

## Лекция

© Группа авторов, 2014.

УДК 616.717.55-001.5-089.227.84-053.2

### **Интрамедуллярный эластичный остеосинтез при диафизарных переломах у детей (часть 2)**

**P. Lascombes<sup>1</sup>, Д.А. Попков<sup>2</sup>, А.А. Коробейников<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Geneva, Division of Paediatrics Orthopaedic

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

### ***Intramedullary elastic osteosynthesis for shaft fractures in children (Part 2)***

**P. Lascombes<sup>1</sup>, D.A. Popkov<sup>2</sup>, A.A. Korobeinikov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>University of Geneva, Division of Paediatrics Orthopaedic

<sup>2</sup>FSBI «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» (FSBI RISC RTO) of the RF Ministry of Health, Kurgan

Представлена лекция по интрамедуллярному эластичному остеосинтезу при диафизарных переломах у детей. Во второй части речь идет о применении интрамедуллярного стабильного эластичного остеосинтеза при диафизарных переломах костей предплечья, плеча и голени.

**Ключевые слова:** интрамедуллярный эластичный стабильный остеосинтез, предплечье, плечо, голень, диафизарные переломы, дети.

A lecture on intramedullary elastic osteosynthesis for shaft fractures in children presented. The second part deals with using intramedullary stable elastic osteosynthesis for shaft fractures of the forearm, humeral and leg bones.

**Keywords:** intramedullary elastic stable osteosynthesis, forearm, humerus, leg, shaft fractures, children.

#### ДИАФИЗАРНЫЕ ПЕРЕЛОМЫ ОБЕИХ КОСТЕЙ ПРЕДПЛЕЧЬЯ

Переломы обеих костей предплечья встречаются примерно в 5 % случаев от всех переломов у детей, и чаще они наблюдаются в возрасте 8,5 лет. Отношение частоты встречаемости у мальчиков и девочек составляет 2,5. Наиболее частые обстоятельства травмы – это не прямой механизм, падение с упором на вытянутую руку. При нахождении предплечья в положении супинации в момент падения в подавляющем большинстве случаев происходит перелом обеих костей предплечья, в среднем, в 85,7 %. Изолированные переломы лучевой кости встречаются в 6,5 % случаев, изолированные переломы локтевой кости в 2,5 % случаев. Переломы по типу Monteggia встречаются в 4,7 % случаев в среднем и переломы по типу Galeazzi – с частотой 0,6 % случаев. В 2,3 % случаев переломы образуются в средней трети обеих костей предплечья, на уровне дистальной трети в 20 %, на уровне проксимальной трети в 13 % случаев. Открытые переломы 1 типа по Gustilo встречается в среднем в 7,5 % случаев, гораздо реже наблюдаются типы переломов 2 и 3. Сосудистые повреждения крайне редки, однако повреждение нервных стволов встречается у 3,4 % пациентов, тем не менее, прогноз практически всегда положительный.

**Комбинированный антеретроградный интрамедуллярный эластичный остеосинтез (ретроградный – лучевой кости, антеградный – локтевой кости)**

Общая анестезия должна быть использована практически во всех случаях [3, 4]. Ребенок укладывается в положении на спине. Рука находится на приставном операционном столике. Электронный оптический преобразователь располагается параллельно операционному столу. Диаметр интрамедуллярных стержней должен составлять 50 % или больше от диаметра костномозгового канала в самом узком месте. Вводится один стержень

в каждую кость. В среднем, диаметр стержня варьирует от 1,5-1,75 мм в возрасте от 6-9 лет, 2-2,25 мм для детей от 9-12 лет, от 2,5 мм и более для детей старше 12 лет. В 80 % случаев практика показывает, что сначала производится остеосинтез лучевой кости, это объясняется тем, что в подавляющем большинстве случаев имеется серьезное смещение отломков лучевой кости и гораздо проще манипулировать фрагментами, пока локтевая кость не стабилизирована. Только примерно в 20 % случаев остеосинтез локтевой кости выполняется первым, как правило, это объясняется меньшим смещением локтевой кости, поэтому хирургу проще выполнить остеосинтез перелома костей предплечья, то есть решение зависит от субъективной оценки хирурга.

#### ***Ретроградный остеосинтез лучевой кости***

Входное отверстие выполняется по латеральной стороне дистального метафиза луча, в 10-20 мм проксимальнее дистальной зоны роста, то есть примерно в 30 мм выше шиловидного отростка лучевой кости, предпочтительно делать доступ слегка смещенным в ладонную сторону. Разрез примерно 20 мм длиной выполняется кпереди от промежуточной подкожной вены предплечья, таким образом, проксимальный конец разреза располагается точно над уровнем выполнения трепанационного входного отверстия (рис 1). После выполнения перфорационного канала вводится стержень по обычной технологии, он проводится до проксимального метафиза и ориентируется вогнутой стороной к локтевой кости, таким образом восстанавливается пронационная кривизна лучевой кости и создаются условия для натяжения межкостной мембраны. Затем изогнутый кончик стержня погружается в метафиз на уровне шейки лучевой кости.

**Антеградное интрамедулярное армирование при переломах локтевой кости**

Входное отверстие для введения интрамедулярного эластичного стержня в локтевую кость располагается на заднелатеральном участке локтевого отростка. Нельзя вводить стержень через вершину локтевого отростка, так как в последующем это будет вызывать болевой синдром при опоре ребенка на локти и часто сопровождается перфорацией кожи. Продольный разрез длиной 20 мм делается на 30 мм выше вершины локтевого отростка по заднелатеральной поверхности кости таким образом, чтобы его дистальный конец точно располагался над местом будущего трепанационного канала для введения стержня (рис. 1).

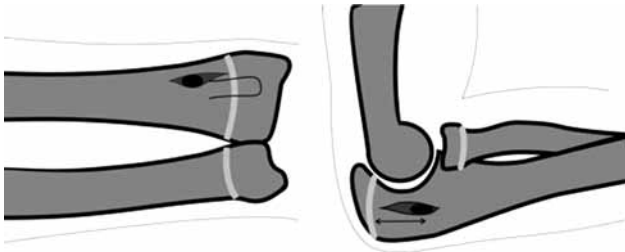


Рис. 1. Схемы доступов для интрамедулярного эластичного армирования лучевой и локтевой костей

Стержень проводится по стандартной методике до уровня перелома, дальше без ротационных движений легкими постукиваниями молотка проводится через уровень перелома и проталкивается до противоположного метафиза. Вогнутая его сторона ориентируется к лучевой кости (рис. 2).

Таким образом восстанавливается натяжение межкостной мембраны, что способствует репозиции отломков. В конце этой процедуры важным моментом является выполнение ротационных движений предплечья, что должно подтвердить полноту достигнутой репозиции в горизонтальной плоскости. Кроме того, само по себе выполнение ротационных движений с максимальной пронацией и супинацией предплечья способствует устранению всех торсионных смещений костных отломков. Классическая рентгенологическая картина ориентации стержней и восстановление правильных взаимоотношений костных отломков представлено на рисунке 2.

**Послеоперационный период**

В послеоперационном периоде выполняется рентгенологический контроль. Смена повязок производится на следующий день после операции. При отсутствии болевого синдрома и вторичного смещения, а также ранних послеоперационных осложнений выписка может быть осуществлена на второй-третий день после операции.

Стабильность остеосинтеза такова, что нет необходимости дополнительной иммобилизации гипсовой повязкой, однако для снижения болевого синдрома, психологической напряженности ребенка повязку по типу косыночной или ортез рекомендуется носить в течение двух-трех недель в послеоперационном периоде. Возобновление школьных занятий может быть через одну-две недели после выписки. В том случае, если повреждена доминирующая рука, возобновление использования руки для удержания ручки при написании может быть разрешено через три-четыре недели. Примерно через месяц возможно возобновление начала занятий такими видами спорта как плавание или другими видами индивидуального спорта без избыточных нагрузок, а также занятия на музыкальных инструментах. Удаление имплантов осуществляется позже, чем при других видах переломов: необходимый минимальный срок для нахождения эластичных стержней составляет 6 месяцев с целью снижения риска рецидива перелома. После удаления стержней возобновление занятий контактными видами спорта возможно только через два месяца, чтобы снизить риск переломов на уровне входных отверстий для спиц.

**Показания для эластичного армирования при переломах предплечья**

Показаниями к интрамедулярному эластичному остеосинтезу являются переломы со смещением у детей старше 10 лет, когда консервативное лечение невозможно или в том случае, если переломы нерепонируемы [1, 5-14]. У подростков остеосинтез выполняется, если гипсовой повязкой невозможно достичь анатомической репозиции отломков. Данная группа детей требует анатомической репозиции из-за сниженных ремоделирующих свойств кости ввиду скорого окончания естественного роста сегмента. Остеосинтез показан при вторичных смещениях при консервативном лечении. Открытые переломы тип 1 и 2 по Gustilo – в данном случае требуется более длительная госпитализация для наблюдения за динамикой заживления ран. Последнее показание – это рецидивы переломов, рефрактуры после снятия гипсовой повязки или после удаления материала остеосинтеза [1, 15, 16].



Рис. 2. Интрамедулярный эластичный остеосинтез при переломе костей предплечья у ребенка 6 лет: А – рентгенограммы предплечья до операции, Б – первый день после операции, В – через 6 месяцев после вмешательства (консолидация), Г – после удаления интрамедулярных спиц

### ДИАФИЗАРНЫЕ ПЕРЕЛОМЫ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

Диафизарные переломы большеберцовой кости в средней трети являются третьей по частоте встречаемости патологией после переломов предплечья и бедра, с явным доминированием встречаемости у мальчиков (75 %) и средним возрастом 8 лет. Увеличение количества таких переломов наблюдается при автодорожных травмах, а также при занятиях спортом (горные лыжи, роллеры, коньки, сноуборд). В 70 % случаев встречаются изолированные переломы большеберцовой кости. Изолированные переломы малоберцовой кости не будут обсуждаться в данной публикации. К статистике стоит добавить, что косые переломы (35 %) и винтообразные переломы (15 %) у детей младшего возраста являются результатом не прямой травмы, когда возникает крутящий момент. Чаще встречаются переломы по типу «зеленой веточки». При винтообразных переломах, как правило, повреждаются обе кости. Поперечные переломы (15 %) редко встречаются. Они связаны с прямым механизмом травмы и, как правило, возникают при так называемых «бамперных» переломах. Оскольчатые переломы встречаются в 30 % случаев и обычно сопровождаются значительным смещением отломков, сочетаются с переломом малоберцовой кости. К нестабильным переломам относится перелом обеих костей голени, косые переломы, винтообразные или оскольчатые переломы, переломы с третьим фрагментом. Данный вид переломов при консервативном лечении часто заканчивается укорочением или консолидацией с ротационной деформацией.

#### **Антеградный интрамедуллярный эластичный остеосинтез большеберцовой кости**

Предпочтительнее использовать общую анестезию, так как проводниковая анестезия может маскировать компартмент-синдром в послеоперационном периоде. Ребенок укладывается на рентгенпрозрачном операционном столе на спине, электронный оптический преобразователь располагается у ножного конца стола. Выбор диаметра стержня определяется основными правилами интрамедуллярного стабильного эластичного остеосинтеза – 40 % от диаметра костномозгового канала в самой узкой его части. Тем не менее, можно сказать, что диаметр стержня 2,5 мм подходит для детей от 6-8 лет; диаметр 3 мм – для детей от 8-11 лет; 3,5 мм – для детей старше 11 лет; 4,0 мм – стержни такого диаметра используются у подростков в период завершения физиологического роста. Выполняются два продольных разреза шириной около 20 мм. С латеральной стороны проксимального метафиза, примерно на 20-30 мм дистальнее проксимальной зоны роста, которая легко пальпируется на уровне проксимального отдела большеберцовой кости (рис. 3). Эти разрезы не должны быть расположены излишне кпереди, чтобы исключить повреждения зоны роста в области бугристости большеберцовой кости. Для ориентации разреза следует сказать, что разрез по внутренней поверхности должен располагаться строго по медиальной поверхности голени, латеральный разрез должен располагаться посередине между бугристостью большеберцовой кости и головкой малоберцовой кости. На стороне медиального доступа диссекция ножницами Блаунта производится непосредственно прямо к ко-

сти. Через латеральный доступ диссекция производится таким образом, чтобы поверхностная фасция была отклонена кзади вместе с передней группой мышц.

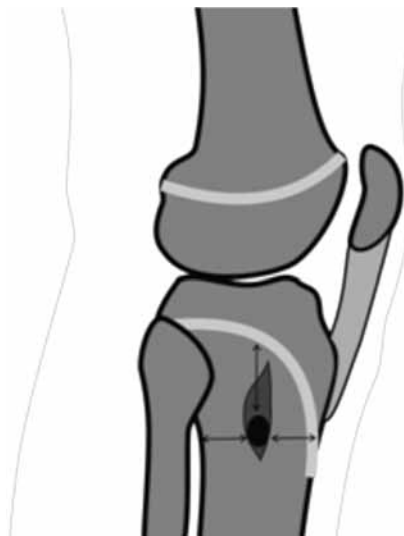


Рис. 3. Схема доступа и расположения трепанационного отверстия при интрамедуллярном эластичном остеосинтезе большеберцовой кости

Далее производится последовательное введение изогнутых стержней. В идеале вершины изгиба стержней находятся на уровне перелома. Однако нередко небольшое смещение может оставаться после того, как оба стержня размещены и заблокированы в дистальном фрагменте. В этой ситуации репозиция достигается дополнительным разворотом стержней в данной позиции. Так, при небольшом вальгусе окончательная репозиция достигается поворотом латерального стержня на 180°, таким образом его вогнутая сторона ориентируется кнутри. Пример остеосинтеза большеберцовой кости представлен на рисунке 4.

Небольшая антекурвационная деформация может быть исправлена легкой ориентацией обеих стержней вогнутой поверхностью кпереди, однако сохраняя при этом аспект ориентации изгибов медиального стержня кнутри, латерального – кнаружи, что возможно при развороте обеих стержней примерно на 90°.

#### **Другие типы переломов большеберцовой кости**

Переломы дистальной четверти большеберцовой кости часто являются поперечными либо короткими косыми. Нередко они являются открытыми переломами, в данном случае техника интрамедуллярного эластичного остеосинтеза является антеградной. Однако вершина изгиба стержней располагается более дистально, чтобы она располагалась на уровне перелома. Сложности могут возникнуть при достаточно низких диафизарных переломах, в этом случае требуется значительная импакция стержней в дистальный метафиз с последующей реориентацией стержней для устранения остаточного смещения. В том случае, если смещение остается, несмотря на все манипуляции стержнями, возможно использование гипсовой повязки, которая накладывается не более чем на 10-14 дней. Высокие переломы большеберцовой кости, как правило, сложно синтезировать методом антеградного интрамедуллярного остеосинтеза. В данном случае выполняется ретроградный остеосинтез по тем же правилам, что и антеградное армирование, но доступ осуществляется на уровне дистального отдела голени.



Рис. 4. Интрамедуллярный эластичный остеосинтез при переломах костей голени у ребенка 8 лет: А – рентгенограммы голени – поперечный перелом большеберцовой и малоберцовой кости в средней трети, Б – на следующий день после выполнения остеосинтеза, В – через 3 месяца после операции (консолидация), Г – после удаления интрамедуллярных стержней

**Интрамедуллярное армирование малоберцовой кости**

В некоторых случаях хирург может выполнить остеосинтез малоберцовой кости для увеличения стабильности положения фрагментов большеберцовой кости. Остеосинтез выполняется ретроградным способом через надлодыжечный доступ. Диаметр стержня не превышает 2 мм в подавляющем большинстве случаев. Трепанационное входное отверстие располагается в 20 мм проксимальнее дистальной ростковой зоны малоберцовой кости на ее заднелатеральной поверхности. Так как это снижает возможную перфорацию и раздрацию покровных тканей. Вогнутая поверхность стержня должна быть ориентирована к большеберцовой кости, то есть кнутри.

**Послеоперационный период**

Ребенку разрешено с первых суток после операции

выполнять движения в голеностопном суставе, поднимать прямую ногу, производить изометрические сокращения мышц. На второй-третий день производится вертикализация ребенка с костылями и обучение походке без нагрузки на оперированную конечность. Ходьба с постепенно возрастающей нагрузкой разрешена через 3-4 недели после операции и зависит от характера перелома: две недели для поперечного перелома, четыре недели для косого, винтообразного или оскольчатого перелома.

**Показания для интрамедуллярного эластичного армирования при переломах большеберцовой кости**

Показаниями являются политравма либо сочетанные повреждения [17-19], открытые переломы (Gustilo тип 1 и 2) [20], исходные нестабильные переломы либо вторичные смещения при лечении гипсовой повязкой.

**ДИАФИЗАРНЫЕ ПЕРЕЛОМЫ ПЛЕЧЕВОЙ КОСТИ**

Диафизарные переломы плечевой кости крайне редки у детей и составляют не более 2-5 % от всех переломов в детской травматологической практике. Суще-

ствуют две возрастные группы, где чаще встречаются переломы – у детей до трех лет и у детей старше 12 лет.

Механизм переломов варьирует в зависимости от воз-

раста. У подростков встречаются поперечные переломы вследствие непрямого механизма травмы, падения с высоты, спортивные либо дорожные травмы. Повреждение лучевого нерва является наиболее частым осложнением данных переломов, особенно при локализации в средней трети, где нерв лежит наиболее близко к кости.

**Ретроградная техника интрамедуллярного эластичного армирования**

Общая анестезия предпочтительнее региональной, так как часто требуются манипуляции с отломками, что невозможно при локальной анестезии. Также общая анестезия позволит определить повреждения лучевого нерва в раннем послеоперационном периоде [21]. Укладка пациента на спине, поврежденная конечность на приставном рентгенпрозрачном столике. Наиболее подходящий диаметр стержня составляет не менее 33 % от диаметра костномозгового канала. В большинстве случаев у подростков используются стержни диаметром 2,5-3 мм. При переломах средней трети доступ к дистальному метафизу плечевой кости выполняется чуть выше латерального надмыщелка по заднелатеральной поверхности (рис. 5). Другим вариантом доступа является доступ по латеральной поверхности на 1,5-2 см выше уровня прикрепления дельтовидной мышцы, в этом случае выполняется антеградный монополярный эластичный интрамедуллярный остеосинтез.

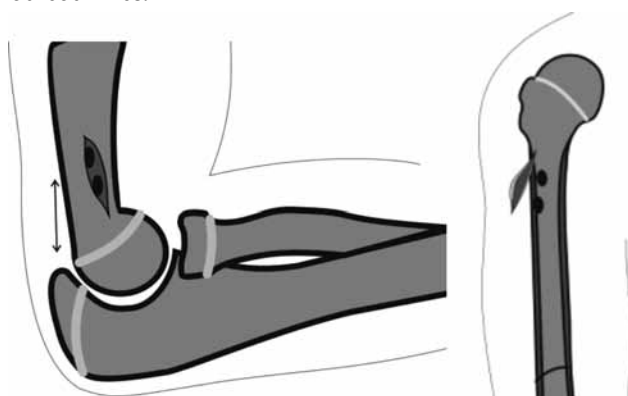


Рис. 5. Схема доступа и выполнения трепанационного канала при выполнении ретроградного и антеградного интрамедуллярного эластичного остеосинтеза плечевой кости

Рекомендуется выполнять два трепанационных входных отверстия для введения стержней, располагающихся одно над другим на расстоянии не менее 1см. При рассечении мягких тканей поверхностная фасция и подлежащие мышцы расслаиваются вдоль волокон. Входные отверстия выполняются с помощью троакара или хирургического шила, не мене чем в 20 мм выше латерального надмыщелка, затем оба стержня вводятся по традиционной технике с помощью Т-образной рукоятки. Важной особенностью является ориентация стержней в сагиттальной плоскости. Ни в коем случае нельзя ориентировать изогнутый кончик стержня кзади, чтобы исключить его выход через линию перелома и повреждение лучевого нерва. Как только стержни проведены за линию перелома достаточно высоко, они разворачиваются в противоположные стороны на 180°. Таким образом, в конце операции изгибы стержней должны быть ориентированы в противоположные стороны, стержни противоположнонаправлены, и вершины изгиба локализуются на уровне перелома (рис. 6).

**Другие типы диафизарных переломов плечевой кости**

Переломы верхней трети диафиза плечевой кости наиболее удобно остеосинтезировать по методу ретроградного монополярного армирования эластичными стержнями. Техника стандартна. В случае переломов дистальной трети плеча используется методика антеградного монополярного интрамедуллярного эластичного остеосинтеза, когда эластичные стержни вводятся через проксимальный метафиз плечевой кости.

**Послеоперационный период**

Хорошая стабильность остеосинтеза обуславливает отказ от дополнительной иммобилизации. Однако с целью снижения болевого синдрома рекомендуется использовать на период до двух недель повязку типа косыночной либо ортез. Ребенок может двигать локтевым, плечевым суставом с первых дней послеоперационного периода, как только болевой синдром уменьшится. У детей, как правило, боли окончательно исчезают через 2-3 недели после операции и происходит спонтанная реабилитация.



Рис. 6. Пример интрамедуллярного эластичного остеосинтеза при переломе плечевой кости у ребенка 6 лет (в рамках политравматизма): А – рентгенограмма плеча при поступлении, Б – через 3 недели выполнения остеосинтеза, В – после достижения консолидации и удаления интрамедуллярных стержней

Показания к интрамедуллярному эластичному стабильному остеосинтезу при переломах плечевой кости [2, 22-24]: дети старшего возраста и подростки, в том

случае, если консервативное лечение невозможно или крайне затруднено, политравма либо сочетанные повреждения.

#### ОСЛОЖНЕНИЯ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ ПРИ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОМ ЭЛАСТИЧНОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ

Может отмечаться сложность или невозможность закрытой ручной репозиции перелома. В этом случае через небольшой разрез на уровне перелома осуществляется доступ к костным фрагментам и производится открытая репозиция перелома с удержанием фрагментов при помощи костедержателей в требуемой позиции [25-31]. После устранения интерпозиции мягких тканей выполняется интрамедуллярный эластичный остеосинтез по вышеуказанным методикам. При открытой репозиции использование электронного оптического преобразователя не является необходимым условием для проведения стержней через уровень перелома. Как следует из статистики, примерно 15 % переломов предплечья требуют открытой репозиции.

Вторым осложнением, связанным с интрамедуллярным армированием, является раздражение или раздражение мягких тканей выступающими частями стержней. В таком случае возможно применение методики, когда выступающие концы стержней не загибаются, а отводятся от кости за счет эластичных свойств имплантата на необходимое для скусывания расстояние, а затем стержни возвращаются в позицию, близкую к кости. Стоит также добавить, что при остеосинтезе бедра нужно оставлять не более 7-12 мм длины выступающего конца стержня.

Для предотвращения вторичного смещения стоит всегда обращать внимание на следующие технические моменты. Имплантаты нужно использовать максимально возможного диаметра, который можно адаптировать. Правильная величина изгиба стержней является ключевым моментом для стабильности остеосинтеза. В случае сомнений по поводу стабильности произведенного остеосинтеза необходимо удалить стержень, придать ему другой изгиб и вновь его ввести, либо заменить его на больший по диаметру. Оскольчатые и винтообразные переломы являются наиболее нестабильными типами переломов и требуют особого внимания при выполнении остеосинтеза.

В нашей практике замедленная консолидация, несращение, ложные суставы не встречались при лечении переломов обеих костей предплечья, плечевой и бедренной кости. Данные осложнения наблюдаются при переломах большеберцовой кости у подростков, особенно в случае, если перелом возникает вследствие

непрямого механизма травмы и является нестабильным, в таком случае показания к интрамедуллярному эластичному армированию сомнительны.

Раннее инфицирование после интрамедуллярного эластичного остеосинтеза при закрытых переломах – крайне редкое осложнение, особенно, если остеосинтез производился закрыто без доступа к очагу перелома. Наблюдаемый нами остеомиелит встречался примерно в 0,3 % случаев и являлся вторичным. Ни в одном случае не потребовалось хирургического лечения, достаточно было антибиотикотерапии. У некоторых пациентов инфекция была диагностирована спустя несколько месяцев после удаления интрамедуллярных стержней.

Нарушения, допущенные при выполнении остеосинтеза, могут приводить к остаточным угловым и ротационным деформациям, которые неприемлемы, особенно у подростков, ввиду сниженного потенциала ремоделирования кости в процессе последующего роста. Ротационные деформации плохо отражаются на функции конечности при травме бедра и предплечья. Средняя скорость коррекции угловой деформации за счет ремоделирования составляет 2° в год у детей в возрасте менее 10 лет на момент травмы, что определяет степень допустимого остаточного углового смещения после остеосинтеза. Ввиду особенностей геометрии костномозгового канала большеберцовой кости примерно в 2/3 случаев при переломах большеберцовой кости для хорошего удержания отломков в правильном положении требуется дополнительная гипсовая иммобилизация на период 2-3 недели в послеоперационном периоде, в дополнение к интрамедуллярному остеосинтезу. В ряде случаев часть наших пациентов получала повторные переломы того же сегмента. В случаях, когда рефрактура наступала до момента удаления стержней, наблюдались лишь угловые смещения, и в большинстве случаев достаточно было произвести под наркозом закрытую ручную репозицию с восстановлением правильной оси. В том случае, если закрытая репозиция отломков неэффективна, то рекомендуется производить замену интрамедуллярных стержней. Такой феномен как избыточный рост поврежденного сегмента при интрамедуллярном армировании наблюдается не чаще, чем при других методах лечения.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На первый взгляд, интрамедуллярный эластичный стабильный остеосинтез представляется достаточно легкой техникой оперативного лечения диафизарных переломов у детей, однако определенное число хирургов вынуждены производить повторные вмешательства для устранения остаточного или вторичного смещения фрагментов ввиду неадекватной исходной оперативной техники, неправильного расчета параметров используемых стержней. Интрамедуллярный остеосинтез – это не только статичное размещение интрамедуллярных эластичных стержней в костномозговом канале, данный хирургический метод требует совершенных знаний биомеханики переломов, биомеханических аспектов ориентации стержней относительно друг друга и

линии перелома. Искусство хирурга состоит в оценке требуемой величины изгиба стержней, правильной оценке диаметра стержней, малотравматичной технике введения стержней и их расположения и ориентации в костномозговом канале. Все это создает условия для создания необходимой стабильной фиксации отломков на весь период консолидации при минимальной травматизации остеогенных тканей и возможности ранней функции поврежденного сегмента, что и ведет к гарантированному хорошему результату лечения. Это требует от детского травматолога некоторого творческого отношения, обусловленного анатомическими и возрастными особенностями пациента, а также особенностями перелома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробейников А.А., Попков Д.А. Интрамедуллярный эластичный стабильный остеосинтез при лечении диафизарных переломов костей предплечья у детей // Гений ортопедии. 2013. № 1. С. 14-18.
2. Новиков И.Ю., Попков Д.А. Опыт лечения переломов плечевой кости у детей с применением титановых эластичных стержней // Гений ортопедии. 2013. № 1. С. 28-31.
3. Outcomes and complications of elastic stable intramedullary nailing for forearm fractures in children / A. Jubel, J. Andermahr, J. Isenberg, A. Issavand, A. Prokop, K.E. Rehm // J. Pediatr. Orthop. B. 2005. Vol. 14, No 5. P. 375-380.
4. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases / P. Lascombes, J. Prévot, J.N. Ligier, J.P. Métaizeau, T. Poncelet // J. Pediatr. Orthop. 1990. Vol. 10, No 2. P. 167-171.
5. Intramedullary wire fixation for unstable forearm fractures in children / M. Altay, C.N. Aktekin, B. Ozkurt, B. Birinci, A.M. Ozturk, A.Y. Tabak // Injury. 2006. Vol. 37, No 10. P. 966-973.
6. Berger P., De Graaf J.S., Leemans R. The use of elastic intramedullary nailing in the stabilisation of paediatric fractures // Injury. 2005. Vol. 36, No 10. P. 1217-1220.
7. Calder P.R., Achan P., Barry M. Diaphyseal forearm fractures in children treated with intramedullary fixation: outcome of K-wire elastic stable intramedullary nail // Injury. 2003. Vol. 34, No 4. P. 278-282.
8. Griffet J., el Hayek T., Baby M. Intramedullary nailing of forearm in children // J. Pediatr. Orthop. B. 1999. Vol. 8, No 2. P. 88-89.
9. Kanellopoulos A.D., Yiannakopoulos C.K., Soucacos P.N. Flexible intramedullary nailing of pediatric unstable forearm fractures // Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ). 2005. Vol. 34, No 9. P. 420-424.
10. Flexible intramedullary nailing of displaced diaphyseal forearm fractures in children / V. Kapoor, B. Theruvil, S.E. Edwards, G.R. Taylor, N.M. Clarke, M.G. Uglow // Injury. 2005. Vol. 36, No 10. P. 1221-1225.
11. Luhmann S.J., Gordon J.E., Schoenecker P.L. Intramedullary fixation of unstable both-bone forearm fractures in children // J. Pediatr. Orthop. 1998. Vol. 18, No 4. P. 451-456.
12. Majed A., Baco A.M. Nancy nail versus intramedullary-wire fixation of paediatric forearm fractures // J. Pediatr. Orthop. 2007. Vol. 16, No 2. P. 129-132.
13. Myers G.J., Gibbons P.J., Glithero P.R. Nancy nailing of diaphyseal forearm fractures. Single bone fixation for fractures of both bones // J. Bone Joint Surg. Br. 2004. Vol. 86, No 4. P. 581-584.
14. Intramedullary Kirschner wire fixation of open or unstable forearm fractures in children / S.D. Shoemaker, C.P. Comstock, S.J. Mubarak, D.R. Wenger, H.G. Chambers // J. Pediatr. Orthop. 1999. Vol. 19, No 3. P. 329-337.
15. Refractures of the upper extremity in children / H.W. Park, I.H. Yang, S.Y. Joo, K.B. Park, H.W. Kim // Yonsei Med. J. 2007. Vol. 48, No 2. P. 255-260.
16. Refracture of the forearm in children / N. Schwarz, S. Pienaar, A.F. Schwarz, M. Jelen, W. Styhler, J. Mayr // J. Bone Joint Surg. Br. 1996. Vol. 78, No 5. P. 740-744.
17. Qidwai S.A. Intramedullary Kirschner wiring for tibia fractures in children // J. Pediatr. Orthop. 2001. Vol. 21, No 3. P. 294-297.
18. Reinberg O., Frey P., Meyrat B.J. Treatment of pediatric fractures by intramedullary stable elastic pinning // Z. Unfallchir. Versicherungsmed. 1994. Vol. 87, No 2. P. 110-118.
19. Flexible intramedullary nails for unstable fractures of the tibia in children. An eight-year experience / V.R. Vallamshetla, U. De Silva, C.E. Bache, P.J. Gibbons // J. Bone Joint Surg. Br. 2006. Vol. 88, No 4. P. 536-540.
20. Gustilo R.B., Merkow R.L., Templeman D. The management of open fractures // J. Bone Joint Surg. Am. 1990. Vol. 72, No 2. P. 299-304.
21. Prévot J. Stable elastic nailing // Z. Unfallchir. Versicherungsmed. Berufskr. 1989. Vol. 82, No 4. P. 252-260.
22. Experience with elastic stable intramedullary Nailing (ESIN) of shaft fractures in children / A. Jubel, J. Andermahr, J. Isenberg, G. Schiffer, A. Prokop, K.E. Rehm // Orthopade. 2004. Vol. 33, No 8. P. 928-935.
23. Williams P.R., Shewring D. Use of an elastic intramedullary nail in difficult humeral fractures // Injury. 1998. Vol. 29, No 9. P. 661-670.
24. Treatment of closed humeral shaft fractures with intramedullary elastic nails / G. Zatti, M. Teli, A. Ferrario, P. Cherubino // J. Trauma. 1998. Vol. 45, No 6. P. 1046-1050.
25. Early complications with flexible intramedullary nailing in childhood fracture: 100 cases managed with precurved tip and shaft nails / P. Lascombes, A. Nespola, J.M. Poircuitte, D. Popkov, A. de Gheldere, T. Haumont, P. Journeau // Orthop. Traumatol. Surg. Res. 2012. Vol. 98, No 4. P. 369-375.
26. Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures / S.J. Luhmann, M. Schootman, P.L. Schoenecker, M.B. Dobbs, J.E. Gordon // J. Pediatr. Orthop. 2003. Vol. 23, No 4. P. 443-447.
27. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them / U.G. Narayanan, J.E. Hyman, A.M. Wainwright, M. Rang, B.A. Alman // J. Pediatr. Orthop. 2004. Vol. 24, No 4. P. 363-369.
28. Complications of titanium and stainless steel elastic nail fixation of pediatric femoral fractures / E.J. Wall, V. Jain, V. Vora, C.T. Mehlman, A.H. Crawford // J. Bone Joint Surg. Am. 2008. Vol. 90, No 6. P. 1305-1313.
29. Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures / M.C. Cullen, D.R. Roy, E. Giza, A.H. Crawford // J. Pediatr. Orthop. 1998. Vol. 18, No 1. P. 14-21.
30. Davis D.R., Green D.P. Forearm fractures in children: pitfalls and complications // Clin. Orthop. Relat. Res. 1976. No 120. P. 172-183.
31. Complications after titanium elastic nailing of pediatric tibial fractures / J.E. Gordon, R.V. Gregush, P.L. Schoenecker, M.B. Dobbs, S.J. Luhmann // J. Pediatr. Orthop. 2007. Vol. 27, No 4. P. 442-446.

REFERENCES

1. Korobeinikov A.A., Popkov D.A. Intramedullarnyi elastichnyi stabil'nyi osteosintez pri lechenii diafizarnykh perelomov kostei predplech'ia u detei [Intramedullary elastic stable osteosynthesis in treatment of forearm bone shaft fractures in children] // Genij Ortop. 2013. N 1. S. 14-18.
2. Novikov I.Iu., Popkov D.A. Opyt lecheniia perelomov plechevoi kosti u detei s primeneniem titanovykh elastichnykh stержnei [Experience of treatment of humeral fractures in children using titanium elastic rods] // Genij Ortop. 2013. N 1. S. 28-31.
3. Outcomes and complications of elastic stable intramedullary nailing for forearm fractures in children / A. Jubel, J. Andermahr, J. Isenberg, A. Issavand, A. Prokop, K.E. Rehm // J. Pediatr. Orthop. B. 2005. Vol. 14, No 5. P. 375-380.
4. Elastic stable intramedullary nailing in forearm shaft fractures in children: 85 cases / P. Lascombes, J. Prévot, J.N. Ligier, J.P. Métaizeau, T. Poncelet // J. Pediatr. Orthop. 1990. Vol. 10, No 2. P. 167-171.
5. Intramedullary wire fixation for unstable forearm fractures in children / M. Altay, C.N. Aktekin, B. Ozkurt, B. Birinci, A.M. Ozturk, A.Y. Tabak // Injury. 2006. Vol. 37, No 10. P. 966-973.
6. Berger P., De Graaf J.S., Leemans R. The use of elastic intramedullary nailing in the stabilisation of paediatric fractures // Injury. 2005. Vol. 36, No 10. P. 1217-1220.
7. Calder P.R., Achan P., Barry M. Diaphyseal forearm fractures in children treated with intramedullary fixation: outcome of K-wire elastic stable intramedullary nail // Injury. 2003. Vol. 34, No 4. P. 278-282.
8. Griffet J., el Hayek T., Baby M. Intramedullary nailing of forearm in children // J. Pediatr. Orthop. B. 1999. Vol. 8, No 2. P. 88-89.
9. Kanellopoulos A.D., Yiannakopoulos C.K., Soucacos P.N. Flexible intramedullary nailing of pediatric unstable forearm fractures // Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ). 2005. Vol. 34, No 9. P. 420-424.
10. Flexible intramedullary nailing of displaced diaphyseal forearm fractures in children / V. Kapoor, B. Theruvil, S.E. Edwards, G.R. Taylor, N.M. Clarke, M.G. Uglow // Injury. 2005. Vol. 36, No 10. P. 1221-1225.
11. Luhmann S.J., Gordon J.E., Schoenecker P.L. Intramedullary fixation of unstable both-bone forearm fractures in children // J. Pediatr. Orthop. 1998. Vol. 18, No 4. P. 451-456.

12. Majed A., Baco A.M. Nancy nail versus intramedullary-wire fixation of paediatric forearm fractures // *J. Pediatr. Orthop.* 2007. Vol. 16, No 2. P. 129-132.
13. Myers G.J., Gibbons P.J., Glithero P.R. Nancy nailing of diaphyseal forearm fractures. Single bone fixation for fractures of both bones // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2004. Vol. 86, No 4. P. 581-584.
14. Intramedullary Kirschner wire fixation of open or unstable forearm fractures in children / S.D. Shoemaker, C.P. Comstock, S.J. Mubarak, D.R. Wenger, H.G. Chambers // *J. Pediatr. Orthop.* 1999. Vol. 19, No 3. P. 329-337.
15. Refractures of the upper extremity in children / H.W. Park, I.H. Yang, S.Y. Joo, K.B. Park, H.W. Kim // *Yonsei Med. J.* 2007. Vol. 48, No 2. P. 255-260.
16. Refracture of the forearm in children / N. Schwarz, S. Pienaar, A.F. Schwarz, M. Jelen, W. Styhler, J. Mayr // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1996. Vol. 78, No 5. P. 740-744.
17. Qidwai S.A. Intramedullary Kirschner wiring for tibia fractures in children // *J. Pediatr. Orthop.* 2001. Vol. 21, No 3. P. 294-297.
18. Reinberg O., Frey P., Meyrat B.J. Treatment of pediatric fractures by intramedullary stable elastic pinning // *Z. Unfallchir. Versicherungsmed.* 1994. Vol. 87, No 2. P. 110-118.
19. Flexible intramedullary nails for unstable fractures of the tibia in children. An eight-year experience / V.R. Vallamshetla, U. De Silva, C.E. Bache, P.J. Gibbons // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2006. Vol. 88, No 4. P. 536-540.
20. Gustilo R.B., Merkow R.L., Templeman D. The management of open fractures // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1990. Vol. 72, No 2. P. 299-304.
21. Prévot J. Stable elastic nailing // *Z. Unfallchir. Versicherungsmed. Berufskr.* 1989. Vol. 82, No 4. P. 252-260.
22. Experience with elastic stable intramedullary Nailing (ESIN) of shaft fractures in children / A. Jubel, J. Andermahr, J. Isenberg, G. Schiffer, A. Prokop, K.E. Rehm // *Orthopade.* 2004. Vol. 33, No 8. P. 928-935.
23. Williams P.R., Shewring D. Use of an elastic intramedullary nail in difficult humeral fractures // *Injury.* 1998. Vol. 29, No 9. P. 661-670.
24. Treatment of closed humeral shaft fractures with intramedullary elastic nails / G. Zatti, M. Teli, A. Ferrario, P. Cherubino // *J. Trauma.* 1998. Vol. 45, No 6. P. 1046-1050.
25. Early complications with flexible intramedullary nailing in childhood fracture: 100 cases managed with precurved tip and shaft nails / P. Lascombes, A. Nespola, J.M. Poircuite, D. Popkov, A. de Gheldere, T. Haumont, P. Journeau // *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2012. Vol. 98, No 4. P. 369-375.
26. Complications of titanium elastic nails for pediatric femoral shaft fractures / S.J. Luhmann, M. Schootman, P.L. Schoenecker, M.B. Dobbs, J.E. Gordon // *J. Pediatr. Orthop.* 2003. Vol. 23, No 4. P. 443-447.
27. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures, and how to avoid them / U.G. Narayanan, J.E. Hyman, A.M. Wainwright, M. Rang, B.A. Alman // *J. Pediatr. Orthop.* 2004. Vol. 24, No 4. P. 363-369.
28. Complications of titanium and stainless steel elastic nail fixation of pediatric femoral fractures / E.J. Wall, V. Jain, V. Vora, C.T. Mehlman, A.H. Crawford // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2008. Vol. 90, No 6. P. 1305-1313.
29. Complications of intramedullary fixation of pediatric forearm fractures / M.C. Cullen, D.R. Roy, E. Giza, A.H. Crawford // *J. Pediatr. Orthop.* 1998. Vol. 18, No 1. P. 14-21.
30. Davis D.R., Green D.P. Forearm fractures in children: pitfalls and complications // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1976. No 120. P. 172-183.
31. Complications after titanium elastic nailing of pediatric tibial fractures / J.E. Gordon, R.V. Gregush, P.L. Schoenecker, M.B. Dobbs, S.J. Luhmann // *J. Pediatr. Orthop.* 2007. Vol. 27, No 4. P. 442-446.

Рукопись поступила 22.01.2014.

#### Сведения об авторах:

1. Lascombes Pierre – University of Geneva, Medical Doctor, Chef of the Division of Paediatrics Orthopaedic, e-mail: pierre.lascombes@hchuge.ch.
2. Попков Дмитрий Арнольдович – ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава РФ, заведующий лабораторией коррекции деформаций и удлинения конечностей, д. м. н., e-mail: dpopkov@mail.ru.
3. Коробейников Анатолий Анатольевич – ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава РФ, заведующий лабораторией детской травматологии, e-mail: koroban@list.ru.

#### About the authors:

1. Lascombes Pierre – University of Geneva, Medical Doctor, Chef of the Division of Paediatrics Orthopaedic, e-mail: pierre.lascombes@hchuge.ch.
2. Popkov Dmitrii Arnol'dovich – FSBI "Russian Ilizarov Scientific Center Restorative Traumatology and Orthopaedics" (FSBI "RISC RTO") of the RF Ministry of Health; Head of the Laboratory of Deformity Correction and Limb Lengthening, Doctor of Medical Sciences; e-mail: dpopkov@mail.ru.
3. Korobeinikov Anatolii Anatol'evich – FSBI "RISC RTO" of the RF Ministry of Health, Head of the Laboratory of Pediatric Traumatology; e-mail: koroban@list.ru.