

## НОВЫЕ МЕТОДЫ, РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ И ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВО

УДК 616.727.2-001.6-092

### Экспериментальное обоснование восстановления клювовидно-ключичной связки при повреждениях акромиально-ключичного сустава

М. Л. Головаха<sup>1</sup>, И. Н. Забелин<sup>2</sup>, И. В. Шишка<sup>2</sup>, О. В. Банит<sup>2</sup>, Ю. А. Бабич<sup>2</sup>,  
А. О. Твердовский<sup>2</sup>, С. Н. Красноперов<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Запорожский государственный медицинский университет. Украина

<sup>2</sup> Запорожская областная клиническая больница. Украина

**Ключевые слова:** акромиально-ключичный сустав, вывих, биомеханика

#### Введение

В структуре повреждений опорно-двигательной системы человека частота вывихов акромиального конца ключицы составляет от 7,0 до 26,1 % среди всех повреждений других локализаций и более 10 % всех случаев острой травмы плечевого пояса [4, 7]. По частоте они занимают третье место после травматических вывихов плеча и предплечья [4]. В подавляющем большинстве случаев данную травму получают лица трудоспособного возраста [3]. Между тем до настоящего времени отсутствует единая тактика лечения указанной патологии и система оценки его результатов.

Трудности в лечении вывихов акромиального конца ключицы обусловлены анатомо-биомеханическими особенностями акромиально-ключичного сустава. Правильное анатомическое взаимоотношение плоских по форме и малых по размеру суставных концов ключицы и акромиального отростка лопатки обеспечивается мощными акромиально-ключичной и клювовидно-ключичной связками. При их повреждении тракция ключицы трапециевидной мышцей и вес верхней конечности образуют две противоположно направленные силы, действующие на суставные концы ключицы и акромиона, что создает крайне неблагоприятные условия для их удержания во вправленном положении [5, 6]. Для уточнения патогенеза вывихов и техники операции необходимо знать особенности анатомии и биомеханики акромиально-ключичного сустава. Данные литературы по этому вопросу весьма разноречивы [4], нет единого мнения и по поводу тактики лечения вывихов (подвывихов) акромиаль-

ного конца ключицы. Наиболее распространенной является классификация вывихов по Rockwood [7], которая учитывает степень тяжести повреждений и включает 6 наиболее распространенных типов вывихов. По мнению многих авторов, при I и II типах повреждений показана консервативная терапия, а III–VI типы подлежат хирургическому лечению [4, 7]. Наиболее часто встречается III тип вывиха по Rockwood, при котором наблюдают разрыв акромиально-ключичных и клювовидно-ключичной связок с отрывом волокон дельтовидной мышцы от акромиального конца ключицы. Следует отметить, что несмотря на повреждение всех элементов акромиально-ключичного сустава, некоторые авторы и при этом типе рекомендуют консервативное лечение [4, 7].

Для восстановления нормальных взаимоотношений в акромиально-ключичном суставе при вывихах акромиального конца ключицы предложены более 200 различных консервативных и хирургических методов лечения [3, 5, 7]. Многообразие способов лечения связано прежде всего со сложной ролью акромиально-ключичного сустава в биомеханической системе верхней конечности [1, 7]. Хирургические методы лечения с использованием погружных металлоконструкций, особенно при фиксации спицами через сустав, приводят к разрушению суставной поверхности ключицы и акромиона, являясь причиной развития дегенеративно-дистрофических изменений. Методики фиксации ключицы аппаратами внешней фиксации позволяют устранить вывих ключицы, но не решают проблему восстановления поврежденных связок, т. к. не в состоянии обес-

печить условия для полноценной регенерации. В результате использования крючковидной пластины для лечения вывихов акромиального конца ключицы описаны случаи возникновения таких осложнений, как остеолитизис и перелом акромиального конца ключицы, возникновение субакромиального конфликта [3, 4]. Также следует отметить, что применение *hook plate* не предотвращает смещение ключицы кпереди [5].

Более оправданными можно считать операции, предполагающие восстановление поврежденных связок синтетическим материалом. Это дает возможность имитировать травмированные связки и зафиксировать ключицу во вправленном состоянии на время, необходимое для их регенерации.

Вместе с очевидными преимуществами такого подхода к лечению повреждений акромиального конца ключицы можно указать и на ряд недостатков. Среди них восстановление акромиально-ключичной и ключично-клововидной связок одной нитью, что не обеспечивает стабильности, особенно в случае ее разрыва, и вынужденное использование материала, который может не выдержать предполагаемые нагрузки. Описаны случаи «перетирания» нити через «острые» края костных каналов, их лизис вокруг фиксатора, что также приводит к релюксации [5, 6].

Исходя из вышеуказанного, возникает много вопросов при выборе объема хирургического лечения: когда и что необходимо восстанавливать, позволит ли реконструкция клововидно-ключичной связки восстановить анатомические взаимоотношения в акромиально-ключичном суставе?

Таким образом, проблема вывихов акромиального конца ключицы нуждается в углубленном исследовании для определения наиболее оптимальных методов лечения с учетом объема поврежденных мягкотканых структур, укрепляющих сустав.

*Цель работы:* определить характер и величину смещений акромиального конца ключицы по отношению к акромиальному отростку лопатки в зависимости от сочетаний нарушений целостности ключично-клововидной и акромиально-ключичной связок, а также после реконструкции с применением разработанной ранее системы «АКК-Такелаж».

## Материал и методы

Экспериментально-анатомическое исследование выполнено в соответствии с существующим законодательством на 10 неостребованных, нефиксированных и нескрытых трупах взрослых людей обоего пола. Проведена оценка степени смещения акромиального конца ключицы в зависимости от пересечения той или иной связки, а также после

реконструкции с применением системы «АКК-Такелаж» [2]. В процессе исследования измеряли величины смещения акромиального конца ключицы относительно акромиального отростка лопатки в зависимости от величины силы, прилагаемой к акромиальному концу ключицы.

Методика эксперимента по определению степени смещения акромиального конца ключицы в зависимости от пересечения отдельных связок была следующей. Разрезали кожные покровы от грудинно-ключичного сустава до латерального края акромиона, выделяли акромиально-ключичный сустав и ключицу. Под дискретной нагрузкой (5 и 10 кг) оценивали параметры смещения акромиального конца ключицы по отношению к суставной поверхности акромиона.

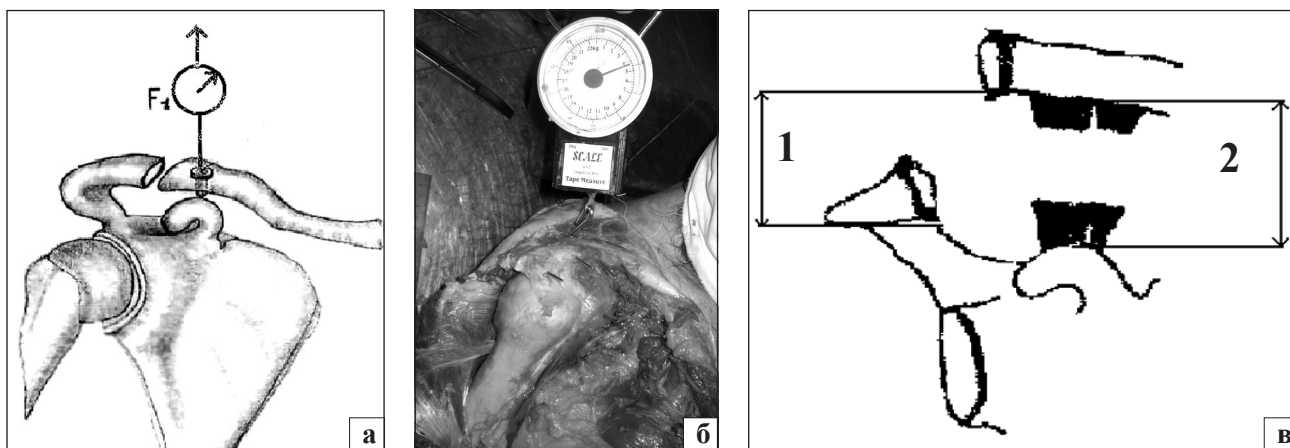
Величина нагрузки, приложенной к ключице в нашем исследовании, была выбрана на основе опубликованных ранее исследований прочности и стабильности акромиально-ключичного сустава. По представленным данным, предел прочности клововидно-ключичной связки в эксперименте составляет 250–300 Н [1, 6]. Исходя из этого мы выбрали нагрузку в 5 кг (50 Н) и 10 кг (100 Н), что соответствует 25–50 % от предельной прочности клововидно-ключичной связки.

Измерения выполняли при направлении тяги строго вверх от места прикрепления клововидно-ключичной связки к клововидному отростку (рис. 1).

Тягу осуществляли при помощи динамометра, закрепленного в области акромиального конца ключицы посредством серкляжной петли, проведенной между трапециевидной и конусовидной связками акромиально-ключичного сустава. Такое направление действия силы выбрано с учетом наиболее часто встречающихся смещений акромиального конца ключицы при вывихе. Обязательным условием во всех сериях эксперимента была жесткая фиксация лопатки трупа к секционному столу, которую осуществляли при помощи шурупов, проведенных в области гребня и нижнего угла лопатки.

Смещение ключицы изучали при целых связках, затем после последовательного их пересечения, а также после восстановления акромиально-ключичного сустава при помощи системы «АКК-Такелаж». В зависимости от последовательности пересечения связок проведены две серии опытов на обеих сторонах трупа.

В *первой серии* (5 трупов, 10 опытов) вначале пересекали акромиально-ключичные связки (верхнюю и нижнюю), затем ключично-клововидные (трапециевидную и конусовидную).



**Рис. 1.** Схема эксперимента: а) направление приложения усилия; б) фото препарата во время эксперимента; в) определение смещений между акромиальным отростком и ключицей (1), между клювовидным отростком и ключицей (2)

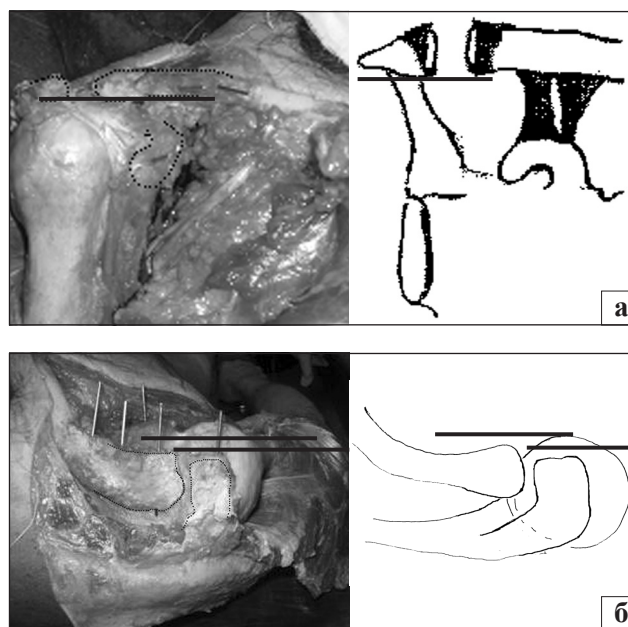
Во второй серии (5 трупов, 10 опытов) вначале пересекали ключично-клювовидные связки (трапециевидную и конусовидную), затем акромиально-ключичные (верхнюю и нижнюю).

Смещение ключицы кверху определяли от нижней поверхности акромиона до нижней поверхности акромиального конца ключицы, а также определяли расстояние от нижней поверхности ключицы до клювовидного отростка лопатки (рис. 1). Расстояния измеряли штангенциркулем между «спицами-метками», которые были заранее проведены в акромиальном отростке лопатки, акромиальном конце ключицы и клювовидном отростке (рис. 2).

### Результаты и их обсуждение

*Первая серия эксперимента.* После пересечения акромиально-ключичных связок незначительно увеличились ширина суставной щели и подвижность ключицы в разных направлениях. Без приложения нагрузки расстояние от нижней поверхности ключицы до клювовидного отростка лопатки осталось в пределах нормы, т. е. смещение ключицы кверху не произошло ни в одном случае. Отмечено незначительное смещение ключицы кпереди (рис. 2, б), что позволяет сделать заключение, что акромиально-ключичные связки отвечают преимущественно за передне-заднюю стабильность в акромиально-ключичном суставе. При нагрузке 5 и 10 кг смещение ключицы кверху относительно акромиального отростка не зафиксировано. Следовательно, после пересечения акромиально-ключичных связок выявленные изменения нельзя считать вывихом акромиального конца ключицы (рис. 2).

После пересечения акромиально-ключичных и клювовидно-ключичных связок значительно увеличились следующие показатели: подвижность ключицы в разных направлениях, ширина сустав-



**Рис. 2.** Смещения ключицы по отношению к акромиальному отростку после пересечения акромиально-ключичных связок без приложения нагрузки : а) смещение вверх не произошло, б) незначительное смещение акромиального конца ключицы кпереди. Фото. Схемы

ной щели, а также расстояние от нижней поверхности ключицы до клювовидного отростка лопатки. Таким образом, пересечение акромиально-ключичных и клювовидно-ключичных связок привело к полному расхождению суставных поверхностей акромиального конца ключицы и акромиального отростка лопатки, увеличению расстояния между ключицей и клювовидным отростком лопатки более чем вдвое, что может трактоваться как вывих (рис. 3).

*Во второй серии эксперимента* вначале пересекали клювовидно-ключичные, затем акромиально-ключичные связки.

После изолированного пересечения клювовидно-ключичных связок при максимальной нагрузке (10 кг) смещение акромиального конца ключицы вверх соответствовало  $2/3$  высоты суставной поверхности акромиона, а кпереди практически не изменилось (рис. 4). Расстояние от нижней поверхности ключицы до клювовидного отростка лопатки увеличивалось пропорционально изменению расстояния между акромиальным отростком лопатки и акромиальным концом ключицы. Следует отметить, что эта ситуация является смоделированной и в клинической практике не встречается.

После пересечения клювовидно-ключичных и акромиально-ключичных связок результаты смещения ключицы по отношению к акромиальному отростку были сходными с первой серией опытов (пересечение акромиально-ключичных и клювовидно-ключичных связок, рис. 3) — полное расхождение суставных поверхностей акромиально-ключичного сустава.

В обеих сериях эксперимента выполняли восстановление ключично-клювовидной связки системой «АКК-Такелаж», что приводило к нормальным соотношениям между ключицей и клювовидным отростком лопатки. Смещение ключицы вверх устраняли полностью. В 30 % случаев обнаружен диастаз в акромиально-ключичном суставе по ширине, который составлял не более 0,2 см и был постоянным при всех видах нагрузки (рис. 5).

Биомеханические исследования различных авторов показали, что клювовидно-ключичная связка отвечает за стабилизацию ключицы в верхнем направлении, а акромиально-ключичная за передне-заднюю стабилизацию [5–7]. Для обеспечения прочной фиксации во вправленном состоянии и предотвращения смещения ключицы кпереди каналы для системы «АКК-Такелаж» формировали следующим образом. В ключице — напротив клювовидного отростка лопатки с направлением по ходу поврежденной трапециевидной связки, при этом входное отверстие размещали на границе передней и средней трети ключицы по ширине (рис. 6).

Канал в клювовидном отростке формировали перпендикулярно поверхности у места перехода его тела в основание, т. е. располагали его максимально кзади.

Средние результаты измерений смещения ключицы по отношению к акромиальному отростку лопатки во всех сериях эксперимента представлены в таблице. Изучение полученных результатов позволило построить графическую зависимость смещения ключицы вверх от приложенной силы (рис. 7).

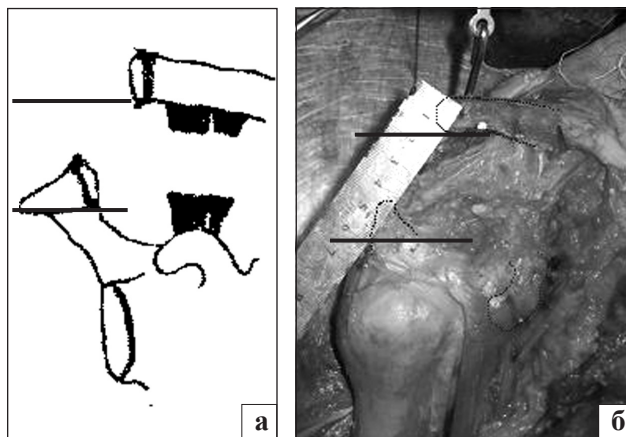


Рис. 3. Смещение ключицы по отношению к акромиальному отростку под нагрузкой 10 кг после пересечения акромиально-ключичных и клювовидно-ключичных связок: а) схема, б) фото

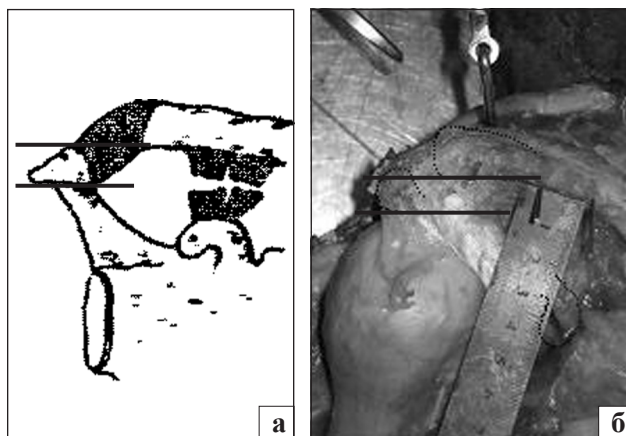


Рис. 4. Смещение ключицы по отношению к акромиальному отростку после пересечения клювовидно-ключичных связок составила  $2/3$  высоты суставной поверхности акромиона: а) схема, б) фото

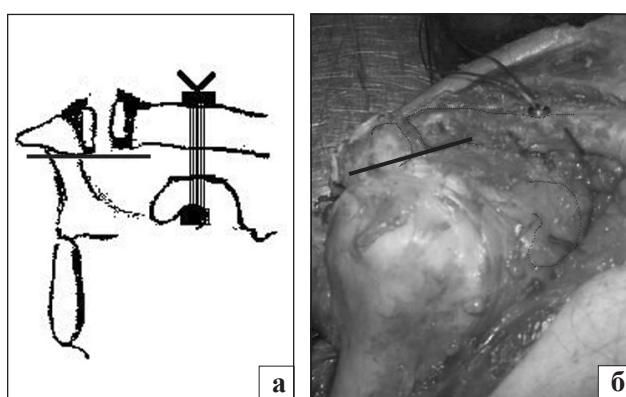
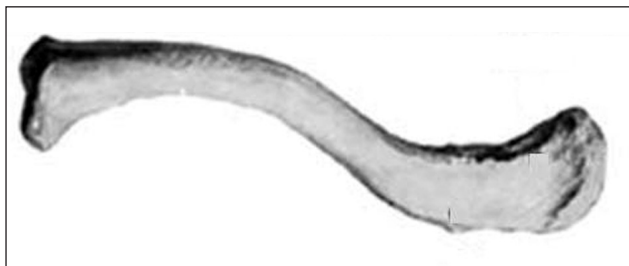


Рис. 5. Восстановленный при помощи системы «АКК-Такелаж» акромиально-ключичный сустав: а) схема, б) фото

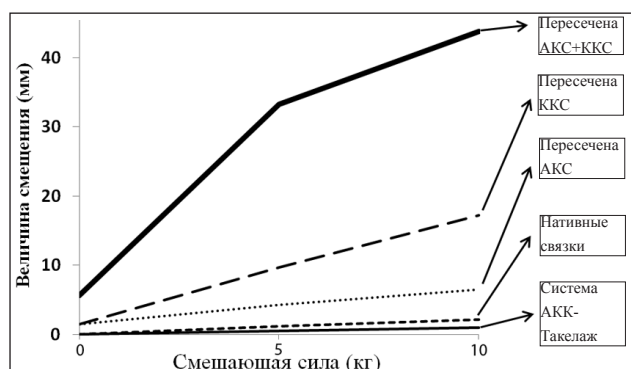
Полученные результаты позволяют сделать вывод, что полный вывих акромиального конца ключицы возможен только при разрушении акромиально-ключичных связок и капсулы самого сустава с одновременным разрывом клювовидно-ключичных

**Таблица.** Результаты исследования смещения ключицы кверху при последовательном рассечении связок

Приложенная сила (кг)	Смещение ключицы кверху (мм) по отношению к акромиальному отростку в различных сериях опыта				
	Нативные связки	Рассечена акромиально-ключичная связка	Рассечена клювовидно-ключичная связка	Рассечены акромиально-ключичная и клювовидно-ключичная связки	Восстановление клювовидно-ключичной связки системой «АКК-Такелаж»
0	0	1,5 ± 0,5	1,5 ± 0,8	5,6 ± 0,8	0
5	1,2 ± 0,1	4,3 ± 0,6	9,7 ± 0,6	33,3 ± 1,6	0,5 ± 0,3
10	2,2 ± 0,2	6,5 ± 1,0	17,2 ± 1,2	43,8 ± 1,8	1,0 ± 0,3



**Рис. 6.** Входное отверстие в правой ключице, вид сверху



**Рис. 7.** Графическое изображение зависимости смещения ключицы от смещающей силы: АКК — акромиально-ключичная связка, ККС — клювовидно-ключичная

связок. Повреждение только акромиально-ключичной связки не приводит к нарушению стабильности сустава. Из чего следует, что данные повреждения можно лечить консервативно. Применение системы «АКК-Такелаж» дает возможность вправить и удержать ключицу в ее нормальном анатомическом положении.

## Выводы

Клювовидно-ключичная связка — одна из основных структур, стабилизирующих акромиально-ключичный сустав. Ее восстановление является

ключевым звеном в хирургическом лечении вывихов акромиального конца ключицы. При изолированном повреждении акромиально-ключичной связки (I–II типы повреждений по классификации Rockwood) возможно консервативное лечение.

Хирургическое лечение является методом выбора при повреждениях акромиально-ключичного сустава III–IV типов по Rockwood.

Применение системы «АКК-Такелаж» позволяет стабильно восстановить акромиально-ключичный сустав и создать условия для регенерации ключично-клювовидной связки.

## Список литературы

1. Бульчев Г. И. Клинико-анатомическое обоснование лечебной тактики при вывихах акромиального конца ключицы / Г. И. Бульчев, Г. А. Блувштейн, В. Н. Николенко // Медицинские науки. — 2002. — № 4. — С. 12–16.
2. Пат. 62957 С2 Украина, МПК (2006.01) А61В 17/58. Устройство для фиксации мягких тканей к костям и костей к костям «АКК-Такелаж» / Головаха М. Л., Шишка И. В., Банит О. В., Бабич Ю. А., Твердовский А. О., Забелин И. Н.; заявители и патентообладатели Запорожский государственный медицинский университет, Головаха М. Л., Шишка И. В., Банит О. В., Бабич Ю. А., Твердовский А. О., Забелин И. Н. — № u201101376; заявл. 07.02.11; опубл. 26.09.11, Бюл. № 18.
3. Столяров А. А. Малоинвазивный метод хирургического лечения вывиха акромиального конца ключицы: дис. ... канд. мед. наук / А. А. Столяров. — Москва, 2011. — 152 с.
4. Харютин А. С. Лечение повреждений акромиального конца ключицы: дис. ... канд. мед. наук / А. С. Харютин. — СПб, 2005. — 184 с.
5. Acromioclavicular joint dislocation: a comparative biomechanical study of the palmaris-longus tendon graft reconstruction with other augmentative methods in cadaveric models / Guntur E. Luis, Chee-Khuen Yong, Deepak A. Singh et al. // J. Orthopaedic Surg. Research. — 2007. — Vol. 2. — P. 2–22.
6. The anatomic reconstruction of acromioclavicular joint dislocations using 2 tightrope devices. A biomechanical study / L. Walz, G. M. Salzman, T. Fabbro et al. // American J. Sports Med. — 2008. — Vol. 36, № 12. — P. 2398–2406.
7. Traumatic acromioclavicular joint separation — current concepts / C. Fialka, P. Stampfl, G. Oberleitner, V. Vecsei // Eur. Surg. — 2004. — Vol. 36 (1). — P. 20–24.