

Обзорная статья

УДК [616.727.3-001.52-009.12]-089.168

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-273-281>

Современное состояние проблемы лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией

И.С. Петленко, И.И. Шубняков✉, С.Ю. Федюнина, А.Г. Алиев, С.С. Билык, М.В. Рябинин

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

Автор, ответственный за переписку: Игорь Иванович Шубняков, shubnyakov@mail.ru

Аннотация

Введение. Основные проблемы хирургического лечения контрактур локтевого сустава, обусловленных оссификацией, заключаются в большом количестве неудовлетворительных результатов вследствие анатомо-физиологических особенностей, значительной функциональной нагруженности и высоких требований пациентов, предъявляемых к состоянию и двигательной активности локтевого сустава.

Цель работы — определение возможных путей совершенствования оперативного лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией, на основании анализа данных литературы по выбору хирургической тактики и оценке результатов лечения.

Материалы и методы. Поиск источников осуществлен в ресурсах PubMed, Medline, Elibrary.ru, КиберЛенинка, Google Академия, Международный реестр клинических исследований Национального института здоровья США, Реестр Международных стандартных номеров рандомизированного клинического исследования ISRCTN, Регистр клинических исследований Германии DRKS, Реестр ВОЗ. Поисковые слова и словосочетания: контрактура локтевого сустава, оссификация, хирургическое лечение, stiff, elbow, surgical treatment, ossification. Большинство работ соответствуют глубине поиска — 10 лет.

Результаты и обсуждение. По данным литературы, среднесрочные и отдаленные результаты (12-24 мес. и более) оперативного лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава вследствие оссификации по целому ряду важных параметров (рецидивирование тугоподвижности, наличие болевого синдрома, снижение качества жизни и т.д.) большинство авторов оценивают как «весьма скромные». Результаты лечения примерно у 50 % оперированных являются неудовлетворительными за счет уменьшения амплитуды движения до предоперационного состояния или даже ниже. В связи с чем, достаточно большое количество пациентов (по данным некоторых авторов, более 90 %) будет нуждаться в повторных оперативных вмешательствах, которые сами по себе относятся к факторам риска развития контрактур.

Заключение. Критический анализ литературы позволяет отметить, что авторы не уделяют должного внимания проблеме предоперационного инструментального обследования пациентов с использованием новых методов визуализации (3D-моделирования). Вопросы предоперационного обследования и планирования на основании использования аддитивных технологий в оперативном лечении пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией, должны играть более значимую роль.

Ключевые слова: локтевой сустав, контрактура, оссификация, оперативное лечение, артроскопия, манипуляции под анестезией/редрессация, протезирование, реконструктивно-пластическая операция, отдаленные результаты

Для цитирования: Петленко И.С., Шубняков И.И., Федюнина С.Ю., Алиев А.Г., Билык С.С., Рябинин М.В. Современное состояние проблемы лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией. *Гений ортопедии*. 2024;30(2):273-281. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-2-273-281. EDN: ZCTHUE.



Current state of the treatment problem in the patients with elbow joint contractures due to ossification

I.S. Petlenko, I.I. Shubniakov✉, S.Yu. Fedunina, A.G. Aliev, S.S. Bilyk, M.V. Riabinin

Vreden National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics,
Saint-Petersburg, Russian Federation

Corresponding author: Igor I. Shubnyakov, shubnyakov@mail.ru

Abstract

Introduction Surgical treatment of stiff elbow caused by ossification often result in poor outcomes due to anatomical and physiological characteristics, significant functional load and higher patient requirements for the elbow functionality.

The purpose was to determine ways of improved surgical treatment for patients with elbow contractures caused by ossification, based on an analysis of literature reporting surgical strategy and outcomes.

Material and methods An internet search of PubMed, Medline, Elibrary.ru, CyberLeninka, Google Scholar, International Clinical Trials Registry of the US National Institutes of Health, ISRCTN Registry of International Standard Randomized Clinical Trial Numbers, German Clinical Trials Registry DRKS, WHO Registry was performed. Search words and phrases included elbow contracture, ossification, surgical treatment, stiff, elbow, surgical treatment, ossification. The search depth was 10 years.

Results and discussion Some important parameters (recurrence of stiffness, pain, decreased quality of life, etc.) are reported as “very unassertive” in patients with stiff elbow due to ossification at mid and long terms (12–24 months or greater). Poor outcomes are reported in approximately 50 % of the cases due to the range of motion decreased to the preoperative level or less. Many patients (more than 90 % according to some authors) need a repeated surgery and are at risk for the stiff joint.

Conclusion A critical analysis of the literature indicates lack of preoperative instrumentation examination of patients with use of new visualization methods (3D modeling). Preoperative examination and surgical planning based on additive technologies are essential for surgically treated patients with stiff elbow caused by ossification.

Keywords: elbow joint, contracture, ossification, surgical treatment, arthroscopy, manipulation under anesthesia/redressal, prosthetics, reconstructive plastic surgery, long-term results

For citation: Petlenko IS, Shubniakov II, Fedunina SYu, Aliev AG, Bilyk SS, Riabinin MV. Current state of the treatment problem in the patients with elbow joint contractures due to ossification. *Genij Ortopedii*. 2024;30(2):273-281. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-2-273-281

ВВЕДЕНИЕ

Лечение контрактур локтевого сустава, обусловленных оссификацией, несмотря на совершенствование хирургической техники и тактики курации данной группы пациентов, в настоящее время остается одной из наиболее трудных задач современной травматологии и ортопедии [1, 2]. Травматические повреждения костей, образующих локтевой сустав, на первый взгляд, не относятся к категории частых, так как составляют не более 5 % случаев среди всех повреждений костей скелета [3], однако посттравматические и послеоперационные осложнения возникают почти у трети пациентов (29,9 %) [4–7]. По данному показателю локтевой сустав устойчиво занимает первое место, что зачастую способствует неудовлетворительным результатам и даже стойкой инвалидизации пациентов, несмотря на, казалось бы, адекватное лечение и полноценную реабилитацию [8]. Трудности лечения подобных больных связаны и с быстрым развитием после травмы стойких контрактур ввиду склонности тканей к параартикулярной оссификации [9]. Чрезвычайно высокая значимость локтевого сустава в формировании физиологической активности человека приводит к тому, что его тугоподвижность, в том числе обусловленная оссификацией, развивающейся вследствие различных травматических повреждений, оперативных вмешательств и заболеваний, а также других факторов, связанных с данным явлением, достаточно часто приводит к функциональной несостоятельности конечности в целом [10–13]. По данным некоторых зарубежных и отечественных исследователей, уменьшение амплитуды движений в локтевом суставе на 50 % от нормальных значений снижает общую функциональную активность верхней конечности более чем на 80 % [14]. Уменьшение амплитуды движений в локтевом суставе достаточно часто приводит не только к невозможности продолжения трудовой деятельности, но также является существенным препятствием для полноценного обеспечения даже простых бытовых потребностей человека [3, 8, 15, 16]. В связи с чем, по оценке ряда специалистов, от 30 до 60 % пациентов, оперированных по поводу травм или заболеваний локтевого сустава, в последующем будут нуждаться в повторных функционально-восстановительных оперативных вмешательствах [17–19]. Именно в области локтевого сустава после механических повреждений достаточно часто развивается так называемая посттравматическая гетеротопическая оссификация (англ. heterotopic ossification — HO), которая не характерна и крайне редко наблюдается в области других суставов [3, 20, 21]. Быстрое развитие стойких контрактур локтевого сустава ввиду склонности тканей к различным видам оссификаций (в том числе и параартикулярной) также является серьезной проблемой в лечении этой целевой популяции пациентов [9, 22, 23]. Стратегия и тактика хирургического лечения данных пациентов требует обсуждения и, возможно, нуждается в усовершенствовании, одним из вариантов которого может быть применение новых методов обследования пациентов и предоперационного планирования, основанных на использовании современных компьютерных технологий, позволяющих с наибольшей степенью точности оценить локализацию (при различных видах оссификации) и степень выраженности патологического процесса [24].

Цель работы — определение возможных путей совершенствования оперативного лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией, на основании анализа данных литературы по выбору хирургической тактики и оценке результатов лечения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Поиск источников осуществлен в следующих электронных ресурсах: PubMed, Medline, Elibrary.ru, КиберЛенинка, Google Академия, Международный реестр клинических исследований Национального института здоровья США, Реестр Международных стандартных номеров рандомизированного клинического исследования ISRCTN, Регистр клинических исследований Германии DRKS, Реестр ВОЗ.

Поисковые слова и словосочетания для получения данных о различных аспектах лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава: контрактура локтевого сустава, оссификация, хирургическое лечение, stiff, elbow, surgical treatment, ossification.

Большинство работ соответствуют глубине поиска — 10 лет. Единичные (фундаментальные) исследования по данной проблематике датированы 1990-ми годами.

Помимо этого, после предварительного изучения использованы цитируемые источники, присутствующие в библиографических разделах статей, которые также содержали актуальную информацию и соответствовали тематике проводимого исследования.

В общей сложности найдено 186 тематических публикаций, из которых 81 статья издана на русском языке и 105 — иностранных статей (в основном, на английском языке). После предварительного отбора (исключены реферативные статьи, патенты, экспериментальные исследования и т.д.) библиография сократилась до 92 источников. В обзор не включены статьи о тугоподвижности (контрактура) других суставов, за исключением статей о лечении сочетанных контрактур нескольких суставов верхней ко-

нечности, в том числе и локтевого. Статьи, опубликованные не на русском и английском языках, а также статьи, посвященные эндопротезированию локтевого сустава в связи с развитием контрактуры, не использованы в данной работе. Не включены в обзор литературные источники о тугоподвижности локтевого сустава, вызванной исключительно экстраартикулярными причинами, а также статьи с описанием единичных клинических случаев и наблюдений. В настоящий обзор включены в основном статьи, имеющие полнотекстовый формат и посвященные клиническим исследованиям с участием людей с изложением материалов о среднесрочных и/или отдаленных результатах лечения.

Все источники изучены и проанализированы на предмет демографии (гендерно-возрастные параметры пациентов) исследуемой нозологии, оперативной техники лечения и оценки среднесрочных и/или отдаленных результатов. В качестве возможной основы совершенствования методологии оперативного лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией, в предоперационном периоде обследования предполагается использовать новые методы визуализации (3D-реконструкция сустава на основе компьютерной томографии). В связи с этим, в обзор включены статьи, содержащие материалы по применению данных (аддитивных) технологий в различных отраслях медицины, в том числе травматологии и ортопедии, а также результаты патентного поиска по данной проблематике.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Многие авторы совершенно справедливо подчеркивают, что сравнение результатов хирургического лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, в том числе обусловленными оссификацией различного генеза, может считаться объективным, если анализируются данные одного клинического центра, где оперативное лечение выполняется по единой технологии (стандарты обследования и лечения, а также системные ошибки 1 рода) и одними и теми же специалистами [25, 26]. В связи с чем, в наибольшей степени для оценки среднесрочных и/или отдаленных результатов хирургического лечения контрактур (в том числе локтевого сустава) подходят обзоры и публикации данных о ретроспективных исследованиях и обзорные статьи по данной проблематике [24, 25, 26].

Так, по данным Y. Qian et al., в результате ретроспективного многомерного регрессионного логистического анализа отдаленных результатов лечения 461 пациента с контрактурами локтевого сустава было установлено, что в качестве факторов, провоцирующих развитие последующей тугоподвижности, могут выступать «увеличение времени иммобилизации» (как непосредственно после травмы, так и после оперативного вмешательства; $OR = 2,020$; $p = 0,014$), повторные оперативные вмешательства ($OR = 1,943$; $p = 0,026$), а также злоупотребление алкоголем ($OR = 3,082$; $p = 0,025$) [26]. Jack M. Haglin et al. также на основании анализа ретроспективных данных сообщили о результатах открытого оперативного лечения (артролиз) 103 пациентов с контрактурами локтевого сустава. При первичной операции до 85 % пациентов «продемонстрировали дугу сгибания/разгибания не менее 100° ». Однако дальнейшее наблюдение (19–24 мес.) показало, что по различным причинам до 93,2 % (!) от общей когорты случаев потребовало повторного оперативного лечения. Среди пациентов, оперированных по поводу наличия оссификатов, у 17 % был выявлен рецидив на основании данных рентгенологического исследования. В данном наблюдении, по сообщению авторов, у 10 пациентов помимо рецидива контрактуры возникли различные осложнения. При этом авторы отмечают, что «повторные операции не были редкостью», и наиболее частыми были вмешательства по типу невролиза локтевого нерва, а также «санация и установка дренажей по поводу послеоперационной инфекции». В заключение своего исследования авторы особо отмечают, что «пациенты должны быть предупреждены о том, что может произойти рецидив контрактуры и некоторым из них может потребоваться более одной операции для достижения функционального результата» [24].

C.A. Spitler et al. опубликовали результаты исследования, в котором проанализировали эффективность повторных оперативных вмешательств по поводу рецидивов контрактур локтевого сустава [27]. Стратификацию пациентов осуществляли по принципу длительности временного интервала между первичным и повторным оперативными вмешательствами. Пациенты, у которых интервал между операциями составил менее 3-х мес. (28 человек), составили группу «ранней манипуляции». Пациенты с повторным вмешательством позднее 3-х мес. (17 человек) вошли в группу «поздней манипуляции». Сравнительный анализ результатов по увеличению объема двигательной активности в исследуемых группах выявил наличие клинически значимой (разность увеличения средней дуги движений между группами составила $+38,5^\circ$ и $+3,1^\circ$ — в группах сравнения соответственно) и статистически достоверной разницы ($p \leq 0,001$) в пользу пациентов группы «раннего вмешательства». О подобных закономерностях лечения пациентов сообщают в своих работах и другие авторы [28]. В то же время авторы отмечают, что при операциях, выполненных в поздние сроки, клинически значимое увеличение амплитуды ($+10^\circ$ и более) выявлено менее чем в половине случаев. А примерно у 30 % пациентов (6 из 19) объем двигательной активности даже заметно снизился. При этом 4 пациентам потребовалось дополнитель-

ное оперативное лечение, а у 2 из них было выявлено развитие клинически значимой НО. На основании оценки отдаленных последствий собственных исследований и данных литературы авторы делают вывод о том, что пациенты с оссификацией (остеогенной и гетеротопической) от подобного хирургического лечения «вряд ли получают пользу» [29–33].

Помимо остеогенной оссификации, вызывающей инконгруэнтность суставных поверхностей и требующей выполнения моделирующей резекции, локтевой сустав подвержен и другим видам оссификации, таким как миозит оссифицирующий (МО) и НО [34]. Частота развития контрактур локтевого сустава при этих видах оссификации, по данным различных авторов, является весьма вариабельной, но все же составляет не менее 10 % при МО и около 7 % при НО [34–36]. При развитии контрактуры локтевого сустава вследствие оссифицирующих процессов арсенал лечебных методов значительно сокращается. Так, у данной целевой популяции пациентов не могут быть использованы консервативные методы, методы статического и динамического шинирования и «манипуляции под анестезией» — реддресация [37]. В связи с чем, при наличии оссификации, пациентам с тугоподвижностью локтевого сустава практически всегда показано хирургическое лечение [34, 38, 39]. На основании анализа данных литературы R. Mittal делает заключение о том, что наилучшие результаты при лечении этой нозологии достигаются при выполнении операции в течение первого года после развития контрактуры, так как на более поздних сроках в патологический процесс увеличивается вклад внесуставных факторов (мышечная и сухожильная спастичность, снижение эластичности капсулы сустава вследствие развития хронического воспаления и т.д.) [34, 40, 41]. Таким образом, любой план оперативного лечения контрактуры локтевого сустава, в том числе обусловленной оссификацией, должен касаться всех присутствующих патологических структур и/или других факторов, способствующих потере подвижности вследствие рецидива заболевания или развития осложнений [24, 42–44].

Значение предоперационного планирования в улучшении тактики оперативного вмешательства и результатов лечения

Развитие остеофитов и обызвествления мягких тканей как факторы развития контрактур нередко ставят перед клиницистами сложные вопросы в плане диагностики, лечения, клинико-социальной реабилитации и дальнейшего прогноза течения заболевания [9, 23]. Наибольший интерес в этом отношении также представляет именно локтевой сустав, наиболее склонный к развитию подобных патологических состояний [6, 22]. Точное определение положения и размеров патологических костных структур в предоперационном периоде должно способствовать более рациональному планированию и, как следствие, выполнению оперативного вмешательства с минимальной хирургической агрессией, что в дальнейшем может способствовать достижению лучших результатов лечения [8, 45, 46]. В то же время большинство авторов в качестве основного инструментального обследования, которое используют как основу предоперационного планирования, считает достаточным выполнение стандартного рентгенологического исследования в нескольких проекциях. Тем не менее, зачастую, при двухмерном изображении определить точные размеры и расположение оссификатов не представляется возможным. При этом роль других высокотехнологичных инструментальных методов ограничивается простыми упоминаниями о том, что компьютерная томография (КТ) может помочь «визуализировать структуры сустава гораздо лучше», а магнитно-резонансная томография (МРТ) «редко требуется при обследовании тугоподвижности локтевого сустава» [34]. Буквально в единичных работах зарубежных авторов (J.J. Mellema et al.), посвященных хирургическому лечению контрактуры локтевого сустава, нам удалось найти отдельные упоминания о возможном использовании современных методов трехмерных реконструкций на основе КТ-изображений для более полной оценки состояния различных суставных и околосуставных структур [25]. Объективных результатов оперативного лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава в связи с улучшением тактики обследования при использовании современных компьютерных технологий в доступной литературе найти не удалось. В русскоязычной литературе большинство работ по данной тематике носит теоретический и/или дискуссионный характер [47–50]. Отдельные работы о применении аддитивных технологий в травматологии и ортопедии в основном затрагивают аспекты, касающиеся эндопротезирования [51, 52] или реабилитации пациентов [53]. В то же время большинство литературных данных свидетельствует о том, что не существует универсальной хирургической техники лечения контрактур локтевого сустава, в том числе обусловленных оссификацией [37, 43, 46, 54–56]. Учитывая склонность данного сустава к гиперпродукции и гетеротопии костной ткани, большинство авторов сходится во мнении, что все оперативные вмешательства необходимо проводить с минимальной хирургической агрессией [13, 24, 34]. Совершенно очевидно, что обычное рентгенологическое исследование и даже МСКТ пораженного сустава, рекомендованные в качестве стандартов предоперационного обследования пациентов, не дают полной картины распространенности и выраженности оссификации и других патологических состояний [7, 8, 25, 26, 45]. В связи с этим хирург во время выполнения операции вынужден принимать большинство решений непосредственно в операционной. Это значительно увеличивает время вмешательства, а также много-

численные риски (в том числе и способствующие развитию рецидива контрактуры), и явно противоречит концепции минимальной хирургической агрессии вмешательства, декларированной во многих работах по лечению контрактур локтевого сустава [7, 8, 20, 28, 34, 44, 45, 57, 58].

Анализ данных литературы, посвященной хирургическому лечению пациентов с контрактурами локтевого сустава, свидетельствует, что различные виды оссификаций, являющихся следствием заболеваний и травм, а также хирургических вмешательств, могут приводить к значительному нарушению функции локтевого сустава — контрактуре. В настоящее время хирургическое лечение пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией, до некоторой степени напоминает порочный круг. Сами по себе оперативные вмешательства (а, особенно, повторные) по удалению оссификатов (артроскопия, моделирующая резекция костных структур, иссечение очагов НО) являются в то же время одним из факторов, провоцирующих развитие оссификации. Высокая склонность локтевого сустава к развитию тугоподвижности обусловлена особенностями его анатомического строения. Наличие трех отдельных суставов в пределах одной капсулы, большое количество околоуставных нервных стволов, обилие уязвимых мягких тканей, необходимых для обеспечения стабильности сустава, и близость плечевой мышцы к передней капсуле предрасполагает сустав к развитию контрактуры даже при незначительном уровне альтерации.

Среди арсенала методов лечения контрактур локтевого сустава далеко не все могут быть использованы у пациентов с различными видами оссификаций. В то же время, по мнению ряда исследователей, в настоящий момент не имеется достаточного количества клинических данных, чтобы можно было рекомендовать какой-либо универсальный способ лечения контрактур, обусловленных оссификацией, даже из относительно небольшого арсенала хирургических методов. При выполнении оперативного вмешательства в относительно поздние сроки (более 3 мес. после развития контрактуры) даже интраоперационно не удастся добиться достаточного объема движений (около 4 %), а у части пациентов (около 30 %) объем движений в локтевом суставе после оперативного вмешательства даже снижается. У пациентов с контрактурами, обусловленными оссификацией, после выполнения оперативного лечения, примерно в 17 % случаев отмечается рецидив заболевания. Большинство работ акцентирует внимание на факте отсутствия единого протокола хирургического или комбинированного лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава, в связи с чем, сопоставление результатов отдельных исследований является трудновыполнимой задачей. В работах, посвященных данной тематике, авторы не уделяют должного внимания проблеме предоперационного планирования и обследования пациентов с использованием новых методов визуализации. Рекомендации по данному вопросу обычно ограничиваются выполнением рентгенограмм (в стандартных проекциях) или МСКТ-исследований. Единичные работы содержат упоминания о возможности использования трехмерных реконструкций на основе КТ-изображений для более детальной оценки состояния различных суставных и околоуставных структур.

Аналитический обзор данных литературы по проблеме хирургического лечения пациентов с контрактурами локтевого сустава позволяет сделать наиболее общие выводы о том, что:

- основным методом лечения контрактур локтевого сустава, обусловленных, в том числе, и оссификацией, является оперативное вмешательство, которое может быть выполнено с использованием артроскопической техники или открытого доступа;
- каждая из хирургических методик имеет свои преимущества и недостатки, поэтому в каждом конкретном случае вопрос о выборе тактики лечения должен решаться индивидуально;
- среднесрочные и отдаленные результаты свидетельствуют, что около половины пациентов отмечают значительное уменьшение диапазона движений в оперированном суставе ниже приемлемых значений;
- в силу особенностей анатомии и физиологии локтевого сустава значительное количество пациентов, оперированных по поводу контрактур, обусловленных оссификацией, могут нуждаться в повторных хирургических вмешательствах, однако ранние повторные и, особенно, отсроченные (позднее 3 мес.) оперативные вмешательства сами по себе рассматривают в качестве факторов риска развития рецидивов контрактуры локтевого сустава;
- оперативные вмешательства по поводу контрактуры локтевого сустава (особенно при наличии оссификации) должны быть выполнены с минимальной хирургической агрессией, так как само оперативное вмешательство в этом случае является фактором риска рецидивирования заболевания, так же как и увеличение времени иммобилизации (после травмы или операции);
- большинство авторов уделяет мало внимания проблеме предоперационного обследования пациентов, но, по данным ряда работ, применение аддитивных технологий в процессе обследования пациентов с контрактурами локтевого сустава, в том числе обусловленными оссификацией, способны

дать наиболее полную информацию о состоянии костных и других суставных и параартикулярных структур, на основе которой можно провести более детальное предоперационное планирование и выполнить оперативное вмешательство с минимальной хирургической агрессией и наибольшей эффективностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Критический анализ литературы позволяет отметить, что авторы не уделяют должного внимания проблеме предоперационного инструментального обследования пациентов с использованием новых методов визуализации (3D-моделирования). По нашему мнению, вопросы предоперационного обследования и планирования на основании использования аддитивных технологий в оперативном лечении пациентов с контрактурами локтевого сустава, обусловленными оссификацией, должны играть более значимую роль, чем та, которая была выявлена на основании анализа данных литературы.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Капанджи А.И. *Физиология суставов*. 6-е изд. М.: Эксмо; 2009:368.
- An K, Zobitz ME, Morrey BF. Biomechanics of the elbow. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. (eds.) *The elbow and its disorders*. Philadelphia, PA: WB Saunders Publ.; 1993:39-66.
- Ратьев А.П., Скороглядов А.В., Коробушкин Г.В. и др. Отдаленные результаты лечения пациентов с переломо-вывихами костей предплечья. *Вестник РГМУ*. 2013;(3):26-30.
- Горшунев Д.Е., Королёв С.В. *Способ профилактики осложнений после операций на локтевом суставе*. Патент РФ на изобретение № 2288664. 10.12.2006. Бюлл. № 34. Доступно по: https://www.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet. Ссылка активна на 16.01.2024.
- Jupiter JB. The management of nonunion and malunion of the distal humerus – a 30-year experience. *J Orthop Trauma*. 2008;22(10):742-750. doi: 10.1097/BOT.0b013e318188d634
- Солдатов Ю.П., Макушин В.Д., Чепелева М.В. Профилактика послеоперационной оссификации тканей локтевого сустава. *Гений ортопедии*. 2005;(3):11-14.
- Каралин А.Н., Овечкин Л.А., Лаврентьев А.В. и др. Посттравматические гетеротипические оссификации локтевого сустава. *Казанский медицинский журнал*. 2017;98(3):348-354. doi: 10.17750/КМЖ2017-348
- Амбросенков А.В. *Артропластика локтевого сустава (резекционная и эндопротезирование различными конструкциями) при его повреждениях и заболеваниях: дис. ... канд. мед. наук*. СПб.; 2008:173. Доступно по: <https://medical-diss.com/docreader/246275/d#?page=1>. Ссылка активна на 16.01.2024.
- Жабин Г.И., Амбросенков А.В. *Гетеротипические оссификации локтевого сустава*. СПб.; 2012.
- Figgie HE 3rd, Inglis AE, Mow C. A critical analysis of alignment factors affecting functional outcome in total elbow arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1986;1(3):169-173. doi: 10.1016/s0883-5403(86)80027-4
- Lindenhovius AL, Doornberg JN, Brouwer KM, et al. A prospective randomized controlled trial of dynamic versus static progressive elbow splinting for posttraumatic elbow stiffness. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94(8):694-700. doi: 10.2106/JBJS.J.01761
- Krishnan SG, Harkins DC, Pennington SD, et al. Arthroscopic ulnohumeral arthroplasty for degenerative arthritis of the elbow in patients under fifty years of age. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16(4):443-448. doi: 10.1016/j.jse.2006.09.001
- Kodde IF, van Rijn J, van den Bekerom MP, Eygendaal D. Surgical treatment of post-traumatic elbow stiffness: a systematic review. *J Shoulder Elbow Surg*. 2013;22(4):574-580. doi: 10.1016/j.jse.2012.11.010
- Collinge CA, Hymes R, Archdeacon M, et al. Unstable Proximal Femur Fractures Treated With Proximal Femoral Locking Plates: A Retrospective, Multicenter Study of 111 Cases. *J Orthop Trauma*. 2016;30(9):489-495. doi: 10.1097/BOT.0000000000000602
- Роскидайло А.А. *Функциональный статус и качество жизни больных ревматоидным артритом после хирургического лечения локтевого сустава: автореф. дис. ... канд. мед. наук*. М.; 2013:28. Доступно по: <https://www.disscat.com/content/funksionalnyi-status-i-kachestvo-zhizni-bolnykh-revmatoidnym-artritom-posle-khirurgicheskog/read>. Ссылка активна на 16.01.2024.
- Салихов М.Р., Кузнецов И.А., Шулепов Д.А. и др. Перспективы артроскопической хирургии при лечении заболеваний локтевого сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2016;(4):66-73.
- Ring D, Adey L, Zurakowski D, Jupiter JB. Elbow capsulectomy for posttraumatic elbow stiffness. *J Hand Surg Am*. 2006;31(8):1264-1271. doi: 10.1016/j.jhsa.2006.06.009
- Larson AN, Morrey BF. Interposition arthroplasty with an Achilles tendon allograft as a salvage procedure for the elbow. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(12):2714-2723. doi: 10.2106/JBJS.G.00768
- Калантырская В.А., Ключевский В.В., Перова В.А., Пискун М.С. Предупреждение контрактур при лечении повреждений локтевого сустава. *Клинические аспекты травматологии и ортопедии*. 2015;(2):44-58.
- Богданов А.В. Особенности рентгенодиагностики и классификации повреждений головки мыщелка плечевой кости. *Травматология и ортопедия России*. 2006;2(40):46-48.
- Saati AZ, McKee MD. Fracture-dislocation of the elbow: diagnosis, treatment, and prognosis. *Hand Clin*. 2004;20(4):405-414. doi: 10.1016/j.hcl.2004.06.005
- Baldwin K, Hosalkar HS, Donegan DJ, et al. Surgical resection of heterotopic bone about the elbow: an institutional experience with traumatic and neurologic etiologies. *J Hand Surg Am*. 2011;36(5):798-803. doi: 10.1016/j.jhsa.2011.01.015
- Cohen MS. Heterotopic Ossification of the Elbow. In Jupiter JB. (ed.) *The Stiff Elbow*. Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2006:31-40.
- Haglin JM, Kugelman DN, Christiano A, et al. Open surgical elbow contracture release after trauma: results and recommendations. *J Shoulder Elbow Surg*. 2018;27(3):418-426. doi: 10.1016/j.jse.2017.10.023

25. Mellema JJ, Lindenhovius AL, Jupiter JB. The posttraumatic stiff elbow: an update. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2016;9(2):190-198. doi: 10.1007/s12178-016-9336-9
26. Qian Y, Yu S, Shi Y, et al. Risk Factors for the Occurrence and Progression of Posttraumatic Elbow Stiffness: A Case-Control Study of 688 Cases. *Front Med (Lausanne).* 2020;7:604056. doi: 10.3389/fmed.2020.604056
27. Spittler CA, Doty DH, Johnson MD, et al. Manipulation Under Anesthesia as a Treatment of Posttraumatic Elbow Stiffness. *J Orthop Trauma.* 2018;32(8):e304-e308. doi: 10.1097/BOT.0000000000001222
28. Araghi A, Celli A, Adams R, Morrey B. The outcome of examination (manipulation) under anesthesia on the stiff elbow after surgical contracture release. *J Shoulder Elbow Surg.* 2010;19(2):202-208. doi: 10.1016/j.jse.2009.07.060
29. King GJ, Faber KJ. Posttraumatic elbow stiffness. *Orthop Clin North Am.* 2000;31(1):129-43. doi: 10.1016/s0030-5898(05)70133-4
30. Charalambous CP, Morrey BF. Posttraumatic elbow stiffness. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(15):1428-1437. doi: 10.2106/JBJS.K.00711
31. Lindenhovius AL, Jupiter JB. The posttraumatic stiff elbow: a review of the literature. *J Hand Surg Am.* 2007;32(10):1605-1623. doi: 10.1016/j.jhsa.2007.09.015
32. Issa K, Banerjee S, Kester MA, et al. The effect of timing of manipulation under anesthesia to improve range of motion and functional outcomes following total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96(16):1349-1357. doi: 10.2106/JBJS.M.00899
33. Cheung EV, Sarkissian EJ. Complications of Elbow Trauma. *Hand Clin.* 2015;31(4):683-691. doi: 10.1016/j.hcl.2015.06.012
34. Mittal R. Posttraumatic stiff elbow. *Indian J Orthop.* 2017;51(1):4-13. doi: 10.4103/0019-5413.197514
35. Evans PJ, Nandi S, Maschke S, et al. Prevention and treatment of elbow stiffness. *J Hand Surg Am.* 2009;34(4):769-778. doi: 10.1016/j.jhsa.2009.02.020
36. Bauer AS, Lawson BK, Bliss RL, Dyer GS. Risk factors for posttraumatic heterotopic ossification of the elbow: case-control study. *J Hand Surg Am.* 2012;37(7):1422-1429.e1-6. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.03.013
37. Lindenhovius AL, Linzel DS, Doornberg JN, et al. Comparison of elbow contracture release in elbows with and without heterotopic ossification restricting motion. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(5):621-625. doi: 10.1016/j.jse.2007.01.005
38. Everding NG, Maschke SD, Hoyer HA, Evans PJ. Prevention and treatment of elbow stiffness: a 5-year update. *J Hand Surg Am.* 2013;38(12):2496-2507; quiz 2507. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.06.007
39. Müller AM, Sadoghi P, Lucas R, et al. Effectiveness of bracing in the treatment of nonosseous restriction of elbow mobility: a systematic review and meta-analysis of 13 studies. *J Shoulder Elbow Surg.* 2013;22(8):1146-1152. doi: 10.1016/j.jse.2013.04.003
40. Hildebrand KA. Posttraumatic elbow joint contractures: defining pathologic capsular mechanisms and potential future treatment paradigms. *J Hand Surg Am.* 2013;38(11):2227-2233. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.07.031
41. Mattyasovszky SG, Hofmann A, Brochhausen C, et al. The effect of the pro-inflammatory cytokine tumor necrosis factor- α on human joint capsule myofibroblasts. *Arthritis Res Ther.* 2010;12(1):R4. doi: 10.1186/ar2902
42. Hausman MR, Lang P. Examination of the elbow: current concepts. *J Hand Surg Am.* 2014;39(12):2534-2541. doi: 10.1016/j.jhsa.2014.04.028
43. O'Driscoll SW. Clinical assessment and open and arthroscopic surgical treatment of the stiff elbow. In Jupiter JB. (ed.) *The Stiff Elbow.* Rosemont: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2006:9-19.
44. Gelinas JJ, Faber KJ, Patterson SD, King GJ. The effectiveness of turnbuckle splinting for elbow contractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(1):74-8. doi: 10.1302/0301-620x.82b1.9792
45. Слободской А.Б., Прохоренко В.М., Бадак И.С. и др. Ближайшие и среднесрочные результаты артропластики суставов верхней конечности. *Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье.* 2012;(3-4):67-74.
46. Lindenhovius AL, Doornberg JN, Ring D, Jupiter JB. Health status after open elbow contracture release. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(12):2187-2195. doi: 10.2106/JBJS.H.01594
47. Алехнович А.В., Фокин Ю.Н., Есипов А.А. Состояние и перспективы развития аддитивных технологий в военных лечебно-профилактических учреждениях. *Госпитальная медицина: наука и практика.* 2019;1(2):62-64.
48. Внук В.В., Ипполитов Е.В., Новиков М.М., Чербыло С.А. Применение систем автоматизированного проектирования и аддитивных технологий в восстановительной хирургии. *Труды Международной конференции по компьютерной графике и зрению «ГрафиКон».* 2019;(29):176-180. Доступно по: <https://www.graphicon.ru/conference/2019/proceedings>. Ссылка активна на 16.01.2024.
49. Малаев И.А., Пивовар М.Л. Аддитивные технологии: применение в медицине и фармации. *Вестник фармации.* 2019;(2):98-107.
50. Приходько А.А., Виноградов К.А., Вахрушев С.Г. Меры по развитию медицинских аддитивных технологий в Российской Федерации. *Медицинские технологии. Оценка и выбор.* 2019;(2):10-15. doi: 10.31556/2219-0678.2019.36.2.010-015
51. Нестеренко Т.С. Полимеры и 3D-печать в ортопедии. *Интеллектуальный и научный потенциал XXI века. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 22 мая 2017, Волгоград.* (Ч. 4). Уфа: МЦИИ ОМЕГА САЙНС; 2017:111-116. Доступно по: <https://os-russia.com/SBORNIKI/KON-168-4.pdf>. Ссылка активна на 16.01.2024.
52. Ширшин А.В., Кушнарев С.В., Макаров Д.А. Опыт применения аддитивных технологий в военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. *Состояние и перспективы развития современной науки по направлению. Сборник статей II Всероссийской научно-технической конференции.* Анапа; 2020:66-71. Доступно по: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_43862301_98225381.pdf. Ссылка активна на 16.01.2024.
53. Ханов А.М., Кобитянский А.Е., Белокрылов Н.М. и др. Синтез и проектирование устройства для реабилитации локтевого сустава. *Вестник ПНИПУ.* 2013;(2):98-104.
54. Charalambous CP, Morrey BF. Posttraumatic elbow stiffness. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(15):1428-1437. doi: 10.2106/JBJS.K.00711
55. Morrey BF, An K. Functional evaluation of the elbow. In: Morrey BF, Sanchez-Sotelo J. (eds.) *The elbow and its disorders.* Philadelphia, PA: Saunders/Elsevier Publ.; 2009:80-91.

56. Duke JB, Tessler RH, Dell PC. Manipulation of the stiff elbow with patient under anesthesia. *J Hand Surg Am.* 1991;16(1):19-24. doi: 10.1016/s0363-5023(10)80005-x
57. Sun C, Zhou X, Yao C, et al. The timing of open surgical release of post-traumatic elbow stiffness: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2017;96(49):e9121. doi: 10.1097/MD.00000000000009121
58. Morrey BF. The posttraumatic stiff elbow. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(431):26-35.

Статья поступила 04.09.2023; одобрена после рецензирования 19.12.2023; принята к публикации 21.02.2024.

The article was submitted 04.09.2023; approved after reviewing 19.12.2023; accepted for publication 21.02.2024.

Информация об авторах:

Ирина Сергеевна Петленко — аспирант, врач травматолог-ортопед, Petlenko1995@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3600-3583>;

Игорь Иванович Шубняков — доктор медицинских наук, врач травматолог-ортопед, заместитель директора, профессор кафедры, shubnyakov@mail.ru;

Светлана Юрьевна Федюнина — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, fedyuninasyu@yandex.ru;

Алимурад Газиевич Алиев — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, alievag@yandex.ru;

Станислав Сергеевич Бильк — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, bss0413@gmail.com;

Михаил Владимирович Рябинин — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, заведующий отделением, ryabininmv@mail.ru.

Information about the authors:

Irina S. Petlenko — postgraduate student, traumatologist-orthopedist, Petlenko1995@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3600-3583>;

Igor I. Shubnyakov — Doctor of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, Deputy Director, Professor of the Department, shubnyakov@mail.ru;

Svetlana Yu. Fedyunina — Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, fedyuninasyu@yandex.ru;

Alimurad G. Aliyev — Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, alievag@yandex.ru;

Stanislav S. Bilyk — Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, bss0413@gmail.com;

Mikhail V. Ryabinin — Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist, Head of Department, ryabininmv@mail.ru.