



<https://doi.org/10.34883/PI.2024.13.2.039>



Хорак К.И.¹, Коган П.Г.¹, Парфеев Д.Г.¹, Джафаров В.Т.¹, Морозов А.М.²✉,
Захарова В.Н.², Патрошкина В.В.²

¹ Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия

² Тверской государственный медицинский университет, Тверь, Россия

Факторы риска развития ложного сустава плечевой кости: обзор литературы

Конфликт интересов: не заявлен.

Вклад авторов: Хорак К.И. – анализ данных литературы; Коган П.Г. – разработка концепции работы; Парфеев Д.Г., Джафаров В.Т. – анализ результатов; Морозов А.М. – подготовка выводов; Захарова В.Н., Патрошкина В.В. – обсуждение полученных результатов.

Подана: 15.04.2024

Принята: 04.06.2024

Контакты: ammorozovv@gmail.com

Резюме

Перелом – это нарушение анатомической целостности кости. При нарушении нормальных процессов регенерации возможно развитие осложнений, в числе которых ложные суставы, характеризующиеся появлением патологической подвижности длинной трубчатой кости при несращении костных отломков. Выделяют 3 вида псевдоартрозов: гипертрофический, атрофический и олиготрофический, каждый из которых имеет собственную причину возникновения и особое морфологическое проявление. Значительное влияние на процессы регенерации костной ткани имеют факторы риска. В случае с модифицируемыми факторами риска, в числе которых методы лечения и образ жизни пациента, врач может полностью или частично предотвратить их влияние на регенерацию, в то время как немодифицируемые факторы, например, вид травмы, возраст пациента, сопутствующие и хронические заболевания, нельзя полностью нивелировать, но можно предпринять действия, которые уменьшат негативное воздействие и снизят риск развития осложнений.

Ключевые слова: ложный сустав, факторы риска, плечевая кость, причины развития ложных суставов, переломы

Horak K.¹, Kogan P.¹, Parfeev D.¹, Jafarov V.¹, Morozov A.²✉, Zakharova V.², Patroshkina V.²

¹ Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics
named after R.R. Vreden, Saint Petersburg, Russia

² Tver State Medical University, Tver, Russia

Risk Factors for the Development of a False Humerus Joint: A Literature Review

Conflict of interest: nothing to declare.

Authors' contribution: Horak K. – analysis of literature data; Kogan P. – conceptualization of the work; Parfeev D., Jafarov V. – analyzing the results; Morozov A. – preparation of conclusions; Zakharova V., Patroshkina V. – discussion of the results obtained.

Submitted: 15.04.2024

Accepted: 04.06.2024

Contacts: ammorozovv@gmail.com

Abstract

A fracture is a violation of the anatomical integrity of a bone. If normal regeneration processes are disrupted, complications may develop, including false joints, characterized by the appearance of pathological mobility of the long tubular bone with nonunion of bone fragments. There are 3 types of pseudoarthroses: hypertrophic, atrophic and oligotrophic, each of which has its own cause and special morphological manifestation. Risk factors have a significant influence on the processes of bone tissue regeneration. In the case of modifiable risk factors, such as treatment methods and patient's lifestyle, the doctor can fully or partially prevent their influence on regeneration, while non-modifiable factors, such as the type of trauma, patient's age, concomitant and chronic diseases, cannot be completely eliminated, but it is possible to take actions that will reduce the negative impact and reduce the risk of complications.

Keywords: false joint, risk factors, humerus, causes of false joints, fractures

■ ВВЕДЕНИЕ

Плечевая кость по своему строению является типичной трубчатой костью скелета человека, имеющей диафиз и два эпифиза, однако важно отметить, что участок, разделяющий проксимальный эпифиз и диафиз, является наиболее слабым местом кости и называется хирургической шейкой в связи с частыми переломами именно данной области. Перелом – это нарушение анатомической целостности кости, при котором могут возникнуть осложнения под действием определенных факторов [1].

Согласно работе Тишкова Н.В. и соавторов (2020), процент перелома плечевой кости от общего количества данной патологии среди всех костей скелета равен 2,2–2,9%, из них от 3,3% до 13% осложняются появлением псевдоартрозов [1]. Голубев И.О. и соавторы (2021) в исследовании указывают иное соотношение переломов плечевой кости ко всем переломам, которое составляет от 5 до 8%, в данной работе вероятность возникновения ложного сустава (ЛС) рассматривалась в зависимости от метода лечения, при этом частота выявления осложнений, описываемых в работе,



при экстрamedулярном остеосинтезе равна 5,5–8,7%, что выше, чем при интрамедулярном остеосинтезе, где она составила 3–5,6% [2, 3].

Нарушение нормального функционирования опорно-двигательного аппарата является актуальной проблемой современного общества и системы здравоохранения, так как ей подвержены все группы населения, в особенности его трудоспособная часть [4].

Во-первых, особое внимание стоит обратить на то, что при неправильном лечении и других факторах внешней и внутренней среды может возникнуть ряд осложнений, которые значительно увеличивают сроки выздоровления, а в некоторых случаях приводят к инвалидности [5].

Во-вторых, устранение возникших осложнений переломов является многоэтапным процессом, требующим высокую квалификацию врача, длительный период лечения и реабилитации и большие финансовые затраты, при этом риск неудовлетворительного результата и вероятность повторных вмешательств достигает 30% [6, 7]. Высокий уровень экономических затрат обусловлен не только стоимостью непосредственно оперативного вмешательства, но и продолжительным периодом, необходимым для восстановления, из чего дополнительно следует оплата листов нетрудоспособности на данный промежуток времени [8].

Факторы риска – это особенности воздействия внешней или внутренней среды, которые не являются непосредственной причиной заболевания, но способны влиять на возможность его формирования у конкретного человека. Знание факторов риска и путей их влияния на развитие ЛС увеличивает вероятность благоприятного течения процессов регенерации и снижает частоту появления осложнений. Осведомленность врача обо всех возможных воздействиях, направленных на регенерацию и замедляющих ее, позволяет контролировать данный процесс и предотвращать необратимые изменения структуры и функции [9].

■ ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить особенности формирования ложного сустава плечевой кости и факторы риска, влияющие на возникновение данной патологии.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе настоящего исследования был проведен обзор отечественных и зарубежных литературных источников по проблеме возникновения ЛС, определения этиологических факторов, а также факторов риска, которые способствуют развитию патологического состояния плечевой кости. Поиск литературы осуществлялся в следующих базах данных: PubMed, elibrary, Cyberleninka.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ложный сустав – это патологическое состояние, которое характеризуется несращением костных отломков вследствие нарушения регенерации диафиза трубчатой кости, что приводит к образованию подвижного сочленения между отломками [10, 11]. Данное состояние связано с изменением метаболических процессов, которые вызывают увеличение резорбтивной активности, в следствие чего снижается качество костной ткани и замедляются процессы ее регенерации [12]. Предварительный

диагноз выставляется после сбора анамнеза и проведения осмотра, однако подтверждается он при помощи рентгенографии. Huff S. и соавторы (2020) отмечают, что по рентгенологическим данным через 6 месяцев с момента травмы должны быть признаки замедленного заживления кости или отсутствие прогресса в образовании костной мозоли в течение 3 месяцев на серийных снимках [13].

Классификация ЛС по причине их возникновения и особенностям течения процесса представлена следующими видами: 1) гипертрофический ЛС – связан с избыточной мобильностью костных отломков, при этом образуется фиброзно-хрящевая капсула с синовиальной оболочкой, продуцирующей внутрисуставную жидкость; 2) атрофический тип – основан на нарушении микроциркуляции, вплоть до полной деваскуляризации мест поражения, и изменении процессов репаративной регенерации, что чаще всего вызвано высокоэнергетической внешней травмой, при этом костные отломки имеют коническую форму; 3) при олиготрофическом (нормотрофическом) ЛС костная мозоль минимальная, данный тип можно назвать промежуточным, так как не будет ни излишнего разрастания ткани, ни деструкции костного вещества [14–17].

Причиной развития ЛС является нарушение сращения перелома кости, при этом важную роль играют факторы риска, которые приводят к развитию данной патологии [17, 18]. Классификация факторов риска основывается на возможности их изменения: 1) немодифицируемые, которые всегда учитываются при прогнозировании возникновения осложнения; 2) модифицируемые, на которые можно повлиять и уменьшить или исключить их воздействие [19, 20].

К первой группе относят возраст пациента, хронические и сопутствующие заболевания, вид и тяжесть травмы. Вторая группа включает в себя наличие вредных привычек, то есть особенности, связанные с образом жизни пациента, а также некорректно подобранная терапия [21, 22]. Важно отметить, что чаще всего происходит воздействие сразу нескольких факторов, приводящих к увеличению сроков консолидации [23].

Немодифицируемые факторы риска

С увеличением возраста человека повышается частота встречаемости остеопороза, который значительно снижает качественное состояние кости, что приводит к повышению риска возникновения нарушений ее целостности даже при воздействии силы малой энергии [24]. В работе Дедова Д.В. (2021) было отмечено, что наличие сопутствующего перелому остеопороза приводит к снижению качества кости и, как следствие, изменению состояния среды, благоприятной для сращения. Также остеопороз несет за собой ослабление регенерационного потенциала кости и значительное снижение эффективности остеосинтеза, что обусловлено дисбалансом между процессами синтеза и дегенерации в сторону последнего [25]. Данные факторы риска (пожилой возраст и остеопороз) взаимосвязаны и, как правило, совместно влияют на развитие ЛС [26, 27].

Еще одной патологией опорно-двигательной системы является остеомиелит, до 10% случаев переломы длинных трубчатых костей осложняются данной патологией, в результате чего происходит нарушение сращения костных отломков [28]. Данный фактор риска с помощью различных механизмов препятствует нормальному заживлению и приводит к развитию ЛС. Giannini D. и соавторы (2020) в своем исследовании описали один из таких путей воздействия на процессы регенерации, который



может быть связан с попаданием в место повреждения золотистого стафилококка, приводящего к дисбалансу между костеобразующими и костеразрушающими клетками, что приводит к преобладанию резорбции кости над ее регенерацией. Помимо этого, происходит нарушение иммунного ответа в результате действия патогенных микроорганизмов на провоспалительные цитокины, в частности интерлейкины, что приводит к изменению метаболизма костной ткани и замедлению заживления повреждения [29]. Также важно отметить, что в настоящее время борьба с бактериальными инфекциями значительно осложнилась из-за развивающейся у микроорганизмов антибиотикорезистентности, что связано с проведением неконтролируемой антибиотикотерапии [30]. Частота встречаемости псевдоартрозов именно плечевой кости при наличии остеомиелита, согласно данным Цискарашвили А.В. и соавторов (2020), может достигать 38% [31].

Наличие сахарного диабета (СД) в анамнезе также влияет на вероятность развития ЛС, причем в зависимости от типа СД патогенетические пути будут схожи, имея при этом ряд различий, однако в обоих случаях измененные обменные процессы приведут к развитию остеопороза. В работе Демидовой Т.Ю. (2021) указано, что при сахарном диабете 1-го типа нарушается образование, дифференцировка и дальнейшая активность остеобластов, что вызвано гипергликемией и абсолютной недостаточностью инсулина. Данные нарушения метаболизма влияют на белки и факторы роста, которые в свою очередь изменяют нормальное развитие остеобластов на всех уровнях. Часть патогенетических механизмов при СД 2-го типа схожи с таковыми при СД 1-го типа, что можно объяснить наличием гипергликемии в обоих случаях [32]. Важным различием в костной системе, связанным с типом диабета, является минеральная плотность кости (МПК). Так, при СД 1-го типа МПК понижена, что является закономерным проявлением описанных патологических процессов. Однако при СД 2-го типа МПК повышается, что вызвано гиперинсулинемией. Важно учитывать, что повышенная МПК в данном случае не улучшает качество кости, а наоборот, сопровождается снижением костного метаболизма, регенеративной способностью кости и, как следствие, пониженной прочностью. Данные нарушения приводят к появлению остеопороза, который значительно увеличивает риск формирования ЛС [33, 34].

Частой причиной замедления регенерации является нарушение кровоснабжения тканей, связанное с ишемией, которая имеет несколько причин возникновения: тромбоз, спазм и разрывы сосудов, а также эмболия. Когда просвет сосуда сужен к тканям поступает недостаточное количество кислорода и питательных веществ, развивается гипоксия, вызывая смерть части клеток, что ведет к серьезным дегенеративным нарушениям, в результате чего нарушается архитектура костных балок и, как следствие, снижается прочность кости [35].

Ишемия может быть вызвана атеросклеротическими изменениями сосудов, например, ожирение, связанное с гиподинамией и нерациональным питанием, сопровождается накоплением холестерина в гепатоцитах, и по принципу отрицательной обратной связи будет снижаться захват липопротеинов низкой плотности (ЛПНП) из-за уменьшения количества ЛПНП-специфических рецепторов, что приводит к выраженной дислипотеинемии, когда количество ЛПНП значительно превышает количество липопротеинов высокой плотности (ЛПВП). Впоследствии, когда происходит значительное сужение просвета сосуда, бляшки, образующиеся в стенках сосудов мышечно-эластического и эластического типов, затрудняют поступление крови к тканям, вызывая ишемию [36, 37].

На развитие псевдоартроза может повлиять и место проживания. Так, на части территории многих стран наблюдается низкий уровень инсоляции на протяжении нескольких месяцев. Помимо ограниченного образования витамина Д эндогенным путем под действием солнечных лучей, во многих регионах есть недостаток его поступления с пищей (например, с морской рыбой) [38]. Данный вид гиповитаминоза вызывает вторичный гиперпаратиреоз, который приводит к высвобождению кальция из костных депо, что значительно снижает минеральную плотность костной ткани и влияет на развитие остеопороза [39]. В статье Полосина В.Ю. описана возможность формирования ЛС при редком наследственном заболевании – фосфат-диабете, при котором происходит нарушение реабсорбции фосфатов. В первую очередь происходят рахитические нарушения в костях нижних конечностей, однако поражаются все костные структуры в связи с резистентностью к нормальным дозам витамина Д [40].

Еще одним заболеванием, которое приводит к снижению минеральной плотности костной ткани, является ВИЧ-инфекция. Под действием белков вируса наступает более активная деятельность остеокластов и апоптоз остеобластов. Согласно работе Доронина Н.Г. и соавторов (2021), практически у 60% ВИЧ-инфицированных людей был обнаружен дефицит витамина Д, патологический процесс, связанный с данным гиповитаминозом, также сводится к гормональным нарушениям и снижению МПК, что говорит о частой встречаемости остеопороза у данных пациентов и, как следствие, о нарушении сращения переломов [41]. Помимо данных нарушений в случае оперативного лечения внесуставных переломов у пациентов с ВИЧ-инфекцией возможно изменение процесса остеосинтеза в связи с расшатыванием и смещением металлических конструкций. Помимо этого, в статье Хорошкова С.Н. и соавторов (2021) отмечается, что частота встречаемости переломов среди людей, имеющих ВИЧ-положительный статус, выше на 30–70% в сравнении с людьми, у которых отсутствует данная патология [42].

Важным пунктом для рассмотрения возможных факторов риска возникновения псевдоартрозов является вид травмы. При простом переломе, таком как поперечный, не происходит смещения костных отломков, а также не появляются отломки, благодаря чему восстановление целостности кости осуществляется относительно легко и риск возникновения осложнения в виде ЛС минимален. В случаях, когда перелом открытый, скорость консолидации снижается по нескольким причинам, что описано в работе Бондаренко А.В. и соавторов (2023). Во-первых, некоторые отломки, расположенные между основными, теряют связь с сосудами кости, в связи с чем «выключаются» из процесса регенерации, и могут участвовать в ней как пассивные элементы костной мозоли. Во-вторых, часто открытые переломы сопровождаются высокой степенью инфицирования. Кроме этого, возможно нарушение образования костной мозоли вследствие скелетирования отломков, что сопровождается повреждением окружающих тканей и сосудов. Данные нарушения в совокупности практически полностью блокируют консолидацию [15].

При открытых переломах вследствие действия сразу нескольких факторов (собственно травма, оперативное вмешательство и наркоз) происходит значительное подавление иммунной системы. Иммунодефицит, который может усугубляться при несвоевременном оказании помощи, отсутствии компенсирующей иммунодефицит терапии и при серьезных сопутствующих заболеваниях, приводит к переходу острого



воспалительного процесса в хронический. Ярыгин Н.В. и соавторы (2021) пришли к выводу, что данный процесс неизбежно влечет за собой значительное снижение способности кости к регенерации [43].

Сегментарный перелом диагностируется, когда кость сломана в двух местах, при этом образуется подвижный сегмент [44]. Лечение сегментарных переломов – сложный и непредсказуемый процесс, который тяжело поддается контролю, в связи с чем он часто приводит к несращению кости из-за разного вида нарушений. Применение любого вида остеосинтеза вызывает затруднения, так как при сегментарных переломах вследствие скелетирования поврежденного участка усугубляется нарушение кровообращения. Wang T. и соавторы (2021) отметили, что при сегментарном интактном первичном переломе (с одним фрагментом) не применяется интрамедуллярный остеосинтез, так как возможна ротация и смещение костных отломков, что может привести к несращению и образованию ЛС. Опасность сегментарного фрагментарного перелома диафиза (с образованием множества фрагментов в подвижном сегменте) сводится к тому, что при хирургическом лечении нарушается кровоснабжение в поврежденном участке и увеличивается риск инфицирования раны [45].

В ретроспективном исследовании, проведенном Бондаренко А.В. и соавторами в 2023 г., рассматривалась вероятность несращений при различных переломах длинных трубчатых костей. Согласно полученным результатам, нарушение консолидации при закрытых переломах составило 8,4% от их количества, тогда как при открытых – 15,2%, что практически в 2 раза больше. Из этого следует, что открытый перелом является более частым фактором риска развития псевдоартроза, также авторы отметили, что частота несращений при оскольчатых переломах в 3,1 раза выше, чем при простых, поэтому можно сказать, что для прогнозирования возможных осложнений важно учитывать вид травмы [15].

Модифицируемые факторы риска

Табакокурение является фактором риска развития многих заболеваний человека, в числе которых и патология опорно-двигательного аппарата. Согласно работе Ваньковича П.Э. и соавторов (2023), курение увеличивает риск несращения переломов на 37%. Влияние курения на нарушение сращения можно объяснить несколькими механизмами. При наличии данной вредной привычки нарушается всасывание кальция в кишечнике и, следовательно, возникает гипокальциемия. В ответ на низкую концентрацию кальция в сыворотке крови происходит избыточное выделение паратгормона и более активная работа витамина Д, что приводит к мобилизации кальция из костной ткани, в результате этого происходит резорбция кости. С другой стороны, курение является предпосылкой к развитию патологий дыхательной системы, а те, в свою очередь, в связи с появившемся системным воспалением обеспечивают активную выработку интерлейкинов, которые стимулируют работу остеокластов, что приводит к резорбции кости. В обоих случаях происходят остеопоротические изменения, в числе которых нарушение регенерационной способности [21].

Второй путь влияния основан на нарушении кровоснабжения кости вследствие деформации сосудов микроциркуляторного русла. Харин А.В. и соавторы (2019) в исследовании применяли метод капилляроскопии среди курящих и некурящих людей. При сравнении полученных результатов выявлен ряд изменений капилляров в первой группе людей: уменьшение длины, появление их извитого хода, увеличение

диаметра в артериальном конце и сужение венозного отдела. Данные трансформации являются основой для появления микроциркуляторных нарушений. Также среди курильщиков отмечалось большое количество сладжей эритроцитов. Описанные модификации приводят к ишемии и гипоксии тканей. Нарушение метаболических процессов приводит к остеодистрофии, что является предпосылкой к развитию остеопороза. При травматических переломах наличие данных патологических состояний значительно влияет на сроки сращения кости и появление осложнений [46, 47].

Избыточное потребление алкоголя как фактор риска развития ЛС по механизму действия схож с табакокурением. Под действием спиртных напитков блокируется действие ферментов печени, которые в норме превращают неактивный витамин Д в активные метаболиты – кальцитриол и D-гормон. В связи с уменьшением количества данных веществ в организме происходит нарушение всасывания кальция в желудочно-кишечном тракте, в ответ на что для компенсации возникшей гипокальциемии кальций поступает в кровь из депо, основным из которых является костная ткань. В связи с этим независимо от количества поступающего в организм и синтезируемого в нем витамина Д изменяется качество костей и их способность к регенерации [48]. Также стоит учитывать повышение риска травматизации среди людей, находящихся в состоянии алкогольного опьянения, в связи с нарушением координации, и совокупность данных факторов значительно увеличивает риск возникновения переломов и дальнейшего несращения кости [49].

Необходимость правильного выбора метода лечения, соблюдения его технологии, применения инструментария, соответствующего проблеме, является важным аспектом в терапии. В некоторых случаях стоит прибегать к комбинированному лечению при переломах диафизов костей. Согласно статье Пусевой М.Э. и соавторов (2020), и погружной, и чрескостный остеосинтез имеют ряд преимуществ и недостатков. Погружной остеосинтез достаточно травматичный, при его применении тяжело добиться косметического эффекта, он требует проведения повторной операции для удаления фиксирующих элементов, что неизбежно увеличивает риск инфицирования. Также при данном методе затруднен контроль за течением процесса регенерации. В свою очередь, недостатки чрескостного остеосинтеза связаны со сложностями ухода за фиксатором в процессе лечения, в связи с чем чаще появляются инфекционные осложнения. Помимо этого, для правильной установки и благоприятного течения процесса регенерации важным является практический навык хирурга, так как нарушение технологии может привести к осложнениям. Раньше считалось, что данные типы являются взаимоисключающими, но авторы работы описали сочетанное применение обоих методов, в результате полностью восстановилось анатомо-функциональное состояние кости [50, 51]. В статье Афанасьева Ю.А. (2023) описано ретроспективно-проспективное исследование, в котором определяли эффективность заживления переломов плечевой кости при разной терапии в группах контроля и опыта. В контрольную группу вошли пациенты, для лечения которых использовали накостный остеосинтез пластиной с угловой стабильностью или интрамедуллярный блокируемый остеосинтез проксимальными плечевыми штифтами. В то же время в основной группе к описанному выше лечению добавляли пересадку несвободного костно-мышечного трансплантата в зону перелома. В результате частота возникновения такого осложнения, как ЛС, в контрольной группе составила



8%, а в опытной – 0%. Данное распределение можно объяснить тем, что сохраненное кровоснабжение благоприятно влияет на консолидацию перелома и уменьшает риск появления осложнений [23].

Важным фактором правильного сращения переломов является качественная иммобилизация. Если иммобилизация была отложена, то признаки нарушения регенерации будут выявлены уже через трое суток, что увеличивает срок сращения в 1,5 раза [52]. Черняев С.Н. и соавторы (2020) в своей работе отметили благоприятный исход при применении интрамедуллярной фиксации за счет того, что процесс регенерации становится предсказуемым в 96% случаев [53]. При этом недостаточная фиксация конечности может нарушать кортикальный остеосинтез, в частности появляется вероятность расшатывания винтов, перелома пластины [54]. В процессе заживления костные отломки имеют патологическую подвижность, поэтому при нестабильной фиксации возникает ранняя двигательная активность, что замедляет сращение кости. Из этого можно сделать вывод, что нарушенная внешняя иммобилизация или ее отсутствие является фактором риска в развитии ЛС [55, 56].

В случае частого и безуспешного оперативного вмешательства, направленного на лечение перелома, процесс сращения будет нарушен в связи с появлением патологического комплекса симптомов, среди которых можно выделить измененную архитектуру отломков, атрофию, склероз, а также псевдоартрозы. В статье Борзунова Д.Ю. и соавторов (2020) отмечено, что частота появления такого осложнения, как ЛС, при хирургическом лечении достигает 30%, при этом при консервативном лечении вероятность составляет 2–10%. Таким образом, можно говорить о том, что выполнение оперативного вмешательства должно быть максимально точным и полноценным для уменьшения их количества и, как следствие, уменьшения данного фактора риска [57]. Помимо этого, важно помнить, что частые вмешательства способствуют увеличению риска инфекционных осложнений, а их лечение затруднено вследствие часто встречающейся антибиотикорезистентности микроорганизмов и из-за формирования на фиксирующих конструкциях, обеспечивающих остеосинтез, микробных биопленок [58, 59].

Некоторые клинические случаи можно назвать условно ятрогенными, когда осложнения являются результатом лечения, которое не совсем точно соответствовало диагнозу. В работе Брагиной С.В. и соавторов (2020) описан клинический случай, в котором лечение перелома средней части диафиза правой плечевой кости производили путем закрытой репозиции перелома, блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза. Через 2,5 года пациентка обратилась в медицинское учреждение с выраженным болевым синдромом. После ряда обследований была проведена повторная операция по удалению металлической конструкции и костной кисты, резекции ЛС, а также костная аутопластика. Появление ЛС и кисты объясняется некорректно подобранным диаметром стержня и установкой винтов, которые при движении конечности повреждали костную структуру, что вызвало дистрофические нарушения, резорбцию кости и формирование псевдоартроза и других осложнений. Для предотвращения появления ятрогений необходимо предупреждать воздействие таких факторов риска, как нарушение методологии лечения, невнимательное наблюдение за восстановлением в послеоперационный период и до полного заживления [60].

Многие повреждения, в частности переломы, сопровождаются выраженным болевым синдромом и синтезом белков острой фазы, являющихся маркерами воспаления.

Для уменьшения их проявления чаще всего используют нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) [61, 62]. Механизм их действия основан на блокировании фермента циклооксигеназы-2 (ЦОГ-2), который в организме синтезируется в ответ на повреждение. Без действия препаратов ЦОГ-2 синтезирует простагландины E_2 и I_2 , которые в свою очередь выполняют ряд функций, в результате чего происходит дифференцировка макрофагов и остеокластов (обеспечивают удаление некритизированных клеток), усиление микроциркуляции и синтез факторов роста (под их действием мезенхимальные стволовые клетки дифференцируются, и происходит регенерация кости в результате деятельности вновь образованных остеоцитов, фибробластов, хондроцитов). При применении НПВП ЦОГ-2 блокируется и описанные процессы не происходят, из-за чего снижается регенеративная способность костей. Данный фактор риска нельзя считать однозначным, так как в большинстве исследований, описанных в статье Каратеева Р.А. и соавторов (2022), имелись сопутствующие факторы риска и особенности течения процессов заживления. Однако необходимо аккуратно подходить к назначению НПВП и не увеличивать время их приема без серьезной необходимости [63].

В связи с большим разнообразием факторов риска часто на исход выздоровления влияет их комбинированное действие, которое может зависеть от вида применяемого лечения. Так, на базе НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена в 2024 г. было проведено исследование, частью которого являлось изучение рисков возникновения ЛС диафиза плечевой кости при костной аутопластике. В случае проведения данного лечения было выделено 5 факторов риска (ожирение, открытый перелом в анамнезе, СД, курение и пожилой возраст), только при объединении которых появлялась значительная вероятность развития осложнения. В ином варианте лечения, когда костная аутопластика не применялась, было достаточно одновременного воздействия всего 3 факторов, среди которых ожирение, СД и открытый перелом в анамнезе, для формирования псевдоартроза.

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перелом – это нарушение анатомической целостности кости, при котором могут возникнуть осложнения под действием определенных факторов. Существует большое количество факторов как внешней, так и внутренней среды, которые могут повлиять на течение процесса регенерации костной ткани в том или ином направлении. Нарушение консолидации костных отломков, или ложный сустав, является одним из таких осложнений, для появления которого существует множество факторов. Важно учитывать, что факторы риска взаимосвязаны между собой и практически все связаны с дистрофическими нарушениями, происходящими в кости, в результате которых равновесие между костеобразующими и костеразрушающими клетками нарушается, и процесс резорбции преобладает. Неспособность кости синтезировать новую ткань приводит к длительному несращению, то есть псевдоартрозу. Помимо этого, происходит сочетанное воздействие факторов риска, поэтому для их нивелирования необходимо знать особенности их течения и условия, при которых они появляются, и каким механизмом действия обладают.



■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Golubev I. Effectiveness of vascularized and conventional bone grafting in achieving union in humeral pseudarthrosis. *Genij Ortopedii*. 2021;27(2):182–186. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-2-182-186.
2. Tishkov N. Combined Transosseous Osteosynthesis of Fracture of Humerus Diaphysis in Case of Reparative Process Disorder (Clinical Observation). *Acta Biomedica Scientifica*. 2020;5(6):211–215. (In Russian). doi: 10.29413/ABS.2020-5.6.26.
3. Nabiyeu Y. Modern Implants for Osteosynthesis Fractures of the Proximal Humerus. *Traumatology and Orthopaedics of Kazakhstan*. 2023;67(2):12–21. (In Russian). doi: 10.52889/1684-9280-2023-2-67-12-21.
4. Esipov A. Application of a personalized program of medical rehabilitation of patients who underwent endoprosthetics after a femoral neck fracture. *Hospital medicine: science and practice*. 2021;4(2):5–8. (In Russian). doi: 10.34852/GM3CVKG.2021.58.76.001.
5. Prokhorova E. Modern treatment approaches in patients with false joints and lower extremities long bones defects: analytical review. *Bulletin of rehabilitation medicine*. 2020;96(2):84–89. (In Russian). doi: 10.38025/ 2078-1962-2020-96-2-84-89.
6. Popkov A. A Case of the Effective Application of Two Elastic Nails with Bioactive Coating for Treatment of Pseudoarthrosis of the Leg Bones. *Novosti Khirurgii*. 2022;30(4):408–414. (In Russian). doi: 10.18484/2305-0047.2022.4.408.
7. Davydov D. Results of the application of biodegradable gels in the treatment of pseudoarthrosis of the bones of the upper limbs. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2021;3(45):83–91. (In Russian). doi: 10.17238/issn2226-2016.2021.3.84-92.
8. Khominets V. Comparative analysis of the economic costs of treating patients with non-infectious diseases of internal osteosynthesis. *Bulletin of the Russian military medical academy*. 2020;22(4):156–160. (In Russian). doi: 10.17816/brmma62822.
9. Bilinskii P. Conceptual modeling of reparative regeneration during operative treatment of diaphyseal fractures. *Trauma*. 2020;21(1):31–37. (In Russian). doi: 10.22141/1608-1706.1.21.2020.197796.
10. Davydov D. An advanced method of bone tissue reconstruction in patients with osteoregeneration disorders (experience with clinical application of scaffold technologies). *Polytrauma*. 2021;1:41–50. (In Russian). doi: 10.24411/1819-1495-2021-10005.
11. Jäger M. Pseudarthrosen. *Orthopäde*. 2020;49:547–560. doi: 10.1007/s00132-020-03920-w.
12. Tsiskarashvili A. The correction of impaired bone tissue metabolism - is a component of complex therapy for chronic post-traumatic osteomyelitis of long bones. *University proceedings. Volga region. Medical sciences*. 2022;1(1):12–25. (In Russian). doi: 10.21685/2072-3032-2022-1-2.
13. Huff S., Henningsen J., Schneider A., Hijji F., Dominguez B., Froehle A., Prayson M., Jerele J. Variability of orthopedic physician fracture location identification: Implications for bone stimulator treatment. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2020 Nov;106(7):1383–1390. doi: 10.1016/j.otsr.2020.04.022. Epub 2020 Oct 8.
14. Samodai V. Pseudoarthrosis: search for treatment methods of delayed consolidation and non-union. *Medical News of North Caucasus*. 2022;17(1):105–111. (In Russian). doi: 10.14300/mnnc.2022.17028.
15. Bondarenko A. Frequency, risk factors, and features of diaphyseal non-unions of the long bones of the lower extremities. *Polytrauma*. 2023;2:36–44. (In Russian). doi: 10.24412/1819-1495-2023-2-36-44.
16. Davydov D. Scaffold technologies in the treatment of atrophic pseudoarthrosis of the clavicle. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2021;16(3):121–124. (In Russian). doi: 10.25881/20728255_2021_16_3_121.
17. Smirnov S. Experimental model of normotrophic pseudoarthrosis of a rabbit's tibia. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022;7(5–2):268–279. (In Russian). doi: 10.29413/ABS.2022-7.5-2.27.
18. Murylev V. The Review of the Current State of Shoulder Arthroplasty for Proximal Humerus Fracture Sequelae. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2020;1:38–49. (In Russian). doi: 10.17238/issn2226-2016.2020.1.38-49.
19. Maksimov B. Nearthrosis of the distal metaepiphysis of the radius after minimally invasive bone osteosynthesis. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2019;14(3):152–155. (In Russian). doi: 10.25881/BPNMSC.2019.74.64.031.
20. Özkan, S. Diagnosis and management of long-bone nonunions: a nationwide survey. *European Journal of Trauma Emergency Surgery*. 2019;45: 3–11. doi: 10.1007/s00068-018-0905-z.
21. Vankovich P. Modern etiopathogenetic and clinical aspects of treatment for segmental and multi-comminuted fractures of the lower leg bones (review). *Vestnik VGMU*. 2023;22(3):29–37. (In Russian). doi: 10.22263/2312-4156.2023.3.29.
22. Raven TF. Use of Masquelet technique in treatment of septic and atrophic fracture nonunion. *Injury*. 2019 Aug;50(3):40–54. doi: 10.1016/j.injury.2019.06.018. Epub 2019 Aug 1.
23. Afanasiev Y. Fixation Techniques for Intraarticular Proximal Humeral Fractures. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2023;29(2):38–45. (In Russian). doi: 10.17816/2311-2905-2370.
24. Cherevaty N. Plate fixation in the treatment of adults with distal femoral fractures: history, current state, and prospects of development (literature review). *Genij Ortopedii*. 2021;27(1):104–111. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-1-104-111.
25. Dedov D. Osteoporosis in elderly patients: prevalence, pathogenesis, clinical presentations, prevention of complications. *Vrach*. 2021;32(7):82–85. (In Russian). doi: 10.29296/25877305-2021-07-14.
26. Golubev I. Surgery tactic in humeral nonunion. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2019;1(1):35–41. (In Russian). doi: 10.17116/vto201901135.
27. Topolyanskaya S. Sarcopenia, obesity, osteoporosis and old age. *Sechenov Medical Journal*. 2020;11(4):23–35. (In Russian). doi: 10.47093/2218-7332.2020.11.4.23-35.
28. Tsiskarashvili A. Metabolic bone tissue disorders in patients with long bone fractures complicated by chronic osteomyelitis. *Genij Ortopedii*. 2019;25(2):149–155. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2019-25-2-149-155.
29. Giannini D. One year in review 2020: pathogenesis of rheumatoid arthritis. *Clinical and Experimental Rheumatology*. 2020 May-Jun;38(3):387–397. doi: 10.55563/clindexrheumatol/3ui1ng. Epub 2020 Apr 23.
30. Jafarov V. Analysis of the sensitivity of staphylococcus aureus to antibiotics in patients with purulent-septic diseases. *Archiv EuroMedica*. 2022;12(2):42–44. doi: 10.35630/2199-885X/2022/12/2.9.
31. Tsiskarashvili A. Biomechanical evidence-based transosseous osteosynthesis in treatment of humerus fractures complicated by chronic osteomyelitis and consequences. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(4):28–40. (In Russian). doi: 10.17816/vto57136.
32. Demidova T. Diabetes mellitus and osteoporosis: pathogenetic relationship and current principles of treatment. *Medical Council*. 2021;7(9):96–107. (In Russian). doi: 10.21518/2079-701X-2021-7-96-107.
33. Mazurenko E. 10-year fracture risk (FRAX®), mineral bone density and trabecular bone index in women with type 2 diabetes mellitus. *Meditsinskiy Sovet*. 2019;4:62–68. (In Russian). doi: 10.21518/2079-701X-2019-4-62-68.
34. Balakhonova E. Musculoskeletal disorders in diabetes mellitus. *Diabetes mellitus*. 2023;26(3):275–283. (In Russian). doi: 10.14341/DM12985.

35. Bialik V. Avascular necrosis of bone tissue: Definition, epidemiology, types, risk factors, pathogenesis of the disease. Analytical review of the literature. *Rheumatology Science and Practice*. 2023;61(2):220–235 (In Russian). doi: 10.47360/1995-4484-2023-220-235.
36. Meldekhanov T. To the pathogenesis and morphogenesis of atherosclerosis. *Actual Problems of Theoretical and Clinical Medicine*. 2021;4(3):30–38. (In Russian). doi:10.24412/2790-1289-2021-42937.
37. Chagina E. Pathophysiological risk factors for atherosclerosis. *International journal of humanities and natural sciences*. 2022;3–3(66):11–14. (In Russian) doi: 10.24412/2500-1000-2022-3-3-11-14.
38. Verkhoturova S. Serum bone resorption markers and 25-hydroxyvitamin D level in women of the Trans-Baikal region of the Russian and Buryat nationalities. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2022;42(6):100–107. (In Russian). doi: 10.18699/SSMJ20220612.
39. Suplotova L. Vitamin D deficiency in Russia: the first results of a registered, non-interventional study of the frequency of vitamin D deficiency and insufficiency in various geographic regions of the country. *Problems of Endocrinology*. 2021;67(2):84–92. (In Russian). doi: 10.14341/probl12736.
40. Polosin V. Phosphate diabetes with numerous pathologic fractures (clinical follow-up). *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2023;6:107–111. (In Russian). doi: 10.24412/2075-4094-2023-6-3-6.
41. Doronin N. Clinical significance of change in bone mineral density in HIV-infected patients with broken limbs. *Infectious Diseases: News, Opinions, Training*. 2021;10(2):39–46. (In Russian). doi: 10.33029/2305-3496-2021-10-2-39-46.
42. Khoroshkov S. Distinctive features of the results of operative treatment of intraarticular and extraarticular fractures in HIV-infected patients. *Practical medicine*. 2021;19(3):103-108. (In Russian). doi: 10.32000/2072-1757-2021-3-103-108.
43. Yarygin N. Possibilities of local immunotherapy in prevention of purulent-inflammatory complications in opened fractures of extremities. *Polytruma*. 2021;2:27–33. (In Russian). doi: 10.24412/1819-1495-2021-2-27-33.
44. Semenov B. Analysis of the treatment of comminuted fractures of tubular bones of the extremities in cats and dogs. *Legal regulation in veterinary medicine*. 2023;2:67–72. (In Russian). doi: 10.52419/issn2782-6252.2023.2.67.
45. Wang, TH. Role of open cerclage wiring in patients with comminuted fractures of the femoral shaft treated with intramedullary nails. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2021;16(480). doi: 10.1186/s13018-021-02633-w.
46. Vasilyeva L. The role of genetic and metabolic disorders in osteoporosis. *Medical Herald of the South of Russia*. 2021;12(1):6–13. (In Russian). doi: 10.21886/2219-8075-2021-12-1-6-13.
47. Kharin A. Assessing morphofunctional state of microcirculation channel in smoking young males. *Health Risk Analysis*. 2019;3:112–117. (In Russian). doi: 10.21668/health.risk/2019.3.13.eng.
48. Rodionova S. Smoking and alcohol abuse as risk factors causing low energy fractures in males suffering from primary osteoporosis. *Health Risk Analysis*. 2020;2:126–134. (In Russian). doi: 10.21668/health.risk/2020.2.14.eng.
49. Pigarova E. Absorption and metabolism of vitamin D in health and in gastrointestinal tract diseases. *Obesity and metabolism*. 2022;19(1):123–133. (In Russian). doi: 10.14341/omet12835.
50. Puseva M. Using Combined Osteosynthesis in Trauma Practice in the Treatment of Diaphyseal Forearm Injuries. *Acta biomedica scientifica*. 2020;5(6):224–229. (In Russian). doi: 10.29413/ABS.2020-5.6.28.
51. Kozlov E. Device for closed reposition, fixation of bone fragments and subsequent orif patients with distal humerus fractures. *Medical & pharmaceutical journal "Pulse"*. (In Russian). 2022;24(12):46–49. doi: 10.26787/nydha-2686-6838-2022-24-12-46-49.
52. Lepekhova S. Stimulation of reparative regeneration of supporting tissue under conditions of delayed apposition of fragments. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2019;39(4):85–92. (In Russian). doi: 10.15372/SSMJ20190411.
53. Chernyaev S. Modern concepts of treatment of complicated diaphyseal forearm fractures (literature review). *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(4):73–79. (In Russian). doi: 10.17816/vto35163.
54. Neverov V. Comparative evaluation of methods for osteosynthesis of diaphyseal radial fractures by the method of mathematical modeling. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2022;181(1):49–59. (In Russian). doi: 10.24884/0042-4625-2022-181-1-49-59.
55. Monastirev V. New Method of Surgical Treatment of Patients with a Fracture of the Proximal Humerus on the Background of Critical Osteoporosis. *Acta biomedica scientifica*. 2019;4(6):89–94. (In Russia). doi: 10.29413/ABS.2019-4.6.13.
56. Belen'kiy I.G. Comment to the Article "Unstable Osteosynthesis of a Humeral Diaphyseal Fracture as a Cause of a Pseudoarthrosis and an Extensive Bone Defect (a Case Report)". *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(3):158–162. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-158-162.
57. Borzunov D. New technology for humerus reconstruction with a free fibular autologous graft in hypotrophic pseudarthrosis. *Genij Ortopedii*. 2020;26(3):408–412. (In Russian). doi: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-408-412.
58. Sergeyev A. Methods of local antimicrobial prophylaxis of surgical site infection. *Kazan medical journal*. 2020;101(2):243–248. (In Russian). doi: 10.17816/KMJ2020-243.
59. Morozov A. Modern methods of stimulating process of postoperative wounds regeneration. *Siberian Medical Review*. 2020;3(3):54–60. (In Russian). doi: 10.20333/2500136-2020-3-54-60.
60. Bragina S. Unstable Osteosynthesis of a Humeral Diaphyseal Fracture as a Cause of a Pseudoarthrosis and an Extensive Bone Defect (A Case Report). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(3):150–157. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-3-150-157.
61. Morozov A. Chronic pain syndrome, risk factors for its development at stage of operative intervention. *Siberian Medical Review*. 2021;5:5–13. (In Russian) doi: 10.20333/25000136-2021-5-5-13.
62. Morozov A. Modern markers of inflammatory process in surgical practice. *Ambulatory Surgery (Russia)*. 2022;19(1):147–156. (In Russian). doi: 10.21518/1995-1477-2022-19-1-147-156.
63. Karateev R. Nonsteroidal anti-inflammatory drugs for pain relief in case of injuries: Is there a risk of bone metabolism disorders and nonunion of bone fractures? *Rheumatology Science and Practice*. 2022;60(3):299–305. (In Russian). doi: 10.47360/1995-4484-2022-299-305.