

ПРИМЕНЕНИЕ КОСТНОЙ АУТОПЛАСТИКИ ПРИ ЛОЖНЫХ СУСТАВАХ ДИАФИЗА ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ

К.И. Хорак¹, П.Г. Коган¹, Д.Г. Парфеев¹, А.И. Авдеев¹, А.М. Морозов², М.Е. Пискарева²

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена,
ул. академика Байкова, д. 8, г. Санкт-Петербург, 195427, Россия
Тверской государственный медицинский университет, ул. Советская, д. 4, г. Тверь, 170100, Россия

Резюме. *Актуальность.* Переломы диафиза плечевой кости составляют 1–5% от общего числа травматических повреждений скелета и 20% от количества травм плечевой кости, вместе с этим, в современном обществе отсутствует тенденция к снижению травматизма, следовательно, не уменьшается и количество оперативных вмешательств, направленных на восстановление целостности кости. На протяжении десятилетий менялись подходы к тактике и выбору лекарственных препаратов для коррекции дефектов в целях сращения и восстановления двигательной функции конечности. Врачи из разных стран пытались использовать как ауто-, так и аллотрансплантаты, при этом достигнутые ими результаты значительно увеличивали шансы на выживание трансплантируемого материала. Множество проведенных в разных странах исследований лишь подтверждает их высокую актуальность, что делает задачу лечения псевдоартрозов одной из наиболее важных, но в то же время одной из наиболее трудных в травматологии и ортопедии повреждений. *Цель:* провести анализ способов применения костной аутоотрансплантации для лечения ложных суставов диафиза плечевой кости. *Материалы и методы.* Был проведен обзор литературных источников, опубликованных за последние 5 лет, по проблеме применения методов костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости. *Результаты.* Нарушение процесса сращения плечевой кости и формирование ложного сустава делают неизбежным оперативное вмешательство, а результаты лечения напрямую зависят от определения правильных показаний к определённому виду хирургического вмешательства и грамотного выполнения предусмотренного плана лечения. Выбранная тактика лечения позволяет успешно восстановить анатомию и функцию повреждённого сегмента. Существует множество различных методов оперативного лечения ложных суставов. Основной целью применения костно-пластических материалов в травматологии и ортопедии является оптимизация репаративного остеогенеза. *Заключение.* За последние десятилетия в клинической практике изменилось множество подходов к тактике и выбору лечебных средств для восстановления целостности кости, а также восстановления опорной и двигательной функций травмированной конечности. Анализ данных, полученных из литературных источников, показал, что наилучшие результаты при лечении ложных суставов диафиза плечевой кости продемонстрировали методики, комбинирующие использование костной аутопластики и дополнительных металлоконструкций.

Ключевые слова: костная аутопластика, ложный сустав, травматология, травматизм, плечевая кость.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Хорак К.И., Коган П.Г., Парфеев Д.Г., Авдеев А.И., Морозов А.М., Пискарева М.Е. Применение костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):68–76. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.5>

THE USE OF BONE AUTOPLASTY FOR FALSE JOINTS OF THE HUMERUS DIAPHYSIS

Konstantin I. Khorak¹, Pavel G. Kogan¹, Dmitriy G. Parfeev¹, Aleksandr I. Avdeev¹,
Artem M. Morozov², Mariya E. Piskareva²

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, 8, Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427, Russia
Tver State Medical University, 4, Sovetskaya str., Tver, 170100, Russia

Abstract. *Relevance.* Fractures of the diaphysis of the humerus account for 1–5% of the total number of traumatic skeletal injuries and 20% of the number of humerus injuries. At the same time, in modern society there is no tendency to reduce traumatism, therefore, the number of surgical interventions aimed at restoring the integrity of the bone does not decrease. Over the decades, approaches to tactics and choice of drugs for correction of defects for fusion and restoration of motor function of the limb have been changing. Physicians from different countries have tried to use both auto- and allografts, with the results they achieved significantly increasing the chances of survival of the transplanted material. The multitude of studies conducted in different countries only confirms their high relevance, which makes the task of pseudarthrosis treatment one of the most important, but at the same time one of the most difficult in traumatology and orthopedics injuries. *Objective.* To study the application of bone autotransplantation for the treatment of false joints of the diaphysis of the humerus diaphysis. *Materials and methods.* A review of the literature sources published in the last 5 years on the problem of application of bone autografting methods for false joints of the humerus diaphysis was carried out. *Results.* Disruption of the process of humerus fusion and formation of a false joint make surgical intervention inevitable, and the results of treatment directly depend on the determination of the correct indications for a certain type of surgical intervention and competent implementation of the treatment plan. The chosen treatment tactics allow successful restoration of the anatomy and function of the damaged segment. There are many different methods of surgical treatment of false joints. The main purpose of bone-plastic materials application in traumatology and orthopedics is optimization of reparative osteogenesis. *Conclusion.* Over the last decades, clinical practice has changed many approaches to the tactics and choice of therapeutic means to restore bone integrity, as well as to restore the supporting and motor functions of the traumatized limb. Analysis of the data obtained from the literature has shown that the best results in the treatment of false joints of the humerus diaphysis were demonstrated by the techniques combining the use of bone autoplasty and additional metal structures.

Keywords: bone autoplasty, false joint, traumatology, trauma, traumatism, humerus.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Khorak K.I., Kogan P.G., Parfeev D.G., Avdeev A.I., Morozov A.M., Piskareva M.E. The use of bone autoplasty for false joints of the humerus diaphysis. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):68-76. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.CLIN.5>

Введение

По статистике травматологическая патология является второй по распространённости и первой среди причин выхода на первичную инвалидность и получения дальнейшей нетрудоспособности. Переломы диафиза плечевой кости составляют 1-5% от общего числа травматических повреждений скелета и 20% от количества травм плечевой кости, вместе с этим в современном обществе отсутствует тенденция к снижению травматизма, следовательно, не уменьшается и количество оперативных вмешательств, направленных на восстановление целостности кости [1-3].

Несмотря на заметные успехи в лечении переломов, не прослеживается тенденция к снижению осложнений, возникающих при повреждении верхних конечностей [4]. Одним из наиболее серьёзных осложнений при переломах является образование псевдоартрозов, или ложных суставов, возникающих в результате нарушения репаративной регенерации костной ткани, утраты объёма костной ткани, несоответствия её структурно-функциональных характеристик и, как следствие, несращения костных фрагментов [5-7]. Диагностика ложных суставов осуществляется при отсутствии признаков сращения кости через 6 месяцев после травмы при помощи рентгенографии [5, 8].

По статистике псевдоартрозы костей верхних конечностей возникают примерно в 5% случаев [4, 5, 9]. Исследования, проведённые Брагиной С.В. [10], Беленьким И.Г. [11] и Жаббаровым Ж.У. [12], отмечают корреляцию между развитием данных осложнений и методикой лечения перелома, так, при консервативном лечении доля несращений составляет 20,6%, а при оперативном – 8,7%. При этом, говоря о консервативной тактике лечения, необходимо учитывать предикторы несращения, к которым относят диастаз между костными фрагментами, косое направление линии перелома в верхней части диафиза, а также женский пол и курение, в то время как риск несращения при оперативном лечении связан с нестабильностью металлоконструкции [11, 13, 14]. Помимо этого, в статье Беленького И.Г. [15] освещается увеличение частоты фрагментарных переломов со значительным смещением, что требует более пристального внимания со стороны врачей в целях предотвращения развития осложнений. При этом большую роль в обеспе-

чении качественного устранения дефектов костной ткани играют индивидуальные особенности строения скелета и организма в целом, однако противоречивые данные о размерах структур плечевой кости затрудняют разработку оптимальной тактики лечения [16, 17], в связи с этим, устранение костных дефектов по-прежнему остаётся трудноразрешимой лечебной задачей [18, 19].

Отсутствие чёткого следования методологии лечения или некорректный её подбор способствуют развитию специфических ошибок и осложнений. Исходом такого лечения является необходимость повторного оперативного вмешательства с задействованием костной пластики и дополнительных металлоконструкций. Поскольку в настоящий момент нельзя признать проблему лечения переломов длинных костей полностью решённой, важную роль в развитии благоприятного исхода лечения играет комбинирование различных методик лечения, а также общих и местных зависящих от больного факторов [10, 14, 20].

Анализ литературных источников не показал единого алгоритма по оперативной коррекции ложных суставов атрофического характера. Поскольку главной причиной их формирования является сниженный регенераторный потенциал кости, необходимым условием успешного лечения является поиск различных методов воздействия на её репаративную регенерацию путём анализа и прогнозирования влияющих на неё факторов, таких как локализация дефекта кости, эффективность методов остеостимуляции и другие [5, 21, 22].

На протяжении десятилетий менялись подходы к тактике и выбору лекарственных препаратов для коррекции дефектов в целях сращения и восстановления двигательной функции конечности. Врачи из разных стран пытались использовать как ауто-, так и аллотрансплантаты, при этом достигнутые ими результаты значительно увеличивали шансы на выживание трансплантируемого материала. Множество проведённых в разных странах исследований лишь подтверждает их высокую актуальность, что делает задачу лечения псевдоартрозов одной из наиболее важных, но в то же время одной из наиболее трудных в травматологии и ортопедии повреждений [18].

Цель: провести анализ способов применения костной аутотрансплантации для лечения ложных суставов диафиза плечевой кости.

Материалы и методы

В рамках настоящего исследования был проведён обзор литературных источников, опубликованных за последние 5 лет, по проблеме применения методов костной аутопластики при ложных суставах диафиза плечевой кости. Анализ информационных источников проводился на базе поисковых систем eLIBRARY и PubMed.

Результаты

Нарушение процесса сращения плечевой кости и формирование ложного сустава делают неизбежным оперативное вмешательство, а результаты лечения напрямую зависят от определения правильных показаний к определённому виду хирургического вмешательства и грамотного выполнения предусмотренного плана лечения. Выбранная тактика лечения позволяет успешно восстановить анатомию и функцию повреждённого сегмента. Существует множество различных методик оперативного лечения ложных суставов [23–25].

Основной целью применения костно-пластических материалов в травматологии и ортопедии является оптимизация репаративного остеогенеза. Идеальному костному трансплантату необходимо обладать следующими свойствами:

- остеогенностью – способностью к образованию новой костной ткани за счёт собственных клеток;
- остеокондуктивностью – способностью служить каркасом для остеогенеза;
- остеоиндуктивностью – способностью содержать костно-постно-индуцирующие вещества;
- стабильным результатом [26, 27].

Эффективность использования материала в первую очередь зависит от данных его качеств. Таким образом, любой трансплантат, применяемый для профилактики или устранения дефектов костных или соединительных тканей, следует оценивать с учётом основных характеристик: биоактивности, биосовместимости и биорезистентности [28]. В статье Макеева А.В. [26] описано разделение костных трансплантатов на четыре основные группы: ксено-трансплантаты, аллотрансплантаты, искусственные материалы (аллопласты) и аутотрансплантаты. В данный момент именно аутотрансплантаты признаны «золотым стандартом», в сравнении с которыми оцениваются другие виды материалов.

Результаты исследования, проведённого Надыровым Э.А. и соавт. [27], показали, что характерные отличия регенерации костного дефекта после трансплантации аутогенной костной смеси заключаются в

существенно более раннем образовании костных балок, а также более зрелой структурной организации костной ткани и структур красного костного мозга. В настоящий момент большая часть научных исследований в области костной пластики направлена непосредственно на разработку методов приготовления и консервации костных трансплантатов, что способствует осуществлению регенеративного остеогенеза по оптимальному типу, а полученные в результате экспериментов данные по внедрению нового вида костной аутопластики смогут послужить теоретической базой для разработки методик коррекции костных дефектов любого генеза.

В настоящий момент наиболее подходящей и оптимальной методикой коррекции дефектов костной ткани, в том числе и ложных суставов, является применение аутопластики – пересадки аутогенной костной ткани пациента [17, 29]. Несмотря на то, что забор материала для аутотрансплантации может быть произведён из различных участков организма, исследование возможностей донорских зон способствовало широкому использованию как простых, так и очень сложных составных аутогенных трансплантатов и хорошим результатам проведённых операций, также параллельно с этим велись активные работы по исследованию потенциальных осложнений со стороны донорских зон и путей предотвращения их возникновения. В современной травматологии для коррекции костных дефектов используется множество разнообразных микрохирургических лоскутов, выбор которых напрямую зависит от индивидуальных особенностей каждого пациента [18, 26].

Так, лоскут латерального края лопатки на огибающих его сосудах обладает такими преимуществами, как низкий донорский ущерб, удобствами формирования, а также постоянной анатомией сосудистой ножки. Однако, несмотря на все свои преимущества, лопаточный лоскут чаще используется при реконструкции костей черепа [18].

В то же время Каримзаде Г.Д. [30] считает идеальным пластическим материалом для устранения костных дефектов верхних конечностей васкуляризованный лоскут малоберцовой кости. Главными преимуществами данного трансплантата являются надёжность и автономность кровоснабжения, обусловленные осевым характером питания от переродочно-кожных ветвей малоберцовой артерии и вены и обеспечивающие его приживление в условиях выраженного рубцового процесса. Также стоит отметить, что скорость сращения трансплантата с костным ложем не зависит от способа фиксации конечности. Использование малоберцового лоскута на микрососудистых анастомозах демонстрирует положительные результаты при замещении обшир-

ного пострезекционного дефекта кости. Однако подобная методика трансплантации обладает высокой сложностью хирургического вмешательства и требует наличия специального инструментария и специально подготовленного персонала. При свободной пересадке его приживление успешно проходит в 89% случаев, однако серьёзным осложнением данной операции считается перелом, частота которого, по данным некоторых авторов, составляет 17% [31–34].

Помимо этого, в литературных источниках описано использование лоскута на основе поверхностной артерии, огибающей подвздошную кость, однако его использование в свободном виде не нашло широкого применения из-за незначительного диаметра сосудов и развития ряда осложнений, в том числе болевого синдрома, однако в некоторых исследованиях имеются данные о его 100% приживлении [26, 30]. Основным преимуществом использования лоскута из гребня крыла подвздошной кости является простая техника забора, позволяющая получить достаточно большое количество костного материала для проведения операции. Также данный трансплантат обладает остеокондуктивными и остеоиндуктивными свойствами [35].

При заборе аутооттрансплантата из большой берцовой кости отмечается снижение вероятности кровотечения интраоперационно, менее выраженный болевой синдром, а также реабилитация пациента в послеоперационном периоде имеет более выраженный результат. Однако одним из отрицательных моментов для выбора большеберцовой кости является невозможность забора достаточного объёма костной ткани у детей, а также интраоперационно может быть повреждён эпифизарный хрящ, что может привести к задержке роста кости [26].

Значительно реже в литературных источниках описывается использование свободного ревазуляризованного лоскута дистального отдела лучевой кости на сосудистой ножке. Главным преимуществом данного трансплантата является большой процент приживаемости, а также высокая скорость репарации. Однако техника забора донорского материала достаточно сложна: одним из наиболее частых осложнений данной операции является перелом лучевой кости в области забора костного трансплантата. Также в силу некоторых особенностей сосудистой анатомии и немалой роли лучевой артерии в кровоснабжении кисти использование данного трансплантата не всегда возможно без нанесения вреда [36].

Сравнительно недавно стал применяться кровоснабжаемый костный лоскут из ненагружаемой зоны медиального мышечка бедренной кости, однако, несмотря на это, он прочно вошёл в практику по

всему миру. Это стало возможно благодаря его следующим преимуществам: относительно лёгкой диссекции лоскута, стабильной сосудистой анатомии и возможности его забора в трёх вариантах (костном, периостальном и остеохондральном). Однако, помимо преимуществ, у данного метода имеются и недостатки: потенциальные проблемы донорской зоны (особенно при заборе остеохондрального варианта), а также относительно небольшие размеры лоскута (до 4 см), обусловленные размерами медиального мышечка бедренной кости. Так, с учётом описанных преимуществ и недостатков, применение данного трансплантата стало «золотым стандартом» при коррекции небольших костных дефектов (как правило, костей запястья), а также остеохондральных дефектов [37, 38].

Современная травматология и ортопедия обладает обширным арсеналом методов коррекции посттравматических дефектов костной ткани. Таким образом, в настоящий момент можно выделить четыре варианта проведения аутопластики:

- аутопластика несвободным васкуляризованным трансплантатом по Г.А. Илизарову;
- свободная васкуляризованная аутопластика (трансплантат на сосудистой ножке);
- аутопластика свободным невакуляризованным трансплантатом;
- комбинированная аутопластика [30, 39].

Несвободную костную пластику по Г.А. Илизарову и реплантацию в дефект васкуляризованного или свободного аутооттрансплантата, а также разные виды свободной костной ауто- и аллопластики можно считать относительно эффективными. Однако идеальную форму костной пластики представляет собой замещение костных дефектов по Г.А. Илизарову, когда в проблемной зоне дозированно и направленно формируется хорошо васкуляризованный регенерирующий фрагмент, сохраняющий мягкие и покровные ткани. Теоретически, данный метод позволяет скорректировать костный дефект любой формы и длины. Замещение костных дефектов с удлинением отломков по Г.А. Илизарову считается одним из самых естественных методов замещения дефектов. В качестве недостатков методики можно выделить длительность лечения, необходимость постоянного контроля в период дистракции, длящийся до 3–4 месяцев, а также неудобство для пациента. Костная пластика с использованием губчатой аутокости считается эффективным средством при повторных операциях и рекомендуется большей частью исследователей, использующих методы внутренней фиксации. Сам по себе аутооттрансплантат обладает хорошими кондуктивными и индуктивными качествами, однако слишком

быстро резорбируется, не всегда приводя к консолидации [4, 20, 40].

Однако, в силу некоторых причин, применения аутопластики для полной коррекции костных дефектов не всегда достаточно [41, 42]. В качестве альтернативы возможно использование костнозамещающих материалов биологической и небиологической природы, в том числе применение тканеинженерных конструкций, полноценно имитирующих аутогенную костную ткань в необходимом объёме [43]. Неорганические имплантаты интегрируются благодаря адсорбции ионов и протеинов на их поверхности с последующим формированием биопленки и адгезией клеток, а органические – замещают дефект ткани за счёт прорастания сосудов вглубь ткани имплантата [4].

Так, в статье Анастасиевой Е.А. и соавторов [29] была продемонстрирована возможность использования депротеинизированной костной ткани в качестве матрицы для тканеинженерной конструкции, и по результатам оценки тканей области имплантации отсутствовали какие-либо признаки воспалительного процесса или деструктивных изменений ткани, что показало биологическую безопасность их применения в отношении живых тканей. Помимо этого, особый интерес представляют искусственные биорезорбируемые гидрогелевые матриксы, полученные из компонентов внеклеточного матрикса. Применение коллагенового гидрогеля в комбинации с губчатой аутокостью позволило Давыдову Д.В. [4] и Гуражеву М.Б. [5] улучшить результаты лечения атрофических ложных суставов и сократить срок сращения на 20%, а эксперимент Жукова Д.В. и соавт. [44] по применению костной цементной фиксации вообще не показал положительных результатов.

Исследование, проведённое Тишковым Н.В. [9], позволило систематизировать и предложить для лечения ложных суставов диафиза плечевой кости технологию комбинированного чрескостного компрессионного остеосинтеза в комбинации с продольной кортикотомией в области псевдоартроза, позволившей стимулировать процессы репарации костной ткани, а также оценить её клиническую эффективность. Применение данной методики совместно с соблюдением рекомендуемых позиций для введения чрескостных конструкций и оптимальной установки чрескостного аппарата позволило стабильно зафиксировать костные фрагменты на протяжении всего периода фиксации в чрескостном аппарате с возможностью сохранения движения в локтевом и плечевом суставах. Сочетание компрессии и продольной кортикотомии в зоне ложного сустава позволило авторам добиться ускорения восстановления целостности костной ткани [9].

Обсуждение

Таким образом, развитие травматологии и ортопедии активно способствует постоянному пополнению спектра имплантов, которые можно использовать для заращения ложных суставов диафиза плечевой кости. Для производства имплантов задействуют как биологические, так и синтетические материалы. Наиболее перспективными считаются разработки тканевой биоинженерии, позволяющие объединять и структурировать совершенно различные по своей природе материалы в костных заместителях, особенно, когда их использование дополнено применением клеточных технологий или внедрением биологически активных молекул. В то же время большая часть исследований имплантов, включающих клеточные стратегии, производилась только на животных моделях, что сильно ограничило спектр их клинического применения, поскольку человеческая костная ткань обладает своими характерными особенностями заживления. Кроме того, перед внесением любых препаратов в спектр терапевтических необходимо предварительно детально исследовать потенциальные противопоказания и побочные действия каждой из предлагаемых методик [45].

По данным литературных источников, рациональное сочетание костной аутопластики различных методик остеосинтеза является хорошей альтернативой, обеспечивающей снижение вероятности неблагоприятного исхода лечения. Грамотная комбинация трансплантата, а также средств внутренней и внешней фиксации позволяет полностью восстановить повреждённую кость, предотвратить развитие осложнений и достичь удовлетворительного клинического результата. Описанный выше костнозамещающий метод широко используется как в отечественных, так и в зарубежных клиниках [20, 32, 46].

Для устранения ложных суставов применяется широкое разнообразие микрохирургических лоскутов, самыми распространёнными из них можно назвать лоскут латерального края лопаточной кости на огибающих её сосудах, васкуляризованные лоскуты большеберцовой и малоберцовой костей, лоскут на артерии, огибающей подвздошную кость, а также лоскут из ненагружаемой зоны медиального мыщелка бедренной кости и различные биогенные импланты. Следует отметить отсутствие единства взглядов на проблему у разных авторов, что говорит о возможности выбора тактики лечения в соответствии с особенностями повреждения и организма пациента, а также оснащения больницы и подготовки и предпочтений медицинского персонала. Все имеющиеся хирургические методы лечения пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей нижних конечностей обладают как

доказанным положительным эффектом, так и существенными недостатками. Сравнивая различные методики проведения операций и типы аутотрансплантатов, можно сделать следующие выводы: использование в качестве донорского материала крыла гребня подвздошной кости, несмотря на простую технику забора костного материала, наносит достаточно большой ущерб. Лоскут дистальной части лучевой кости обладает достаточно непостоянной сосудистой анатомией и сложной техникой пересадки, хотя более быстро приживается. Лоскут латерального края лопатки лишен недостатков, характерных для первых двух аутотрансплантатов, однако он чаще используется при реконструкции костей черепа и не находит широкого применения в пластике диафиза плечевой кости. В то же время васкуляризированный лоскут малоберцовой кости практически лишён недостатков: он обладает надежным и автономным кровоснабжением, высокой скоростью сращения и приживаемостью. Главная сложность в его использования заключается в

технике проведения операции, требующей наличия специального инструментария и подготовленного персонала. Однако, к сожалению, на данном этапе развития травматологии и ортопедии проблему устранения ложных суставов, в том числе и плечевой кости, всё ещё нельзя признать решённой до конца.

Заключение

За последние десятилетия в клинической практике предложено множество подходов к тактике и выбору лечебных средств для восстановления целостности кости, а также восстановления опорной и двигательной функций травмированной конечности. Анализ данных, полученных из литературных источников, показал, что наилучшие результаты при лечении ложных суставов диафиза плечевой кости продемонстрировали методики, комбинирующие использование костной аутопластики и дополнительных металлоконструкций.

Литература [References]

- 1 Голубев И.О., Саруханян А.Р., Меркулов М.В. и др. Эффективность кровоснабжаемой и обычной костной пластики в достижении сращения при ложных суставах плечевой кости. *Гений ортопедии*. 2021;2:182–186. Golubev I.O., Sarukhanyan A.R., Merkulov M.V. et al. The effectiveness of blood-supplied and conventional bone grafting in achieving fusion with false joints of the humerus. *The genius of orthopedics*. 2021;2:182–186. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-2-182-186>
- 2 Алсмади Я.М., Загородный Н.В., Солод Э.И. и др. Результаты конверсионного остеосинтеза при лечении пациентов с переломами длинных костей. *Вестник Российского университета дружбы народов*. 2019;3:257–270. Alsmadi Ya.M., Zagorodny N.V., Solod E.I., etc. Results of conversion osteosynthesis in the treatment of patients with long bone fractures. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia*. 2019; 3: 257–270. (In Russ). <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2019-23-3-257-270>
- 3 Переверзев И.А., Переверзев А.Г., Переверзева Ю.О. и др. Особенности переломов плечевой кости. *Интегративные тенденции в медицине и образовании*. 2020;4:59–63. Pereverzev I.A., Pereverzev A.G., Pereverzeva Yu.O. et al. Features of fractures of the humerus. *Integrative trends in medicine and education*. 2020;4:59–63. (In Russ).
- 4 Давыдов Д.В., Аль-Ханих М.А., Брижань Л.К., Грицюк А.А. Результаты применения биодеградируемых гелей при лечении ложных суставов костей верхних конечностей. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2021;3(45):84–92. Davydov D.V., Al-Hanikh M.A., Brizhan L.K., Gritsyuk A.A. Results of the use of biodegradable gels in the treatment of false joints of upper limb bones. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021;3(45):84–92. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2021.3.84-92>
- 5 Гуражев М.Б., Баитов В.С., Гаврилов А.Н., Павлов В.В., Корыткин А.А. Методы замещения костного дефицита большеберцовой кости при первичном эндопротезировании коленного сустава: систематический обзор литературы. *Травматология и ортопедия России*. 2021;27(3):173–188. Gurazhev M.B., Baitov V.S., Gavrilov A.N., Pavlov V.V., Korytkin A.A. Methods of replacement of tibial bone deficiency in primary knee replacement: a systematic review of the literature. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2021;27(3):173–188. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2021-27-3-173-188>
- 6 Давыдов Д.В., Аль-Ханих М.А., Брижань Л.К. Лечение атрофических ложных суставов ключицы с применением биогеля. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2022;2(48):26–33. Davydov D. V., Al-Hanikh M.A., Brizhan L.K. Treatment of atrophic false collarbone joints using biogel. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2022;2(48):26–33. (In Russ). <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2022-2-26-33>
- 7 Stewart S.K. Fracture non-union: a review of clinical challenges and future research needs. *Malaysian Orthop J*. 2019;13(2):1–10. <https://doi.org/10.5704%2FMOJ.1907.001>
- 8 Jaloux C., Bettex Q., Levadoux M. et al. Free vascularized medial femoral condyle corticoperiosteal flap with non-vascularized iliac crest graft for the treatment of recalcitrant clavicle non-union. *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2020;73(7):1232–1238. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2020.03.018>
- 9 Тишков Н.В. Комбинированный чрескостный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости при нарушениях репаративного процесса (клинический случай). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:211–215. Tishkov N.V. Combined transosseous osteosynthesis of a fracture of the humerus diaphysis in disorders of the reparative process (clinical case). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:211–215. (In Russ). <https://doi.org/10.29413/ABS.2020-5.6.26>
- 10 Брагина С.В., Искусов П.В., Лапидус Д.А. и др. Нестабильный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости как причина ложного сустава и обширного дефекта кости (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2020;3:150–157. Bragina S.V., Iskusov P.V., Lapidus D.A. et al. Unstable osteosynthesis of a fracture of the humerus diaphysis as the cause of a false joint and extensive bone defect (clinical case). *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2020;3:150–157. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-3-150-157>
- 11 Беленький И.Г. Комментарий к статье "Нестабильный остеосинтез перелома диафиза плечевой кости как причина ложного сустава и обширного дефекта кости (клинический случай)". *Травматология и ортопедия России*. 2020;3:158–162. Belenky I. G. Comment on the article "Unstable osteosynthesis of a fracture of the humerus diaphysis as the cause of a false joint and extensive bone defect (clinical case)". *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2020;3:158–162. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-3-158-162>

- 12 Жаббаров Ж.Ю., Мунинов А.Ш., Орипов А.А., Фозилов Х.Т. Сравнительный анализ результатов использования трех способов остеосинтеза при переломах диафиза плечевой кости. *Актуальные проблемы теоретической и клинической медицины*. 2019;3:45-48. Zhabbarov Zh.Yu., Muminov A.Sh., Oripov A.A., Fozilov H.T. Comparative analysis of the results of using three methods of osteosynthesis in fractures of the humerus diaphysis. *Actual problems of theoretical and clinical medicine*. 2019;3:45-48. (In Russ).
- 13 Updegrove G.F., Mourad W., Abboud J.A. Humeral shaft fractures. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27:e87-e97. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2017.10.028>
- 14 Монастырев В. В., Пономаренко Н.С., Тишков Н.В. Использование аутоотрансплантата из диафиза малоберцовой кости при хирургическом лечении пациентов с переломами проксимального отдела плечевой кости на фоне критического остеопороза. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:205-210. Monastirev V. V., Ponomarenko N.S., Tishkov N.V. The use of an autograft from the fibular diaphysis in the surgical treatment of patients with fractures of the proximal humerus on the background of critical osteoporosis. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2020;6:205-210. (In Russ). <https://doi.org/10.29413/ABS.2020.5.6.25>
- 15 Беленький И.Г., Майоров Б.А. Методы малоинвазивного на костного остеосинтеза при лечении переломов диафиза плечевой кости. *Opinion Leader*. 2020;1(30):84-92. Belenky I.G., Mayorov B.A. Methods of minimally invasive bone osteosynthesis in the treatment of fractures of the humerus diaphysis. *Opinion Leader*. 2020;1(30):84-92. (In Russ).
- 16 Яшина И.Н., Гомон М.С. К вопросу о строении плечевой кости современного человека. *Современные проблемы науки и образования*. 2019;1:60. Yashina I.N., Gomom M.S. On the structure of the humerus of modern man. *Modern problems of science and education*. 2019;1:60. (In Russ).
- 17 Кирилова И.А., Подорожная В.Т. Сравнительная характеристика материалов для костной пластики: состав и свойства. В кн.: Физико-химические и механические свойства внеклеточного матрикса как сигналы для управления пролиферацией, дифференцировкой, подвижностью и таксисом клеток. Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2021;27-54. Kirilova I.A., Podorozhnaya V.T. Comparative characteristics of materials for bone grafting: composition and properties. In: Physico-chemical and mechanical properties of the extracellular matrix as signals for controlling cell proliferation, differentiation, mobility and taxis. Moscow: FIZMATLIT. 2021;27-54. (In Russ).
- 18 Каплунов О.А., Демкин С.А., Каплунов К.О., Некрасов Е.Ю. Персонификация тактики лечения псевдоартрозов длинных костей с учетом предшествующих этапов лечения и коморбидности. *Лечащий врач*. 2023;2:12-17. Kaplunov O.A., Demkin S.A., Kaplunov K.O., Nekrasov E.Yu. Personification of the tactics of treatment of pseudoarthrosis of long bones, taking into account the previous stages of treatment and comorbidity. *The attending physician*. 2023;2:12-17. (In Russ). <https://doi.org/10.51793/OS.2023.26.2.002>
- 19 A Siebelt M., de Vos-Jakobs S., Koenrades N., van Nieuwenhoven C. Congenital Forearm Pseudarthrosis, a Systematic Review for a Treatment Algorithm on a Rare Condition. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2019;40(5):1. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001417>
- 20 Давилов Ш.М., Уринбоев П.У. Лечение пациента с открытым переломом плечевой кости с обширным дефектом костной ткани с использованием костной пластики (случай из практики). *Гений ортопедии*. 2022;1:91-96. Davirov Sh.M., Urinboev P.U. Treatment of a patient with an open fracture of the humerus with an extensive bone defect using bone grafting (a case from practice). *The genius of orthopedics*. 2022;1:91-96. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2022-28-1-91-96>
- 21 Ходжанов И.Ю., Рахимов А.М., Косимов А.А. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения несросшихся переломов и ложных суставов костей предплечья. *Гений ортопедии*. 2021;2:199-208. Khodzhanov I.Yu., Rakhimov A.M., Kosimov A.A. Comparative analysis of the results of surgical treatment of ungrown fractures and false joints of the forearm bones. *The genius of orthopedics*. 2021;2:199-208. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-2-199-208>
- 22 Kenan M.A., Habib H.R. Diaphyseal Fracture-Nonunion of Forearm Bone Treated by Compression Plating Aided with Autologous Bone Grafting - A Study Outcome. *J. Orthop. Clin. Stu. Adv. Res*. 2018;2(1). <https://doi.org/10.16966/2576-6449.106>
- 23 Maresca A., Sangiovanni P., Cerbasi S. et al. Why a surgically treated humeral shaft fracture became a nonunion: review of 11 years in two trauma centers. *Musculoskelet. Surg*. 2017;101(2):105-112. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0509-5>
- 24 Zaidenberg E.E., Cesca F.J., Pastrana M.J., Zaidenberg C.R. P edicled Vascularized Bone Graft of the Distal Radius for Recalcitrant Nonunion of the Distal Humerus. *J. Orthop. Trauma*. 2018;32(10):e394-e399. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001255>
- 25 Михайлов И. Н., Пусева М.Э., Бальжинимаяев Д.Б. Опыт лечения ложного сустава диафиза лучевой кости, сочетающегося с крупным дефектом диафиза локтевой кости (случай из практики). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2018;5:159-163. Mikhailov I. N., Puseva M.E., Balzhinimaev D.B. Experience in the treatment of a false joint of the radius diaphysis combined with a major defect of the ulna diaphysis (a case from practice). *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal)*. 2018;5:159-163. (In Russ). <https://doi.org/10.29413/ABS.2018-3.5.24>
- 26 Makeev A. В., Топольницкий О.З., Федотов Р.Н. Использование различных видов аутоотрансплантатов при костной пластики расщелины альвеолярного отростка. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина*. 2020;1:69-74. Makeev A.V., Topolnitsky O.Z., Fedotov R.N. The use of various types of autografts in bone grafting of the cleft of the alveolar process. *Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Medicine*. 2020;1:69-74. (In Russ). <https://doi.org/10.22363/2313-0245-2020-24-1-69-74>
- 27 Надыров Э.А., Николаев В.И., Кириленко С.И. и др. Морфологическая характеристика регенерации костной ткани при использовании трансплантационной костной аутосмеси. *Проблемы здоровья и экологии*. 2019;4(62):57-62. Nadyrov E.A., Nikolaev V.I., Kirilenko S.I. et al. Morphological characteristics of bone tissue regeneration using bone transplantation autosome. *Problems of health and ecology*. 2019;4(62):57-62. (In Russ).
- 28 Погосян Н.М., Новожилова М.С., Габов Р.С., Рыжова И.П. Разработка малоинвазивного способа подготовки костной ткани перед имплантацией с использованием биологического потенциала собственного организма. *Актуальные проблемы медицины*. 2020;2:249-256. Pogosyan N.M., Novozhilova M.S., Gabov R.S., Ryzhova I.P. Development of a minimally invasive method for preparing bone tissue before implantation using the biological potential of one's own body. *Actual problems of medicine*. 2020;2:249-256. (In Russ). <https://doi.org/10.18413/2687-0940-2020-43-2-249-256>
- 29 Анастасиева Е.А., Черданцева Л.А., Толстикова Т.Г., Кирилова И.А. Использование депротеинизированной костной ткани в качестве матрицы тканеинженерной конструкции: экспериментальное исследование. *Травматология и ортопедия России*. 2023;1:46-59. Anastasieva E.A., Cherdantseva L.A., Tolstikova T.G., Kirilova I.A. The use of deproteinized bone tissue as a matrix of tissue engineering design: an experimental study. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2023;1:46-59. (In Russ). <https://doi.org/10.17816/2311-2905-2016>
- 30 Каримзаде Г. Д. Аутоотрансплантация при хирургическом лечении тяжёлых повреждений верхних конечностей. *Евразийский научно-медицинский журнал "Сино"*. 2021;3:24-29. Karimzade G. D. Autotransplantation in the surgical treatment of severe upper limb injuries. *Eurasian Scientific and Medical journal "Sino"*. 2021;3:24-29. (In Russ). https://doi.org/10.54538/27075265_2021_2_3_24
- 31 Минасов Б.Ш., Бикташева Э.М., Валеев М.М. Циркулярная резекция локтевой кости при гигантоклеточной опухоли с одномоментной пластикой васкуляризованным фрагментом малоберцовой кости. *Гений ортопедии*. 2019;3:388-392. Minasov B.Sh., Biktasheva

- Е.М., Valeev M.M. Circular resection of the ulna in giant cell tumor with simultaneous plastic surgery with a vascularized fragment of the fibula. *The genius of orthopedics*. 2019;3:388-392. (In Russ).
- 32 Голяна С.И. Использование кровоснабжаемых костных аутотрансплантатов в хирургическом лечении детей с ложными суставами и дефектами ключицы. *Современные проблемы науки и образования*. 2022;6-1:154. Golyana S.I. The use of blood-supplied bone autografts in the surgical treatment of children with false joints and clavicle defects. *Modern problems of science and education*. 2022;6-1:154. (In Russ). <https://doi.org/10.17513/spno.32317>
 - 33 Ладутко Д., Подгайский В., Ладутко Ю. и др. Выбор методов фиксации костных фрагментов при аутопластике дефектов длинных трубчатых костей. *Наука и инновации*. 2021;3(217):72-79. Ladutko D., Podhaisky V., Ladutko Yu. and others. Selection of methods for fixation of bone fragments during autoplasty of defects of long tubular bones. *Science and innovation*. 2021;3(217):72-79. (In Russ). <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-3-72-79>
 - 34 Ткаченко М. В., Хомянец В.В., Иванов В.С. Пересадка свободного кожно-костного малоберцового лоскута у раненого с огнестрельным дефектом диафизов костей предплечья. *Травматология и ортопедия России*. 2018;1:123-128. Tkachenko M. V., Khominets V.V., Ivanov V.S. Transplantation of a free skin-bone fibular flap in a wounded man with a gunshot defect of the diaphysis of the forearm bones. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2018;1:123-128. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-1-123-128>
 - 35 Заболотко Н.В., Разгова К.К. Осложнения после взятия аутотрансплантата из крыла подвздошной кости. *Scientist (Russia)*. 2019;4(10):8. Zabolotko N. V., Razhova K.K. Complications after taking an autograft from the iliac wing. *Scientist (Russia)*. 2019;4(10):8.
 - 36 Миланов Н.О., Зелянин А.С., Филиппов В.В., Назоев К.В. Принцип выбора свободных реvascularизируемых надкостничнокортикальных аутотрансплантатов в реконструктивной хирургии конечностей. *Сеченовский вестник*. 2010;1:47-55. Milanov N.O., Zelyanin A.S., Filippov V.V., Nazoev K.V. The principle of choosing free revascularized periosteal cortical autografts in reconstructive limb surgery. *Sechenovskiy Bulletin*. 2010;1:47-55. (In Russ).
 - 37 Мельников В.С., Бабаева Ю.В., Хентов А.А. и др. Опыт применения кровоснабжаемого костного лоскута из внутреннего мыщелка бедренной кости для реконструкции костей верхней конечности. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2020;3(74):37-46. Melnikov V.S., Babaeva Yu.V., Khentov A.A. et al. Experience in the use of a blood-supplied bone flap from the inner condyle of the femur for the reconstruction of the bones of the upper limb. *Issues of reconstructive and plastic surgery*. 2020;3(74):37-46. (In Russ). <https://doi.org/10.17223/1814147/74/04>
 - 38 Nicholas P., Kollitz K.M., Bishop A.T., Shin A.Y. Free Vascularized Medial Femoral Condyle Bone Graft After Failed Scaphoid Nonunion Surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2018;100:1379-1386.
 - 39 Шастов А.Л., Кононович Н.А., Горбач Е.Н. Проблема замещения посттравматических дефектов длинных костей в отечественной травматолого-ортопедической практике. *Гений ортопедии*. 2018;24(2):252-257. Shastov A.L., Kononovich N.A., Gorbach E.N. The problem of replacement of post-traumatic defects of long bones in the domestic trauma and orthopedic practice. *The genius of orthopedics*. 2018;24(2):252-257. (In Russ).
 - 40 Ладутко Д., Подгайский В., Ладутко Ю. и др. Выбор методов фиксации костных фрагментов при аутопластике дефектов длинных трубчатых костей. *Наука и инновации*. 2021;3 (217):72-79. Ladutko D., Podhaisky V., Ladutko Yu. and others. Selection of methods for fixation of bone fragments during autoplasty of defects of long tubular bones. *Science and innovation*. 2021;3 (217):72-79. (In Russ). <https://doi.org/10.29235/1818-9857-2021-3-72-79>
 - 41 Шастов А.Л., Кононович Н.А., Горбач Е.Н. Проблема замещения посттравматических дефектов длинных костей в отечественной травматолого-ортопедической практике (обзор литературы). *Гений ортопедии*. 2018;24(2):252-257. Shastov A.L., Kononovich N.A., Gorbach E.N. The problem of replacement of posttraumatic defects of long bones in the domestic traumatological and orthopedic practice (literature review). *The genius of orthopedics*. 2018;24(2):252-257. (In Russ). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2018-24-2-252-257>
 - 42 Wang W., Yeung K.W.K. Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioact Mater*. 2017;2(4):224-247. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2017.05.007>
 - 43 Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С. и др. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S. et al. Experience in the use of individual three-flanged acetabulum components in revision hip replacement. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2017;23(4):101-111. (In Russ). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111>
 - 44 Жуков Д.В., Зайдман А.М., Надеев А.П. и др. Патоморфологические изменения костной ткани и почек при имплантации костного цемента. *Уральский медицинский журнал*. 2017;4(148):97-103. Zhukov D.V., Zaidman A.M., Nadeev A.P. et al. Pathomorphological changes in bone tissue and kidneys during implantation of bone cement. *Ural Medical Journal*. 2017;4(148):97-103. (In Russ).
 - 45 Власова Т.И., Арсентьева Е.В., Худайберенова Г.Д., Полякова Д.И. Современный взгляд на использование костных заменителей и возможность усиления остеогенности клеточными технологиями. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2020;2(86):53-58. Vlasova T.I., Arsentieva E.V., Khudaibergenova G.D., Polyakova D.I. Modern view on the use of bone substitutes and the possibility of enhancing osteogenicity by cellular technologies. *Medical Bulletin of Bashkortostan*. 2020;2(86):53-58. (In Russ).
 - 46 Прохорова Е.С., Уразгильдеев Р.З., Еремушкин М.А., Колышенков В.А. Современные подходы к лечению пациентов с ложными суставами и дефектами длинных костей нижних конечностей: аналитический обзор. *Вестник восстановительной медицины*. 2020;2(96):84-89. Prokhorova E.S., Urazgildeev R.Z., Eremushkin M.A., Kolyzhenkov V.A. Modern approaches to the treatment of patients with false joints and defects of the long bones of the lower extremities: analytical review. *Bulletin of Restorative Medicine*. 2020;2(96):84-89. (In Russ). <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-84-89>

Авторская справка**Хорак Константин Иосифович**

Врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени П.П. Вредена.

ORCID 0000-0003-4043-4164; kostet0808@mail.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Author's reference**Konstantin I. Khorak**

Orthopedic Traumatologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0003-4043-4164; kostet0808@mail.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Коган Павел Геннадьевич

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0002-7179-4851

Вклад автора: подготовка концепции работы, анализ трендов.

Парфеев Дмитрий Геннадьевич

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, зав. отделением номер 1, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0001-8199-7161

Вклад автора: подготовка текста работы.

Авдеев Александр Игоревич

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена.

ORCID 0000-0002-1557-1899

Вклад автора: подготовка текста работы.

Морозов Артём Михайлович

Канд. мед. наук, доцент кафедры общей хирургии, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0003-4213-5379

Вклад автора: анализ данных литературы.

Пискарева Мария Евгеньевна

Студентка, Тверской государственный медицинский университет.

ORCID 0000-0002-4329-2539

Вклад автора: анализ данных литературы.

Pavel G. Kogan

Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Traumatologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-7179-4851

Author's contribution: preparing a concept of work, analysing trends.

Dmitriy G. Parfenov

Candidate of Medical Sciences, orthopedic traumatologist, Head. Department number 1, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0001-8199-7161

Author's contribution: preparation of the text of the work.

Aleksandr I. Avdeev

Cand. Sci. (Med.), orthopedic traumatologist, Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics.

ORCID 0000-0002-1557-1899

Author's contribution: preparation of the text of the work.

Artem M. Morozov

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of General Surgery, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0003-4213-5379

Author's contribution: literature data analysis.

Mariya E. Piskareva

Student, Tver State Medical University.

ORCID 0000-0002-4329-2539

Author's contribution: literature data analysis.