

РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЧРЕЗМЫЩЕЛКОВЫХ И НАДМЫЩЕЛКОВЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ

RESULTS OF SURGICAL TREATMENT OF SUPERCONDYLAR AND SUPRACONDYLAR FRACTURES OF THE HUMERUS IN CHILDREN

Амаири О.Н. Amairi O.N.
Ахтямов И.Ф. Akhtyamov I.F.
Цой И.В. Tsoy I.V.

ГАУЗ «Детская республиканская клиническая больница
Министерства здравоохранения Республики Татарстан»,
ФГБОУ ВО «Казанский государственный
медицинский университет» Министерства здравоохранения
Российской Федерации,
г. Казань, Россия

Pediatric Republican Clinical Hospital
of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan,
Kazan State Medical University,
Kazan, Russia

Переломы дистального отдела плечевой кости являются одними из наиболее характерных повреждений у детей. Выбор лечения надмыщелковых и чрезмыщелковых переломов для травматолога является немаловажной задачей, заключающейся в обеспечении хорошей репозиции, стабильной фиксации и восстановлении функций локтевого сустава. Методом выбора в лечении данной патологии является закрытый чрескожный остеосинтез, однако фиксация спицей Киршнера через медиальный надмыщелок плечевой кости может привести к повреждению локтевого нерва. Поэтому поиск альтернативных малоинвазивных хирургических способов лечения данной травмы остается актуальным.

Цель — продемонстрировать результаты хирургического лечения чрезмыщелковых и надмыщелковых переломов плечевой кости у детей малотравматичным способом чрескожного остеосинтеза.

Материал и методы. Представлены результаты остеосинтеза 68 пострадавших детей и подростков с диагнозом чрезмыщелкового или надмыщелкового перелома плечевой кости. Пациенты были разделены на две группы: основную группу и контрольную группу — в зависимости от способа хирургического лечения. Проведена клиническая, рентгенологическая и функциональная оценка результатов на этапах наблюдения пациентов. Использовались рентгенограммы, Критерии Флинна (Flynn's criteria for grading functional and cosmetic outcome of supracondylar humerus fractures in children) и Опросник исходов и неспособности руки и кисти (Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure — DASH).

Результаты. При лечении чрез- и надмыщелковых переломов плечевой кости у детей основной группы исследования усовершенствованным малотравматичным методом отмечены положительные функциональные результаты, сопоставимые с исходами лечения пациентов контрольной группы, оперированных по классическому хирургическому методу. Однако предлагаемый метод менее рискован с точки зрения ятрогенных неврологических осложнений, а именно повреждения локтевого нерва, что привело к сокращению времени пребывания пациентов в стационаре.

Заключение. Чрезмыщелковые переломы плечевой кости у детей со смещением являются показанием для хирургического лечения. Разработанный хирургический способ остеосинтеза спицами снижает травматичность вмешательства и риск ятрогенного повреждения локтевого нерва и обеспечивает положительные результаты. При лечении пациентов дан-

Distal humerus fractures are among the most common injuries in children. The choice of treatment for supracondylar and transcondylar fractures is an important task for a traumatologist, which consists in ensuring good reposition, stable fixation and restoration of elbow joint functions. The method of choice in the treatment of this pathology is closed percutaneous osteosynthesis, but fixation with the Kirschner wire through the medial epicondyle of the humerus can lead to damage to the ulnar nerve. Therefore, the search for alternative minimally invasive surgical methods for treating this injury remains relevant.

Objective — to demonstrate the results of surgical treatment of supracondylar and transcondylar fractures of the humerus in children using a low-trauma percutaneous osteosynthesis method.

Materials and methods. The article presents the results of osteosynthesis of 68 injured children and adolescents diagnosed with supracondylar or supracondylar humerus fractures. The patients were divided into two groups: the main group and the control group, depending on the method of surgical treatment. Clinical, radiographic, and functional assessments of the results were performed at the stages of patient observation. Radiographs, Flynn's criteria for grading functional and cosmetic outcome of supracondylar humerus fractures in children, and the Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure (DASH) were used.

Results. In the treatment of trans- and supracondylar fractures of the humerus in children of the main study group using an improved low-traumatic method, positive functional results were observed, comparable with the treatment outcomes of patients in the control group who were operated on using the classical surgical method. However, the proposed method is less risky in terms of iatrogenic neurological complications, namely damage to the ulnar nerve, which led to a reduction in the time of patients' stay in the hospital.

Conclusion. Supracondylar fractures of the humerus in children with displacement are an indication for surgical treatment. The developed surgical method of osteosynthesis with pins reduces the trauma of the intervention and the risk of iatrogenic damage to the ulnar nerve and provides positive results. When treating patients with this method, there

Для цитирования: Амаири О.Н., Ахтямов И.Ф., Цой И.В. РЕЗУЛЬТАТЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЧРЕЗМЫЩЕЛКОВЫХ И НАДМЫЩЕЛКОВЫХ ПЕРЕЛОМОВ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ // ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2025. № 2. С. 50-57.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/589>

DOI: 10.24412/1819-1495-2025-2-50-57

ным методом случаев развития нейропатии локтевого нерва или потери репозиции из-за нестабильной фиксации не было.

Ключевые слова: переломы дистального метафиза плечевой кости у детей; чрезмыщелковые переломы; надмыщелковые переломы; перелом плечевой кости, остеосинтез

were no cases of ulnar nerve neuropathy or loss of reposition due to unstable fixation.

Keywords: fractures of the distal metaphysis of the humerus in children; supracondylar fractures; supracondylar fracture; fracture of the humerus, osteosynthesis

Переломы дистального отдела плечевой кости — одни из наиболее распространенных переломов у детей, причем наиболее частыми являются надмыщелковые и чрезмыщелковые. В детском и подростковом возрасте этот вид повреждения составляет 48–78 % всех переломов локтевого сустава, 83 % из которых обычно требуют оперативного лечения. За ними следуют переломы латерального мыщелка (78 %) и переломы медиального надмыщелка (41 %) [1–3].

Лечение дистальных переломов плечевой кости у детей со смещением выполняется различными хирургическими методами и с использованием разнообразных оперативных техник. К наиболее распространенным можно отнести чрескостный остеосинтез спицами и винтами, аппаратом внешней фиксации, стабилизирующее интрамедуллярное штифтование, накостный и комбинированные методы остеосинтеза [4–8].

Постоперационные осложнения при чрезмыщелковых переломах встречаются, к сожалению, нередко — в 6–18 % случаев. Повреждение нервов, варусная или вальгусная деформация локтевого сустава, контрактуры и т. п. характерны для хирургии области локтевого сустава. Это относится и к технике чрескостного остеосинтеза перекрестными спицами, которая позволяет обеспечить стабильную фиксацию, но не исключает риск повреждения локтевого нерва при медиальном доступе. При лечении подобных переломов перед травматологом стоит важная задача, заключающаяся в обеспечении надежной фиксации, снижении инвазивности манипуляции и предупреждении ятрогенных и постоперационных осложнений [2, 9, 10]. В этой связи актуален поиск альтернативных способов остеосинтеза.

Цель исследования — продемонстрировать результаты хирургического лечения чрезмыщелковых и надмыщелковых переломов плече-

вой кости у детей малотравматичным чрескожным способом остеосинтеза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В одноцентровое наблюдательное проспективное исследование, проведенное на базе ГАУЗ «Детская республиканская больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан», были включены 68 пациентов (44 (64,7 %) мальчика и 24 (35,3 %) девочки) с диагнозом чрезмыщелковый или надмыщелковый двухфрагментарный перелом плечевой кости со смещением (МКБ-10: S42.4).

Наличие информированного согласия пациента и его родителей было обязательным (форма утверждена на заседании этического комитета ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань (протокол № 4 от 26.04.2022)).

Критерии включения в исследование: возраст до 17 лет, наличие перелома со смещением II, III и IV типов по классификации Gartland, срок давности после вторичного смещения до одной недели, закрытые, изолированные переломы, отсутствие травматических сосудистых и неврологических нарушений, наличие родительского согласия, согласие пациента (ребенка), возможность регулярной явки на амбулаторное наблюдение в клинику.

Критерии исключения: оскольчатые и трасэпифизарные переломы, I тип перелома по классификации Gartland (без смещения), открытые переломы, возраст старше 17 лет, наличие сосудистых или неврологических травматических осложнений, наличие инфекционного поражения в области оперативного вмешательства, отказ от оперативного вмешательства, наличие остеопороза, онкологические заболевания, патологические переломы, пациенты с детским церебральным параличом, аутизмом, интеллектуальными и психиатрическими расстройствами.

В зависимости от способа хирургического лечения пациенты были разделены на две группы — основную и контрольную. В контрольную группу вошли 38 пациентов (12 девочек и 26 мальчиков) в возрасте от одного года до 13 лет (медиана — 6,0 [4; 8,8] года). В основную группу вошли 30 пациентов (12 девочек и 18 мальчиков) в возрасте от 3 до 13 лет (медиана — 6 [5; 8] лет).

Пациентам контрольной группы после закрытой репозиции под общей анестезией проведен чрескостный остеосинтез медиальной и латеральными перекрестными спицами Кишнера. Пациентам основной группы выполнен чрескожный остеосинтез по разработанному способу (патент РФ на изобретение № 2754800 «Способ лечения чрезмыщелкового перелома плечевой кости у детей и подростков»), двумя перекрещивающимися спицами диаметром 1,5 мм, проведенными во фронтальной плоскости через латеральный надмыщелок плечевой кости. Одна спица выведена к наружной, а другая — к внутренней кортикальной пластине проксимального фрагмента плечевой кости на 5 мм [11].

В ходе предоперационной подготовки каждому ребенку проведена антибактериальная профилактика инфекционных осложнений. После операции осуществлялась иммобилизация гипсовой лонгетой в положении сгибания в локтевом суставе под углом 90° травмированной верхней конечности и среднефизиологическом положении костей предплечья.

Контрольные осмотры проводились на 1, 3, 5, 10 и 12-й неделях после операции. В ходе них осуществлялись клинический осмотр, локальный контроль мест выхода спиц, оценка объема движений и функциональных результатов. Для подтверждения положительной эффективности хирургического лечения и оценки качества и стабильности полученной репозиции осте-

осинтез выполнялся под контролем рентгенографических изображений электронно-оптического преобразователя (ЭОП), а на контрольных осмотрах всем пациентам проводилась рентгенография локтевого сустава в двух проекциях. Для определения эффективности методов лечения выполнена также оценка функциональных и косметических результатов, для этого использовались критерии Флинна (Flynn's criteria for grading functional and cosmetic outcome of supracondylar humerus fractures in children) и Опросник исходов и неспособности руки и кисти (Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure — DASH) [4].

Рентгенография локтевого сустава проводилась в двух проекциях. Оценка рентгенологических признаков, степени смещения и характера перелома велась по классификации Gartland и комплексной классификации переломов длинных трубчатых костей у детей АО (Pediatric Comprehensive Classification of Long-Bone Fractures — PCCF). В исследование вошли пациенты с установленным диагнозом чрезмыщелкового или надмыщелкового перелома плечевой кости со смещением II, III и IV типов по классификации Gartland и 13-M/3.1 II, 13-M/3.1 III и 13-M/3.1 IV (неоскольчатые переломы) по классификации АО.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.6.1 (разработчик — ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро — Уилка. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные

описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1—Q3). Количественные показатели, распределение которых соответствовало нормальному, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). В качестве меры репрезентативности для средних значений указывались границы 95% доверительного интервала (95% ДИ).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп по количественному показателю выполнялось с помощью U-критерия Манна — Уитни. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого в каждой из групп соответствовало нормальному, выполнялось с помощью t-критерия Уэлча

Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия χ^2 Пирсона (при значениях ожидаемого явления более 10), точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Значимых различий между группами исследования по возрастному показателю выявлено не было ($U = 556$; $p = 0,861$). Травма левой верхней конечности у пациентов обеих групп встречалась одинаково часто, значимых различий не обнаружено ($\chi^2 = 0,785$; $p = 0,376$).

При оценке доминантности стороны поражения в основной группе у 19 (63,3 %) пациентов выявлена травма с симметричной стороны, у

11 (36,7 %) — с доминирующей. В контрольной группе у 20 (52,6 %) детей отмечен перелом с противоположной стороны, у 18 (47,4 %) — с доминирующей. Значимых различий не установлено ($\chi^2 = 0,785$; $p = 0,376$).

Анализ типа перелома в группах исследования не выявил значимых различий ($p = 0,624$, точный критерий Фишера), разгибательный тип выявлен в основной группе в 96,7 % случаев и в контрольной — у 92,1 % пациентов.

При распределении пациентов по классификации Gartland также не удалось установить значимых различий ($\chi^2 = 1,782$; $p = 0,410$) (табл. 1).

После выполнения оперативного лечения, согласно данным ЭОП и последующих контрольных рентгенографических исследований, удалось добиться удовлетворительной репозиции и состоятельной фиксации фрагментов переломов у всех пациентов. Случаев потери репозиции из-за нестабильной фиксации или повторных операций, связанных с неудовлетворительным и нестабильным остеосинтезом, в группах не установлено.

Длительность пребывания в стационаре (койко-день) пациентов основной группы составила $4,3 \pm 0,7$ суток, что было статистически значимо меньше относительно контрольной группы — $5,3 \pm 1,5$ суток ($p < 0,001$) (табл. 2).

Для определения эффективности методов хирургического лечения выполнена оценка результатов на сроке 5–6 недель после операции и удаления спиц (рис. 1) и на сроке 8–10 недель, после реабилитации (рис. 2) с использованием опросника DASH. Через 5–6 недель (1–2 недели после удаления

Таблица 1
Распределения пациентов в группах исследования по классификации Gartland, абс. (%)
Table 1
Distribution of patients in study groups according to the Gartland classification, abs. (%)

Показатель Value	Категории Categories	Группы исследования / Study groups		p (χ^2 Пирсона) p (Pearson's χ^2)
		Контрольная / Control (n = 38)	Основная / Main (n = 30)	
DS по классификации Gartland DS by Gartland classification	II	5 (13.2)	2 (6.7)	0.410
	III	17 (44.7)	18 (60.0)	
	IV	16 (42.1)	10 (33.3)	

Таблица 2

Анализ длительности госпитализации в группах исследования

Table 2

Analysis of hospital stay in the study groups

Группы исследования Study groups	Длительность госпитализации, дни Hospital stay, days		t	df	p
	M ± SD	95% ДИ / 95% CI			
Контрольная / Control (n = 38)	5.3 ± 1.5	4.8–5.8	3.633	54.537	< 0.001*
Основная / Main (n = 30)	4.3 ± 0.7	4.0–4.5			

Примечание. * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).Note. * — differences in indicators are statistically significant ($p < 0.05$).

спец) отмечались преимущественно хорошие результаты (в основной группе — 93,3 %, в контрольной — 89,5 %), значимых различий между группами не выявлено ($p = 0,687$, точный критерий Фишера). При оценке по DASH через 8–10 недель после операции были получены отличные результаты у большинства детей в обеих группах (в основной группе — 93,3 %, в контрольной — 78,9 %), без значимого различия между ними ($p = 0,167$, точный критерий Фишера).

Для оценки эффективности лечения на сроке 10 недель использовались Критерии Флинна. С этой целью были оценены объем движения локтевого сустава оперированной конечности и косметические результаты. Косметический фактор оценивался по величине снижения (несущий кубитальный угол, °) на сроке 10 недель, в основной группе результаты по данному критерию были преимущественно отличными ($< 5^\circ$) и значимо не различались с показателями группы контроля ($U = 543$; $p = 0,724$) (рис. 3).

При оценке объема движения в локтевом суставе на сроке 10 недель у пациентов основной группы (функциональный фактор по Критериям Флинна), результаты были отличными (снижение объема движения $< 5^\circ$, согласно критериям Флинна, соответствует отличным результатам) у большинства детей, различия с контрольной группой не имели статистической значимости ($U = 556$; $p = 0,859$) (рис. 4).

У пациентов основной группы после операции и на последующих этапах лечения в нашем исследовании сосудисто-неврологических,

Рисунок 1

Результаты согласно опроснику DASH на сроке 5–6 недель

Figure 1

Results according to the DASH questionnaire at 5–6 weeks

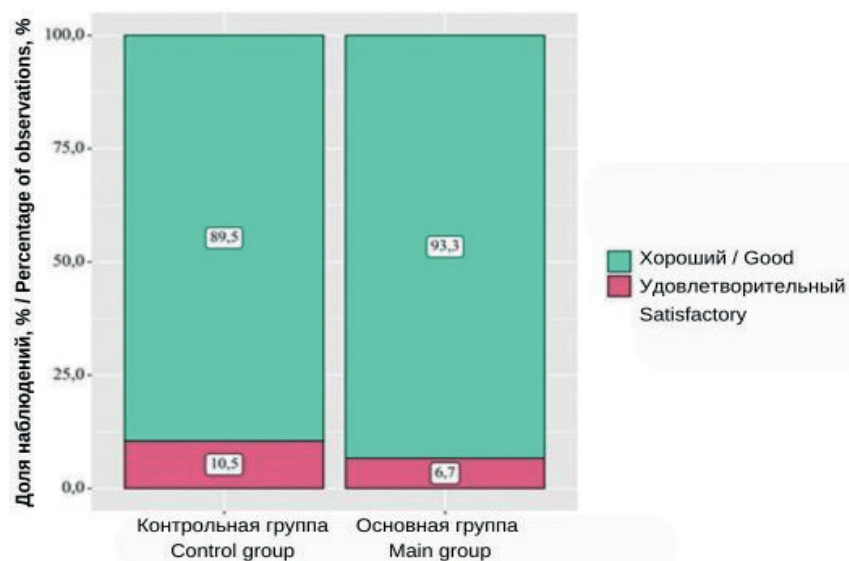


Рисунок 2

Результаты согласно опроснику DASH на сроке 8–10 недель

Figure 2

Results according to the DASH questionnaire at 8–10 weeks

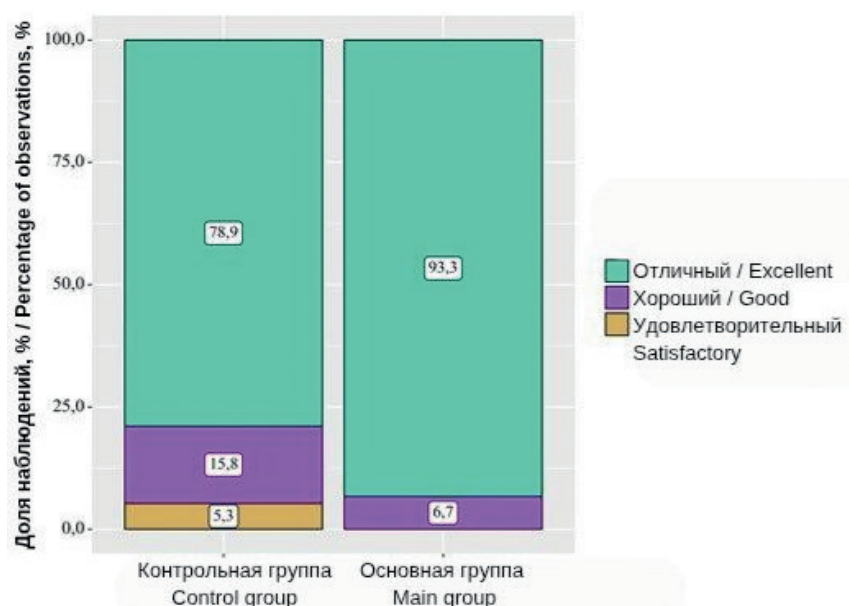


Рисунок 3

Оценка косметических результатов на сроке 10 недель по критериям Флинна

Figure 3

Evaluation of cosmetic results at 10 weeks according to the Flynn Criteria

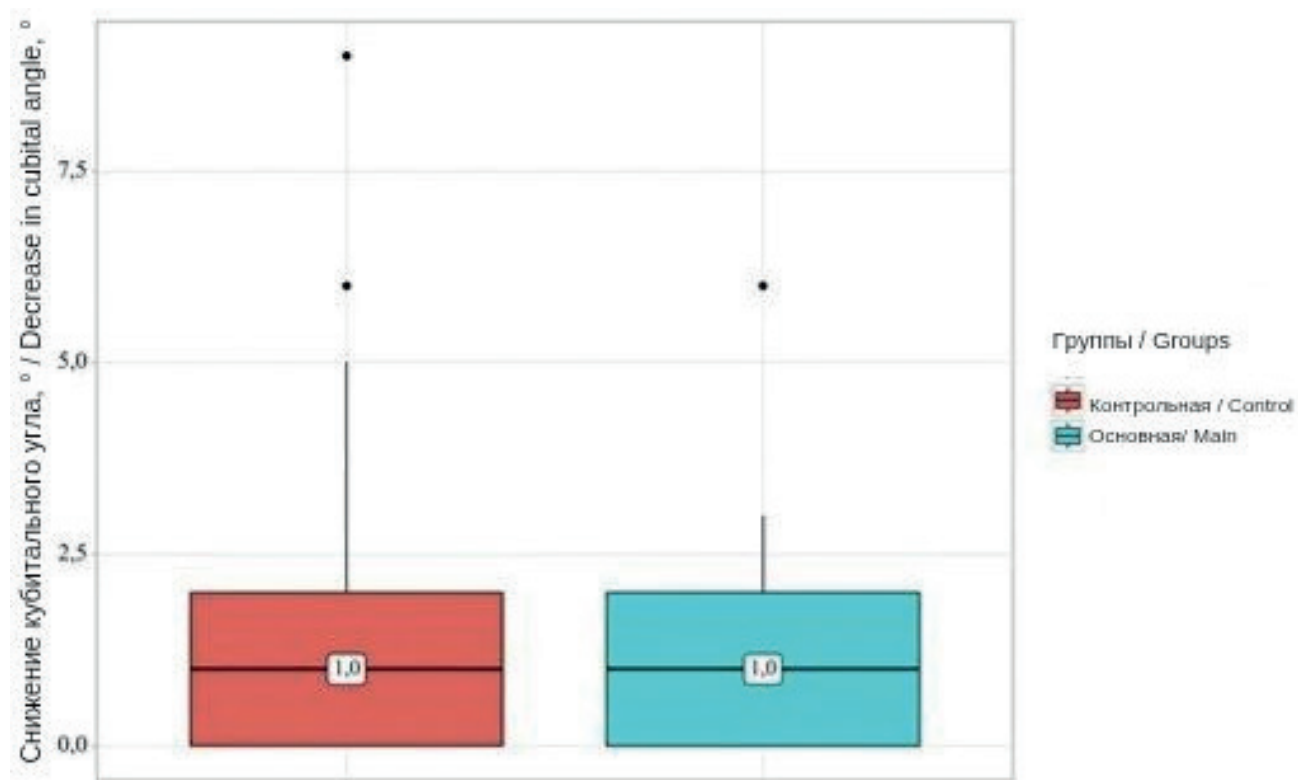
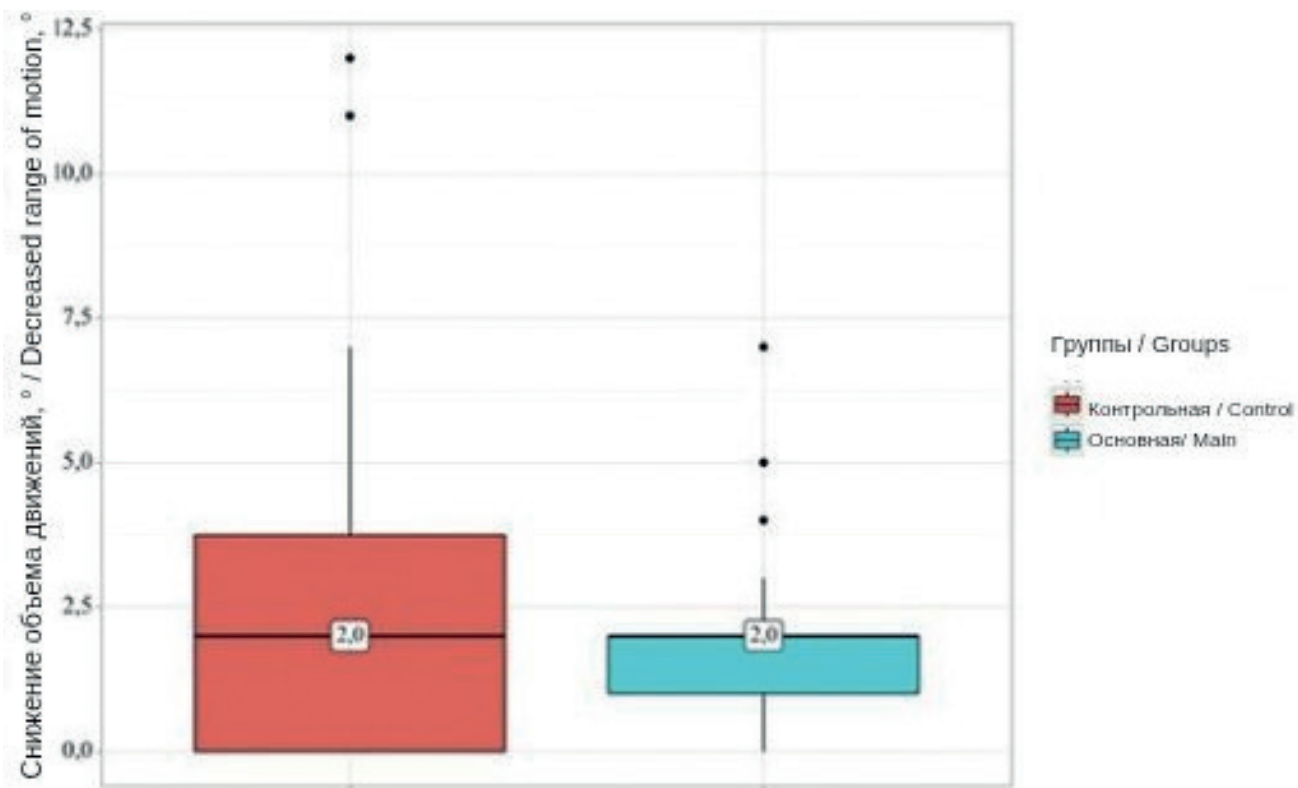


Рисунок 4

Оценка объема движения (функционального фактора по критериям Флинна) в локтевом суставе на сроке 10 недель

Figure 4

Range of motion assessments (functional factor according to Flynn criteria) in the elbow joint at 10 weeks



воспалительных и инфекционных осложнений не выявлено. Однако у двух (5,3 %) пациентов контрольной группы установлена нейропатия локтевого нерва. У одного из них она развилась на следующий день после операции (ятрогенная), у другого — через несколько дней после спадания отека в результате раздражения медиальной спицей (нейропраксия). У одного пациента, также из группы контроля, сразу после окончания операции наблюдалось отсутствие пульса на правой лучевой артерии, выявлен тромбоз плечевой артерии. Пациент реоперирован. Выполнена резекция правой плечевой артерии, анастомоз артерии конец в конец.

ОБСУЖДЕНИЕ

Переломы со смещением II, III и IV типов по Gartland являются показанием для выполнения оперативных вмешательств. Неадекватное лечение данной травмы может привести к неудовлетворительным результатам, ограничению движений и образованию контрактур локтевого сустава [12]. Существует ряд хирургических методов лечения чрезмыщелковых переломов плечевой кости у детей. Выбор методики основывается на типе и характере перелома, состоянии кожных покровов, мягких тканей и нейроваскулярных структур, умении и опыте хирургов.

Нами получены хорошие первичные и отличные отдаленные функциональные результаты лечения пациентов двух групп наблюдения с чрезмыщелковым переломом плечевой кости вариантами метода чрескожного остеосинтеза спицами Киршнера. Метод является эффективным способом лечения данной травмы, так как случаев потери репозиции или повторных операций, связанных с неудовлетворительной и нестабильной фиксацией, в группах сравнения не было. Однако в трех наблюдениях контрольной группы выявлены сосудисто-неврологических осложнений (два случая нейропатии локтевого нерва, и один — тромбоза плечевой артерии). К сожалению, это подтверждает риск ятрогенных нейроваскулярных повреждений

при использовании варианта чрескожного остеосинтеза медиально и латерально введенными перекрещивающимися спицами Киршнера, а именно, риск развития нейропатии локтевого нерва в результате его ятрогенного повреждения медиальной спицей или раздражения ей его тканей в послеоперационном периоде. Результаты наших наблюдений соответствуют ранее опубликованным данным зарубежной литературы [13, 14]. Ятрогенные осложнения у пациентов в группе контроля привели к увеличению длительности госпитализации в стационаре. Подобных осложнений у пациентов основной группы исследования выявлено не было, а полученные рентгенологические, клинические и функциональные результаты были положительными и не уступали показателям в контрольной группе.

Однако по результатам исследования следует отметить, что усовершенствованный хирургический вариант остеосинтеза двумя спицами, введенными через латеральный доступ, не может применяться при оскольчатых и многооскольчатых чрезмыщелковых переломах. Ограничено и его применение в случаях, когда линия перелома проходит через медиальную колонну мыщелка плечевой кости, т. е. фиксация медиальных фрагментов медиальной/медиальными спицей/спицами является необходимой. В этих случаях оптимальным является выбор иных хирургических методов лечения, таких как чрескожный остеосинтез медиальной(ыми) и латеральными перекрещенными спицами Киршнера, остеосинтез спицестержневым аппаратом Илизарова и другими, с максимальным контролем и предупреждением развития ятрогенных нейроваскулярных осложнений [15, 16].

В то же время, несмотря на травматичность метода открытой репозиции, иногда возникает необходимость прибегать к нему в случаях чрезмыщелковых и надмыщелковых переломов плечевой кости, осложненных повреждениями нервов, проходящих в проекции дистального отдела плечевой кости или/и сосудистыми наруше-

ниями, когда существуют строгие показания к экстренной ревизии и эксплорации данной области, или в случаях многократных неуспешных попыток выполнения закрытой стабильной репозиции [17, 18].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Хирургический метод чрескожного остеосинтеза спицами является методом выбора при лечении чрезмыщелковых и надмыщелковых переломов плечевой кости у детей. Чрескожный остеосинтез при медиальном и латеральном встречных доступах обеспечивает эффективную фиксацию, но повышает риск ятрогенных повреждения локтевого нерва и плечевой артерии. С помощью выполнения пациентам основной группы оперативного лечения разработанным способом, согласно данным ЭОП и последующих контрольных рентгенографических исследований, удалось добиться удовлетворительной репозиции и состоятельной фиксации фрагментов переломов у всех пациентов. Случаев потери репозиции, повторных операций или развития нейропатии локтевого нерва у пациентов данной группы не было. Применение усовершенствованного метода чрескожного остеосинтеза спицами только через латеральный доступ обеспечивает положительные эффективные результаты остеосинтеза, снижает риск ятрогенных осложнений, приводит к сокращению времени пребывания пациентов в стационаре и является альтернативным вариантом при лечении неоскольчатых чрезмыщелковых переломов. Выбор методики основывается на типе и характере перелома, состоянии кожных покровов, мягких тканей и нейроваскулярных структур, умении и опыте хирургов.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Klahs KJ, Dertinger JE, Mello GT, Thapa K, Sandler AB, Garcia EJJ, et al. Epidemiologic investigation of pediatric distal humerus fractures: an American insurance claims database study. *World J Orthop.* 2024;15(1):52-60. DOI: 10.5312/wjo.v15.i1.52.
2. Hahn SG, Schuller A, Pichler L, Hohensteiner A, Sator T, Bamer O, et al. Complications and outcomes of surgically treated pediatric supracondylar humerus fractures. *Children (Basel).* 2024; 11(7):791. DOI: 10.3390/children11070791.
3. Heitz PH, Gravel J, Jourdain N, Hupin M, Nault ML. Are outdoor playgrounds the real culprit for elbow fractures in children? A lesson learned from COVID-19 sanitary measures. *Can J Surg.* 2023;66(3):E282-E288. DOI: 10.1503/cjs.022521.
4. Park MS, Kim JR, Sung KH, Moon YJ, Lee SC, Wang SI. Comparison of functional and cosmetic outcomes according to fracture level in Gartland type III pediatric supracondylar humerus fractures. *Clin Orthop Surg.* 2023;15(4):668-677. DOI: 10.4055/cios22220.
5. Samaila EM, Auregli L, Pezzè L, Colò G, Magnan B. Medium-term clinical results in the treatment of supracondylar humeral fractures in children: does the surgical approach impact outcomes? *J Orthop Traumatol.* 2024;25(1):43. DOI: 10.1186/s10195-024-00781-3.
6. Zhao J, Yao W, Ma J, Lu B, Ma X. Finite element analysis of modified Slongo's external fixation in the treatment of supracondylar humeral fractures in older children. *Medicine (Baltimore).* 2024;103(18):e37979. DOI: 10.1097/MD.00000000000037979.
7. Liu C, Kamara A, Liu T, Yan Y, Wang E. Mechanical stability study of three techniques used in the fixation of transverse and oblique metaphyseal-diaphyseal junction fractures of the distal humerus in children: a finite element analysis. *J Orthop Surg Res.* 2020;15(1):34. DOI: 10.1186/s13018-020-1564-4.
8. Gumanenko EK, Khromov AA, Linnik SA, Suprun AYU, Chapurin VA, Shinkarenko DV et al. Strategies and tactics of early surgical care for victims with multiple injuries due to long bone fractures: methodology of objective choice of surgical tactics (report 1). *Polytrauma.* 2024; (2):33-43. Russian (Гуманенко Е. К., Хромов А. А., Линник С. А., Супрун А. Ю., Чапурин В. А., Шинкаренко Д. В. и др. Стратегии и тактики ранней хирургической помощи пострадавшим с поли-травмами при переломах длинных костей: методология объективного выбора хирургической тактики (сообщение 1) // Политравма. 2024. № 2. С. 33-43.)
9. Uludağ A, Tosun HB, Aslan TT, Uludağ Ö, Gunay A. Comparison of three different approaches in pediatric Gartland type 3 supracondylar humerus fractures treated with cross-pinning. *Cureus.* 2020;12(6):e8780. DOI: 10.7759/cureus.8780.
10. Karagoz B, Kibar B, Oto O, Malkoc FE. Comparison of lateral, medial, and posterior approaches in the surgical treatment of pediatric supracondylar humerus fractures. *North Clin Istanbul.* 2023;10(2):255-262. DOI: 10.14744/nci.2021.09475.
11. Patent No. 2754800 C1 Russian Federation, IPC A61B 17/56. Method for treating a supracondylar fracture of the humerus in children and adolescents: No. 2021103905: application from February 16, 2021, published on September 9, 2021. IV Tsoi, PS Andreev, ONA Amairi, IF Akhtyamova; applicant Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan. Russian (Патент № 2754800 C1 Российская Федерация, МПК А61В 17/56. Способ лечения чрезмыщелкового перелома плечевой кости у детей и подростков : № 2021103905 : заявл. 16.02.2021 : опублик. 07.09.2021 / И. В. Цой, П. С. Андреев, О. Н. А. Амаири, И. Ф. Ахтямов ; заявитель Государственное автономное учреждение здравоохранения «Республиканская клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан».)
12. Dorokhin AI, Adrianova AA, Kuryshev DA, Sorokin DS, Sabatov BG, Bukchin LB. The procedure for treating children with the consequences of injuries resulting from errors in osteosynthesis. *Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation.* 2022; 12(S):51. Russian (Дорохин А. И., Адрианова А. А., Курышев Д. А., Сорокин Д. С., Сабатов Б. Г., Букчин Л. Б. Порядок лечения детей с последствиями травм, возникших в результате ошибок при остеосинтезе // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2022. Т. 12, № S. С. 51.)
13. Babal JC, Mehlman CT, Klein G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *J Pediatric Orthop.* 2010;30(3):253-263. DOI:10.1097/BPO.0b013e3181d213a6
14. Brauer CA, Lee BM, Bae DS, Waters PM, Kocher MS. A systematic review of medial and lateral entry pinning versus lateral entry pinning for supracondylar fractures of the humerus. *J Pediatric Orthop.* 2007;27(2):181-186. DOI: 10.1097/bpo.0b013e3180316cf1
15. Skvortsov AP, Andreev PS, Khabibyanov RYa. Combined method of treatment of patients with transcondylar extension fractures of the humerus with unresolved displacement. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy.* 2024; 23(1):169-174. doi: 10.37903/vsgma.2024.1.22. Russian (Скворцов А. П., Андреев П. С., Хабибьянов Р. Я. Комбинированный метод лечения пациентов с чрезмыщелковыми разгибательными переломами плечевой кости с не устранённым смещением // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2024. Т. 23, № 1. С. 169-174. doi: 10.37903/vsgma.2024.1.22.)
16. Alsmadi YaM, Solod EI, Lazarev AF, Zagorodnyi NV, Abdulkhabirov MA, Petrovsky RA, et al. The Importance of Choosing the Configuration of the External Fixation Apparatus in Conversion Osteosynthesis in Patients with Polytrauma. *Polytrauma.* 2021; (3):37-45. DOI: 10.24412/1819-1495-2021-3-37-45. Russian (Алсмади Я. М., Соллод Э. И., Лазарев А. Ф., Загородний Н. В., Абдулхабилов М. А., Петровский Р. А. и др. Значение выбора конфигурации аппарата наружной фиксации при конверсионном остеосинтезе у пациентов с политравмой // Политравма. 2021. № 3. С. 37-45. DOI: 10.24412/1819-1495-2021-3-37-45.)
17. Satam K, Brahmandam A, Leslie M, Avraham T, Ochoa Chaar CI. Arm ischemia in a 4-year-old boy with supracondylar fracture of the humerus due to constraining bands over the brachial artery. *J Vasc Surg Cases Innov Tech.* 2023;9(3):101218. DOI: 10.1016/j.jvscit.2023.101218.
18. Makhambetchin MM, Stepanov AA. Reversible acute ischemia caused by compression of an artery by a bone fragment. *Polytrauma.* 2020; (1):80-87. doi: 10.24411/1819-1495-2020-10011. Russian (Махамбетчин М. М., Степанов А. А. Обратимая острая ишемия, вызванная сдавлением артерии костным отломком // Политравма. 2020. № 1. С. 80-87. DOI: 10.24411/1819-1495-2020-10011)

Сведения об авторах:

Амаири О.Н., врач – травматолог-ортопед травматологического отделения № 1 ГАУЗ «Детская республиканская клиническая больница МЗ РТ»; ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань, Россия. <https://orcid.org/0000-0003-0171-0584>

Ахтямов И.Ф., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, г. Казань, Россия. <https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>

Цой И.В., к.м.н., врач – травматолог-ортопед, заведующий травматологическим отделением № 1 ГАУЗ «Детская республиканская клиническая больница МЗ РТ», г. Казань, Россия. <https://orcid.org/0009-0006-0529-1363>

Адрес для переписки:

Амаири Омар Наелович, ул. Оренбургский тракт, 140, г. Казань, Россия, 420138

Тел: +7 (927) 437-88-84

E-mail: omar_amairi@yahoo.com

Статья поступила в редакцию 30.01.2025

Рецензирование пройдено 26.02.2025

Подписано в печать 01.04.2025

Information about authors:

Amairi O.N., orthopedic trauma surgeon, trauma department No.1, Pediatric Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan; assistant of department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme conditions, Kazan State Medical University, Kazan, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-0171-0584>

Akhtyamov I.F., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology, orthopedics and surgery of extreme conditions, Kazan State Medical University, Kazan, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-4910-8835>

Tsoy I.V., candidate of medical sciences, orthopedic trauma surgeon, chief of trauma department No.1, Pediatric Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia. <https://orcid.org/0009-0006-0529-1363>

Address for correspondence:

Orenburgsky Tract St., 140, Kazan, Russia, 420138

Amairi Omar Naelovich,

Тел: +7 (927) 437-88-84

E-mail: omar_amairi@yahoo.com

Received 30.01.2025

Review completed 26.02.2025

Passed for printing 01.04.2025

