



## Исторические аспекты и тенденции в развитии хирургического лечения переломов

Антон Алексеевич БЕЛЯЕВ ✉,

Ольга Владимировна МОЛОТКОВА 

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,  
Медицинский институт

392000, Российская Федерация, г. Тамбов, ул. Интернациональная, 33

✉ [aragon\\_rw@mail.ru](mailto:aragon_rw@mail.ru)

**Аннотация.** Представлен обзор тенденций развития травматологии начиная с XIX в. до настоящего времени. Предпосылки для развития интрамедуллярного остеосинтеза появились еще в конце XIX – начале XX вв. Но стремительное развитие травматологии начинается с момента открытия принципов асептики и антисептики и рентгеновских лучей, что позволяет врачам чаще прибегать к оперативному лечению переломов. *Цель публикации* – определение исторических аспектов и основных направлений развития травматологии в лечении переломов костей. *Материалы и методы.* Поиск был проведен в открытых электронных научных базах данных PubMed и баз данных российской научной электронной библиотеки eLibrary по ключевым словам и словосочетаниям: травматология, остеосинтез, история остеосинтеза, чрескостный остеосинтез, интрамедуллярный остеосинтез. *Результаты.* Конец XX в. ознаменовал собой появление большого числа различных пластин для остеосинтеза (динамическая компрессирующая пластина – DCP, пластины с угловой стабильностью винтов – LCP, пластины с точечным контактом – PC-Fix), широко применяемых в современной хирургической практике, а также методик из применения (миниинвазивный остеосинтез, использование биодеградируемых материалов). *Заключение.* Основные тенденции развития современной травматологии основаны на минимизации хирургического вмешательства при максимальном сохранении биологической целостности тканей и наиболее ранней активизации пациента.

**Ключевые слова:** травматология; остеосинтез; история остеосинтеза; чрескостный остеосинтез; интрамедуллярный остеосинтез

**Для цитирования:** Беляев А.А., Молоткова О.В. Исторические аспекты и тенденции в развитии хирургического лечения переломов. Тамбовский медицинский журнал. 2024;6(1):41-53. DOI [10.20310/2782-5019-2024-6-1-41-53](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2024-6-1-41-53)

## Historical aspects and trends in surgical treatment of fractures

Anton A. BELIAEV , Olga V. MOLOTKOVA 

Derzhavin Tambov State University, Medical Institute  
33 Internatsionalnaya St., Tambov 392000, Russian Federation  
✉ [aragon\\_rw@mail.ru](mailto:aragon_rw@mail.ru)

**Annotation:** We consider trends in the development of traumatology from the 19th century to the present. The prerequisites for the development of intramedullary osteosynthesis appeared in the late – early 20th centuries. But the rapid development of traumatology begins with the discovery of the principles of asepsis and antiseptics and X-rays, which allows doctors to resort to surgical treatment of fractures more often. *The research purpose* is to determine the historical aspects and the main directions of the development of traumatology in the treatment of bone fractures. *Materials and methods.* The search was conducted in the open electronic scientific databases PubMed and databases of the Russian scientific electronic library eLibrary with keywords and phrases: traumatology, osteosynthesis, history of osteosynthesis, transosseous osteosynthesis, intramedullary osteosynthesis. *Results.* The end of the 20th century marked the appearance of a large number of different plates for osteosynthesis (dynamic compression plate – DCP, locking compression plate – LCP, point-contact fixator – PC-Fix), widely used in modern surgical practice, and methods of application (minimally invasive osteosynthesis, the use of bio-degradable materials). *Conclusion.* The main trends in the development of modern traumatology are based on minimizing surgical intervention with maximum preservation of the biological integrity of tissues and the earliest activation of the patient.

**Keywords:** traumatology; osteosynthesis; history of osteosynthesis; transosseous osteosynthesis; intramedullary osteosynthesis.

**For citation:** Beliaev A.A., Molotkova O.V. Historical aspects and trends in surgical treatment of fractures. *Tambov Medical Journal.* 2024;6(1):41-53. (In Russian). DOI [10.20310/2782-5019-2024-6-1-41-53](https://doi.org/10.20310/2782-5019-2024-6-1-41-53)

### ВВЕДЕНИЕ

Травматология и ортопедия являются на сегодняшний день одним из самых стремительно развивающихся направлений в медицине. Если в середине прошлого века методика интрамедуллярного остеосинтеза только набирала обороты в хирургической практике, а применение различных имплантов носило характер «проб и ошибок», то сегодня данная технология является хорошо изученной рутинной практикой. Значительно расширились и показания к остеосинтезу: от диафизарных переломов в конце прош-

го века до сложных метафизарных и внутрисуставных в XXI в. Операции при переломах костей, считавшиеся во все времена достаточно травматичными, приобретают в настоящее время более щадящий для пациентов характер. Если проводимые ранее операции предполагали длительную фиксацию и фактически обездвижение пациента, то сегодня значительная доля их не требует обязательного применения дополнительной иммобилизации. Этому способствуют как создание новых, более совершенных моделей пластин, винтов, методик операций, так и внедрение принципиально новых

направлений в оперативной травматологии. Однако новым технологиям посвящено мало публикаций, в которых в том числе не отражена системность информации. Изучение этого вопроса позволит лучше определить дальнейшие пути развития остеосинтеза, а также обозначить вопросы, требующие разрешения в ближайшем будущем.

*Цель исследования* – на основании анализа литературы определить исторические аспекты и основные направления развития травматологии в лечении переломов костей.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск был проведен в открытых электронных научных базах данных PubMed и баз данных российской научной электронной библиотеки eLibrary по ключевым словам и словосочетаниям: травматология, остеосинтез, история остеосинтеза, чрескостный остеосинтез, интрамедуллярный остеосинтез.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

История травматологии насчитывает сотни веков с момента появления человека, поскольку всякая человеческая деятельность связана с травмами и травматизмом.

Наиболее ранним свидетельством развития медицины древности следует считать исследование мумий Древнего Египта. Учеными установлено, что за 6000 лет до н. э. древние врачеватели успешно проводили трепанации черепа, ампутации, репозиции костей. Экспертиза мумий показала, что после проведенного лечения люди жили достаточно длительное время, что позволяет сказать об имеющихся зачатках развития медицины уже в то время.

Еще одним свидетельством является «Аюрведа» – «Книга жизни» – сборник

медицинских трактатов Древней Индии, первые упоминания о котором относятся к 100 г. до н.э. Согласно сборнику, при лечении переломов древнеиндийские врачи уже тогда применяли метод скелетного вытяжения, фиксирующие повязки на конечности, успешно проводились ампутации конечностей. Имеются также сведения и о вживлении металлических имплантов при переломах нижних конечностей.

Немалый вклад в развитие травматологии внес один из известнейших врачей Древней Греции Гиппократ. В сочинении «О переломах» он приводит классификацию простых и осложненных переломов, принцип вытяжения конечности как метод лечения. В сочинении «О вывихах» классифицирует их на врожденные и приобретенные, полные и неполные, приводит способы их ручного вправления. В случае открытых переломов при риске возникновения гангрены, согласно Гиппократу, следует «всего лежащего ниже здорового <...> как скоро оно окончательно омертвело и стало нечувствительным <...> удалить в уровень с самим суставом, стараясь не повреждать живого» [1, с. 7-8].

«Отцом современной хирургии» и одним из основоположников травматологии по праву считается великий французский военный хирург Амбруаз Паре. В своих многочисленных трудах он приводит принципы обработки пулевых ранений (используя повязки, пропитанные обеззараживающим раствором, вместо обливания их кипящим маслом), демонстрирует новые на то время способы остановки кровотечений наложением на кровоточащий сосуд лигатуры. Кроме того, А. Паре первым предложил специальные металлические шины для лечения переломов костей, впервые описал перелом коленной чашечки и способ его лечения, впервые клинически диагностировал перелом шейки бедра, первым стал

утверждать в своих трудах: «ампутировать нужно в здоровых участках, причем сохранять елико возможно больше конечности» [1; 2, с. 247].

Первые врачебные пособия по лечению травм появились в конце XVIII – начале XIX вв. П.-Ж. Дезо, Э. Купером, Ж.Ф. Мальгэнъ и Е.О. Мухиным [3, с. 16; 4]. По большей части в то время проводили консервативное лечение травм. Это является естественным, поскольку отсутствие анестезии и работа в антисанитарных условиях ограничивали применение оперативного лечения переломов и к тому же в большинстве случаев приводили к инфекционным осложнениям. В итоге наиболее часто выполняемыми операциями были ампутации конечностей.

Решающими событиями, изменившими ход развития оперативной травматологии и хирургии, стали открытые во второй половине XIX в. принципы асептики, анестезии и рентгеновские лучи.

Первая заслуга принадлежит британскому хирургу Дж. Листеру, внедрившему асептику в медицину. В 1867 г. он публикует ход операции по открытой репозиции надколенника, проведенной с применением всех правил асептики. Результат успешно проведенной операции способствовал широкому внедрению принципов асептики и антисептики в медицинскую практику [1; 5–7].

**Чрескостный остеосинтез.** Об аппаратном лечении переломов впервые заговорил американский ученый и хирург J. Emsberry. В 1831 г. он предложил использовать для лечения патологии опорно-двигательной системы аппарат внешней фиксации. Так начинается история чрескостного остеосинтеза.

В России первая операция чрескостного остеосинтеза была проведена Л.А. Розеном в 1917 г. с помощью специально сконструированного им аппарата – «остеостата». Однако наибольшее распространение

получила конструкция другого известного российского ученого Г.А. Илизарова.

Г.А. Илизаров в 1951 г. сконструировал дистракционно-компрессионный аппарат, отличающийся от других большими возможностями при репозиции костных отломков и меньшей травматичностью. Основа аппарата состоит в металлических кольцах и проходящих через них спицах, перекрещивающихся во взаимно перпендикулярных направлениях. Такая конструкция обеспечивает необходимую жесткость и одинаково прочную фиксацию во всех направлениях. К тому же такая конструкция позволяет обходиться без дополнительной иммобилизации и с первых же дней после операции проводить активизацию пациентов, предупреждая атрофию мышц и развитие застойных явлений, особенно у пожилых пациентов [3–5; 8]. Главная заслуга такого метода состоит в том, что, проводя наружный остеосинтез, он избавляет от необходимости проведения оперативного вмешательства. Широкие показания к применению (лечение осложненных переломов, ложных суставов, многооскольчатых переломов) и высокая эффективность лечения сделали аппарат одним наиболее часто используемых в травматологии XX в. [9–11].

Разработанная в последующем модификация метода с созданием стержневых и спице-стержневых аппаратов с меньшей массой позволяла эффективно применять данный метод у детей и пациентов пожилого возраста с меньшей плотностью костной ткани [12].

Несмотря на явные преимущества по сравнению с оперативным лечением, данный метод не лишен недостатков. А.Б. Слабодской, В.Д. Балаян, О.Н. Ямщиков среди таковых приводят прорезывание кожи в местах входа и выхода спиц, воспаление мягких тканей вокруг канала, образованного спицей, а также

такие неспецифические осложнения, как повреждение сосудов и нервов при введении спиц [13].

**Интрамедуллярный остеосинтез.** Дата проведения первой операции внутреннего остеосинтеза точно неизвестна. Согласно литературным данным, первое описание открытой репозиции переломов с использованием винтов и проволоки приводит Э. Юлиус Гурлт в своих работах от 1862 г. [14]. Однако в это время оперативное лечение нередко приводило к ряду осложнений, таких как инфекции, аллергические реакции, за счет несовершенства как самих имплантов, так и методов их установки. Первую публикацию, посвященную остеосинтезу, представил в 1870 г. Л.-Ж.-Б. Беренжер-Феро, французский военно-морской врач, описавший более 400 случаев оперативного лечения переломов. Свой вклад в травматологию внесли и отечественные ученые. Н.В. Склифосовский и И.И. Насилов в 1875 г. предложили способ лечения ложных суставов при переломах длинных трубчатых костей, названный позже «русским замком» или «замком Склифосовского». Суть операции заключается в создании на одном из отломков «паза», а на другом «шипа», соответствующего размеру паза таким образом, что костные фрагменты плотно соединяются с их последующей фиксацией проволокой [15]. Нельзя не упомянуть и заслуги великого отечественного военно-полевого хирурга Н.И. Пирогова. Благодаря его трудам значительно снизилась смертность и инвалидизация солдат во время боевых действий. Им была предложена «налепная алебастровая повязка» для лечения повреждений конечностей, являющаяся предшественницей современной гипсовой повязки. Первое проведение костно-пластической ампутации также является разработкой Н.И. Пирогова. Широкое распространение асептики и антисептики

в последующие годы, а также открытие рентгеновских лучей позволило значительно снизить частоту осложнений после операций, а также дало возможность точно определять локализацию переломов и проводить успешную репозицию.

Применяемые до конца XIX в. импланты для остеосинтеза далеко не во всех случаях лечения приводили к восстановлению конечности, поскольку используемые в то время материалы не обладали достаточной прочностью и коррозионной стойкостью (слоновая кость, бронза, серебро, золото, свинец, алюминий). Применение стальных пластин, лишенных данных недостатков, стало набирать популярность только в начале XX в. [16].

Первым в России металлические стержни для выполнения интрамедуллярного остеосинтеза применил К.К. Рейер в 1875 г. Он стал основоположником внутрикостного остеосинтеза с применением металлоконструкций в России. Выполняя операцию по поводу ложного сустава большеберцовой кости, К.К. Рейер использовал для остеосинтеза винты собственной конструкции. Его последователями в данной методике стали В.И. Кузьмин и И.К. Спижарный<sup>1</sup> [16; 17].

Метод закрытого интрамедуллярного остеосинтеза металлическим гвоздем впервые провел G. Kuntcher в 1939 г. Его методика радикально отличалась от существующих на то время. Она была малотравматичной, так как штифт вводился в удалении от места перелома, не приводила к нарушению периостального кровообращения, не требовала наружной иммобилизации и ограничивалась малым реабилитационным периодом [18].

---

<sup>1</sup> Спижарный И.К. В кн.: Семашко Н.А., гл. ред. Большая медицинская энциклопедия: в 35 т. М.: Государственное издательство биологической и медицинской литературы; 1935. Т. 31. Смелли – Струма. С. 267-268.

Ему же принадлежит идея блокирования стержня в костномозговом канале кости. Модифицирование этой методики в последующем известно сегодня как метод блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза (БИОС). Суть этой операции состоит в фиксации перелома внутрикостным стержнем, который блокируется винтами через отверстия в его верхней и нижней части. Такая фиксация обеспечивает абсолютную неподвижность и прочность и позволяет активизировать пациента уже на следующий день после операции. На сегодняшний день данная методика является одной из наиболее эффективных и широко применяемых при переломах длинных трубчатых костей [18–20].

В качестве альтернативы классическому стержню с круглым сечением П.П. Зувев, О.Н. Ямщиков в своей работе описывают использование стержня трехгранной формы, который в отличие от круглого «позволяет добиться аналогичной стабильности с минимальными расстройствами микроциркуляции кости» [18].

В настоящее время одним из новых и перспективных направлений в развитии интрамедуллярного остеосинтеза является применение сложных материалов на основе углеродного волокна взамен металлических конструкций. Такие стержни обладают высокой устойчивостью к механическим нагрузкам и, помимо того, не являются рентгеноконтрастными, облегчая тем самым наблюдение за динамикой сращения. Однако помимо положительных качеств, одним из недостатков данного метода является усложнение контроля при введении стержня в костномозговой канал ввиду его рентгенонегативности. Это решается введением в имплант рентгеноконтрастных веществ.

Следующей теорией в развитии накостного остеосинтеза стало создание Р. Данисом в 1949 г. метода межфрагментарной

компрессии в зоне перелома. В своей книге «Теория и практика остеосинтеза» он представил пластину собственной разработки, названную “coapteur”. Такая пластина позволяет создавать компрессию между отломками кости путем постепенного затягивания винта, расположенного на одном из концов пластины. За счет этого обеспечивается абсолютная стабильность костных отломков. G.W. Vagby, произведя ряд модификаций, представил динамическую компрессирующую пластину (DCP), которая, помимо прочего, не предполагала обязательной внешней иммобилизации. Данная методика стала одной из наиболее успешных в лечении переломов. По данным M.W. Chapman et al. от 1989 г., среди 117 пациентов, перенесших операцию остеосинтеза костей предплечья пластиной DCP, сращение наблюдалось в 97 % случаев в среднем за 12 недель. Но у данного метода имеются существенные недостатки, а именно замедленная консолидация, а также истончение кортикального слоя под пластиной за счет чрезмерного давления на кость и нарушение перистальтического кровотока. В 1990 г. швейцарскими учеными была предложена динамическая компрессирующая пластина с ограниченным контактом (limited contact-dynamic-compression plate – LC-DCP). Однако исследования по сравнению пластин DCP и LC-DCP не показали значительной разницы в изменении кортикального кровотока [6; 21–22].

Одной из новых разработок, созданной для решения данных проблем, стала пластина ZESPOL, созданная в Польше. Пластина фиксируется над надкостницей специальными болтами без контакта с самой костью. В клинической практике в Польше метод показал себя достаточно перспективным, но требующим доработок, поскольку пластины имеют большие размеры по сравнению с классическими, а значит, способ их установки и даль-

нейшая фиксация требуют больших усилий. В настоящее время проходят клинические испытания по модификации данных пластин для дальнейшего внедрения их в широкую практику [23].

В 1990 г. появляется концепция биологического остеосинтеза. Основными ее принципами являются:

- сохранение кровоснабжения костной ткани;
- функциональная репозиция;
- стабильная фиксация;
- ранние активные движения.

Она заключается в обеспечении угловой стабильности при лечении переломов. Все это уместилось в пластине с угловой стабильностью винтов (locking compression plate – LCP). Особенность пластины в том, что она минимизирует негативное влияние имплантата на периостальный кровоток. Поскольку стабильность обеспечивается не за счет прижатия пластины к кости и, как следствие, большого трения между ними, а за счет блокирования винтов в пластине, кровоток не нарушается и репозиция идет быстрее. А за счет блокирования винтов в имплантате обеспечивается угловая стабильность конструкции. Сравнительный анализ лечения переломов костей верхней конечности пластинами DCP и LCP показал, что полное сращение и восстановление функции конечности наступало в среднем к 17 и 15 неделям соответственно, то есть на 12 % быстрее.

В 1995 г. появляются пластины, обеспечивающие угловую стабильность с точечным контактом (point-contact fixator – PC-Fix). Особенность этой пластины в том, что ее нижняя поверхность представлена в виде поперечных и продольных арок, посредством которых значительно снижается площадь контакта с костью. Д.Б. Карев, А.Е. Горбачев, Б.Д. Карев (2013) в своих испытаниях описывают фиксацию перелома шейки бедренной

кости данным способ. Такая операция исключает ротационное и варусное смещение отломков за счет трех имплантов: двух, расположенных параллельно шейке на максимальном удалении от центра, что позволяет максимально сохранить кровоснабжение, и третий, распложенный по нижней поверхности шейки, для закрытия костного дефекта. Исход операции и отдаленные последствия отслеживались у 67 пациентов. Хорошие результаты лечения отмечены у 89,5 % (60 человек), удовлетворительные – у 4,5 % (3 человека), неудовлетворительные – у 6 % (4 человека) [24]. О.Н. Ямщиков в своей работе для этой же цели предлагает использование компрессирующих винтов с двойной разношаговой резьбой, обеспечивающих максимальное сближение отломков и высокую стабильность фиксации [25].

С внедрением в практику биологического остеосинтеза появились новые задачи, требующие создания новых методик, а именно: максимального сохранения мягких тканей в области перелома при наиболее возможном сохранении стабильности. Эта методика стала известна как миниинвазивный перкутанный остеосинтез. Созданная на ее основе система LISS (Less Invasive Stabilization System) предполагает проведение остеосинтеза введением винтов через проколы кожи, уменьшая таким образом хирургический доступ до минимума. Создание угловой стабильности при этом обеспечивается блокированием винтов. Введение винтов осуществляется с применением специальных направляющих устройств. Еще одной особенностью пластины является ее изогнутость, что позволяет использовать ее при переломах мышечков бедренной и большеберцовой костей, но неприменимо при переломах другой локализации. В современной практике миниинвазивный остеосинтез

применяется в большинстве случаев переломов трубчатых костей [26].

Поскольку сращение костной ткани процесс длительный, требующий одновременно и надежной иммобилизации места перелома, и сохранения по мере возможности осевой нагрузки на кость, перед врачами встал вопрос поиска новых, более совершенных способов консолидации переломов. Требовалось создание конструкций, которые позволили бы сохранять динамическую нагрузку по оси кости для лучшей стимуляции и более быстрой перестройки костной ткани при сохранении необходимой фиксации. Решением было создание в 1997 г. пластин с сохранением допустимой микроподвижности в зоне перелома, в частности – пластины AFP (axially flexible plate). Согласно этой технике, между пластиной и винтом помещается тонкая прокладка из эластичного материала (полиметилметакрилата), обеспечивающая динамическую компрессию в зоне перелома путем сжатия ее и возвращения в исходное состояние при изменении осевой нагрузки. Проведение исследований на биологических моделях показало более быстрое сращение перелома по сравнению с остеосинтезом традиционными имплантатами.

Вместе с пластинами AFP, LCP хорошо зарекомендовал себя динамический винт с угловой стабильностью (DLS – dynamic locking screw). По данным С. Дебеле, С. Хорн (2010 г.), данный винт уменьшает осевую жесткость имплантов, увеличивая в то же время допустимую микроподвижность в зоне перелома. Согласно анализам проведенных исследований лечения 22 пациентов с переломами дистального отдела большеберцовой кости, после применения у них винтов DLS, сращение занимало в среднем 3 месяца, что является лучшим результатом по

сравнению с применением традиционных винтов. Также винт DLS является методом выбора при переломах трубчатых костей для предотвращения образования ложных суставов, замедленного сращения костной ткани. Помимо этого, имеются сведения об успешном применении винтов у людей с остеопорозом [27–29].

Одним из принципиально новых направлений в травматологии является использование биodeградируемых материалов. Импланты из таких материалов не требуют их удаления из организма после сращения перелома. По истечении определенного времени они растворяются в организме образованием нетоксичных продуктов распада, среди которых  $H_2O$ ,  $CO$  и др. Наиболее часто используемым материалом являются полимолочная кислота, полигликолид, полиэфир. Применение таких имплантов на сегодня находит место в ограниченных областях организма: при переломах губчатых костей, мелких трубчатых (челюстно-лицевой области, костей кисти, наружной, внутренней лодыжек), где применение металлических пластин и винтов затруднительно, а также для восстановления целостности менисков, связок, сухожилий. Одними из основных недостатков таких имплантов являются меньшая прочность по сравнению с металлическими винтами и их высокая стоимость. Также данные материалы должны обладать определенным временем разложения, максимально соответствующим восстановлению костной ткани, что на настоящий момент наблюдается не во всех случаях их применения. Тем не менее данный метод остеосинтеза является в настоящее время достаточно перспективным, при условии улучшения механических свойств имплантов и снижения их стоимости может стать одним из наиболее востребованных в ближайшее время [30, с. 14-15; 31].



## ВЫВОДЫ

В настоящее время идет бурное развитие травматологии и ортопедии. Разработка и внедрение в практику новых конструкций для лечения переломов приводит к ускорению сращения переломов, более быстрой активизации пациентов и минимизации послеоперационных осложнений. Основным способом оперативного лечения переломов на данном этапе развития остается остеосинтез. Но наряду с широко применяемыми и хорошо зарекомендовавшими себя в течение нескольких десятков лет методиками чрескостного, интрамедуллярного остеосинтеза, все чаще предпочтение отдается малоинвазивным способам накостного остеосинтеза, позволяющим снизить травматизацию оперативного лечения. Заслуги новых методик состоят также в том, что в большинстве случаев позволяют отказаться от необходимости повторного хирургического вмешательства по извлечению спиц и стержней. Кроме этого, имеются тенденции в развитии биодеградируемых имплантатов. Сегодня область их применения ограничена ввиду высокой стоимости

и недостаточной прочности материалов, однако проведение дополнительных исследований и появление новых разработок позволит сделать их одними из наиболее эффективных методов лечения переломов. Внедрение новых технологий в ежедневную хирургическую практику необходимо и в силу того, что новые разработки создаются с учетом биологических особенностей костных и мягких тканей, минимально повреждая их, и возможно раннего восстановления функциональных возможностей организма. Тем не менее еще немало актуальных вопросов оперативного лечения переломов требует решения в ближайшем будущем, в частности, лечение переломов у людей с остеопорозом, тяжелыми сопутствующими хроническими заболеваниями в детском возрасте.

Таким образом, взаимодействие в работе хирургов и биомедицинской инженерии, проведение большего числа исследований как в области новых технологий, так и при модификации имеющихся, создает предпосылки развития новых тенденций в области оперативного лечения переломов уже в недалеком будущем.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шаошникова Ю.Г.*, ред. Травматология и ортопедия: в 3 т. Т. 3. М.: Медицина; 1997.
2. *Дитерихс М.М.* Амбруаз Паре. Новый хирургический архив. 1926;11(43).
3. *Илизаров Г.А.* Клинические возможности нашего метода. В кн.: Экспериментальные, теоретические и клинические аспекты, разрабатываемого в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза. Курган; 1983.
4. *Илизаров Г.А.* Наш опыт остеосинтеза аппаратом автора. В кн.: Труды I съезда травматологов-ортопедов. М.; 1963. С. 166-168.
5. *Илизаров Г.А., Катаев И.А., Предин А.П.* Некоторые закономерности и перспективы развития аппаратов для чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза. В кн.: Изобретательство и рационализаторство в травматологии и ортопедии. М.; 1983. С. 85-91.
6. *Петрова Б.Д.*, ред. История медицины. М.; 1954.
7. *Harold E.* Wiring of patellar fractures by Joseph Lister. Perioperative Practice. 2016 Jan-Feb;26(1-2):23-24. DOI [10.1177/1750458916026001-205](https://doi.org/10.1177/1750458916026001-205)
8. *Девятков А.А.* Чрескостный остеосинтез. Кишинев: Штиинца; 1990. 315 с.
9. *Гришин И.Г.* Дистракционно-компрессионные аппараты. В кн.: Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. М.: Советская энциклопедия; 1984. Т. 7. С. 180-184.

10. Башуров З.К. Двести лет Российской травматологии. Травматология и ортопедия России. 2006;(41):88-94. EDN: [IBZDYX](#)
11. Микулич Е.В. Современные принципы лечения хронического остеомиелита. Вестник новых медицинских технологий. 2012;19(2):180-184. EDN: [PBGJHB](#)
12. Котельников Г.П., Миронов С.П., ред. Травматология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. 808 с.
13. Слободской А.Б., Балаян В.Д., Язбек Мохамед Хусейн, Ямщиков О.Н. Современное представление вопроса лечения больных с повреждением голеностопного сустава. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016;21(1):176-181. DOI [10.20310/1810-0198-2016-21-1-176-181](#); EDN: [VNWHTH](#)
14. Мюллер М.Е., Банди В., Блох Г.Р. и др. Руководство по внутренней фиксации. Берлин; 1965. 272 с.
15. Маркова О.Н. Русский замок. В кн.: Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. М.: Советская энциклопедия; 1984. Т. 22. С. 424-544.
16. Грицанов А.И., Шаповалов В.М., Хомутов В.П., Хоминец В.В. Становление и развитие способов внутреннего остеосинтеза отломков при переломах костей конечностей. В кн.: Эволюция остеосинтеза. СПб.: МОРСАР АВ; 2005. С. 5-25.
17. Оборин Н.А. Рейер Карл Карлович. В кн.: Большая медицинская энциклопедия: в 30 т. М.: Советская энциклопедия; 1984. Т. 22. С. 323-325.
18. Зуев П.П., Ямщиков О.Н. Современные тенденции развития интрамедуллярного остеосинтеза диафизарных переломов бедренной кости. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2017;22(1):183-186. DOI [10.20310/1810-0198-2017-22-1-183-186](#); EDN: [YGSIXF](#)
19. Рубленик И.М., Васюк В.Л., Ковальчук П.Е. 30-летний опыт применения блокирующего интрамедуллярного металлополимерного остеосинтеза в лечении переломов длинных костей у 1200 пациентов. Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. 2011;(80):161-167. EDN: [ONXXDN](#)
20. Ситник А.А. Интрамедуллярный блокируемый остеосинтез длинных трубчатых костей. Современный уровень развития. Медицинский журнал. 2007;(4):22-25.
21. Зверев Е.В. Лечение функциональным внутрикостным остеосинтезом титановыми стержнями закрытых диафизарных переломов длинных трубчатых костей: дис. ... д-ра мед. наук. Ярославль; 1990. 641 с.
22. Chapman M.W., Gordon J.E., Zissimos A.G. Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radius and ulna. J. Bone Joint Surg. Am. 1989;(71):159-169.
23. Hopf T., Osthege S. Die interfragmentäre Kompression des ZESPOL-Osteosynthese-Systems. Experimentelle biomechanische Untersuchung. Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. 1987 Sep-Oct;125(5):546-52. DOI [10.1055/s-2008-1044753](#)
24. Карев Д.Б., Горбачев А.Е., Карев Б.Д. Костная пластика в свете концепции биологического остеосинтеза шейки бедренной кости. Медицинские новости. 2013;(7):62-65. EDN: [RVHKHR](#)
25. Ямщиков О.Н. Малоинвазивный метод оперативного лечения переломов шейки бедра: дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2004. EDN: [NPZMTP](#)
26. Анаркулов Б.С. Пластины с угловой стабильностью (LCP) и опыт их применения. Медицина Кыргызстана. 2012;(3):59-62.
27. Миронов С.П., Маттис Э.Р., Троценко В.В. Стандартизированные исследования в травматологии и ортопедии. М.; 2008. 88 с.
28. Тихилов Р.М., Беленький И.Г., Кутянов Д.И. Современное состояние проблемы использования внутреннего остеосинтеза при лечении пострадавших с переломами длинных костей конечностей в условиях городского многопрофильного стационара Российского мегаполиса. Травматология и ортопедия России. 2012;(66):17-25. EDN: [PWPAGV](#)

29. Беленький И.Г., Сергеев Г.Д., Гудзь Ю.В., Григорян Ф.С. История, современное состояние и перспективы развития методов накостного остеосинтеза. Современные проблемы науки и образования. 2016;(5). DOI [10.17513/spno.25248](https://doi.org/10.17513/spno.25248); EDN: [WWVGDZ](https://www.vved.ru/edn/WWVGDZ)
30. Борозда И.В. Современные металлоконструкции для погружного остеосинтеза длинных костей скелета. Благовещенск; 2017.
31. Агаджанян В.В., Пронских А.А., Демина В.А. и др. Биodeградируемые импланты в ортопедии и травматологии. Наш первый опыт. Политравма. 2016;(4):85-93. EDN: [XISGSL](https://www.vved.ru/edn/XISGSL)

## REFERENCES

1. Shaposhnikova Yu.G., ed. Traumatology and Orthopedics: in 3 vols. Moscow, Meditsina Publ.; 1997, vol. 3. (In Russian).
2. Diterikhs M.M. Ambroise Pare. *Novyy khirurgicheskiy arkhiv*. 1926;11(43). (In Russian).
3. Ilizarov G.A. Clinical possibilities of our method. In: Experimental, theoretical and clinical aspects of the transosseous osteosynthesis method developed in Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics. Kurgan; 1983. (In Russian).
4. Ilizarov G.A. Our experience of osteosynthesis by the author's apparatus. In: Proceedings of the 1st Congress of Traumatologists and Orthopedists. Moscow; 1963, pp. 166-168. (In Russian).
5. Ilizarov G.A., Kataev I.A., Predein A.P. Some patterns and prospects for the development of devices for transosseous compression-distraction osteosynthesis. In: Invention and Innovation in Traumatology and Orthopedics. Moscow; 1983, pp. 85-91. (In Russian).
6. Petrova B.D., ed. Medicine History. Moscow; 1954. (In Russian).
7. Harold E. Wiring of patellar fractures by Joseph Lister. *Perioperative Practice*. 2016 Jan-Feb;26(1-2):23-24. DOI [10.1177/1750458916026001-205](https://doi.org/10.1177/1750458916026001-205)
8. Devatov A.A. Transosseous Osteosynthesis Kishinev, Shtiintsa Publ.; 1990, 315 p. (In Russian).
9. Grishin I.G. Distraction and compression devices. In: The Great Medical Encyclopedia: in 30 vols. Moscow, Sovetskaya entsiklopedia Publ.; 1984, vol. 7, pp. 180-184. (In Russian).
10. Bashurov Z.K. Two hundred years of Russian traumatology. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2006;(41):88-94. (In Russian).
11. Mikulich E.V. Current principles of treatment of chronic osteomyelitis. *Journal of New Medical Technologies*. 2012;19(2):180-184. (In Russian).
12. Kotelnikov G.P., Mironov S.P., ed. Traumatology: National Manual. Moscow, Geotar-Media Publ.; 2008, 808 p. (In Russian).
13. Slobodskoy A.B., Balayan V.D., Yazbeck Mohamed Hussein, Yamshchikov O.N. Modern presentation of patients' treatment with injury of the ankle joint question (literary review). *Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*. 2016;21(1):176-181. (In Russian). DOI [10.20310/1810-0198-2016-21-1-176-181](https://doi.org/10.20310/1810-0198-2016-21-1-176-181)
14. Muller M.E., Bundy V., Bloch G.R. et al. Manual for Internal Fixation. Berlin; 1965, 272 p. (In Russian).
15. Markova O.N. Russian Lock. In: The Great Medical Encyclopedia: in 30 vols. Moscow, Sovetskaya entsiklopedia Publ.; 1984, vol. 22, pp. 424-544. (In Russian).
16. Gritsanov A.I., Shapovalov V.M., Khomutov V.P., Khominets V.V. Formation and development of methods of internal osteosynthesis of fragments in fractures of limb bones. In: Evolution of Osteosynthesis. St. Petersburg, MORSAR AV Publ.; 2005, pp. 5-25. (In Russian).
17. Oborin N.A. Reyer Karl Karlovich. In: The Great Medical Encyclopedia: in 30 vols. Moscow, Sovetskaya entsiklopedia Publ.; 1984, vol. 22, pp. 323-325. (In Russian).
18. Zuev P.P., Yamshchikov O.N. Modern trends in intramedullary osteosynthesis of diaphyseal femoral fractures development. *Tambov University Reports. Series: Natural and Technical Sciences*. 2017;22(1):183-186. (In Russian). DOI [10.20310/1810-0198-2017-22-1-183-186](https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-1-183-186)

19. Rublenik I.M., Vasyuk V.L., Kovalchuk P.E. 30-years experience of use of blocking intramedullary metalopolymer osteosynthesis in treatment of 1200 patients with fractures of long bones. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2011;(80):161-167. (In Russian).
20. Sitnik A.A. Intramedullary blocked osteosynthesis of long tubular bones. Current development level. *Meditinskyy zhurnal*. 2007;(4):22-25. (In Russian).
21. Zverev E.V. Treatment of Closed Diaphyseal Fractures of Long Tubular Bones with Functional Intraosseous Osteosynthesis with Titanium Rods. Dr. med. sci. diss. Yaroslavl; 1990, 641 p. (In Russian).
22. Chapman M.W., Gordon J.E., Zissimos A.G. Compression-plate fixation of acute fractures of the diaphyses of the radius and ulna. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1989;(71):159-169.
23. Hopf T., Osthege S. Die interfragmentäre Kompression des ZESPOL-Osteosynthese-Systems. Experimentelle biomechanische Untersuchung. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 1987 Sep-Oct;125(5):546-52. (In German). DOI [10.1055/s-2008-1044753](https://doi.org/10.1055/s-2008-1044753)
24. Karev D.B., Gorbachyov A.E., Karev B.D. Bone grafting in the light of the concept of biological fixation of the femoral neck. *Meditinskie novosti*. 2013;(7):62-65. (In Russian).
25. Yamshchikov O.N. Minimally Invasive Method of Surgical Treatment of Hip Fractures. Cand. med. sci. diss. Saratov, 2004. (In Russian).
26. Anarkulov B.S. Plates with angular stability (LCP) and their application experience. *Meditsina Kyrgyzstana*. 2012;(3):59-62. (In Russian).
27. Mironov S.P., Mattis E.R., Trotsenko V.V. Standardized Research in Traumatology and Orthopedics. Moscow; 2008, 88 p. (In Russian).
28. Tikhilov R.M., Belenkiy I.G., Kutyanov D.I. Current status of internal osteosynthesis in treatment of patients with long-bone fractures in municipal multi-field emergency hospital of the Russian megalopolis. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2012;(66):17-25. (In Russian).
29. Belenkiy I.G., Sergeev G.D., Gudz Y.V., Grigoryan F.S. History, modern state and perspectives of development of plate internal fixation methods. *Modern Problems of Science and Education. Surgery*. 2016;(5):77. (In Russian). DOI [10.17513/spno.25248](https://doi.org/10.17513/spno.25248)
30. Borozda I.V. Modern metal Structures for Submersible Osteosynthesis of Long Bones of the Skeleton. Blagoveshchensk; 2017. (In Russian).
31. Agadzhanyan V.V., Pronskikh A.A., Demina V.A. et al. Biodegradable implants in orthopedics and traumatology. Our first experience. *Polytrauma*. 2016;(4):85-93. (In Russian).

#### Информация об авторах

**Беляев Антон Алексеевич**, старший преподаватель кафедры медицинской биологии Медицинского института. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: [aragon\\_rw@mail.ru](mailto:aragon_rw@mail.ru)

**Вклад в статью:** анализ и обобщение данных литературы, разработка и написание статьи, окончательное утверждение.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1936-044X>

**Молоткова Ольга Владимировна**, студент Медицинского института. Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: [olya.molotkova.01@mail.ru](mailto:olya.molotkova.01@mail.ru)

**Вклад в статью:** разработка и написание статьи.

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-4218-7235>

Конфликт интересов отсутствует

Поступила в редакцию 27.12.2023 г.  
Поступила после рецензирования 23.01.2024 г.  
Принята к публикации 28.02.2024 г.

#### Information about the authors

**Anton A. Beliaev**, Senior Lecturer of Medical Biology Department of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: [aragon\\_rw@mail.ru](mailto:aragon_rw@mail.ru)

**Contribution:** analysis and evaluation of literature data, article concept and writing, final approval.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1936-044X>

**Olga V. Molotkova**, Student of Medical Institute. Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russian Federation. E-mail: [olya.molotkova.01@mail.ru](mailto:olya.molotkova.01@mail.ru)

**Contribution:** article concept and writing.

**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-4218-7235>

There is no conflict of interest

Received 27 December 2023  
Revised 23 January 2024  
Accepted 28 February 2024