

## **К ОЦЕНКЕ СТАБИЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО МЕТОДА ВНУТРЕННЕЙ ФИКСАЦИИ ПЕРЕЛОМОВ ПОЛУСФЕРЫ ГОЛОВЧАТОГО ВОЗВЫШЕНИЯ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ У ВЗРОСЛЫХ**

**Кленин А.А.<sup>1</sup>, Королев С.Б.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФГБУ «Нижегородский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, a-klenin@mail.ru

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Нижегородская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Нижний Новгород, svyatos.korolev2011@yandex.ru

Проведен сравнительный анализ стабильности внутренней фиксации отломков при переломах головчатого возвышения плечевой кости методом математического моделирования. Сравнительный анализ прочности соединения костных отломков проводили различными способами остеосинтеза головчатого возвышения плечевой кости (osteosynthesis компрессирующим винтом, остеосинтез двумя перекрещивающимися спицами Киршнера, остеосинтез параллельно проведенными спицами Киршнера со стягивающей проволоочной петлей). Сравнительный анализ математического моделирования рассмотренных способов остеосинтеза показал, что наименее стабильным является соединение костных отломков компрессирующим винтом, а наиболее стабильным – соединение костных отломков параллельно проведенными спицами Киршнера со стягивающей петлей. При переломе головчатого возвышения плечевой кости остеосинтез костных отломков параллельно проведенными спицами Киршнера со стягивающей петлей из рассмотренных способов является наиболее стабильным. Полученные результаты подтвердили преимущества предложенного способа внутренней фиксации.

Ключевые слова: головчатое возвышение плечевой кости, остеосинтез, математическое моделирование.

## **TO THE ASSESSMENT OF THE STABILITY AND EFFICIENCY OF THE NEW METHOD OF INTERNAL FIXATION OF FRACTURES OF THE HEMISPHERE CAPITELLUM HUMERUS IN ADULTS**

**Klenin A.A., Korolev S.B.**

<sup>1</sup>Nizhny Novgorod Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, a-klenin@mail.ru

<sup>2</sup>Nizhny Novgorod State Medical Academy, Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, svyatos.korolev2011@yandex.ru

A comparative analysis of stability of internal fixation of fragments in capitellum humeri fractures was performed by method of mathematical modeling. The calculation of strength of distal humerus with capitellar fracture, as well as the comparative analysis of bone fragments joining strength were performed by means of various methods of capitellum osteosynthesis (compression screw osteosynthesis, osteosynthesis with two crossed Kirschner wires, osteosynthesis with parallel Kirschner wires and a tension band). The comparative analysis of mathematical models of the considered osteosynthesis methods demonstrated that the less stable is bone fragment joining by compression screw and the most stable is joining by parallel wires and a tension band. For capitellum humeri fractures osteosynthesis of bone fragments using parallel wires with a tension band is the most stable method among the analyzed ones. The obtained results confirmed the advantages of the proposed method of internal fixation.

Keywords: capitellum humeri, osteosynthesis, mathematical modeling.

**Актуальность.** Среди переломов области локтевого сустава у взрослых значительные трудности для диагностики и выбора тактики лечения, методов остеосинтеза имеют переломы полусферы головчатого возвышения плечевой кости, которые составляют 0,5-1% от всех травм локтевого сустава [9]. Консервативные методы лечения не всегда способны обеспечить точную репозицию и сохранение функции сустава; часто наступают вторичные смещения и увеличиваются сроки реабилитации. Поэтому в настоящее время предпочтение отдается оперативным методам лечения. Наблюдения многих авторов и собственные наблюдения

показывают, что среди диагностических ошибок чаще всего отмечается недооценка степени смещения отломков [3; 12], что впоследствии приводит к ограничениям движений в локтевом суставе, болевому синдрому, развитию деформирующего артроза [4; 11]. По данным ряда авторов, совпадающим с нашими наблюдениями, нередко формируются несросшиеся переломы и ложные суставы головчатого возвышения плечевой кости [2; 5; 10; 13]. Иногда при оперативном лечении используют удаление костного отломка [1], составляющего до половины всей суставной поверхности мыщелка плечевой кости, что неизбежно обуславливает развитие болевого синдрома и деформирующего остеоартроза, нестабильность локтевого сустава, снижение мышечной силы поврежденной верхней конечности, ограничение трудоспособности [7; 8; 11; 14]. Вопрос о выборе метода фиксации при переломе полусферы головчатого возвышения до сих пор дискутируется. Большинство применяемых способов остеосинтеза говорит о неудовлетворенности специалистов использования технологий внутренней фиксации. Малые размеры и низкая прочность отломков, как правило, лишенных кровоснабжения, но состоящих из значительной или всей суставной поверхности дистального суставного конца плечевой кости создают значительную сложность для стабильного остеосинтеза и раннего функционального лечения.

В доступной литературе наиболее часто описывают методы остеосинтеза полусферы головчатого возвышения плечевой кости спицами Киршнера [6] или компрессионными винтами [10], что, по мнению части авторов, не может обеспечить полной стабильности и раннее начало активного функционального лечения. Но данные виды остеосинтеза могут быть неэффективны из-за нарушения процессов ревааскуляризации, перестройки нередко аваскулярных отломков и замедления консолидации перелома. Кроме того, при большинстве существующих способов лечения необходима иммобилизация локтевого сустава в течение 2-4 месяцев, что приводит к развитию стойкой контрактуры локтевого сустава.

Для улучшения функциональных результатов лечения эпифизарных переломов дистального отдела плечевой кости необходимы: дифференцированный подход к выбору оптимальной тактики лечения, восстановление конгруэнтности суставных поверхностей, совершенствование методов внутренней фиксации отломков.

Также независимо от степени тяжести травмы возможно возникновение гетеротопических параартикулярных оссификаций, которые приводят к выраженному нарушению активных движений в локтевом суставе. В этих случаях необходимо повторное оперативное вмешательство для удаления оссификатов и проведения открытой мобилизации сустава, однако объем движений после таких операций восстанавливается не всегда.

Наряду с проблемами внутренней фиксации отмечается недооценка повреждений околоуставных тканей, отсутствие точных показаний к оперативному методу лечения и выбору способа стабильного остеосинтеза, что приводит к неблагоприятным результатам у

значительного числа больных.

**Цель.** Оценить эффективность предложенного нами способа внутренней фиксации переломов полусферы головчатого возвышения плечевой кости (патент № 2360633 от 10.07.2009 г.).

**Материалы и методы.** На I этапе исследования выполняли сравнение стабильности различных способов остеосинтеза при переломах головчатого возвышения плечевой кости методом математического моделирования. Проведен сравнительный анализ стабильности внутренней фиксации переломов спицами Киршнера, винтом и предложенным нами способом, который заключается в фиксации костных отломков параллельно проведенными спицами Киршнера со стягивающей 8-образной проволочной петлей.

При моделировании внутренней фиксации костных отломков спицами Киршнера со стягивающей петлей использовали схему сил, действующих на отломок, представленную на рис. 1, где  $F$  – мышечная сила;  $R_1, R_2$  – усилия трения спиц о кость;  $R_0$  – реактивная сила в зоне контакта торцевой поверхности повреждения;  $F_{mp}$  – сила трения, возникающая за счет натяжения проволоки петли (проявляется при действии силы  $F$ );  $F_{31}$  – сила начальной затяжки проволоки петли у спицы 1;  $F_{32}$  – сила начальной затяжки проволоки петли у спицы 2. Схема установки спиц и возникающие при затяжке петли силы показаны на рисунке 2.

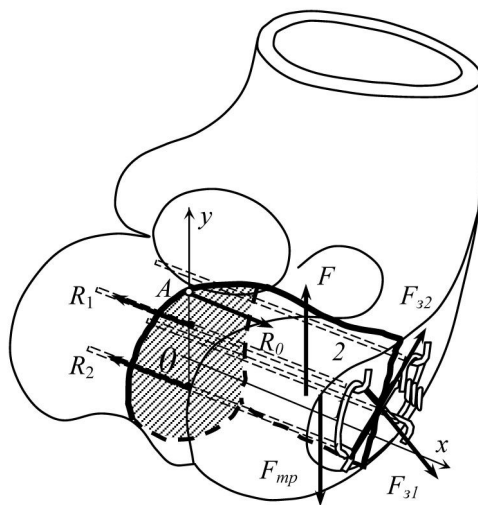


Рис. 1. Силы, действующие на отломок при соединении четырьмя параллельными спицами и проволочной петлей.

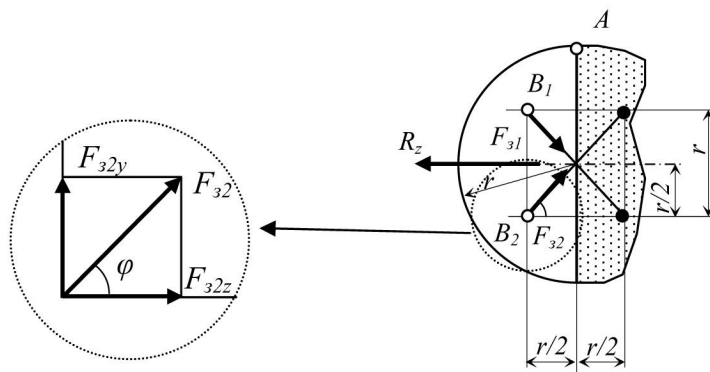


Рис. 2. Схема действующих сил при начальной затяжке петли в соединении параллельными спицами:  $F_{31}$  - сила затяжки проволоки на спице 1;  $F_{32}$  – сила затяжки проволоки на спице 2.

Численный расчет дает значения:

$$F \geq 0,2 \cdot 240 \cdot 10^6 \frac{\pi \cdot 0,7^2 \cdot 10^{-6}}{4} \cdot \frac{20}{20} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + 2 \cdot 67,9 \cdot \frac{10}{20} + 240 \cdot 10^6 \frac{\pi \cdot 0,7^2 \cdot 10^{-6}}{4} \cdot \frac{30}{20} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 213 \text{ Н}$$

где принято  $\sigma_m = 240 \text{ МПа}$ ;  $R_1 = R_2 = R = 67,9 \text{ Н}$ ;  $d_n = 0,8 \text{ мм}$ .

Наиболее стабильный остеосинтез был достигнут при использовании предложенного нами способа.

На II этапе исследования предложенную технику внутренней фиксации использовали у 19 пациентов при свежих переломах (16 чел.), несросшихся переломах (2 чел.) и ложных суставах (1 чел.) головчатого возвышения плечевой кости. Из этого числа 18 пациентов были женщины и только 1 мужчина. Возраст пациентов варьировал от 18 до 68 лет.

Больные поступали в ННИИТО в различные сроки после травмы: 1 неделя – 3 чел., 2 недели – 10 чел., от 1,5 до 2 месяцев – 4 чел., от 5 до 6 месяцев – 2 человека, что говорит о несвоевременной диагностике перелома на этапе оказания первой врачебной помощи.

Клиническое обследование больных с переломом головчатого возвышения плечевой кости проводилось по следующей схеме. Уточняли жалобы, выясняли характер, локализацию, иррадиацию болей. Особое внимание уделяли сбору анамнеза для оценки механизма и тяжести травмы, проявлений неврологической симптоматики и сосудистых расстройств в дистальных отделах верхней конечности, возникших сразу после травмы, так как в зависимости от типа перелома, выраженности и направления смещения костных отломков на фоне нарастающего отека мягких тканей возможно развитие клинической картины невротии локтевого, лучевого и срединного нервов. При исследовании в покое обращали внимание на изменения кожных покровов, наличие отёка, вальгусной или варусной деформации, положение верхней конечности. Исследовали активно-пассивные движения: сгибание/разгибание; пронацию/супинацию с помощью стандартного угломера по 0-проходящему методу. При пальпации оценивали температуру области локтевого сустава, локальную болезненность, крепитацию, деформацию. Пальпацию проводили также во время сгибания/разгибания, пронации/супинации, пальпировали периартикулярные структуры, обращая особое внимание на пальпацию локтевого нерва в области локтевой борозды. Выполняли тесты на целостность коллатеральных связок, тесты для выявления невротии локтевого нерва (симптом Тинеля, тест максимального сгибания локтя, тест щипкового хвата).

Всем больным проводили клинико-лабораторные и инструментальные исследования. Рентгенографическое обследование области локтевого сустава в стандартных двух проекциях выполняли всем пациентам. Рентгенографию выполняли до и после операции, а также непосредственно на операционном столе после выполнения остеосинтеза полусферы

головчатого возвышения плечевой кости. В качестве дополнительного метода диагностики мы применяли компьютерную томографию локтевого сустава с 3D-реконструкцией. Функциональное состояние и наличие повреждений нервно-мышечного аппарата верхней конечности у больных изучали методами электронейромиографии. Исследования проводились в отделе функциональной диагностики ННИИТО с помощью компьютерного диагностического комплекса «МБН-Нейромиограф» по стандартной методике. Оценка моментов сил мышц сгибателей-разгибателей и ротаторов предплечья, кулачного схвата кисти, а также амплитуду супинации и пронации мы проводили на устройстве для измерения амплитудно-силовых характеристик верхней конечности (патент РФ № 2113170), изготовленном в ОКБ им. И.И. Африкантова. Для регистрации и детального анализа мышечной силы кисти использовали программно-аппаратный комплекс «Health» для динамометрии в отделе функциональной диагностики, разработанный в отделе биомеханики ННИИТО совместно с Нижегородским и Владимирским государственными техническими университетами.

Механизм изолированного перелома был связан с падением на вытянутую руку. Головка лучевой кости, смещаясь кверху и кпереди, травмировала сочленяющуюся с ней суставную поверхность головчатого возвышения плечевой кости, особенно при сгибании предплечья под углом 30°. Переломы полусферы головчатого возвышения плечевой кости нередко происходили преимущественно в результате прямой травмы области локтевого сустава. У всех пациенты были закрытые переломы. Оперированные больные отличались как многообразием, так и тяжестью повреждений: значительным смещением отломков, повреждением мягких тканей разного характера. В то же время наблюдали и оперировали больных с последствиями перелома полусферы головчатого возвышения плечевой кости. Среди больных с неблагоприятными последствиями переломов в предоперационном периоде были отмечены случаи развития посттравматической компрессионно-ишемической невропатии локтевого нерва. Койко-день составил в среднем 18 дней. Металлоконструкции впоследствии не удаляли. Получены отличные и хорошие функциональные результаты.

### **Результаты исследования**

При переломе головчатого возвышения плечевой кости остеосинтез костных отломков предложенным нами способом, а именно параллельно введенными спицами Киршнера со стягивающей проволочной петлей, из экспериментальных способов является наиболее стабильным, т.к. сравнительный анализ математического моделирования рассмотренных способов остеосинтеза показал, что наименее стабильным является соединение костных отломков компрессирующим винтом, а наиболее стабильным – соединение костных отломков параллельно введенными спицами Киршнера со стягивающей проволочной петлей. При этом способе возникают наибольшие усилия, способные нарушить целостность соединения

(F=101,85Н), а наименьшие – в случае соединения компрессирующим винтом (F=27,8Н).

### **Заключение**

При выполнении остеосинтеза головчатого возвышения предложенным нами способом, который при сравнительном анализе с экспериментальными способами остеосинтеза методом математического моделирования был наиболее стабильным, у всех пациентов в сроки до 1 года отмечено полное сращение перелома, не было фрагментации и деструкции костных отломков. Получены отличные и хорошие функциональные результаты.

### **Список литературы**

1. Богданов А.В., Жабин Г.И., Федюнина С.Ю., Амбросенков А.В. Особенности рентгенодиагностики и классификации повреждений головки мыщелка плечевой кости // Травматология и ортопедия России. - 2006. - № 2 (40). - С. 46.
2. Жабин Г.И. Оскольчатые переломы мыщелка плеча у взрослых (классификация и показания к выбору фиксатора) / Г.И. Жабин [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2003. - № 1. - С. 38 – 41.
3. Ильин А.С. Артроскопическая диагностика и лечение повреждений локтевого сустава у детей : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2000.
4. Ключевский В.В. Хирургия повреждений : руководство по травматологии и ортопедии. – Ярославль : Рыбинский дом, 2004. – 703 с.
5. Мателенок Е.М. Консервативное лечение пациентов с переломами мыщелка плечевой кости / Е.М. Мателенок, Т.Н. Гращенкова // Ортопедия, травматология. – 2002. - № 2. – С. 48-51.
6. Мателенок Е.М., Михайлов С.Р. Способ напряженного остеосинтеза переломов дистального конца плечевой кости // Ортопедия, травматология и протезирование. - 2000. - № 1. - С. 45-48.
7. Ashwood N. Transarticular shear fractures of the distal humerus / N. Ashwood [et al.] // J. Shoulder Elbow Surg. – 2010. – Vol. 19, N 1. – P. 46 – 52.
8. Atalar A.C. Functional results of the parallel-plate technique for complex distal humerus fractures / A.C. Atalar [et al.] // Acta Orthop. Traumatol. Turc. – 2009. – Vol. 43, № 1. – P. 21 – 27.
9. Elkowitz S.J., Polatsch D.B., Egol K.A., Kummer F.J., Koval K.J. Capitellum fractures: A biomechanical evaluation of three fixation methods // J. Orthop. Trauma. – 2002. - 16: 503-6.
10. Ertl J.P. Capitellar fracture // eMedicine. – 2004. - P. 8.
11. Hachimi K. Surgical treatment of capitellum fractures in adults. Eight case reports / K. Hachimi [et al.] // Chir. Main. – 2004. – Vol. 23, № 2. – P. 79-84.
12. Ruchelsman D.E., Tejwani N.C., Kwon Y.W., Egol K.A. Open reduction and internal fixation

of capitellum fractures with headless screws // J. Bone Joint Surg. Am. – 2008. - 90: 1321-1329.

13. Schindler O.S. Bilateral capitellum humeri fracture: a case report and review of the literature // J. Orthop. Surg. (Hong Kong). – 2003. - № 11. – P. 207-209.

14. Soon J.L. Surgical fixation of intra-articular fractures of the distal humerus in adults / J.L. Soon, B.K. Chan, C.O. Low // Injury. – 2004. – N 35. – P. 44.

**Рецензенты:**

Алейников А.В., д.м.н., профессор, руководитель Нижегородского регионального травматологического центра Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Нижегородской области «Нижегородская областная клиническая больница имени Н.А. Семашко», г. Нижний Новгород.

Ежов И.Ю., д.м.н., заведующий отделением травматологии и ортопедии КБ № 4 ФГБУ «ПОМЦ ФМБА России», доцент кафедры хирургии ФПКВ Нижегородской государственной медицинской академии Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Нижний Новгород.