрамедуллярным винтом
Figure 4. Radiographs of the use of the method of sequential osteosynthesis of a comminuted fracture of the upper third of the diaphysis of the left humerus, а – rod osteosynthesis was performed, б – osteosynthesis was performed with an intramedullary screw

В большинстве случаев на этапе оказания специализированной помощи использовали последовательное выполнение различных видов остеосинтеза (рис. 3, 4) с сопровождением каждого метода фиксации рентгенографическим исследованием.

При анализе и описании рентгенограмм указывали локализацию, вид, протяжённость переломов, повреждение мягких тканей. Также оценивали положение и размер инородных тел при их наличии, в том числе металлической плотности.

Инородные тела выявлены в 72% при повреждении верхних конечностей и 62% при повреждении нижних конечностей.

С применением цифровой рентгенографии было проведено 854 исследования 110 пострадавших, из которых 101 (91,81%) за время нахождения в госпитале проводилось дополнительное обследование другими методами лучевой диагностики.

Были выявлены следующие осложнения: остеомиелит, ложный сустав и замедленная консолидация. При рентгенографии остеомиелит был заподозрен у 7,27% раненых (рис. 5), из них подтверждён при КТ (62,5%) и фистулографии (50%) (рис. 6),

положительный посев гнойного отделяемого на флору у (62,5%). Вид остеосинтеза, при котором заподозрен остеомиелит на рентгенограммах: аппарат Иллизарова (n=2), внутрикостный остеосинтез (n=4), без остеосинтеза (n=2).

Применение КТ позволило на фоне выраженных и разнообразных изменений структуры кости подтвердить клинические данные о купировании остеомиелитического процесса или, при наличии рецидива, выявить размеры, локализацию остеомиелитической полости.

У 10% на рентгенограммах выявлен ложный сустав (рис. 7), из них его наличие подтверждено при КТ у 6 (5,45%). Вид остеосинтеза, при котором заподозрен ложный сустав на рентгенограммах: спице-стержневой (n=2), стержневой (n=1), аппарат Иллизарова (n=2), внутрикостный (n=3), наkostный (n=1), после удаления остеосинтеза (n=2).

У 2,7% раненых одномоментно выявлен остеомиелит и ложный сустав (рис. 8).

Замедленная консолидация при фиксации различными видами металлоостеосинтеза наблюдалась у 86,36% раненых.

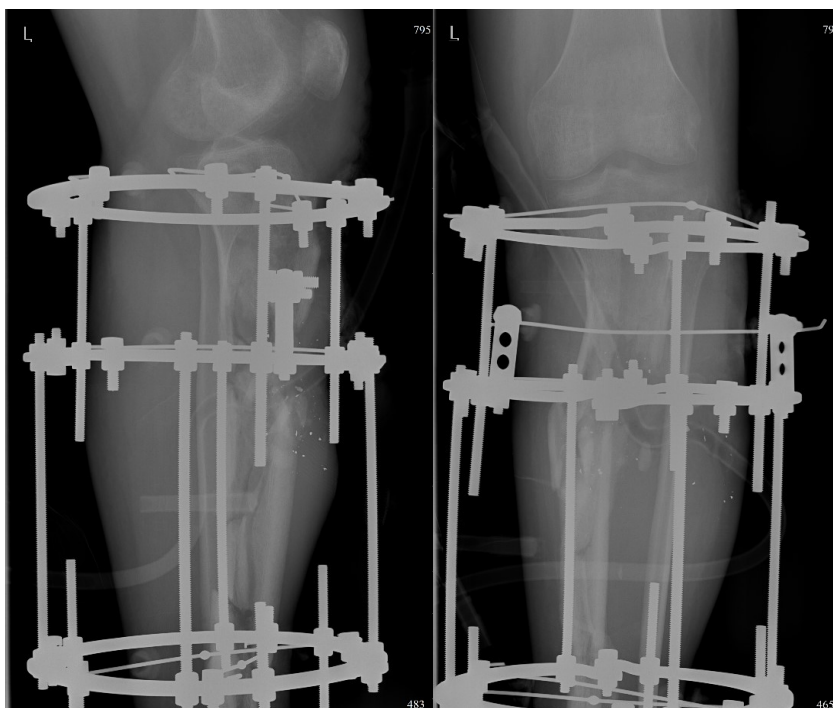


Рисунок 5. На рентгенограммах левой голени в двух проекциях определяется многооскольчатый перелом проксимальной и средней трети диафиза левой большеберцовой кости, осложненный остеомиелитом в условиях металлоостеосинтеза аппаратом Илизарова, дренирования мягких тканей

Figure 5. Radiographs of the left leg in two projections show a multi-fragmentary fracture of the proximal and middle third of the diaphysis of the left tibia, complicated by osteomyelitis in the conditions of metal osteosynthesis with the Ilizarov apparatus, drainage of soft tissues



Рисунок 6. При фистулографии левой голени с использованием 50,0 мл рентгеноконтрастного вещества определяется свищевой канал из области перелома верхней трети большеберцовой кости до поверхности кожи, осложненный остеомиелитом

Figure 6. Fistulography of the left leg using 50.0 ml of radiopaque substance reveals a fistula channel from the fracture site of the upper third of the tibia to the surface of the skin, complicated by osteomyelitis



Рисунок 7. На рентгенограммах правой голени в двух проекциях определяются признаки ложного сустава правой большеберцовой кости. Консолидированный перелом нижней трети малоберцовой кости справа

Figure 7. Radiographs of the right leg in two projections show signs of a pseudoarthrosis of the right tibia. Consolidated fracture of the lower third of the fibula on the right



Рисунок 8. На рентгенограммах левой голени в двух проекциях определяются признаки хронического остеомиелита и ложного сустава дистальной трети большеберцовой кости

Figure 8. Radiographs of the left leg in two projections show signs of chronic osteomyelitis and pseudoarthrosis of the distal third of the tibia

Таким образом, выполнение цифровой рентгенографии повреждённой конечности необходимо при современной боевой травме для выявления наличия и определения положения инородных тел, диагностики состояния костных структур до и после выполнения различных видов последовательного остеосинтеза. Рентгенологическое исследование остаётся методом выбора для первичной диагностики таких осложнений, как остеомиелит и ложный сустав.

Заключение

Классическая цифровая рентгенография является базовым исследованием и незаменима при диагностике взрывных поражений с повреждением конечностей. Её выполнение необходимо для ди-

намического наблюдения и интраоперационного сопровождения при выполнении различных видов остеосинтеза.

В диагностике остеомиелита может быть достаточно выполнение классической рентгенографии с последующей фистулографией, применение КТ позволяет более точно определить стадию и распространённость процесса.

Для диагностики ложного сустава в условиях остеосинтеза недостаточно выполнения классической рентгенографии и, как правило, необходимо проведение КТ.

Для выявления и динамического наблюдения течения замедленной консолидации достаточным является выполнение классической цифровой рентгенографии.

Литература [References]

- 1 Мишук А.С., Сазонова Д.М., Домарев М.А. Современные методы лечения минно-взрывных травм, полученных в боевых условиях. *Молодой ученый*. 2024;21(520):33-36. Mischuk A.S., Sazonova D.M., Domarev M.A. Modern methods of treating mine-explosive injuries received in combat conditions. *Young Scientist*. 2024;21(520):33-36. (In Russ.). URL: <https://moluch.ru/archive/520/114632>
- 2 Овчинников Д.В., Ивченко Е.В. Военная медицина современных гибридных войн. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2024; 43(3):331-340. Ovchinnikov D.V., Ivchenko E.V. Military Medicine of Modern Hybrid Wars. *Izvestiya of the Russian Military Medical Academy*. 2024; 43(3):331-340. (In Russ.). URL: <https://journals.ecovector.com/RMMArep/article/view/633158?ysclid=miee5jgnqm948831276>
- 3 Селиверстов П.А., Шапкин Ю.Г. Применение тактики контроля повреждений при боевых травмах конечностей на передовых этапах медицинской эвакуации в условиях современных войн (обзор литературы). *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях*. 2023;(1):42-52. Seliverstov P.A., Shapkin Yu.G. Application of Damage Control Tactics in Combat Limb Inju-

- ries at the Advanced Stages of Medical Evacuation in Modern Wars (Literature Review). *Medical, Biological, and Social-Psychological Issues of Safety in Emergency Situations*. 2023;(1):42-52. (In Russ.). URL: <https://mchsros.elpub.ru/jour/article/view/900>
- 4 Дорохов А.Е. Анализ характера травм и ранений, полученных в ходе специальной военной операции. *Молодежный инновационный вестник*. 2023.12(S2):138-140. Dorokhov A.E. Analysis of the nature of injuries and wounds received during a special military operation. *Youth Innovation Bulletin*. 2023.12(S2):138-140. (In Russ.). URL: <https://scinetwork.ru/articles/13784>
 - 5 Юнусов И.А., Шаймонов А.Х., Курбанов С.Х., Рустамзода Х.М., Шарипов М.А., Джафаров А.Х. Современные аспекты лечения огнестрельных переломов длинных костей. *Медицинский вестник Национальной академии наук Таджикистана*. 2020.3(35). Yunusov I.A., Shaimonov A.Kh., Kurbanov S.Kh., Rustamzoda Kh.M., Sharipov M.A., Jafarov A.Kh. Modern Aspects of Treatment of Gunshot Fractures of Long Bones. *Medical Bulletin of the National Academy of Sciences of Tajikistan*. 2020.3(35). (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-aspekty-lecheniya-ognestrelnyh-perelomov-dlinnyh-kostey>
 - 6 Губарь Л.М. Значение рентгенодиагностики при огнестрельных поражениях костей конечностей. *Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием*. 2019:56-62. Gubar L.M. The importance of X-ray diagnostics in gunshot wounds of the bones of the extremities. *Modern issues of radiation and environmental medicine, radiation diagnostics and therapy: collection of materials of the Republican scientific and practical conference with international participation*. 2019:56-62. (In Russ.). URL: <http://elib.grsmu.by/handle/files/16316?show=full>
 - 7 Огнестрельные ранения и повреждения конечностей. Оказание медицинской помощи и лечение на этапах медицинской эвакуации: учебное пособие. В.В. Юркевич [и др.]; под ред. Т.Б. Комковой. 2024:114. Gunshot wounds and limb injuries. Medical care and treatment at the stages of medical evacuation: a textbook. V.V. Yurkevich [et al.]; edited by T.B. Komkova. 2024:114. (In Russ.). URL: https://elar.ssmu.ru/bitstream/20.500.12701/4401/1/tut_ssmu-2024-34.pdf
 - 8 Военно-полевая хирургия. Национальное руководство; под ред. И.М. Самохвалова. 2024; 1056. Military Field Surgery. National Manual; edited by I.M. Samokhvalov. 2024; 1056. (In Russ.). URL: <https://www.geotar.ru/lots/NF0026604.html?ysclid=miefjw967a306662705>
 - 9 Полушин Ю.С. Взрывные поражения (лекция). *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2022;19(6):6-17. Polushin Yu.S. Explosive Injuries (Lecture). *Bulletin of Anesthesiology and Resuscitation*. 2022;19(6):6-17. (In Russ.). URL: <https://www.vair-journal.com/jour/article/view/732?ysclid=miefp1itqo325802630>
 - 10 Гасымов Х.Р. Алгоритм оказания специализированной помощи раненым с переломами костей конечностей и повреждением сосудисто-нервного пучка. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2020;39(S1-1):191-195. 10. Gasymov Kh.R. Algorithm for providing specialized care to wounded patients with fractures of the extremities and damage to the vascular-nervous bundle. *Izvestiya of the Russian Military Medical Academy*. 2020 (In Russ.). URL: <https://www.vmeda.org/wp-content/uploads/2020/11/page-05-07-journal-2020-39-1-1.pdf>
 - 11 Трухан А.П. Огнестрельные ранения и взрывная травма мирного времени. Особенности, организация и оказание хирургической помощи (клинико-экспериментальное исследование). 2022:258. Trukhan A.P. Firearm Wounds and Peacetime Explosive Trauma. Features, Organization, and Provision of Surgical Care (Clinical and Experimental Research). 2022:258. (In Russ.). URL: [https://vmeda.mil.ru/upload/site56/document_file/Tekst_dissertacii\(215\).pdf?ysclid=miefu4pgga951792470](https://vmeda.mil.ru/upload/site56/document_file/Tekst_dissertacii(215).pdf?ysclid=miefu4pgga951792470)
 - 12 Khatri J.P., et al. Primary internal fixation in open fractures of tibia following high-velocity gunshot wounds: a single-centre experience. *Int Orthop*. 2020. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31392496>
 - 13 Warkentin TE, Lewandowski LR, Potter BK, Petfield JL, Stinner DJ, Krauss M, Murray CK, Tribble DR; Trauma Infectious Disease Outcomes Study Group. Osteomyelitis Risk Factors Related to Combat Trauma Open Upper Extremity Fractures: A Case-Control Analysis. *J Orthop Trauma*. 2019;33(12). URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31356447>
 - 14 Наумов А.В. Совершенствование требований к мобильным полевым рентгеновским системам. *Известия Российской военно-медицинской академии*. 2019;38(4):108-110. Naumov A.V. Improvement of Requirements for Mobile Field X-Ray Systems. *Izvestiya of the Russian Military Medical Academy*. 2019;38(4):108-110. (In Russ.). URL: <https://medj.rucml.ru/journal/45562d524d4d415245502d41525449434c452d3236303333?ysclid=miekdfzqh370922895>
 - 15 Lee C., Brodke D.J., Engel J., Schloss M.G., Zaidi S.M. R., O'Toole R.V., Gulbrandsen T., Hogue M., Badon J., Bergin P.F., Lirette S.T., Morellato J. Low-energy Gunshot-induced Tibia Fractures: What Proportion Develop Complications? *Clin Orthop Relat Res*. 2021. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33760776>
 - 16 Бацеко А.С. Рентгенологическая характеристика инородных тел при огнестрельной и взрывной травме. Конгресс Российского общества рентгенологов и радиологов: сборник тезисов. Санкт-Петербургская общественная организация «Человек и его здоровье». 2023:22. 16. Batseko A.S. X-ray characteristics of foreign bodies in gunshot and blast injuries. Congress of the Russian Society of X-ray and Radiological Specialists: collection of abstracts. *St. Petersburg Public Organization "Man and His Health"*. 2023:22. (In Russ.). URL: <https://cdn.congress-ph.online/79/material.pdf>
 - 17 Атлас укладок при рентгенологических исследованиях / А.Н. Кишковский, Л.А. Тютин, Г.Н. Есиновская. Ленинград: Медицина: Ленингр. отделение, 1987:519. 17. Atlas of Styling for X-Ray Examinations / A.N. Kishkovsky, L.A. Tyutin, and G.N. Esinovskaya. Leningrad: Meditsina, Leningrad Branch, 1987:519. (In Russ.).

Авторская справка

Фрумен Альбина Григорьевна

Старший врач-рентгенолог рентгеновского отделения, Главный военный клинический госпиталь войск национальной гвардии Российской Федерации.

ORCID 0009-0004-8382-8379; eLibrary SPIN: 5052-2936;

Researcher ID: LWI-7668-2024; frumenag@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, анализ данных.

Труфанов Геннадий Евгеньевич

Д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и медицинской визуализации с клиникой Института медицинского образования, ФГБУ «НМИЦ им. В. А. Алмазова» Минздрава России.

ORCID 0000-0002-1611-5000; SPIN: 3139-3581; trufanovge@mail.ru

Вклад автора: анализ клинических случаев, обобщение результатов лечения.

Author's reference

Al'bina G. Frumen

Senior Radiologist, X-ray Department, Main Military Clinical Hospital of the National Guard Troops of the Russian Federation.

ORCID 0009-0004-8382-8379; eLibrary SPIN: 5052-2936;

Researcher ID: LWI-7668-2024; frumenag@mail.ru

Author contributions: study concept development, data analysis.

Gennadiy E. Trufanov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Medical Imaging with Clinic, Institute of Medical Education, Almazov National Medical Research Center, Ministry of Healthcare of the Russian Federation.

ORCID 0000-0002-1611-5000; SPIN: 3139-3581; trufanovge@mail.ru

Author's contribution: analysis of clinical cases, summary of treatment results.