

Остеосинтез переломов ключицы и его осложнения (Часть 2. Обзор зарубежной литературы)

Д. В. Некрасов, В. Е. Воловик

КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» министерства здравоохранения Хабаровского края, Хабаровск, Россия

Резюме: перелом ключицы является одной из самых распространенных травм костей скелета у взрослого активного трудоспособного населения. Таким образом, является социально значимой травмой.

Обзор литературы выполнен на основании анализа зарубежных первоисточников преимущественно с 2013-го по 2024 год, содержащих результаты актуальных исследований в области переломов ключицы. Также изучались и более ранние исследования.

Цель исследования – разработать способ хирургического лечения перелома ключицы, позволяющий минимизировать возможные осложнения, сократить сроки лечения и реабилитации пациентов.

В настоящее время существует множество методов лечения переломов ключицы как консервативных, так и различные варианты хирургических пособий.

Каждый из них обладает как положительными, так и отрицательными качествами, ни один не исключает развития осложнений, в частности – различные формы нарушения сращения ключицы. Осложнения значительно увеличивают сроки лечения пациента, затрудняют его реабилитацию, снижают возможность возвращения к труду и активной жизни.

Ключевые слова: переломы ключицы, остеосинтез ключицы, осложнения, несращение, ложный сустав

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Д. В. Некрасов – ORCID: 0009-0006-3380-6889; e-mail: nekrasov.kna.27@yandex.ru

В. Е. Воловик – ORCID: 0000-0003-0110-1682; e-mail: volovik2013@mail.ru

Для цитирования: Некрасов Д. В., Воловик В. Е. Остеосинтез переломов ключицы и его осложнения (Часть 2. Обзор зарубежной литературы). Здравоохранение Дальнего Востока. 2025, 1: 70–75. DOI: 10.33454/1728-1261-2025-1-70-75

Osteosynthesis of clavicle fractures and its complications (Part 2. Review of foreign literature)

D. V. Nekrasov, V. E. Volovik

Postgraduate Institute for Public Health Workers of the Ministry of Health of the Khabarovsk Krai, Khabarovsk, Russia

Abstract

A clavicle fracture is one of the most common skeletal injuries in active adult working-age population. Thus, it is a socially significant injury.

The literature review is based on the analysis of foreign primary sources, mainly from 2013 to 2024, containing the results of current research in the field of clavicle fractures. Earlier researches were also studied.

The objective of the study is to develop a method for surgical treatment of clavicle fractures that minimizes possible complications, reduces the time of treatment and rehabilitation of patients.

Currently, there are many methods for treating clavicle fractures, both conservative and various options for surgical interventions.

Each of them has both positive and negative qualities, none of them excludes the development of complications, in particular, various forms of impaired fusion of the clavicle. Complications significantly increase the time of treatment of the patient, complicate his rehabilitation, reduce the possibility of returning to work and active life.

Keywords: clavicle fractures, clavicle osteosynthesis, complications, non-union, pseudoarthrosis

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

D. V. Nekrasov – ORCID: 0009-0006-3380-6889; e-mail: nekrasov.kna.27@yandex.ru

V. E. Volovik – ORCID: 0000-0003-0110-1682; e-mail: volovik2013@mail.ru

To cite this article: Nekrasov D.V., Volovik V. E. Osteosynthesis of clavicle fractures and its complications (Part 2. Review of foreign literature). Public Health of the Far East. 2025, 1: 70–75. doi: 10.33454/1728-1261-2025-1-70-75

Введение

Ключица является единственным костным соединением плечевого пояса с туловищем и участвует в выполнении всех движений в плечевом суставе. Таким образом, вращательные движения в акромиально-ключичном и грудино-ключичном суставе выполняются во время всех движений в плечевом суставе. Уникальная анатомическая форма ключицы создает определенные трудности как для консервативного, так и для хирургического лечения.

В период функционирования верхней конечности укорочение ключицы, обусловленное различными травмами, как вывихами, переломами, так и малунию (неправильным сращением) или псевдоартрозом, способствует снижению силы и функции, поскольку биомеханически она действует как рычаг, и чем больше укорочение, тем создаваемая сила будет меньше.

В данном исследовании более пристальное внимание будет уделено переломам ключицы.

Переломы ключицы являются одной из наиболее часто встречающихся травм костей скелета у взрослого населения – от 2,6 до 10 % [1–8], по количественному признаку следуют после переломов дистального отдела лучевой кости (17 % всех переломов). В целом эти повреждения составляют 34–35 % от травм плечевого пояса [2, 9, 10]. При этом чаще встречаются переломы в средней трети – 75–80 %. За ними следуют переломы латеральной трети (15–35 %) и переломы медиальной трети (2–6 %) [1, 8, 11–14].

Существуют сторонники как консервативного [15], так и хирургического метода лечения перелома ключицы [2]. Указанные методы достаточно разнообразны, но ни один из них не лишен возможных осложнений. Если у консервативных методов это преимущественно псевдоартроз или малунию [2, 16], приводящие впоследствии к необходимости хирургического лечения, то у хирургических методов в большинстве случаев осложнениями являются: инфекционные, технические – несостоятельность остеосинтеза, миграция имплантата, а также псевдоартрозы, что требует повторных, нередко не единичных хирургических вмешательств [3].

В последнее время концепция лечения переломов ключицы в большинстве своем склоняется в пользу раннего оперативного лечения с использованием стабильно-функционального внутреннего остеосинтеза, что позволяет минимизировать осложнения, способствует быстрому восстановлению функции конечности, возвращению к труду и обычной жизни [3].

Материал и методы

Обзор литературы выполнен по данным более 100 зарубежных источников с 2013-го по 2024 год, содержащих результаты исследований в области остеосинтеза переломов ключицы и его осложнений.

Работа выполнена на кафедре травматологии и ортопедии КГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации специалистов здравоохранения» с использованием доступных полнотекстовых ресурсов, включающих: материалы докторских и кандидатских диссертаций, монографии, патенты, статьи из медицинских научно-практических журналов, статьи из сборников материалов медицинских научно-практических конференций, и включала выборку большинства доступных источников, связанных с травмами ключицы, методами их консервативного и оперативного лечения, осложнениями при консервативном и оперативном вариантах лечения, способами их профилактики и лечения.

Цель исследования

Разработать способ хирургического лечения перелома ключицы, позволяющий минимизировать возможные осложнения, сократить сроки лечения и реабилитации.

Результаты и обсуждение

Частота встречаемости переломов ключицы у взрослого трудоспособного населения составляет 2,6–10 % [1–7, 16], при этом 34–35 % травм плечевого пояса в большинстве случаев происходят у молодых и активных людей среднего возраста. Средний возраст пациентов с переломом ключицы составляет 33 года. Что касается соотношения мужчин и женщин, то 70 % переломов ключицы возникают у мужчин. Это связано с тем, что большая часть переломов этого типа возникает во время занятий различными видами спорта или высокозергетической деятельностью [2, 16]. Механизмами травмы являются в большинстве случаев: простое падение на плечо – 30 %, дорожно-транспортное происшествие – 25 %, спортивные травмы – 25–30 % и другие – 20 %. Интересно, что непрямая травма, такая как падение на вытянутую руку, встречается чаще, чем травма от прямого удара. Более 80 % переломов являются результатом обычных падений. У мужчин частота переломов достигает максимума в течение первого и второго десятилетий жизни, в то время как это распределение почти уравнивается для обоих полов в течение жизни [1, 2].

Переломы ключицы у спортсменов увеличиваются в связи с ростом числа лиц, занимающихся спортом. Спортсмены с такими переломами занимают третье место по

продолжительности возвращения в спорт в сравнении с пациентами с переломами дистального отдела лучевой кости и диафиза большеберцовой кости. Около 20 % из них в последующем не могут вернуться к занятиям спортом [2, 16]. Нередко переломы ключицы встречаются в сочетании с повреждением другой области скелета, чаще это переломы ребер [17, 18], лопатки [19] или при другой сочетанной травме [20].

Переломы ключицы имеют достаточно разнообразное соотношение по зоне перелома: на медиальную часть приходится от 2–3 до 15 %, на среднюю треть 75–80 % и на латеральную часть от 5–6 до 20 % [1, 21–24].

Встречаются сочетания перелома ключицы с вывихами в грудино-ключичном [12] или ключично-акромиальном суставах [25]. Также описан биполярный (панклавикулярный) вывих ключицы (вывих в ключично-ключовидном и ключично-акромиальном суставах с сохранением костной целостности тела ключицы), иногда именуемый как «плавающая ключица» [26]. Также описаны случаи такого осложнения перелома ключицы, как тромбоз глубоких вен конечностей, вызванный смещением переломом ключицы [27], что требует экстренного хирургического вмешательства.

Известно, что существуют как консервативные, так и хирургические методы лечения ключицы, при этом анализ результатов крупных исследований приводит весьма противоречивые примеры качества и сроков сращения кости и возвращения пациентов к обычной жизни. Однако при любом методе лечения при правильно выбранной его тактике функциональный результат через 6 [28] – 12 [29] месяцев фактически неотличим.

В зарубежной литературе широко распространены аналитические исследования как консервативных методов лечения переломов ключицы [28, 30, 31], так и различных видов хирургических техник, в том числе в сравнении между собой [2, 4, 8, 14, 32, 33–37]. Так, в 5,1–15,1 % случаев консервативного лечения есть шанс получить псевдоартроз [1, 16, 38] или малунию [2, 38, 39]. Также описан случай поздней плексопатии при консервативном лечении перелома ключицы [40]. При хирургических техниках приводится количество осложнений в виде псевдоартроза до 3,5 % [10, 41], инфицирования до 4,4 % [10, 36, 41].

Помимо технических и клинических особенностей хирургических техник, отдельное внимание уделено экономической составляющей различных вариантов лечения [3, 10, 41]. Безусловно, современный ритм жизни больше склоняет врачей к использованию различных

хирургических техник. Разработаны алгоритмы выбора вида лечения и хирургической техники лечения пациентов [2, 28]. Но даже при существовании рекомендаций и алгоритмов подход к каждому пациенту должен быть индивидуальным. Существующие алгоритмы необходимы лишь для облегчения совместного принятия решения пациентом и лечащим врачом, чтобы оптимизировать любое лечение с учетом индивидуальных особенностей пациента и хирурга [28].

Считается, что абсолютным показанием выбора хирургического метода лечения является мультифрагментарный перелом и укорочение ключицы более чем на 2 см. У молодых пациентов не следует допускать укорочения более чем на 10 мм [1, 42].

Стратегическая цель лечения перелома ключицы состоит в том, чтобы избежать развития его несращения, поскольку это может привести к нестабильности и боли и потребовать дальнейших хирургических вмешательств. Лечить острый перелом гораздо проще, чем псевдоартроз или неправильно сросшийся перелом. Современная литература свидетельствует о том, что первичная хирургическая фиксация обеспечивает более быстрое функциональное восстановление и сводит к минимуму раннюю остаточную нетрудоспособность, особенно у пациентов со смещенными переломами. Кроме того, оперативное лечение значительно снижает распространенность симптоматического несращения. Однако некачественно подобранный материал для остеосинтеза часто приводит к повреждению мягких тканей имплантатами, что зачастую вызывает необходимость преждевременного удаления имплантатов в связи с осложнениями [1].

Тенденция к увеличению хирургической активности при переломах ключицы способствует стремлению к изучению новых хирургических доступов [43], модификаций анестезиологического пособия [44], новых малоинвазивных методов хирургического лечения [36, 39, 45, 46], а также исследований новых методов остеосинтеза [47], особенно учитывая специфичность и разнообразность анатомии ключицы в зависимости от ее топографии и формы, играющих важную роль в открытом лечении переломов ключицы. Сложный и изменчивый рельеф создает проблемы при установке имплантатов, при их конкурировании и расположении, что говорит об отсутствии универсальных имплантатов и требует продолжения изучения вопроса [48].

На сегодня хирургические техники можно разделить на две большие группы: интрамедуллярные, такие как интрамедуллярные тита-

новые эластичные гвозди, штифты Rockwood, проволока Kirschner, гвозди Rush и гвозди Küntscher [2, 6, 8, 34, 39]; и накостный остеосинтез, представленный различными вариантами пластин [7, 9, 34, 43, 49, 50]. Сочетание остеосинтеза с различными серкляжными техниками актуально при оскольчатых переломах ключицы [14, 51] или переломах дистального отдела ключицы с повреждением ключично-ключовидной связки [34, 52, 53].

Безусловно, при хирургическом лечении переломов ключицы, помимо таких осложнений, как инфицирование [10, 36, 44], встречаются и миграции имплантата [54], особенно это актуально при интрамедуллярном остеосинтезе спицей Киршнера. Примерно в 3,5–5 % случаев хирургического лечения переломов ключицы происходит отказ (излом) имплантата [21], также встречается миграция винтов [3] или раздражение имплантата, что составляет от 5,4 до 21,8 % причин преждевременного удаления накостных имплантатов [3], а это требует незапланированных повторных хирургических вмешательств [55].

Осложнениями использования пластин можно считать субакромиальный остеолиз, повреждение вращательной манжеты плеча, импинджмент, боль в плечевом суставе, основным проявлением которой является боль при абдукции плеча с легким ограничением движений плеча. Данное осложнение достаточно редкое и возникает при использовании крючковидных пластин при лечении перелома дистального отдела ключицы, особенно если не учитывается угол наклона ключично-

акромиального сустава [24, 32, 56]. Также на кадаверном исследовании была изучена возможность повреждения подключичного сосудисто-нервного пучка при установке винтов, фиксирующих пластину, что оказалось почти невозможным при соблюдении техники оперативного вмешательства [57].

Анализ изученной литературы не позволяет однозначно интерпретировать очевидно противоречивые данные, делать окончательные выводы и заключения. Неоднородность методов лечения, как консервативных так и хирургических, означает, что необходимо подходить более детально к каждому пациенту с выбором метода лечения, способа фиксации отломков поврежденной ключицы, учитывая индивидуальные особенности и требования пациента.

Заключение

Таким образом, пациенты с переломами ключицы – это молодые активные социально значимые люди, в лечении которых одним из наиболее важных факторов является минимизация сроков лечения, восстановления и возвращения к активной жизни.

Несмотря на широкий выбор вариантов хирургических техник, каждая из них имеет свои особенности, это подтверждает факт, что нет универсального метода лечения переломов ключицы.

Каждый пациент требует индивидуального подхода как к выбору между хирургическим и консервативным лечением, так и к выбору способа остеосинтеза, вида имплантата при предпочтении хирургического лечения.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Evidence on treatment of clavicle fractures / C. von Rüden et al. DOI 10.1016/j.injury.2023.05.049 // Injury. 2023. Vol. 54, suppl. 5. Art. 110818 (P. 1–7).
2. An institutional standardised protocol for the treatment of acute displaced midshaft clavicle fractures (ADMCFs): conservative or surgical management for active patients? / C. Biz et al. DOI 10.3390/healthcare11131883 // Healthcare (Basel). 2023. Vol. 11, No. 13. Art. 1883 (P. 1–18).
3. Gan J. T., Chandrasekaran S. K., Tuan Juson T. B. Clinical outcome and operative cost comparison: locked compression plate versus reconstruction plate in midshaft clavicle fractures // Acta orthopaedica et traumatologica Turcica. 2020. Vol. 54, No. 5. P. 483–487. DOI 10.5152/j.aott.2020.19219
4. Comparative analysis of locking plates versus hook plates in the treatment of Neer type II distal clavicle fractures / H. K. Wang et al. DOI 10.1177/0300060520918060 // J. of intern. med. research. 2020. Vol. 48, No. 4. Art. 300060520918060 (P. 1–8).
5. Takase K., Yamamoto K. Outcomes and function of conoid ligament on the basis of postoperative radiographic findings of arthroscopic stabilization for the distal clavicle fractures // Orthopaedics and traumatology, surgery and research. 2019. Vol. 105, No. 2. P. 281–286. DOI 10.1016/j.otsr.2018.12.005
6. New interlocking intramedullary nail for treating acute midshaft clavicular fractures in adults: a retrospective study / B. Kibar et al. DOI 10.14744/tjtes.2022.50517 // Ulusal trauma ve acil cerrahi dergisi = Turkish j. of trauma and emergency surgery. 2023. Vol. 29, No. 2. P. 230–235.
7. Precontoured locking compression plate with titanium alloy cable system: in treatment of neer type IIb distal clavicle fracture / Zheng Xie et al. DOI 10.1111/os.12893 // Orthopaedic surgery. 2021. Vol. 13, No. 2. P. 451–457.
8. Bipolar clavicular fractures and treatment options / K. J. de Ruiter et al. DOI 10.1007/s00068-019-01191-5 // Europ. J. of trauma and emergency surgery. 2021. Vol. 47, No. 5. P. 1407–1410.
9. Current concepts in the management of clavicle fractures / R. Moverly et al. DOI 10.1016/j.jcot.2019.07.016 // J. of clinical orthopaedics and trauma. 2020. Vol. 11, suppl. 1. P. s25–s30.
10. Bilateral clavicle fracture: a case report / M. A. Haouzi et al. DOI 10.1016/j.tcr.2023.100861 // Trauma case reports. 2023. Vol. 46. Art. 100861.
11. A novel and open classification emphasizing on osteoligamentous complex for distal clavicle fractures / Z. Han et al. DOI 10.1111/os.13633 // Orthopaedic surgery. 2023. Vol. 15, No. 8. P. 2025–2032.

12. A novel sternoclavicular hook plate for treatment of proximal clavicle fracture with dislocation of sternoclavicular joint / Y. Zhang et al. DOI 10.1186/s12893-022-01703-y // BMC. Surgery. 2022. Vol. 22, No. 1. Art. 250 (P. 1–8).
13. Asadollahi S., Bucknill A. J. Acute medial clavicle fracture in adults: a systematic review of demographics, clinical features and treatment outcomes in 220 patients // J. of orthopaedic and traumatology. 2019. Vol. 20, No. 1. Art. 24 (P. 1–7). DOI 10.1186/s10195-019-0533-3.
14. Clinical outcomes of doubled-suture Nice knot augmented plate fixation in the treatment of comminuted midshaft clavicle fracture / G. Wu et al. DOI 10.1186/s12893-021-01274-4 // BMC. Surgery. 2021. Vol. 21, No. 1. Art. 270 (P. 1–7).
15. Wladmann S., Benninger E., Meier C. Nonoperative treatment of midshaft clavicle fractures in adults // The open orthopaedic J. 2018. Vol. 12. P. 1–6. DOI 10.2174/1874325001812010001.
16. Pantaleón-Fierros, E. Correlation between clavicle shortening with the function of thoracic extremity in patients operated by clavicle fractures // Acta ortopédica mexicana. 2019. Vol. 33, No. 6. P. 382–385.
17. The significance of a concomitant clavicle fracture in flail chest patients: incidence, concomitant injuries, and outcome of 12,348 polytraumata from the Trauma Register DGU / M. Sinan Bakir et al. DOI 10.1007/s00068-021-01819-5 // Europ. J. of trauma and emergency surgery. 2022. Vol. 48, No. 5. P. 3623–3634.
18. In patients with combined clavicle and multiple rib fractures, does fracture fixation of the clavicle improve clinical outcomes? A multicenter prospective cohort study of 232 patients / R. J. Hoepelman et al. DOI 10.1097/TA.0000000000004001 // The J. of trauma and acute care surgery. 2023. Vol. 95, No. 2. P. 249–255.
19. Is fixation of both clavicle and scapula better than clavicle alone in surgical treatment of floating shoulder injury? A retrospective study / Y. Shao et al. DOI 10.1186/s12891-023-06583-8 // BMC. Musculoskeletal disorders. 2023. Vol. 24, No. 1. Art. 605 (P. 1–8).
20. Predictors of clavicle fixation in multiply injured patients / A. Tinney et al. DOI 10.1016/j.jor.2020.02.001 // J. of orthopaedics. 2020. Vol. 21. P. 35–39.
21. Canceling notch improves the mechanical safety of clavicle locking plate: a 3D finite element study / Z. Han et al. DOI 10.1111/os.13558 // Orthopaedic surgery. 2023. Vol. 15, No. 8. P. 2152–2156.
22. Balser plate stabilization for traumatic sternoclavicular instabilities or medial clavicle fractures: a case series and literature review / W. L. Feng et al. DOI 10.1111/os.12726 // Orthopaedic surgery. 2020. Vol. 12, No. 6. P. 1627–1634.
23. Medial injuries of the clavicle: more prevalent than expected? A big data analysis of incidence, age, and gender distribution based on nationwide routine data / M. Sinan Bakir et al. DOI 10.1007/s00068-019-01293-0 // Europ. J. of trauma and emergency surgery. 2021. Vol. 47, No. 4. P. 1175–1182.
24. Mid-term outcome of arthroscopic TightRope fixation of displaced lateral end clavicular fractures: average follow-up of 6.1 years / A. Meena et al. DOI 10.1016/j.cjtee.2022.04.005 // Chinese J. of traumatology. 2023. Vol. 26, No. 2. P. 101–105.
25. Karia M., Al-Hadithy N., Tytherleigh-Strong G. Recurrent acromioclavicular joint dislocation with an associated coracoid fracture following acromioclavicular joint reconstruction // Annals of the Roy. college of surgeons of England. 2020. Vol. 102, No. 6. P. e136–e140. DOI 10.1308/rsann.2020.0051.
26. Zou R., Wu M., Guan J. Clavicle shaft fracture after surgery for bipolar dislocation of the clavicle. // Amer. J. of case rep. 2020. Vol. 21. P. e924889-1–e924889-4. DOI 10.12659/AJCR.924889.
27. Venous thoracic outlet syndrome with an upper extremity deep vein thrombosis caused by a dislocated clavicle fracture: a case report / Y. Miyake et al. DOI 10.12659/AJCR.924889/ AJCR.939250 // Amer. J. of case rep. 2023. Vol. 24. P. e939250-1–e939250-5.
28. Closed midshaft clavicle fractures: an evidence-based triage management algorithm / A. A. Khoriati et al. DOI 10.1302/2633-1462.311.BJO-2022-0083.R1 // Bone and joint open. 2022. Vol. 3, No. 11. P. 850–858.
29. What is the best evidence for management of displaced midshaft clavicle fractures? A systematic review and network meta-analysis of 22 randomized controlled trials / D. E. Axelrod et al. DOI 10.1097/CORR.0000000000000986 // Clinical orthopaedics and related research. 2020. Vol. 478, iss. 2. P. 392–402.
30. What regions of the distal clavicle have the greatest bone mineral density and cortical thickness? A cadaveric study / R. E. Chen et al. DOI 10.1097/CORR.0000000000000951 // Clinical orthopaedics and related research. 2019. Vol. 477, No. 12. P. 2726–2732.
31. Return to full function in patient with nonoperative management of a comminuted, displaced clavicle fracture: a case report / S. A. Naessig et al. DOI 10.52965/001c.38928 // Orthopedic rev. (Pavia). 2022. Vol. 14, No. 4. Art. 38928 (P. 1–5).
32. Kim, K. B., Lee Y. S., Wang S. I. Clinical outcome after clavicular hook plate fixation for displaced medial-end clavicle fractures // Clinics in orthopedic surgery. 2023. Vol. 15, No. 5. P. 843–852. DOI 10.4055/cios23034.
33. Comparison of 2 different fixation implants for operative treatment of mid-shaft clavicle fractures: a retrospective study / X. Zhou et al. DOI 10.12659/MSM.918773 // Med. science monitor. 2019. Vol. 25. P. 9728–9736.
34. Different internal fixation methods for unstable distal clavicle fractures in adults: a systematic review and network meta-analysis / Y. Xu et al. DOI 10.1186/s13018-021-02904-6 // J. of the orthopaedic surgery and research. 2022. Vol. 17, No. 1. Art. 43 (P. 1–17).
35. Five-year follow-up results of a randomized controlled study comparing intramedullary nailing with plate fixation of completely displaced midshaft fractures of the clavicle in adults / H. F. S. Fuglesang et al. DOI 10.2106/JBJS.OA.18.00009 // JBJS open access. 2018. Vol. 3, No. 4. Art. e0009 (P. 1–7).
36. Surgical treatment of clavicle fractures: a descriptive analysis of 88 cases / L. M. Rodrigues et al. DOI 10.1590/1413-785220233103e264456 // Acta ortopédica brasileira. 2023. Vol. 31, No. 3. Art. e264456 (P. 1–3).
37. Vajrangi A., Shetty S. V., Shenoy R. M. A comparative study between plate fixation and intramedullary fixation for displaced mid-shaft clavicle fractures in adults // Malaysian orthopaedic J. 2022. Vol. 16, No. 1. P. 40–45. DOI 10.5704/MOJ.2203.006.
38. Assessing the change in operative treatment rates for acute midshaft clavicle fractures: incorporation of evidence-based surgery results in orthopaedic practice / A. Sepehri et al. DOI 10.2106/JBJS.OA.22.00096 // JBJS open access. 2023. Vol. 8, No. 2. Art. e22.00096 (P. 1–7).
39. Comparison of minimally invasive fixation of mid-shaft clavicular fractures with threaded elastic intramedullary nail (TEIN) and elastic locking intramedullary nail (ELIN) / L. Ren et al. DOI 10.1111/os.13129 // Orthopaedic surgery. 2021. Vol. 13, No. 4. P. 2111–2118.
40. Alzahrani M. M. Late brachial plexopathy after a mid-shaft clavicle fracture: a case report // World J. of orthopedics. 2023. Vol. 14, No. 10. P. 776–783. DOI 10.5312/wjo.v14.i10.776.
41. Surgical treatment, complications, reoperations, and healthcare costs among patients with clavicle fracture in England / S. Wolf et al. DOI 10.1186/s12891-022-05075-5 // BMC. Musculoskeletal disorders. 2022. Vol. 23, No. 1. Art. 135 (P. 1–8).
42. Revisiting the surgical indication of midshaft clavicle fractures: clavicle asymmetry / Y. Ergişi et al. DOI 10.52312/jdrs.2023.937 // Joint diseases and related surgery. 2023. Vol. 34, No. 1. P. 63–68.

43. Comparison of the effectiveness of oblique and transverse incisions in the treatment of fractures of the middle and outer third of the clavicle / Renbin Li et al. DOI 10.1016/j.jse.2019.03.021 // J. of shoulder and elbow surgery. 2019. Vol. 28, No. 7. P. 1308–1315.
44. Combined supraclavicular and superficial cervical plexus block for clavicle surgery / O. Baran et al. DOI 10.4097/kja.d.18.00296 // Korean J. of anesthesiology. 2020. Vol. 73, No. 1. P. 67–70.
45. Surgical treatment of mid-shaft clavicle fractures by minimally invasive internal fixation facilitated by intraoperative external fixation: a preliminary study / J. G. Delvaque et al. DOI 10.1016/j.otsr.2019.01.022 // Orthopaedics and traumatology, surgery and research. 2019. Vol. 105, No. 5. P. 847–852.
46. Bilaterally threaded, minimal invasive, plastic locking intramedullary nailing (ELIN) for the treatment of clavicle fractures / K. Ullah et al. DOI 10.1111/os.12612 // Orthopaedic surgery. 2020. Vol. 12, No. 1. P. 321–332.
47. Functional outcomes, union rate, and complications of the Anser clavicle pin at 1 year: a novel intramedullary device in managing midshaft clavicle fractures / P. Hoogervorst et al. DOI 10.1016/j.jseint.2020.01.002 // JSES intern. 2020. Vol. 4, No. 2. P. 272–279.
48. The variance of clavicular surface morphology is predictable: an analysis of dependent and independent metadata variables / A. D. Fontana et al. DOI 10.1016/j.jseint.2020.05.004 // J. of shoulder elbow surgery intern. 2020. Vol. 4, No. 3. P. 413–421.
49. Displaced medial-end clavicle fractures treated with locking plate osteosynthesis / Z. Liu et al. DOI 10.12659/MSM.916922 // Med. science monitor. 2019. Vol. 25. P. 7591–7596.
50. Screw-plate fixation for displaced middle-third clavicular fractures with three or more fragments: a report of 172 cases / D. Saragaglia et al. DOI 10.1016/j.otsr.2019.05.013 // Orthopaedics and traumatology, surgery and research. 2019. Vol. 105, No. 8. P. 1571–1574.
51. The comparison of Nice knots and traditional methods as an auxiliary reduction-fixation technique in pre-contoured locking plate fixation for comminuted Robinson type 2B clavicle fracture: a retrospective study / S. Hong et al. DOI 10.1097/MD.00000000000026282 // Medicine (Baltimore). 2021. Vol. 100, No. 23. Art. e26282 (P. 1–9).
52. Takase K., Yamamoto K. Outcomes and function of conoid ligament on the basis of postoperative radiographic findings of arthroscopic stabilization for the distal clavicle fractures // Orthopaedics and traumatology, surgery and research. 2019. Vol. 105, No. 2. P. 281–286. DOI 10.1016/j.otsr.2018.12.005
53. Treatment of distal clavicle fracture of Neer type II with locking plate in combination with titanium cable under the guide / J. Wang et al. DOI 10.1038/s41598-021-84601-2 // Scientific rep. 2021. Vol. 11, iss. 1. Art. 4949 (P. 1–8).
54. Combined intrapulmonary/intramediastinal K-wire position after K-wire osteosynthesis of the clavicle: a case report / Y. Youssef et al. DOI 10.1007/s00113-022-01217-5 // Unfallchirurgie (Heidelberg, Germany). 2023. Vol. 126, No. 7. P. 581–585.
55. Claessen, F. M. A. P., Schol I., Ring D. Unplanned operations and adverse events after surgery for diaphyseal fracture of the clavicles of oblique // The arch. of bone and joint surgery. 2019. Vol. 7, No. 5. P. 402–406.
56. Relationship between the lateral acromion angle and postoperative persistent pain of distal clavicle fracture treated with clavicle hook plate / K. Wu et al. DOI 10.1186/s13018-020-01737-z // J. of orthopaedic surgery and research. 2020. Vol. 15, No. 1. Art. 217 (P. 1–10).
57. Patient position is related to the risk of neurovascular injury in clavicular plating: a cadaveric study / C. Chuaychoosakoon et al. DOI 10.1097/CORR.0000000000000902 // Clinical orthopaedics and related research. 2019. Vol. 477, No. 112. P. 2761–2168.