

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАДНЕЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В ЛОКТЕВОМ СУСТАВЕ ПРИ ПОВРЕЖДЕНИИ ПЕРЕДНИХ СТРУКТУР КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

И.А. Дульцев², Г.И. Жабин¹, В.А. Неверов²

¹ ФГУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий»,
директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов

² ГОУ ДПО «Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования Росздрава»,
ректор – д.м.н. О.Г. Хурицлава
Санкт-Петербург

Проведен эксперимент с целью изучения условий, при которых возникает рецидивирующий задний вывих костей предплечья. Изучались костные и мягкотканые структуры, обеспечивающие стабильность локтевого сустава, необходимые и достаточные условия его стабилизации. Выяснено, что наиболее важной структурой, стабилизирующей локтевой сустав, является передняя порция медиальной коллатеральной связки, повреждение которой на фоне перелома костных структур, приводило к заднему вывиху. Получено биомеханическое обоснование эффективности различных методик оперативного лечения застарелого рецидивирующего заднего вывиха костей предплечья.

Ключевые слова: локтевой сустав, нестабильность, экспериментальное исследование.

Authors made experiment to study conditions at which recurrent posterior dislocation of forearm bones occurs. Bone and soft tissue structures providing stability of elbow joint, necessary and sufficient conditions of its stabilization were studied. It is found out that the most important structure stabilizing an elbow joint is the forward portion of medial collateral ligament. Its damage against the background of bone fracture results in posterior dislocation. The biomechanical substantiation of efficiency of various techniques of operative treatment of old recurrent posterior dislocation of forearm bones is received.

Key words: an elbow joint, instability, an experimental research.

При сочетании заднего вывиха с переломом венечного отростка и головки лучевой кости закрытое и открытое вправление без восстановления повреждённых костных структур обычно заканчивается рецидивом вывиха, и в результате развивается так называемый рецидивирующий (привычный) задний подвывих [1, 2, 3, 6, 7, 9, 16]. В результате подобного повреждения, кроме перелома передних отделов проксимального конца костей предплечья, происходит разрыв коллатеральных связок. Для предупреждения привычного заднего вывиха предплечья предложены различные операции, такие как тенodes локтевого сустава, реконструкция венечного отростка [2, 3, 6, 7, 9, 11, 13, 16]. Однако в литературе недостаточно отражен вопрос о роли каждой из повреждаемых структур в стабилизации локтевого сустава [5, 10]. Также отсутствует биомеханическое обоснование различных способов реконструкции венечного отростка.

Целью нашего исследования было изучение условий, при которых возникает рецидивирующий задний вывих костей предплечья, и определение значимости различных костных и мягкотканых структур, обеспечивающих стабильность локтевого сустава. Эксперимент также был направлен на биомеханическое обоснование оперативных

методик, предложенных для лечения заднего рецидивирующего вывиха костей предплечья.

Материал и методы

Исследование было выполнено на 10 локтевых суставах 7 трупов (4 мужчин и 3 женщин) и состояло из двух частей:

1) определение значимости различных анатомических структур для стабильности локтевого сустава (на 2 локтевых суставах);

2) биомеханическое обоснование оперативных способов лечения рецидивирующего заднего вывиха костей предплечья после его экспериментального моделирования (10 локтевых суставов, включая 2 сустава из первой части исследования).

Ход эксперимента заключался в следующем. Циркулярным разрезом кожи на уровне локтевого сустава производили отсепаровку кожно-фасциальных лоскутов в дистальном и проксимальном направлениях (рис. 1). Плечо закрепляли двумя шурупами трансоссально к деревянному щиту (1, 2) на уровне верхней и нижней третей в положении отведения и внутренней ротации в плечевом суставе. Через центр вращения локтевого сустава и через середину локтевого отростка во фронтальной плоскости проводили два тонких винта (3), которые слу-

жили маркерами. Через локтевой отросток насквозь в области прикрепления трицепса во фронтальной плоскости устанавливали винт для крепления тяги с динамометром (4, 5, 6). С помощью транспортира делали разметку на щите, отмечая 60°, 90°, 120°, 150°, 180°.

Тягой за локтевой отросток в направлении продольной оси плеча с усилием в 100 Н с противоупором на уровне нижней трети предплечья осуществляли статическое разгибание (имитация заднего вывиха предплечья). Предплечье устанавливали каждый раз под разным углом сгибания с интервалом в 30° (в диапазоне от 60° до 180°). Величина усилия определялась динамометром. После каждого этапа опыта проводили фотосъемку и измеряли линейкой расстояния между винтами-маркерами (величина ошибки ± 1 мм). Показания фиксировали в журнале.

Проведено 9 серий опытов. В первых 4 сериях исследовалась стабильность локтевого сустава после последовательного повреждения костных и связочных структур на 2 локтевых суставах. В каждой из серий проверяли заднюю стабильность локтевого сустава в 5 положениях предплечья в диапазоне от 60° сгибания до 180° разгибания. Последующие 5 серий опытов проводились на 10 локтевых суставах (включая 2 сустава, использованных в предыдущих 4 сериях опытов) (табл. 1).

Таблица 1

Количество экспериментов и серий опытов

Серии опыта	Количество локтевых суставов
1–5	2
6	2
7	2
8	2
9	2
Итого	10

В первой серии опытов усилие на разгибание неповреждённого предплечья во всех его положениях не приводило к вывиху. Сустав оставался стабильным.

Во второй серии опытов из наружного разреза резецировали головку лучевой кости в области шейки.

В третьей серии дополнительно резецировали венечный отросток на уровне основания.

В четвёртой серии после резекции головки лучевой кости и венечного отростка локтевой кости рассекали лучевую и локтевую коллатеральные связки из дополнительного внутреннего разреза.

В пятой серии опытов после повреждения всех структур, стабилизирующих локтевой сустав, производили пластику венечного отростка трансплантатом, взятым из гребня подвздошной кости (рис. 2).

В шестой и седьмой сериях опытов на аналогичном суставе выполняли реконструкцию венечного отростка верхушкой локтевого отростка и частью резецированной головки лучевой кости (рис. 3, 4).

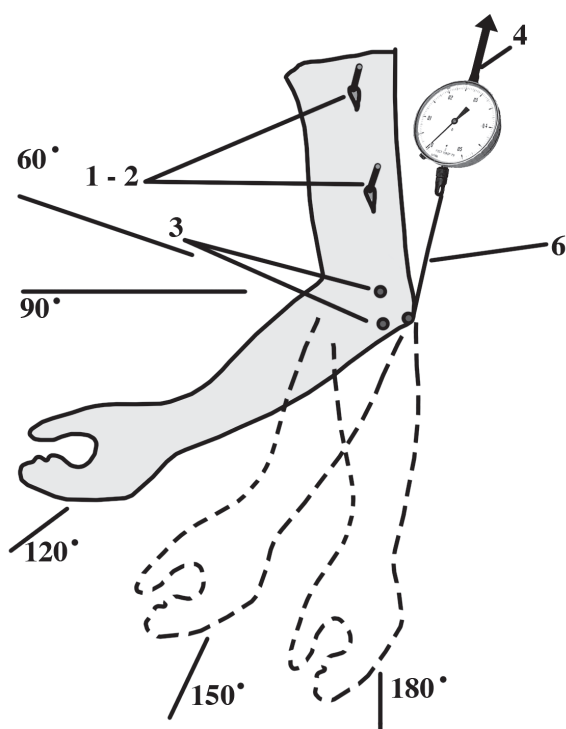


Рис. 1. Схема эксперимента: 1, 2 – крепёжные шурупы; 3 – винты-маркеры; 4 – направление усилия; 5 – динамометр; 6 – верёвочная тяга

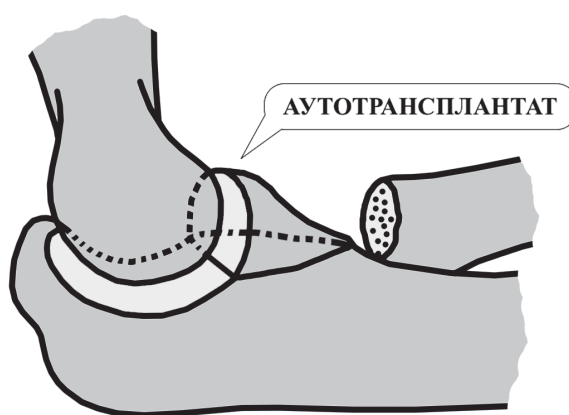


Рис. 2. Схема реконструкции венечного отростка с помощью костного трансплантата, взятого из гребня подвздошной кости

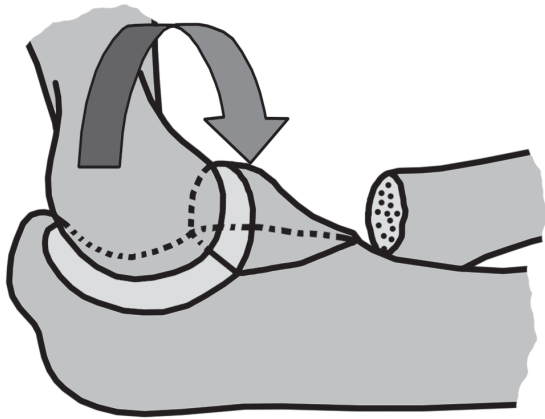


Рис. 3. Схема реконструкции венечного отростка с помощью вершины локтевого отростка

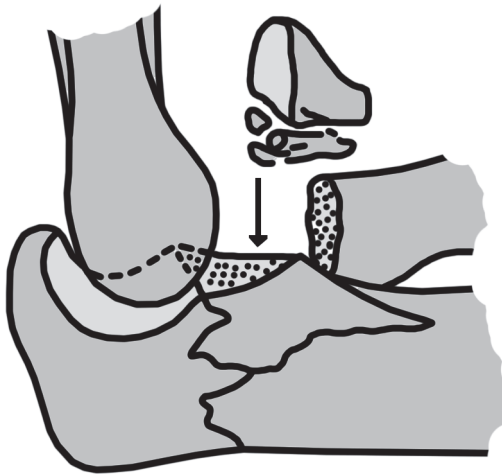
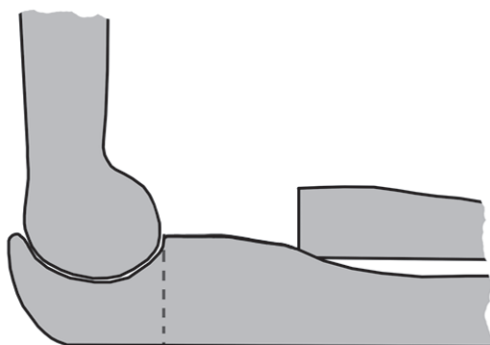


Рис. 4. Схема реконструкции венечного отростка частью головки лучевой кости



В восьмой и девятой сериях проверяли заднюю стабильность локтевого сустава после выполнения разработанных нами двух оперативных вмешательств.

Таким образом, в 5–9 сериях опытов изучалась эффективность различных оперативных способов лечения рецидивирующего заднего вывиха костей предплечья.

В 5, 6 и 7 сериях на фоне повреждений всех трёх стабилизирующих структур проводилась пластика венечного отростка костным ауто трансплантатом из крыла подвздошной кости, верхушкой локтевого отростка и частью головки лучевой кости. Костный трансплантат формировали по приблизительным размерам и форме венечного отростка локтевой кости.

В 8 серии опытов на фоне аналогичных повреждений выполняли поперечную остеотомию локтевой кости (патент РФ № 2080838). Операцию выполняли следующим образом. На уровне основания венечного отростка в аксиальной плоскости выполняли остеотомию локтевой кости. Проксимальный конец локтевой кости вместе с прикрепленным к нему сухожилием трехглавой мышцы вправляли и временно фиксировали спицей Киршнера к плечевой кости. Дистальный отломок перемещали по плоскости остеотомии кпереди на 1,0 – 1,5 см. Таким образом, создавали костный упор в переднем отделе сустава, который предотвращал смещение костей предплечья кзади по мере увеличения угла разгибания в суставе. Затем производили остеосинтез отломков локтевой кости с помощью компрессирующей пластины (рис. 5).

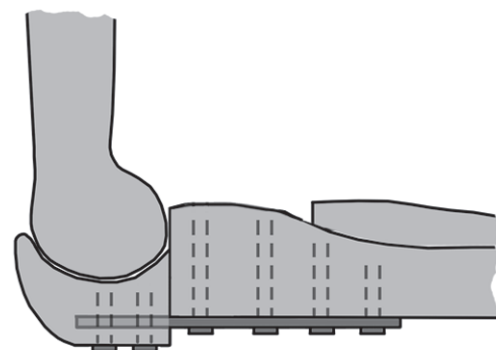


Рис. 5. Схема реконструкции венечного отростка путём остеотомии локтевой кости

В 9 серии опытов осуществляли двойную остеотомию проксимальной части локтевой кости (патент РФ № 2289338). Отличие от описанной выше операции заключалось в том, что выполняли сегментарную резекцию локтевой кости на уровне отсутствующего венечного отростка (рис. 6). Резецированный костный фрагмент перемещали на 1,0–1,5 см кпереди. Затем производили остеосинтез отломков локтевой кости компрессирующей пластиной. Во время проведения эксперимента блокирующие сустав спицы удаляли.

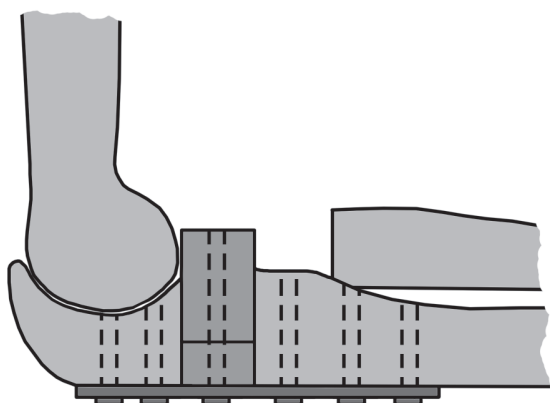


Рис. 6. Схема реконструкции венечного отростка путём двойной остеотомии проксимальной части локтевой кости

Результаты и обсуждение

Результаты эксперимента показали, что как повреждение венечного отростка (полное его отсутствие), так и отсутствие при этом головки

лучевой кости не приводят к вывиху при наличии неповрежденных коллатеральных связок локтевого сустава. При сохранении целостности медиальной коллатеральной связки вытяжение за локтевой отросток грузом 100 Н не вызывало вывиха костей предплечья. Подвывих появлялся только при повреждении передней порции медиальной коллатеральной связки (табл. 2).

Данные таблицы демонстрируют, что как при сохранении целостности костных и мягкотканых структур локтевого сустава (1 серия опытов), так и после проведения реконструктивных операций (5–9 серии опытов) вытяжение за локтевой отросток грузом 100 Н не вызывало задней нестабильности. Таким образом, экспериментально было доказано, что известные и разработанные нами оперативные вмешательства являются эффективными при лечении рецидивирующего заднего вывиха костей предплечья.

Проведенные экспериментальные исследования ещё раз доказали, что основной стабилизирующей структурой локтевого сустава являются коллатеральные связки, а локтевые коллатеральные связки играют наиболее важную роль [8, 12, 15, 17]. Без повреждения этих связок создать модель заднего вывиха костей предплечья не удалось. Следует констатировать, что после повреждения всех трёх стабилизирующих структур вывих происходил по мере разгибания предплечья, начиная с угла 130° и более. Таким образом, после вправления предплечья целесообразно фиксировать сустав шиной под углом от 90° до 120°, но не более 130°.

Таблица 2

Зависимость стабильности локтевого сустава от целостности мягкотканых и костных структур

Серия опыта	Характер повреждений	Стабильность сустава в зависимости от положения предплечья				
		60°	90°	120°	150°	180°
1	Нет повреждений	+	+	+	+	+
2	Головка лучевой кости	+	+	+	+	+
3	Головка лучевой кости, венечный отросток локтевой кости	+	+	+	+	+
4	Головка лучевой кости, венечный отросток локтевой кости, коллатеральные связки локтевого сустава	+	+	+	–	–
5	Пластика венечного отростка трансплантатом из крыла подвздошной кости	+	+	+	+	+
6	Пластика венечного отростка верхушкой локтевого отростка	+	+	+	+	+
7	Пластика венечного отростка 1/2 головки лучевой кости	+	+	+	+	+
8	Корректирующая остеотомия локтевой кости со смещением дистального отломка на 1/3 поперечника кпереди	+	+	+	+	+
9	Корректирующая двойная остеотомия локтевой кости со смещением промежуточного фрагмента на 1/3 поперечника кпереди	+	+	+	+	+

Примечание: + наличие стабильности; – отсутствие стабильности.

женных реконструктивных методик была изучена в эксперименте и доказала свою целесообразность). Разработанные нами оперативные способы реконструкции венечного отростка отличаются своей надёжностью и лишены существенных недостатков, присущих известным способам.

Литература

1. Дульцев, И.А. Современные представления о лечении вывихов и переломовывихов в локтевом суставе / И.А. Дульцев, Г.И. Жабин, В.А. Неверов // Вестник хирургии им. Грекова. — 2005 — Т. 164, № 1. — С. 56 — 59.
2. Королев, С.Б. Функционально-восстановительные операции при последствиях повреждений области локтевого сустава : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / Королев С.Б. — Н. Новгород, 1994 — 56 с.
3. Bopp, F. Elbow dislocation with fracture of the coronoid process and comminuted fracture of the radius head / F. Bopp, F.W. Tielemann, U. Holz // Unfallchirurg. — 1991. — Bd. 94, N. 6. — S. 322 — 324.
4. Chiodo, C.P. Reconstruction of the medial collateral ligament with flexor carpi radialis tendon graft for instability after capitellocondylar total elbow arthroplasty / C.P. Chiodo, C.L. Terry, M.J. Koris // J. Shoulder Elbow Surg. — 1999. — Vol. 8, N 3. — P. 284 — 286.
5. Closkey, R.F. The role of the coronoid process in elbow stability. A biomechanical analysis of axial loading / R.F. Closkey, J.R. Goode, D. Kirschenbaum, R.P. Cody // J. Bone Joint Surg. — 2000. — Vol. 82-A, N 12. — P. 1749 — 1753.
6. Corf, F. Biomechanical problems in elbow joint dislocations with coronoid and capitulum radii fractures (author's transl) / F. Corf, U. Holz, H.H. Schauwecker // Langenbecks Arch Chir. — 1980. — Bd. 350, N. 4. — S. 249 — 254.
7. Esser, D. Reconstruction of the coronoid process with a radial head fragment / D. Esser // Orthopedics. — 1997. — Vol. 20, N 2. — P.169 — 171.
8. Floris S. The medial collateral ligament of the elbow joint: anatomy and kinematics / S. Floris [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. — 1998. — Vol. 7, N 4. — P. 345 — 351.
9. King, T. Recurrent dislocation of the elbow / T. King, // J. Bone Joint Surg. — 1953. — Vol. 35-B, N 1. — P. 50 — 54.
10. Lansinger, O. Dislocation of the elbow joint / O. Lansinger, J. Karlsson, L. Komer, K. Mare // Arch. Orthop. Trauma Surg. — 1984. — Vol. 102, N 3. — P. 183 — 186.
11. Moritomo, H. Reconstruction of the coronoid for chronic dislocation of the elbow. Use of a graft from the olecranon in two cases / H. Moritomo, K. Tada, T. Yoshida, N. Kawatsu // J. Bone Joint Surg. — 1998. — Vol. 80-B, N 3. — P. 490 — 492.
12. Nielsen, K.K. No stabilizing effect of the elbow joint capsule. A kinematic study / K.K. Nielsen, B.S. Olsen // Acta Orthop. Scand. — 1999. — Vol. 70, N 1. — P. 6 — 8.
13. Osborne, G. Recurrent dislocation of the elbow / G. Osborne, P. Cotterill // J. Bone Joint Surg. — 1966. — Vol. 48-B. — P. 340 — 346.
14. Pomianowski, S. Contribution of monoblock and bipolar radial head prostheses to valgus stability of the elbow / S. Pomianowski [et al.] // J. Bone Joint Surg. — 2001. — Vol. 83-A, N 12. — P. 1829 — 1834.
15. Pribyl, C.R. Elbow ligament strain under valgus load: a biomechanical study / C.R. Pribyl [et al.] // Orthopedics. — 1999. — Vol. 22, N 6. — P. 607 — 612.
16. Ring, D. Posterior dislocation of the elbow with fractures of the radial head and coronoid / D. Ring, J.B. Jupiter, J. Zilberfarb // J. Bone Joint Surg. — 2002. — Vol. 84-A, N 4. — P. 547 — 551.
17. Schwab, G.H. Biomechanics of elbow instability: the role of the medial collateral ligament / G.H. Schwab [et al.] // Clin. Orthop. — 1980. — N 146. — P. 42 — 52.

Контактная информация: Дульцев Игорь Александрович — аспирант кафедры травматологии и ортопедии с курсом вертебрологии ГОУ ДПО СПб МАПО
E-mail: dulisevigor@mail.ru

THE MODELING OF ELBOW POSTERIOR INSTABILITY AFTER INJURIES OF FOREARM ANTERIOR STRUCTURES (EXPERIMENTAL STUDY)

I.A. Dultsev, G.I. Zhabin, V.A. Neverov