

## Кости и суставы | Bones and joints

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)  
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-810>

## Трудности лучевой диагностики дисрегенерации при переломах длинных трубчатых костей на примере клинических случаев

© Пекшева М.С. \*, Ранков М.М., Петрова И.В.

СПб ГБУЗ “Елизаветинская больница”; 195257 Санкт-Петербург, ул. Вавиловых, д. 14 А, Российская Федерация

**Цель исследования:** рассмотрение данных лучевых методов исследований различных видов дисрегенераций на примере клинических случаев.

**Материал и методы.** Произведен обзор литературных данных по лучевой семиотике костной регенерации и явлений дисрегенерации, применимости различных лучевых методов исследования. Представлен разбор 2 случаев замедленной консолидации; 5 случаев несросшихся переломов.

**Заключение.** Несмотря на улучшение и техническую простоту визуализации явлений дисрегенерации, только лучевыми методами бывает тяжело дифференцировать замедленную консолидацию от несращения, соответственно необходим консенсус ортопеда и рентгенолога в каждом отдельно взятом случае. Клиницист выбирает тактику лечения, основываясь на всем комплексе данных, включая лучевые методы.

**Ключевые слова:** дисрегенерации, срастание переломов, несросшийся перелом, замедленная консолидация, КТ, рентген

**Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.**

**Для цитирования:** Пекшева М.С., Ранков М.М., Петрова И.В. Трудности лучевой диагностики дисрегенерации при переломах длинных трубчатых костей на примере клинических случаев. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (1): 164–176. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-810>

**Поступила в редакцию:** 19.09.2019. **Принята к печати:** 19.05.2020. **Опубликована online:** 22.03.2021.

## The difficulties of radiological diagnosis phenomenon of dysregeneration long bones fractures based on clinical cases

© Marina S. Peksheva\*, Maxim M. Rankov, Irina V. Petrova

St. Petersburg State Health Care Institution “Elizabethan Hospital”; 14 A, Vavilov str., 195257 St. Petersburg, Russian Federation

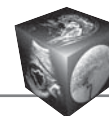
**Research objectiveis** data analysis of the radiological methods different types of dysregenerations, based on the clinical cases.

**Material and methods.** Literature review about radiation semiotics regeneration and dysregeneration phenomena, applicability of different types of radiological methods has been done. A review of 2 cases of delayed union and 5 cases of fracture nonunion is presented.

**Conclusion.** Despite the improvement and technical simplicity of visualizing the phenomena of dysregeneration, it is difficult to differentiate delayed union from nonunion using only by radiological methods, respectively, a consensus of an orthopedic surgeon and a radiologist is required in each individual case. The clinician chooses the treatment tactics based on the complex data set, including radiological methods.

**Keywords:** dysregeneration, fracture union, nonunion, delayed union, CT, X-ray

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.



**For citation:** Peksheva M.S., Rankov M.M., Petrova I.V. The difficulties of radiological diagnosis phenomena of dysregeneration long bones fractures based on clinical cases. *Medical Visualization*. 2021; 25 (1): 164–176. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-810>

**Received:** 19.09.2019.

**Accepted for publication:** 19.05.2020.

**Published online:** 22.03.2021.

## Введение

Костная травма и ее осложнения остаются одной из важных причин инвалидизации трудоспособного населения и детей в структуре заболеваемости в РФ, Санкт-Петербурге, мире [1–3]. Несмотря на то что методики оперативного лечения костной травмы постоянно совершенствуются [4, 5], осложнения сращения переломов в виде явлений дисрегенерации и, в частности, несращения, согласно мировым данным, встречаются приблизительно в 5% случаев при переломах всех локализаций [6]. Русскоязычные источники предоставляют данные о 20–27% осложнений при переломах различных локализаций [7, 8].

## Цель исследования

Рассмотрение данных лучевых методов исследований различных видов дисрегенераций на примере клинических случаев.

## Материал и методы

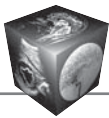
Произведен обзор литературных данных по лучевой семиотике костной регенерации и явлений дисрегенерации, применения различных лучевых методов исследования при данных состояниях [4, 9–12]. Рассмотрено 22 случая костной травмы с верифицированными интраоперационно различными явлениями дисрегенерации. Во всех случаях выполнялись рентгенограммы как при поступлении, так и в динамике лечения. В 21 случае проводилась МСКТ, из них в 18 – однократно, в 3 – повторно в процессе лечения. МСКТ выполнены на аппарате Toshiba Aquilion 64 (Canon, Япония) в объемном режиме, с толщиной среза 1 мм, в режиме костной и мягкотканной реконструкции. Для последующей обработки данных использовалась рабочая станция “Vitrea”, режим подавления артефактов от металла (MAR-algorithm) не был доступен. Представлен разбор одного наблюдения замедленной консолидации и 4 наблюдений несросшихся переломов.

Анализ большого количества литературных данных показывает, что в международном сообществе ортопедов-травматологов нет согласованного мнения о том, когда наступает сращение перелома. Существуют многочисленные клинические параметры оценки успеха регенерации, оцениваемые при физикальном осмотре. Вместе

с тем оценка этих критериев зависит от квалификации ортопеда и не является объективной [13, 14]. Существуют также лабораторные параметры оценки качества регенерации, неприменимые в клинической практике из-за большого количества ограничений [15]. Большое значение ортопедам придается оценке рентгенологических данных, таких как наличие мостиков костной мозоли и распределение их по кортикальным поверхностям, “размывание” линии перелома, непрерывность кортикального слоя вследствие облитерации линии перелома. При этом нет консенсуса о том, какое количество кортикальных поверхностей должно восстановить непрерывность или сколько секторов окружности кости должно быть покрыто костными мостиками для определения перелома сросшимся. В одном исследовании с использованием КТ 25% [16], в других (по рентгенограммам) 50% [17].

Чаще всего для оценки сращения используют рентгенограммы, что объяснимо повсеместной доступностью рентгеновских аппаратов, невысокой стоимостью метода, малой дозой облучения пациента. На данный момент распространяется использование КТ, показавшее 100% чувствительность и невысокую 62–83% специфичность в выявлении несращения, на небольших группах больных по 35 и 18 человек, что обусловлено более низкой доступностью и высокой стоимостью метода [13, 18]. Остальные модальности, такие как ПЭТ, УЗИ и МРТ, могут быть применены, но широкого распространения в клинической практике не получили. Также в обзорах отмечается, что рентгенологи склонны давать более сдержанную оценку качеству сращения, в отличие от ортопедов, которые склонны к более оптимистичной оценке своих трудов [14], так как более важным считается сохранение функции, а не восстановление анатомии.

Несмотря на важность рентгенологического метода в определении сращения, оценка рентгенограмм тоже субъективна, объективные шкалы оценки сращения (radiographic unions core) разработаны в University of Toronto и McMaster University только для переломов бедра (RUSH) и большеберцовой кости (RUST) [19–21]. Шкалы пока не нашли применения в практике отделений нашего стационара.



Исходя из этих данных, нет согласованного мнения ортопедов в определении факта дисрегенерации в каждом конкретном клиническом случае. Этот термин различные русскоязычные источники применяют как ко всему спектру нарушений сращения, так и только к видам несросшихся переломов. Дисрегенерации включают в себя 6 состояний, 3 из которых разделены по временному фактору. Т.А. Einhorn предлагает определять несрастание и замедленное срастание как задержку процесса по срокам, при этом несрастание это “остановка всех процессов репарации, без возможности достичь сращения”, а замедленное срастание как “длящийся репаративный процесс, когда срастание происходит позже ожидаемого, и исход не определен” [22]. Нет согласованного международного консенсуса по определению сроков несращения. Согласно Food And Drug association (США), “прошло минимум 9 мес от травмы, нет признаков консолидации в течение минимум 3 мес на серийных рентгенограммах” [23]. Согласно русскоязычной литературе: “О несросшемся переломе говорят тогда, когда не прошло 2 срока, необходимых для нормального сращения (временной фактор). На рентгенограммах видна щель между отломками, концы их атрофичны, порозны и закруглены. По истечении двойного срока говорят о ложном суставе” [9]. При этом у каждой локализации перелома свои сроки сращения.

Всего дисрегенерации включают 6 состояний: неправильное срастание (malunion) – срастание с выраженной деформацией; замедленная консолидация (delayed union) – превышение сроков сращения в 2 раза; несросшийся перелом (non-union) – превышение сроков сращения более чем в 2 раза; повторный перелом регенерата – рефрактура; посттравматические синостозы; асептический некроз. Англоязычная литература выделяет ложный сустав (pseudoarthrosis) как стадию эволюции несросшегося перелома, имеющую гистологические особенности. Согласно Brinker: “Синовиальный псевдоартроз характеризуется жидкостью, ограничивающей изолированные костномозговые каналы и фиксированной синовие-

подобной псевдокапсулой” [10]. А русскоязычная выделяет его лишь по временному фактору.

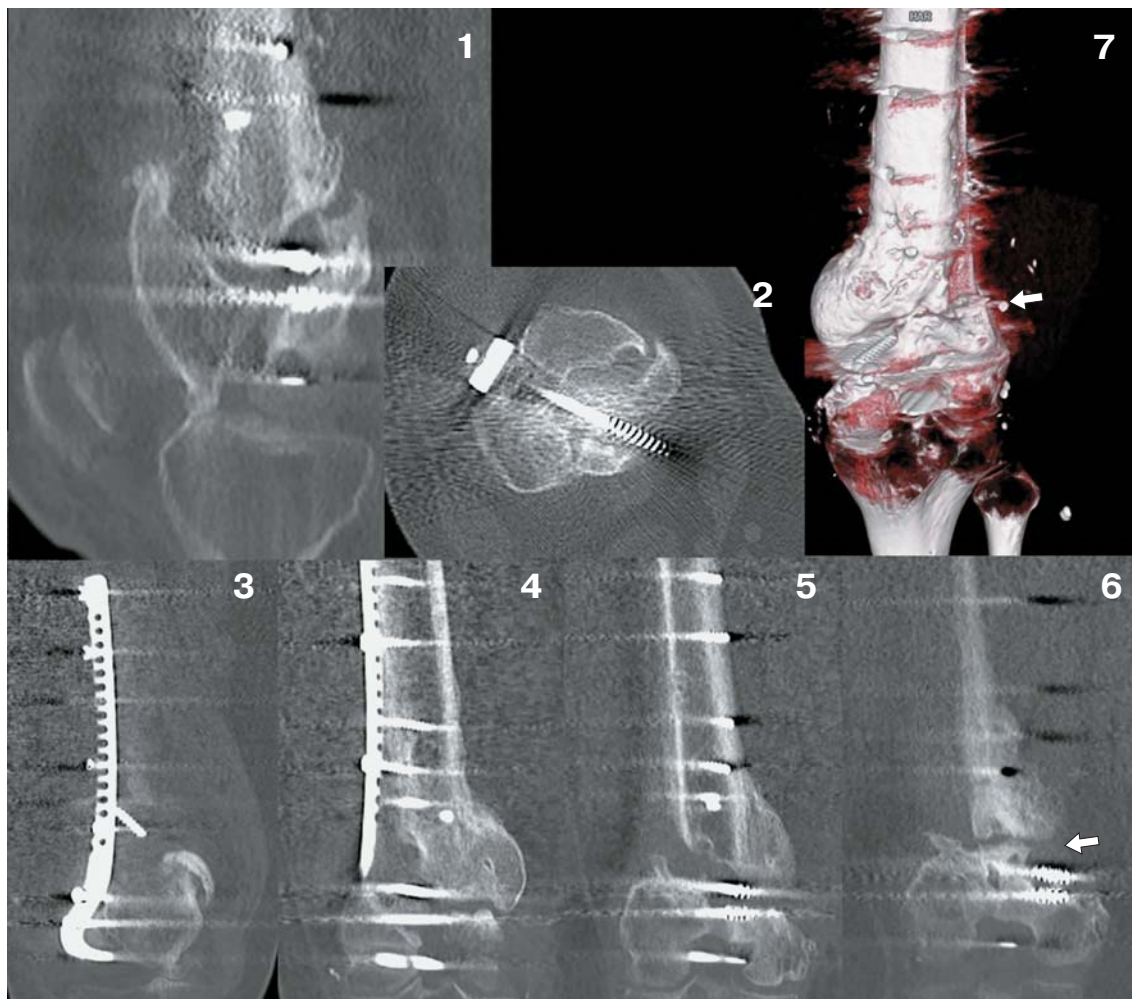
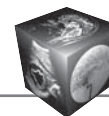
Общепринятой классификацией для несросшихся переломов по рентгенологической картине является классификация Weber, в основе которой лежит степень васкуляризации регенерата [11].

### **Клиническое наблюдение 1**

Первый случай замедленного сращения, осложненного нагноением гематомы мягких тканей с образованием свищей, когда сроки консолидации превысили стандартные в 24 раза (срок иммобилизации при переломах мыщелков бедра 1,5–2 мес, срастание достигнуто через 4 года).

Пациент М., 37 лет, ДТП. Многооскольчатый открытый перелом мыщелков и дистального метаэпифиза правого бедра. Металлоостеосинтез (МОС) на костной пластиной и винтами. Своевременного сращения не достигнуто. Через 2 года – резекция ложного сустава дистального метаэпифиза бедра, извлечены отломки стержней, выполнен остеосинтез правой бедренной кости пластиной, из протокола операции: “Обнажен гипертрофический ложный сустав с обширным разрастанием рубцовой ткани и остеофитами”. Стоит отметить, что гистологического исследования иссеченных тканей не выполнялось, псевдокапсулы и синовиальной жидкости не обнаружено.

КТ через ~2,5 года, после резекции ложного сустава: дистальный метаэпифиз состоит из трех фрагментов, соединенных костным мостиком, покрывающим менее чем половину окружности кости, укорочение правого бедра на 8 см (рис. 1). Неоднократно иссекался свищевой ход нагнавшейся гематомы мягких тканей бедра. Контрольные КТ производились через 2 года 6 мес, 2 года 10 мес, 3 года 1 мес, 3 года 5,5 мес. Динамики сращения не выявлялось. Через 4 года выполнена контрольная фистулография (рис. 2). Сохраняется свищевой ход вдоль пластины, вновь выполнено его иссечение, консолидация достигнута. По задней поверхности бедра определяется костный мостик, покрывающий до половины диаметра кости, МОС демонтирован, отломки винта сохраняются (рис. 3). Через 4 года 4 мес восстановление длины бедра путем наложения аппарата внешней фиксации, методом остеотомии и последующим интрамедуллярным МОС.

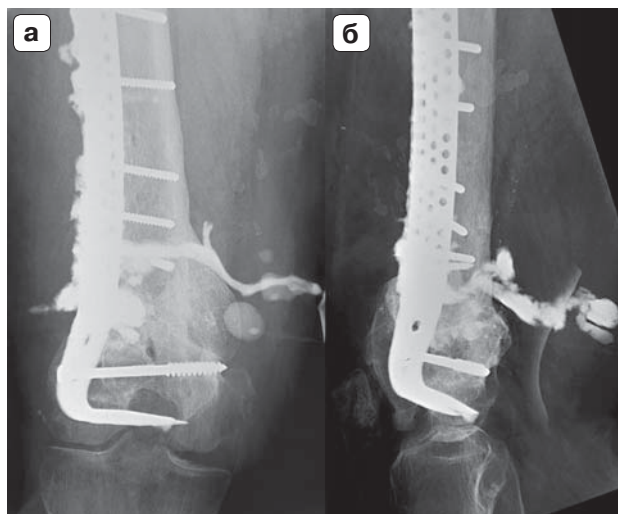


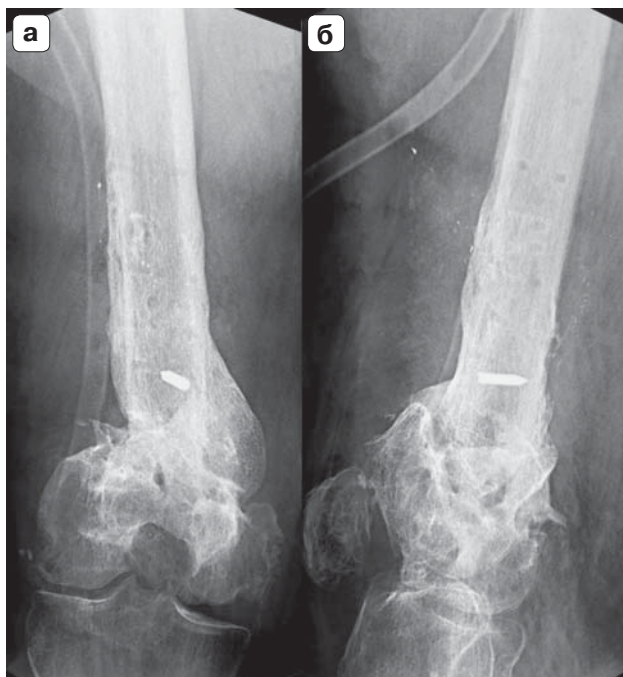
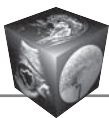
**Рис. 1.** Мужчина 37 лет; замедленная консолидация. КТ правого бедра через ~2,5 года, изображения: **1** – сагиттальная реконструкция, **2** – аксиальный срез, **3–6** корональные реконструкции, **7** – VRT-реконструкция. Дистальный метаэпифиз состоит из 3 фрагментов, соединенных костным мостиком, покрывающим менее чем половину окружности кости. Белые стрелки на изображениях **6** и **7** – костный мостик.

**Fig. 1.** Male 37 y.o.; delayed union. CT scan of the right femur approximately 2.5 years later, figures: **1** – sagittal plane, **2** – axial plane, **3–6** coronal planes, **7** – VRT-reconstruction. The distal metaepiphysis consists of 3 fragments which are connected by the bone bridge less than half the circumference of the bone. White arrow at fig **6** and **7** – callus bridge.

**Рис. 2.** Мужчина 37 лет; замедленная консолидация. Фистулография правого бедра (**а** – прямая проекция, **б** – боковая проекция) через 4 года после травмы. Сохраняется свищевой ход вдоль пластины.

**Fig. 2.** Male 37 y.o.; delayed union. Fistulography of the right femur, 4 years later (**a** – front plane, **б** – side plane). Fistulous passage lengthwise of plate is still exist.





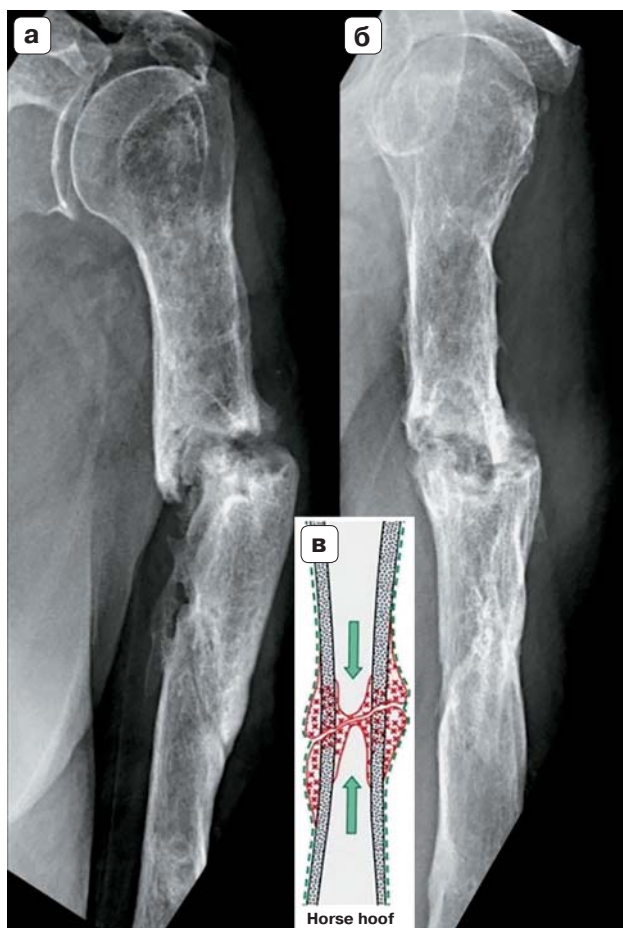
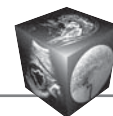
**Рис. 3.** Мужчина 37 лет; замедленная консолидация. Рентгенограммы правого бедра (**а** – прямая проекция, **б** – боковая проекция) после иссечения свища. Через 4 года достигнута консолидация, по задней поверхности бедра определяется костный мостик, покрывающий до половины диаметра кости, МОС демонтирован.

**Fig. 3.** Male 37 y.o.; delayed union. X-ray films of the right femur (**a** – front plane, **б** – side plane) after fistula excision. Union has got 4 years later. There is bone bridge, covering half the diameter of the femur on the facies posterior, MOS was removed.

### Клиническое наблюдение 2

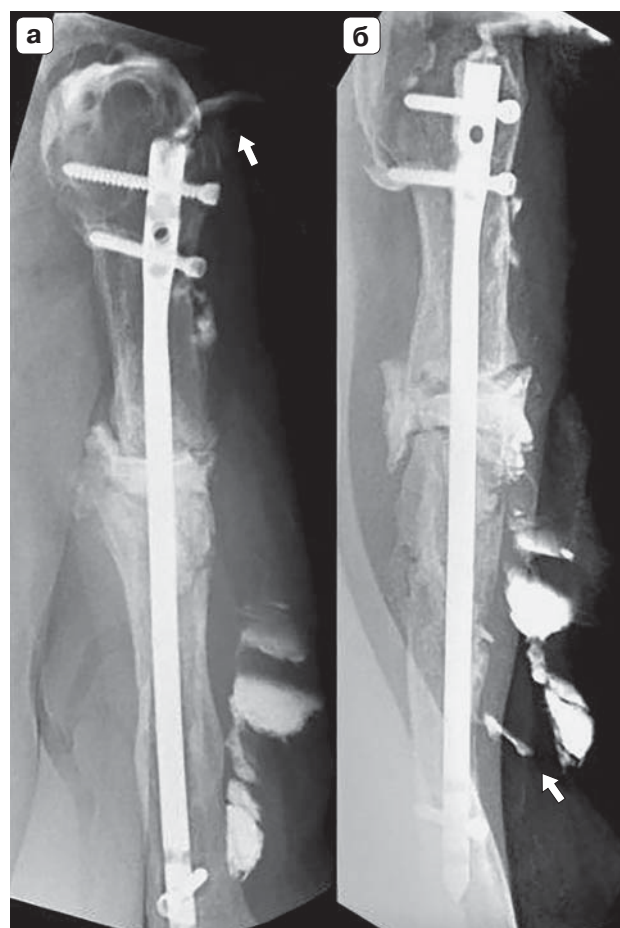
Пациентка Ж., 68 лет, бытовая травма. Несросшийся перелом по типу “лошадиного копыта” по Weber у пациентки с декомпенсированным сахарным диабетом, осложненный развитием остеомиелита. Проводились многочисленные остеосинтезы и реостеосинтезы перелома средней трети диафиза правого плеча, выявлялся и иссекался лигатурный свищ мягких тканей. Через 2 года после травмы определяется гипертрофический несросшийся перелом по типу “лошадиного копыта”. Края отломков с замкнутыми и склерозированными поверхностями, костная мозоль выражена умеренно (рис. 4). Через 2 года 4 мес (4 мес назад выполнен интрамедуллярный остеосинтез) определяется лигатурный свищ, абсцесс мягких тканей, остеомиелит (рис. 5). Производились резекция отломков, дренирование. Через 3 года 2 мес несросшиеся отломки были резецированы. На контрольных рентгенограммах отломки склерозированы, с протяженным дефектом костной ткани, отмеча-

ется переход гипертрофического типа несращения в атрофический тип с потерей фрагмента (рис. 6). В дальнейшем выполнен еще один МОС с коррекцией костного дефекта и цементным заполнением костномозговых каналов. Через 3 года 8 мес выявлена нестабильность МОС с каналом разрежения костной структуры вокруг дистальной части интрамедуллярного компонента, снова выявлен лигатурный свищ мягких тканей. Произведены коррекция положения интрамедуллярного МОС проволочными петлями, заполнение костного дефекта гранулами биокompозита, в последующем цементное заполнение полостей разрежения. Через 4 года 1 мес – гранулы биокompозита извлечены, снова выявлена нестабильность дистального конца МОС, несмотря на избыточную цементную фиксацию и проволочные петли, снова визуализировались свищи; выявлен аваскулярный некроз головки плеча (рис. 7). Все компоненты МОС извлечены, произведено иссечение свищей. Лечение продолжается.



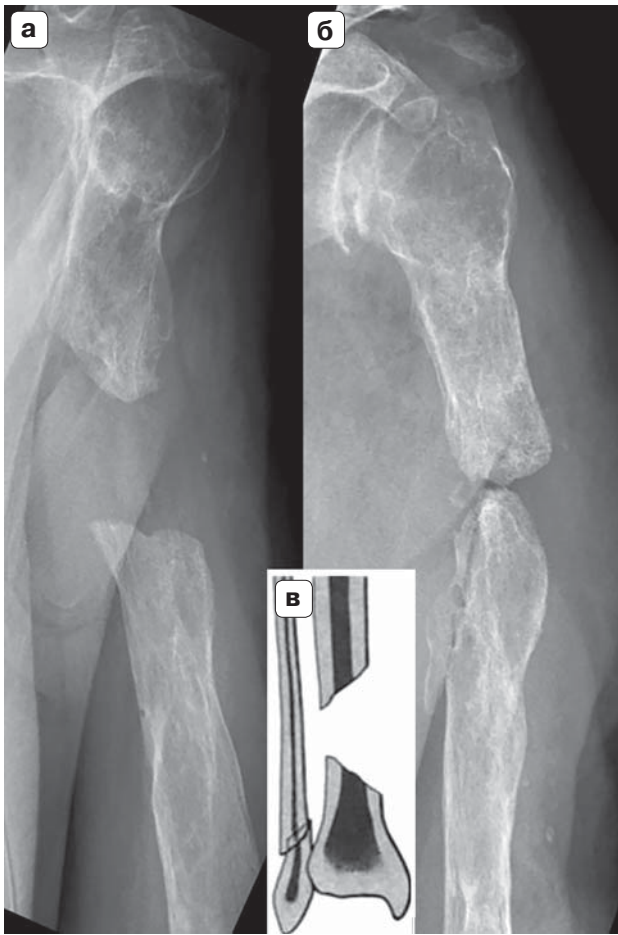
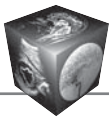
**Рис. 4.** Женщина 68 лет; несросшийся перелом по типу “лошадиного копыта”. Рентгенограммы правого плеча через 2 года (**а** – прямая проекция, **б** – боковая проекция). Замкнуты и склерозированы поверхности отломков, умеренно выражена костная мозоль. **в** – схема несросшегося перелома по типу “лошадиного копыта”.

**Fig. 4.** Female 68 y.o.; fracture nonunion, “horse hoof” type. X-ray films of the right shoulder in 2 years (**a** – front plane, **б** – side plane). **в** – scheme of fracture nonunion “horse hoof” type. Closed and sclerotic fragmentary surfaces, moderately expressed callus.



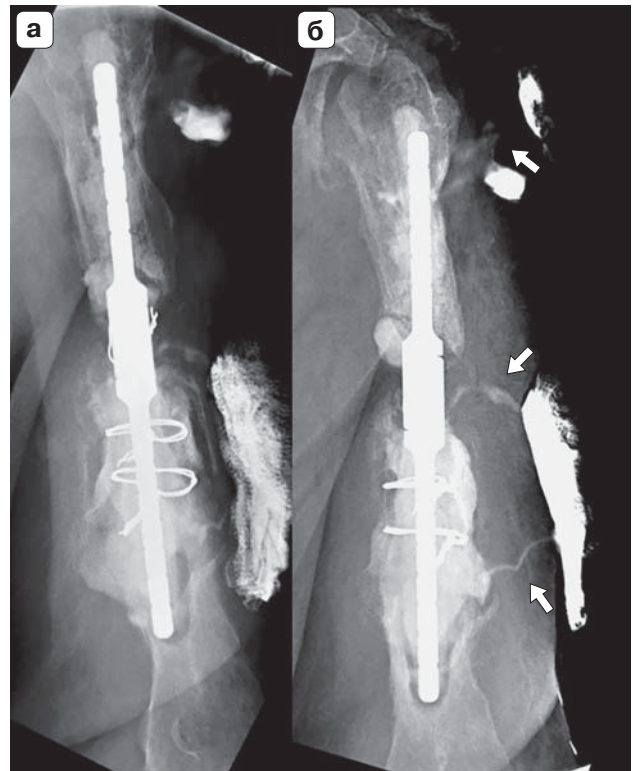
**Рис. 5.** Женщина 68 лет; несросшийся перелом по типу “лошадиного копыта”. Фистулография правого плеча через 2 года 4 мес (**а** – прямая проекция, **б** – боковая проекция). Стрелками обозначены свищевые ходы. Лигатурный свищ, абсцесс мягких тканей, остеомиелит.

**Fig. 5.** Female 68 y.o.; fracture nonunion, “horse hoof” type. Fistulography of the right shoulder in 2 years and 4 months later injury (**a** – front plane, **б** – side plane). Arrows indicate fistulous passages. Ligature fistula, abscess of soft tissues, osteomyelitis.



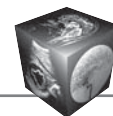
**Рис. 6.** Женщина 68 лет; несросшийся перелом по типу “лошадиного копыта”. Рентгенограммы правого плеча через 3 года 2 мес (**а** – прямая проекция, **б** – боковая проекция). **в** – схема атрофического типа несросшегося перелома с потерей фрагмента. Отломки склерозированы, с протяженным дефектом костной ткани, переход гипертрофического типа несрастания в атрофический тип с потерей фрагмента.

**Fig. 6.** Female 68 y.o.; fracture nonunion, “horse hoof” type. X-ray films of the right shoulder in 3 years and 2 months (**a** – front plane, **б** – side plane). **в** – the scheme is an atrophic type of fracture nonunion, with a loss of a fragment. Fragments are sclerosed with an extended bone tissue defect, the transition of the hypertrophic type of nonunion to the atrophic type with a loss of fragment.



**Рис. 7.** Женщина 68 лет; несросшийся перелом с потерей фрагмента. Фистулография правого плеча через 4 года 1 мес (**а** – прямая проекция, **б** – боковая проекция). Стрелками обозначены свищевые ходы. Нестабильность дистального конца МОС, свищи, аваскулярный некроз головки плеча.

**Fig. 7.** Female 68 y.o.; fracture nonunion, “horse hoof” type with the fragment loss. Fistulography of the right shoulder in 4 years and 1 month (**a** – front plane, **б** – side plane). Arrows indicate fistulous passages. Instability of the distal end of the MOS was determined, fistulas, avascular necrosis of the head of the shoulder.



### **Клиническое наблюдение 3**

Пациент М., 35 лет, тяжелая сочетанная травма после ДТП. Несросшийся перелом по типу “слоновой ноги” (по Weber). В стандартные для иммобилизации сроки через 3–4 мес после травмы картина замедленной консолидации. Через 6 мес выполнен МОС пластиной и винтами. Через 8 мес выявлена миграция МОС, рефрактура. Через 10 мес определялся неправильно срастающийся перелом. Интраоперационно произведена ревизия перелома с введением костного заменителя Osteoset. Согласно протоколу операции – зона перелома выполнена рубцовыми тканями. Через 1 год 6 мес выявлен перелом винтов, фиксирующих металлоконструкцию. На компьютерных томограммах через 2 года выявлена гипертрофическая костная мозоль по наружной поверхности от большого вертела, которая охватывает половину диаметра кости. По медиальной поверхности кости мозоль выражена меньше, отломки замкнуты. Винты сломаны. Прослеживается линия перелома (рис. 8). Через 2 года 4 мес произведено удаление металлоконструкции (рис. 9а). Остатки винтов не удалялись. Проксимальный отдел пластины покрыт гипертрофической костной мозолью толщиной до 2,5 см. При помощи долота гипертрофическая костная мозоль удалена. Патологической подвижности не определяется. Через 2 года 6 мес произведено тотальное бесцементное эндопротезирование левого тазобедренного сустава. Избыточная костная мозоль снова удалена при помощи долота, через 17 дней произошел вывих эндопротеза, выполнено его вправление. Через 3 года 3 мес костная мозоль сформирована; через 5 дней произошел повторный вывих эндопротеза. Через 3 года 4 мес определена причина повторного вывиха в виде нестабильности эндопротеза. Выполнено ревизионное цементное эндопротезирование. Интраоперационно: обширное разрастание рубцовой ткани. Избыточная рубцовая ткань иссечена. Обнажен бедренный компонент эндопротеза. Выявлены его проседание в канал бедренной кости, нестабильность в вертикальном направлении. Укорочение левой нижней конечности сократилось до ~ 1,5 см. Через 3 года 8 мес

(рис. 9б) эндопротез стабилен, сохраняется избыточная костная мозоль.

### **Клиническое наблюдение 4**

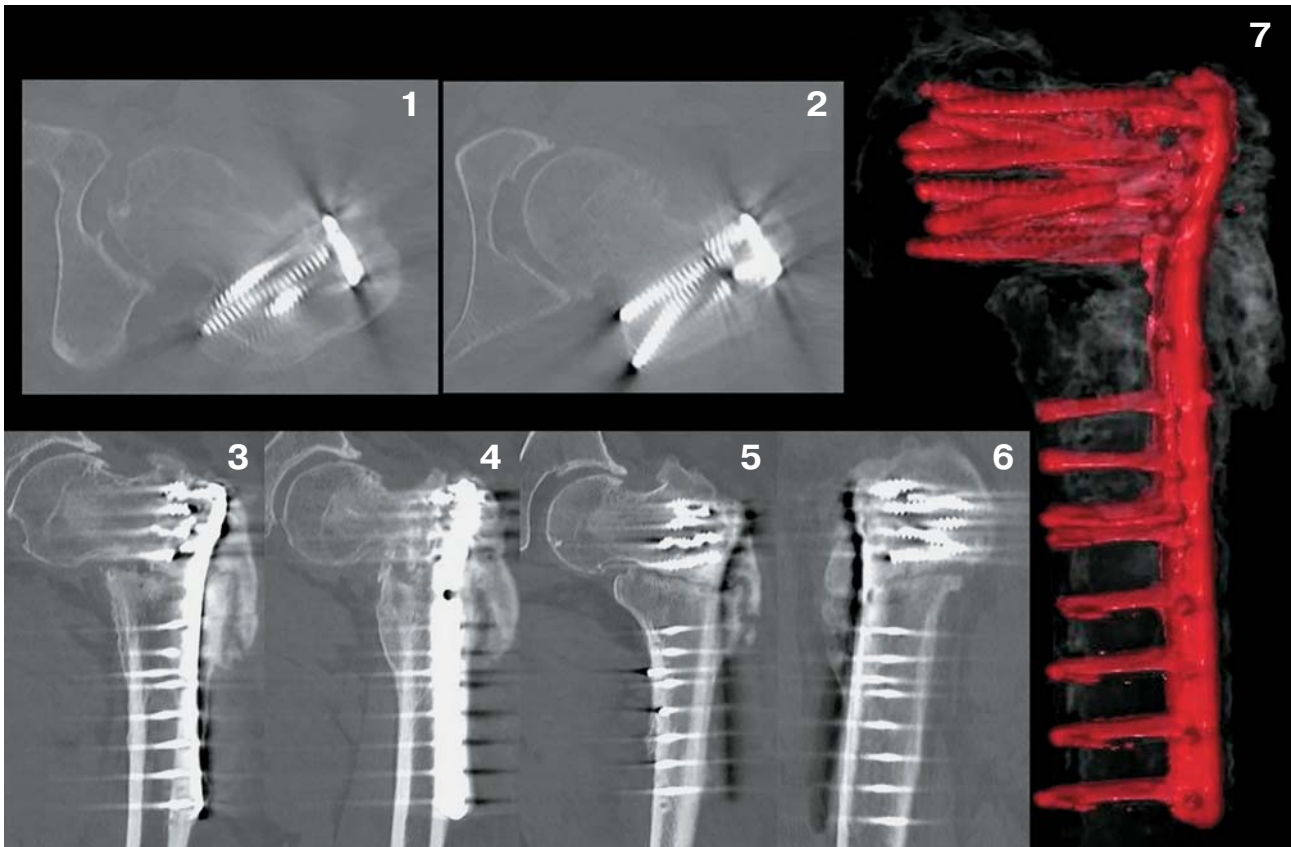
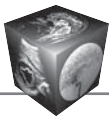
Несросшийся перелом по типу олиготрофического (по Weber) у пациентки со сломанным МОС по причине нестабильности, длительное время не обращавшейся за помощью.

Пациентка Ж., 67 лет, бытовая травма. Произведен МОС пластиной и винтами. Через 8 лет новое падение с рефрактурой и переломом пластины МОС, за помощью не обращалась. Еще одно падение через 3 года. Выполнена КТ, хронологически через 11 лет после первичной травмы, отмечается: укорочение левого бедра, ротация дистального отломка диафиза латерально с угловым смещением, с захождением по высоте. На фоне перелома пластины МОС определяется его нестабильность с миграцией двух винтов в мягкие ткани. Картина несросшегося винтообразного перелома на границе средней и проксимальной трети диафиза бедра. Концы отломков замкнуты, склерозированы, образуют “бокаловидные” поверхности. Периостальная костная мозоль в виде незамкнутых костных “мостиков” по передней и задней поверхностям бедра. “Свежий” перипротезный винтообразный перелом дистальной трети диафиза и метафиза бедренной кости (рис. 10).

### **Клиническое наблюдение 5**

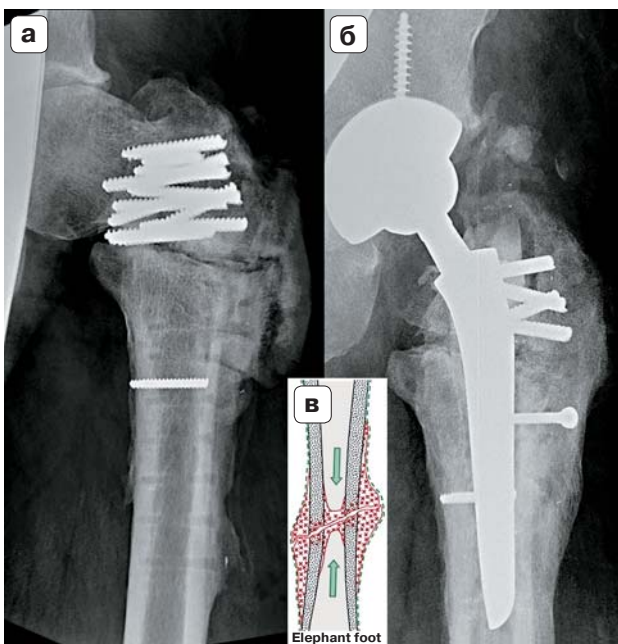
Несросшийся атрофический оскольчатый перелом (по Weber) по причине избыточного скелетирования отломков при выполнении МОС.

Пациентка Ж., 31 год. Спортивная травма. Оскольчатый закрытый перелом средней трети диафиза левой ключицы. Выполнен МОС пластиной и 6 винтами. При контрольных КТ в сравнении с постоперационной КТ (рис. 11а), через 2,5 мес (рис. 11б) и 4 мес (рис. 11в) картина асептического некроза и лизиса отломков, с отрицательной динамикой. Просвет костномозгового канала замкнут, МОС стабилен. На 5-й месяц после травмы выполнена костная пластика аутооттрансплантатом из гребня подвздошной кости.



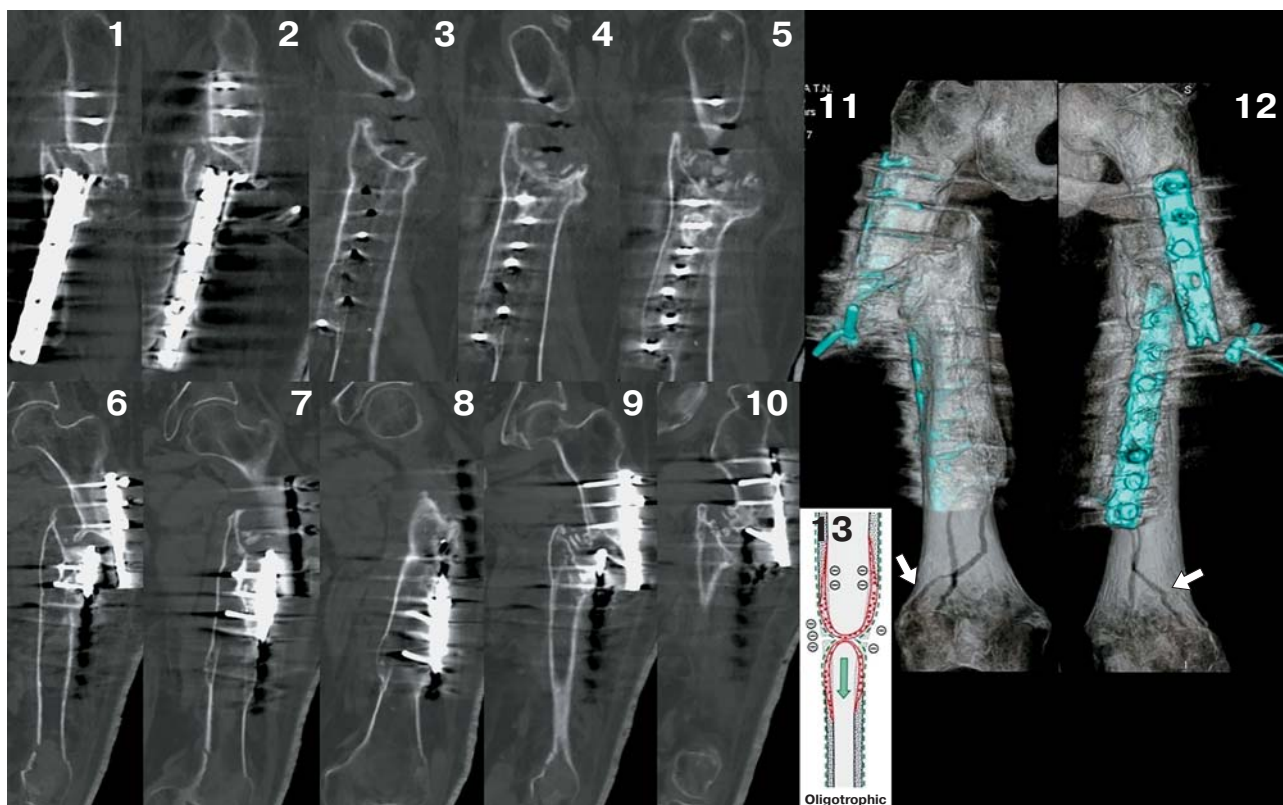
**Рис. 8.** Мужчина 35 лет; несросшийся перелом по типу “слоновой ноги”. КТ левого бедра через 2 года (1, 2 – аксиальные срезы, 3–5 – корональные реконструкции, 6 – сагиттальная реконструкция, 7 – VRT-реконструкция). Гипертрофическая костная мозоль по наружной поверхности от большого вертела, охватывает половину диаметра кости; винты сломаны, прослеживается линия перелома.

**Fig. 8.** Male 35 y.o.; fracture nonunion, “elephant foot” type. CT scan of the left hip 2 years later (1, 2 – axial planes, 3–5 – coronal planes, 6 – sagittal planes, 7 – VRT-reconstruction). Hypertrophic callus on the superficies of the greater trochanter covers half diameter of the bone; the screws are broken, the fracture line is visible.



**Рис. 9.** Мужчина, 35 лет; несросшийся перелом по типу “слоновой ноги”. а – рентгенограмма левого бедра через 2 года 4 мес, в прямой проекции; б – рентгенограмма левого бедра через 3 года 8 мес в прямой проекции. Достигнута консолидация; в – схема: несросшийся перелом по типу “слоновой ноги”.

**Fig. 9.** Male 35 y.o.; fracture nonunion, “elephant foot” type. а – X-ray films of the left hip 2 years and 4 months later, in front plane; б – X-ray films of the of the left hip 3 years and 8 months later. Union achieved; в – схема is fracture nonunion, “elephant foot” type.



**Рис. 10.** Женщина 67 лет; несросшийся перелом по типу олиготрофического. КТ левого бедра через 11 лет (1–5 – сагиттальные реконструкции по оси дистального отломка, 6–10 – корональные реконструкции по оси дистального отломка, 11–12 – VRT-реконструкции). Стрелками обозначен “свежий” перипротезный перелом. Концы отломков замкнуты, склерозированы, образуют “бокаловидные” поверхности. Периостальная костная мозоль в виде незамкнутых костных “мостиков” по передней и задней поверхностям бедра. 13 – схема несросшегося перелома олиготрофического типа.

**Fig 10.** Female 67 y.o.; fracture nonunion, oligotrophic type. CT of the left hip 11 years later (1–5 – sagittal planes at the axis of the distal fragment, 6–10 – coronal planes at the axis of the distal fragment, 11–12 – VRT-reconstructions). The arrow indicates a “fresh” periprosthetic fracture. The ends of the fragments are closed, sclerotic, form “goblet” surfaces. Periosteal callus look as not closed bone bridges along the anterior and posterior femur surfaces. 13 – the scheme is fracture nonunion, oligotrophic type.



**Рис. 11.** Женщина 31 года; несросшийся атрофический оскольчатый перелом. КТ левой ключицы. а – после травмы, реконструкция по оси кости; б – через 2,5 мес, реконструкция по оси кости; в – через 4 мес, реконструкция по оси кости. Картина асептического некроза и лизиса отломков с отрицательной динамикой; г – схема: несросшийся атрофический оскольчатый перелом.

**Fig. 11.** Female, 31 y.o.; atrophic comminuted fracture nonunion. CT of the left clavicle. а – after injury, reconstruction along the bone axis; б – 2.5 months later, reconstruction along the bone axis; в – 4 months later, reconstruction along the bone axis. Aseptic necrosis and lytic changes of fragments, with negative dynamics in comparison; г – scheme is atrophic comminuted fracture nonunion.



## Обсуждение

Сохраняется значительная трудность в определении факта дисрегенерации на практике в связи с отсутствием консенсуса о том, когда по рентгенологическим и клиническим данным наступает срастание и какое качество рентгенологических проявлений срастания может считаться удовлетворительным. Объективные рентгенологические шкалы разработаны только для двух локализаций переломов длинных трубчатых костей и их, несомненно, недостаточно. Ортопеды-травматологи придают большое значение оценке рентгенологических данных при выборе тактики ведения пациента, поэтому необходимо в каждом конкретном клиническом случае вырабатывать совместное мнение, несмотря на более сдержанный взгляд рентгенолога на качество костной регенерации у пациентов. Рентгенологам необходимо знать лучевую семиотику всех видов дисрегенераций, для более квалифицированной оценки необходим анализ всего лучевого архива, полные физикальные и анамнестические данные в каждом случае. С развитием и распространением современных методов визуализации в клиническую практику все шире будет внедряться метод КТ как имеющий достаточную доступность в Санкт-Петербурге, достаточную чувствительность и специфичность и более «наглядный» для ортопедов, тем не менее традиционная рентгенография не потеряет своих позиций.

## Заключение

Несмотря на улучшение и техническую простоту визуализации явлений дисрегенерации, только лучевыми методами бывает тяжело дифференцировать замедленную консолидацию от несрастания, соответственно необходим консенсус ортопеда и рентгенолога в каждом отдельно взятом случае. Клиницист выбирает тактику лечения, основываясь на всем комплексе данных, включая лучевые методы. Множество сопутствующих факторов, таких как пожилой возраст, наличие тяжелых сопутствующих заболеваний, тяжесть полученной травмы, вредные привычки, прием некоторых лекарственных средств, сопутствующий остеомиелит, нестабильный МОС и др., могут привести к замедленной консолидации или развитию несрастания, учет этих факторов необходим для достижения успешной регенерации в последующем.

## Участие авторов

Пекшева М.С. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, анализ и интерпре-

тация полученных данных, написание текста, подготовка и редактирование текста, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Петрова И.В. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, участие в научном дизайне.

Ранков М.М. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста, подготовка, создание опубликованной работы, утверждение окончательного варианта статьи.

## Authors' participation

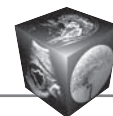
Peksheva M.S. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, text preparation and editing, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Petrova I.V. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, participation in scientific design.

Rankov M.M. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing, preparation and creation of the published work, approval of the final version of the article.

## Список литературы

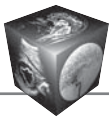
1. Щетинин С.А., Щетинин С.А. Анализ частоты и последствий травматизма в России. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 2 (1). URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=17871> (дата обращения: 10.05.2020)
2. Баиндурашвили А.Г., Шапиро К.И., Дрожжина Л.А., Вишняков А.Н. Показатели и динамика травм костно-мышечной системы у детей Санкт-Петербурга в современных условиях. *Педиатр*. 2016; 7 (2): 113–120.
3. Guidelines for trauma quality improvement programmes. WHO. Доступно по адресу [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44061/1/9789241597746\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44061/1/9789241597746_eng.pdf)
4. Somford M.P., van den Bekerom M.P.J., Kloen P. Operative treatment for femoral shaft nonunions, a systematic review of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr*. 2013; 8 (2): 77–88. <https://doi.org/10.1007/s11751-013-0168-5>
5. Ru J.Y., Niu Y.F., Cong Y., Kang W.B., Cang H.B., Zhao J.N. Exchanging reamed nailing versus augmentative compression plating with autogenous bone grafting for aseptic femoral shaft nonunion: a retrospective cohort study. *Acta Orthop. Traumatol. Turc*. 2015; 49 (6): 668–675. <https://doi.org/10.3944/aott.2015.14.0404>
6. Heppenstall RB. Fracture Treatment and Healing. Philadelphia: W.B. Saunders, 1980. 1087 p.
7. Гайко Г.В., Калашников А.В., Никитин П.В. Интрамедуллярный блокирующий остеосинтез в лечении больных с закрытыми переломами длинных костей конечностей. *Вісник ортопедії, травматол. та протезування*. 2007; 1: 26–33.



8. Куценко С.Н., Митюнин Д.А., Никифоров Р.Р. Комплексное лечение переломов большеберцовой кости с использованием блокируемых фиксаторов Близкунова у пациентов с расстройствами репаративного остеогенеза. *Травма*. 2013; 14 (1): 47–49.
9. Семизоров А.Н. Рентгенография в диагностике и лечении переломов костей. М., 2007. 176 с.
10. Brinker M.R. Nonunions: Evaluation and Treatment. In B.D. Browner, A.M. Levine, J.B. Jupiter, P.G. Trafton (Ed.). *Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction*. 4th Ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2009; Chapter 22: 615–707.
11. Weber B.G., Cech O. Pseudarthrosis: Pathophysiology, Biomechanics, Therapy and Results. Grune & Stratton, 1980. 323 p.
12. Ebnezar J. *Clinical Examination Methods in Orthopedics*. Boydell & Brewer Ltd, 2010. 912 p.
13. Bhattacharyya T., Bouchard K.A., Phadke A., Meigs J.B., Kassarian A., Salamipour H. The accuracy of computed tomography for the diagnosis of tibial nonunion. *J. Bone Jt Surg. Am.* 2006; 88 (4): 692–697. <https://doi.org/10.2106/00004623-200604000-00002>
14. Corrales LA, Morshed S, Bhandari M, Miclau T. Variability in the assessment of fracture-healing in orthopaedic trauma studies. *J. Bone Jt Surg. Am.* 2008; 90 (9): 1862–1868. <https://doi.org/10.2106/jbjs.g.01580>
15. Morshed S. Current Options for Determining Fracture Union. *Adv. Med.* 2014; 2014: 1–12. <https://doi.org/10.1155/2014/708574>
16. Brinker M.R., O'Connor D.P. Ilizarov compression over a nail for aseptic femoral nonunions that have failed exchange nailing: a report of 5 cases. *J. Orthop. Trauma*. 2003; 17: 668–676. <https://doi.org/10.1097/00005131-200311000-00002>
17. Bhandari M., Tornetta P. 3rd, Sprague S., Najibi S., Petrisor B., Griffith L., Guyatt G.H. Predictors of reoperation following operative management of fractures of the tibial shaft. *J. Orthop. Trauma*. 2003; 17: 353–361. <https://doi.org/10.1097/00005131-200305000-00006>
18. Schnarkowski P., Redei J., Peterly C.G., Weidenmaier W., Mutschler W., Arand M., Reiser M.F. Tibial shaft fractures: assessment of fracture healing with computed tomography. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1995; 19 (5): 777–781 <https://doi.org/10.1097/00004728-199509000-00015>
19. Bhandari M., Chiavaras M.M., Parasu N., Choudur H., Ayeni O., Chakraverty R., Bains S., Hak A., Sprague S., Petrisor B. Radiographic union score for hip substantially improves agreement between surgeons and radiologists. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2013; 14, 70. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-70>
20. Whelan D.B., Bhandari M., Stephen D., Kreder H., McKee M.D., Zdero R., Schemitsch E.H. Development of the radiographic union score for tibial fractures for the assessment of tibial fracture healing after intramedullary fixation. *J. Trauma*. 2010; 68 (3): 629–632. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e3181a7c16d>
21. Chiavaras M.M., Bains S., Choudur H., Parasu N., Jacobson J., Ayeni O., Petrisor B., Chakraverty R., Sprague S., Bhandari M. The Radiographic Union Score for Hip (RUSH): the use of a checklist to evaluate hip fracture healing improves agreement between radiologists and orthopedic surgeons. *Skeletal Radiol.* 2013; 42 (8): 1079–1088. <https://doi.org/10.1007/s00256-013-1605-8>
22. Einhorn T.A. Breakout session 1: definitions of fracture repair. *Clin. Orthop.* 1998; 355 (Suppl.): 353. <https://doi.org/10.1097/00003086-199810001-00035>
23. Somford M.P., van den Bekerom M., Kloen P. Operative treatment for femoral shaft nonunions, a systematic review of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2013; 8 (2): 77–88. <https://doi.org/10.1007/s11751-013-0168-5>

## References

1. Schetinin S.A., Schetinin S.A. Analysis of the frequency and consequences of traumatism in Russia. *Modern problems of science and education*. 2015; 2 (1). (In Russian). URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=17871> (дата обращения: 10.05.2020)
2. Baidurashvili A.G., Shapiro K.I., Drozhzhina L.A., Vishnyakov A.N. Indicators and dynamics of injuries of the musculoskeletal system among children in St. Petersburg in modern conditions. *Pediatrician (St. Petersburg)*. 2016; 7 (2): 113–120. (In Russian)
3. Guidelines for trauma quality improvement programmes. WHO. Доступно по адресу [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44061/1/9789241597746\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44061/1/9789241597746_eng.pdf)
4. Somford M.P., van den Bekerom M.P.J., Kloen P. Operative treatment for femoral shaft nonunions, a systematic review of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2013; 8 (2): 77–88. <https://doi.org/10.1007/s11751-013-0168-5>
5. Ru J.Y., Niu Y.F., Cong Y., Kang W.B., Cang H.B., Zhao J.N. Exchanging reamed nailing versus augmentative compression plating with autogenous bone grafting for aseptic femoral shaft nonunion: a retrospective cohort study. *Acta Orthop. Traumatol. Turc.* 2015; 49 (6): 668–675. <https://doi.org/10.3944/aott.2015.14.0404>
6. Heppenstall RB. *Fracture Treatment and Healing*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1980. 1087 p.
7. Gaiko G.V., Kalashnikov A.V., Nikitin P.V. Intramedullary blocking osteosynthesis in the treatment of patients with closed fractures of the long bones of the extremities. *Bulletin of Orthopedics and Traumatology*. 2007; 1: 26–33. (In Russian)
8. Kutsenko S.N., Mityunin D.A., Nikiforov R.R. Complex treatment of tibial fractures using Bliskunov's blockable fixators in patients with disorders of reparative regeneration. *Trauma*. 2013; 1 (14): 5–7. (In Russian)
9. Semizorov A.N. X-ray in the diagnosis and treatment of bone fractures. Moscow, 2007. 176 p (In Russian)
10. Brinker M.R. Nonunions: Evaluation and Treatment. In B.D. Browner, A.M. Levine, J.B. Jupiter, P.G. Trafton (Ed.). *Skeletal Trauma: Basic Science, Management, and Reconstruction*. 4th Ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2009; Chapter 22: 615–707.
11. Weber B.G., Cech O. Pseudarthrosis: Pathophysiology, Biomechanics, Therapy and Results. Grune & Stratton, 1980. 323 p.
12. Ebnezar J. *Clinical Examination Methods in Orthopedics*. Boydell & Brewer Ltd, 2010. 912 p.
13. Bhattacharyya T., Bouchard K.A., Phadke A., Meigs J.B., Kassarian A., Salamipour H. The accuracy of computed tomography for the diagnosis of tibial nonunion. *J. Bone Jt Surg. Am.* 2006; 88 (4): 692–697. <https://doi.org/10.2106/00004623-200604000-00002>
14. Corrales LA, Morshed S, Bhandari M, Miclau T. Variability in the assessment of fracture-healing in orthopaedic trauma studies. *J. Bone Jt Surg. Am.* 2008; 90 (9): 1862–1868. <https://doi.org/10.2106/jbjs.g.01580>



15. Morshed S. Current Options for Determining Fracture Union. *Adv. Med.* 2014; 2014: 1–12. <https://doi.org/10.1155/2014/708574>
16. Brinker M.R., O'Connor D.P. Ilizarov compression over a nail for aseptic femoral nonunions that have failed exchange nailing: a report of 5 cases. *J. Orthop. Trauma.* 2003; 17: 668–676. <https://doi.org/10.1097/00005131-200311000-00002>
17. Bhandari M., Tornetta P. 3rd, Sprague S., Najibi S., Petrisor B., Griffith L., Guyatt G.H. Predictors of reoperation following operative management of fractures of the tibial shaft. *J. Orthop. Trauma.* 2003; 17: 353–361. <https://doi.org/10.1097/00005131-200305000-00006>
18. Schnarkowski P., Redei J., Peterly C.G., Weidenmaier W., Mutschler W., Arand M., Reiser M.F. Tibial shaft fractures: assessment of fracture healing with computed tomography. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 1995; 19 (5): 777–781 <https://doi.org/10.1097/00004728-199509000-00015>
19. Bhandari M., Chiavaras M.M., Parasu N., Choudur H., Ayeni O., Chakraverty R., Bains S., Hak A., Sprague S., Petrisor B. Radiographic union score for hip substantially improves agreement between surgeons and radiologists. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2013; 14, 70. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-70>
20. Whelan D.B., Bhandari M., Stephen D., Kreder H., McKee M.D., Zdero R., Schemitsch E.H. Development of the radiographic union score for tibial fractures for the assessment of tibial fracture healing after intramedullary fixation. *J. Trauma.* 2010; 68 (3): 629–632. <https://doi.org/10.1097/ta.0b013e3181a7c16d>
21. Chiavaras M.M., Bains S., Choudur H., Parasu N., Jacobson J., Ayeni O., Petrisor B., Chakraverty R., Sprague S., Bhandari M. The Radiographic Union Score for Hip (RUSH): the use of a checklist to evaluate hip fracture healing improves agreement between radiologists and orthopedic surgeons. *Skeletal Radiol.* 2013; 42 (8): 1079–1088. <https://doi.org/10.1007/s00256-013-1605-8>
22. Einhorn T.A. Breakout session 1: definitions of fracture repair. *Clin. Orthop.* 1998; 355 (Suppl.): 353. <https://doi.org/10.1097/00003086-199810001-00035>
23. Somford M.P., van den Bekerom M., Kloen P. Operative treatment for femoral shaft nonunions, a systematic review of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2013; 8 (2): 77–88. <https://doi.org/10.1007/s11751-013-0168-5>

**Для корреспонденции\*:** Пекшева Марина Сергеевна – 195220 Санкт-Петербург, пр. Науки, д. 19, к. 2, кв. 379. Тел.: +7-921-642-16-33. E-mail: pekshevam@gmail.com

**Пекшева Марина Сергеевна** – врач-рентгенолог рентгеновского отделения СПб ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-7016-2548>

**Ранков Максим Михайлович** – канд. мед. наук, заведующий 1-м травматологическим отделением СПб ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-8373-5648>

**Петрова Ирина Витальевна** – врач травматолог-ортопед 1-го травматологического отделения СПб ГБУЗ “Елизаветинская больница”, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-8742-7514>

**Contact\*:** Marina S. Peksheva – apt 379, 19-2, Prospekt Nauki, St. Petersburg 195220, Russian Federation. Phone: +7-921-642-16-33. E-mail: pekshevam@gmail.com

**Marina S. Peksheva** – radiologist, X-ray department SPb SHCI “Elizabethan Hospital”, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-7016-2548>

**Maxim M. Rankov** – orthopedic surgeon, PhD, Head of the 1st Traumatology Department, SPb SHCI “Elizabethan Hospital”, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0002-8373-5648>

**Irina V. Petrova** – orthopedic surgeon, 1st Traumatology Department, SPb SHCI “Elizabethan Hospital”, St. Petersburg. <https://orcid.org/0000-0001-8742-7514>