



anamnesis and the identified cognitive – behavioral features of the patient, are considered as possible reasons for the treatment failure. The author of the comment highlights modern approaches to the treatment of clavicle fractures, and also briefly dwells on the theory of fracture fixation in general. He pays special attention to biological and mechanical factors affecting fractures healing. The author considers the compliance with the basic principles of osteosynthesis to be the main factor in achieving good results in fracture treatment.

**Keywords:** clavicle fractures, fracture nonunion, plate fixation, external fixation, unstable osteosynthesis.

**Competing interests:** the authors declare that there are no competing interests.

В статье авторы описывают клинический случай лечения пациента с закрытым переломом ключицы в средней трети диафиза. Консервативное лечение в течение четырех месяцев оказалось неэффективным. Выполненный на этом сроке остеосинтез 1/3-трубчатой пластиной и серкляжным швом привел к несостоятельности фиксации с переломом пластины. После реостеосинтеза реконструктивной пластиной с костной пластикой свободным аутотрансплантатом через 10 мес. после реоперации констатировано несращение. Выполнена резекция зоны несращения с замещением дефекта свободным васкуляризованным костно-мышечно-кожным малоберцовым лоскутом с фиксацией его реконструктивной пластиной. Через 4,5 мес. произошел перелом пластины в зоне контакта центрального отломка и трансплантата, после чего пластина была удалена с выполнением комбинированного напряженного остеосинтеза и использованием элементов наружного фиксатора. Через 4,5 мес. после этой операции из-за развившегося воспаления в области наружных конструкций последние были удалены, спица в ключице оставлена с погружением ее концов под кожу. После этого «больной приступил к комплексной реабилитации». Таким образом, общий срок лечения пациента составил более двух лет, в результате достигнуто сращение перелома, но функциональный результат его сложно расценивать как хороший. Целью авторов было на примере представленного клинического случая показать необходимость соблюдения биологических и механических требований к остеосинтезу переломов.

Комментируя этот клинический случай, хотелось бы остановиться на современных подходах к лечению переломов ключицы и на теории остеосинтеза в целом.

Первый вопрос, на который необходимо дать ответ: а надо ли вообще оперировать закрытые неосложненные изолированные переломы ключицы? Впервые ответ на этот вопрос травматологическому сообществу дал С.С. Neer в 1960 г. [1]. Он опубликовал данные о консервативном лечении 2235 переломов ключицы в средней трети за период с 1939 по 1959 г., из которых только 3 случая (0,1%) завершились несращением. Автор считает, что основной причиной неудач в лечении переломов ключицы является неадекватное выполнение остеосинтеза.

Прошло время, и уже в 1997 г. J.M. Hill с соавторами, изучив результаты консервативного лечения 242 больных с диафизарными переломами ключицы, получили 15% несращений и 31% неудовлетворительных результатов; 11,6% больных не были удовлетворены косметическими результатами консервативного лечения. Комментируя результаты предыдущих исследований, опубликованных вплоть до конца 80-х гг. прошлого столетия, авторы говорят о том, что С.С. Neer и другие хирурги не учитывали возраст пострадавших, локализацию и тяжесть перелома. Авторы определили, что первичное укорочение ключицы на 20 мм и более является достоверным предиктором неудовлетворительного результата консервативного лечения [2].

Однако результаты, изложенные в этой работе, не выглядели достаточно убедительными. Большую ясность в проблему лечения переломов ключицы внесло мультицентровое рандомизированное исследование Канадского ортопедо-травматологического общества (COTS), в котором сравнивались консервативное лечение и остеосинтез пластиной и винтами при переломах средней трети ключицы со смещением отломков [3]. Были получены следующие результаты: сроки рентгенологического сращения у оперированных больных были значительно меньше при большей удовлетворенности результатами лечения. При наблюдении до одного года общая доля осложнений в группе оперативного лечения составила 37%, в группе консервативного лечения — 63%. Эта работа явилась своеобразным ориентиром для практикующих хирургов, которые стали более активно использовать хирургические методы в лечении переломов ключицы. Увеличению хирургической активности при подобных травмах способствовали и данные о том, что сращение ключицы в неправильном положении приводит к лопаточной дискинезии [4]. А в ряде случаев из-за давления на подлежащие нейроваскулярные структуры и нарушения кинематики мышц, ответственных за движения лопатки и плеча, это приводит к неврогенным осложнениям, описанным как TOS — toracic outlet syndrom (бледность, отеки, холодная кожа, парестезии) [5].

По мере накопления клинического материала в последние годы было опубликовано несколько метаанализов, сравнивающих консервативное и оперативное лечение переломов ключицы.

Их результаты в текущем году суммировали S.D. Jones и J.T. Bravman [6]. По их заключению, оперативное лечение переломов ключицы со смещением отломков в сравнении с консервативным увеличивает долю сращения переломов, функциональные исходы лечения и его косметические результаты. Показаниями к оперативному лечению авторы считают укорочение ключицы на 20 мм и более, смещение отломков на 100% и более или Z-образную деформацию.

Проблему несращения переломов ключицы нельзя рассматривать в отрыве от теории костного сращения в целом. Для консолидации любого перелома необходимо наличие ряда биологических и механических факторов. P. Andrzejowski и P.V. Giannoudis предложили «концепцию бриллианта» (diamond concept), расположив на вершинах углов воображаемого бриллианта биологические (живые клетки костной ткани, стимуляторы остеогенеза, остеокондуктивный матрикс, васкуляризация зоны перелома) и механические (стабильность) требования, необходимые для сращения [7]. Таким образом, для соблюдения биологических требований к остеосинтезу необходимо максимально сохранить кровоснабжение кости в зоне перелома. В этом случае при отсутствии костных дефектов васкуляризованные отломки будут содержать в себе живые остеобласты и остеоциты, белковые стимуляторы остеогенеза и гидроксипатитный остеокондуктивный матрикс, останется только адекватно стабилизировать перелом.

Однако кажущаяся простой проблема обеспечения механической стабильности остеосинтеза имеет массу тонкостей, которые необходимо знать практикующему травматологу. Согласно теории, изложенной E. Gautier и C. Sommer, имеется два базовых принципа внутренней фиксации переломов: компрессия и шинирование. Компрессия приводит к ригидной фиксации, достигается при наличии достаточного контакта между отломками и показана при простых переломах. Шинирование — метод эластической фиксации, который не требует полного контакта между отломками, может применяться при переломах внесуставной локализации и достигается техникой мостовидного остеосинтеза. При этом сохраняется микроподвижность в месте перелома, но она не препятствует сращению. Авторы также показали, что рабочая длина введенных в пластину бикортикальных винтов и, следовательно, устойчивость системы «имплантат-кость» к циклическим нагрузкам, зависит от диаметра кости. Кроме того, констатировано, что при относительно небольшом расстоянии между ближайшими к перелому винтами в зоне перелома при микроподвижности создается чрезмерно высокая концентрация нагрузки, которая может привести к несостоятельности фиксации. Для профилактики

этого осложнения при шинировании зоны перелома рекомендуется использование длинных пластин с созданием максимально возможного расстояния между ближайшими к перелому винтами. Длина пластины должна быть в 8–10 раз больше зоны шинированного простого близкого к поперечному перелома и в 2–3 раза длиннее зоны шинированного оскольчатого перелома [8].

Безусловно, все эти рекомендации являются относительными. Каждый перелом уникален, но понимание этих принципов и стремление соответствовать им в значительной мере смогут способствовать уменьшению вероятности неудач остеосинтеза.

Возвращаясь к представленному клиническому случаю, следует сказать, что показания к первичному остеосинтезу не вызывают сомнений, так как имелось несращение перелома ключицы, сопровождающееся соответствующей симптоматикой. Накостный остеосинтез представляется адекватным методом остеосинтеза в подобных случаях. Тем не менее, остеосинтез выполнен 1/3-трубчатой пластиной, не обладающей достаточной механической жесткостью. Кроме того, фиксация дополнена проволочным серкляжным швом, который сам по себе нарушает кровообращение кости, а его выполнение требует дополнительного скелетирования отломков. Таким образом, несостоятельность первичной фиксации можно было прогнозировать заранее, так как не были соблюдены ни механические, ни биологические требования к остеосинтезу.

При первой ревизионной операции применена реконструктивная пластина, обладающая необходимыми в подобных случаях механическими свойствами. Для нормализации биологической составляющей применена свободная костная пластика зоны несращения. Тем не менее, если в ходе первичного остеосинтеза пластина располагалась на передней стороне ключицы, то при реостеосинтезе хирурги расположили ее по верхней поверхности кости, что потребовало дополнительного скелетирования и дополнительно отрицательно повлияло на биологическую составляющую остеосинтеза. Кроме того, ближайшие к перелому винты установлены на небольшом расстоянии друг от друга, что создало большую концентрацию нагрузки в зоне перелома. Теоретически можно было ожидать перелома пластины в этой зоне, но на практике этого не произошло. Выполненный в последующем остеосинтез с резекцией склерозированной кости и замещением дефекта свободным васкуляризованным трансплантатом радикально решил биологическую проблему, так как кровообращение в зоне несращения полностью восстановилось. Однако механические проблемы только усугубились, так как фактически образовался сег-

ментарный перелом средней трети ключицы с наличием неповрежденного промежуточного фрагмента (аналог перелома C2 по классификации АО). При его фиксации, аналогично предыдущей ревизионной операции, винты были введены близко к линиям переломов, что и явилось причиной несостоятельности остеосинтеза. Нельзя не принимать во внимание также травматичность операции замещения костного дефекта кровоснабжаемым малоберцовым лоскутом. Избранный в последующем метод комбинированного напряженного остеосинтеза был своего рода шагом отчаяния, но, к счастью, привел к сращению перелома.

Конечно, просто критиковать других и указывать на допущенные ошибки и дефекты в лечении. Но меня оправдывает то, что я сам активно занимаюсь хирургией переломов и тоже допускаю аналогичные ошибки, получая подобные осложнения. Наша общая задача — понять, почему это происходит и стараться максимально уменьшить вероятность несостоятельности остеосинтеза. Необходимо помнить о том, что мы должны адекватно стабилизировать перелом с соблюдением всех механических требований к фиксации, не нарушая при этом биологическую составляющую остеосинтеза. И, конечно, стабилизация перелома должна позволять выполнение ранних активных движений в смежных суставах. Это относится не только к операциям остеосинтеза ключицы, но на этом примере проблема баланса механической и биологической составляющих остеосинтеза проявилась наиболее отчетливо.

В нашей стране ежегодно выполняются сотни операций по поводу переломов ключицы. Это значит, что корректным техническим выполнением остеосинтеза этих переломов мы значительно уменьшим долю осложнений. При этом если пер-

вичный остеосинтез можно корректно выполнить в любом отделении травматологии, то для ревизионных операций, тем более с применением микрохирургической техники, необходимо направление в специализированные центры. Но с каждой последующей ревизией каждый из возможных путей выхода из сложившейся ситуации имеет все больше и больше недостатков. Таким образом, ключом к успеху при выполнении операций внутренней фиксации переломов является соблюдение базовых принципов остеосинтеза, которые были затронуты в этом комментарии.

#### Литература [References]

1. Neer C.S. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc.* 1960;172:1006-1011. doi: 10.1001/jama.1960.03020100014003.
2. Hill J.M., McGuire M.H., Crosby L.A. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br.* 1997;79(4):537-539. doi: 10.1302/0301-620x.79b4.7529.
3. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures: A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(1):1-10. doi: 10.2106/JBJS.F.00020.
4. Kibler W.B., Sciascia A., Wilkes T. Scapular dyskinesia and its relation to shoulder injury. *J Am Acad Orthop Surg.* 2012;20(6):364-372. doi: 10.5435/JAAOS-20-06-364.
5. Kitsis C.K., Marino A.J., Krikler S.J., Birch R. Late complications following clavicular fractures and their operative management. *Injury.* 2003;34(1):69-74. doi: 10.1016/s0020-1383(02)00169-9.
6. Jones S.D., Bravman J.T. Midshaft clavicle fractures – when to operate. *Ann Joint.* 2021;6:21. Available from: <https://doi.org/10.21037/aoj-2019-mfes-07>.
7. Andrzejowski P., Giannoudis P.V. The 'diamond concept' for long bone non-union management. *J Orthop Traumatol.* 2019;20(1):21. doi: 10.1186/s10195-019-0528-0.
8. Gautier E., Sommer C. Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury.* 2003;34(Suppl 2):B63-76. doi: 10.1016/j.injury.2003.09.026.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Беленький Игорь Григорьевич — д-р мед. наук, доцент, руководитель отдела травматологии, ортопедии и вертебрологии, ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», г. Санкт-Петербург, Россия  
e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

#### AUTHOR'S INFORMATION:

Igor G. Belenkiy — Dr. Sci. (Med.), St. Petersburg Dzhanelidze Emergency Research Institute, St. Petersburg, Russia  
e-mail: belenkiy.trauma@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0001-9951-5183>

#### Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.