

TENS, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ В ОБЛАСТИ ДИАФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ У ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 6–14 ЛЕТ

© Мохит Кханна¹, Джитендра Вадхвани¹, Амит Батра¹, Сидхарт Ядав¹, Сарфраз Иман², Сумедха Вашишт¹

¹ Pt.B.D.S. PGIMS, Рохтак, Харьяна, Индия;

² Медицинский колледж Тезпур, Ассам, Индия

Статья поступила в редакцию: 02.03.2017

Статья принята к печати: 19.05.2017

Актуальность. Перелом диафиза бедра один из наиболее распространенных переломов, встречающихся в детском возрасте. Как правило, дети в возрастной группе 6–14 лет лечатся с помощью скелетного вытяжения, интрамедуллярного остеосинтеза либо аппаратами внешней фиксации. Мы провели клинические исследования, в которых использовали только TENS (титановая эластичная стержневая система) при лечении переломом диафиза бедренной кости у детей.

Методы. В данное исследование вошли 45 случаев переломов диафиза бедренной кости. Мы использовали следующие критерии: а) возраст 6–14 лет; б) свежие переломы диафиза бедра; в) поперечные, короткие косые, минимальные множественные переломы.

Результаты. Клинические результаты были оценены по шкале критериев Flynn: отличные результаты были достигнуты у 40 пациентов (88,89 %), удовлетворительные — у 5 пациентов (11,12 %); плохих результатов не отмечалось. Рентгенологическая оценка сращения переломов проводилась по шкале Antony. У 9 пациентов в области введения TENS возник бурсит. Из этих 9 пациентов у троих зафиксирована инфекция мягких тканей. Полная нагрузка на нижнюю конечность была разрешена в среднем через 8,7 недели (7–12 недель).

Выводы. TENS очень эффективны при лечении переломов диафиза бедренной кости в возрасте 6–14 лет. Преимуществами данного метода являются раннее сращение перелома, иммобилизация лишь у немногих пациентов, минимальные осложнения.

Ключевые слова: детские переломы, бедренная кость, TENS, критерии Flynn.

TENS FOR THE SURGICAL MANAGEMENT OF FEMORAL SHAFT FRACTURES IN 6-14 YEARS AGE GROUP CHILDREN

© Mohit Khanna¹, Jitendra Wadhvani¹, Amit Batra¹, Sidharth Yadav¹, Sarfraz Iman², Sumedha Vashishth¹

¹ Pt.B.D.S. PGIMS, Rohtak, Haryana, India;

² Tezpur Medical College, Assam, India

For citation: Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery, 2017;5(2):13-21

Received: 02.03.2017

Accepted: 19.05.2017

Background. Fracture shaft of femur in pediatric age group is one of the most common leading emergencies. Children in the age group of 6-14 years are treated with either traction, hip spica, flexible/elastic stable retrograde intramedullary nail, or external fixators. We conducted a clinical prospective study on the use of Titanium Elastic Nailing System (TENS) for the treatment of femoral shaft fractures in children.

Methods. The prospective study included 45 cases of fresh femoral shaft fractures. The Inclusion Criteria were a) Age group of 6-14 years, b) Recent fracture of femur shaft c) Transverse, short oblique, minimally comminuted fractures.

Results. The clinical results were evaluated using Flynn's criteria of scoring as, Excellent in 40 patients (88.89 %), Satisfactory in 5 patients (11.12 %) and poor in none. Radiological criteria for fracture union were assessed by using Anthony et al scale. Nine patients developed bursitis at entry point of the nail. Three patients had superficial infection due to bursitis. Full weight bearing was possible in mean time of 8.7 weeks (range; 7-12 weeks).

Conclusion. TENS is very effective in management of paediatric shaft femur fractures in the age group of 6-14 years with advantages of early union, early mobilization and manageable complications.

Keywords: Paediatric fractures, Femur, TENS, Flynn's criteria.

Введение

Перелом диафиза бедра у детей занимает одно из ведущих мест в системе детского травматизма, основная причина которого урбанизация, связанная с улучшением социально-экономического статуса и с увеличением дорожно-транспортных происшествий [1]. Несмотря на то, что такие переломы это всего лишь 1–2 % всех переломов в детском возрасте, лечение их довольно разное и зависит от возраста, типа травмы, сопутствующих повреждений, локализации и разновидности перелома, поэтому выбор хирургической тактики лечения также индивидуален [1, 2].

Переломы у детей моложе 6 лет, как правило, успешно лечатся консервативно [3, 4]. Переломы у детей старше 15 лет успешно лечатся интрамедуллярным блокирующим стержнем. Переломы у детей в возрастной группе 6–14 лет лечатся скелетным вытяжением, кокситной повязкой, эластичным стабильным интрамедуллярным стержнем, устанавливаемым ретроградно, или аппаратами наружной фиксации при открытых переломах [5]. Лечение переломов диафиза бедренной кости по-прежнему остается предметом дискуссии [6].

Титановая эластичная стержневая система (TENS) при лечении переломов диафиза бедра у детей имеет множество преимуществ, таких как раннее сращение, обусловленное минимальной подвижностью стержня в области перелома (что способствует образованию костной мозоли), минимизация риска повреждения зоны роста, ранняя нагрузка на конечность, небольшой рубец на коже, снижение риска инфекции мягких тканей, легкость удаления, и положительно воспринимается самими пациентами [7–9]. В нашем исследовании мы проанализировали использование TENS при лечении переломов диафиза бедренной кости в возрастной группе пациентов 6–14 лет.

Материалы и методы

В настоящее исследование включены 45 случаев свежих переломов диафиза бедренной кости (32 мальчика, 13 девочек), из которых 42 были закрытыми, 3 перелома были комбинированными (2 перелома по Grade I и 1 перелом по Grade II), и все были прооперированы с использованием титановой эластичной стержневой системы (TENS) (SYNTHESE, Швейцария) в период

с 2013 по 2016 г. Критерии включения: а) возраст 6–14 лет; б) свежие переломы диафиза бедренной кости; в) поперечные, короткие косые, небольшие множественные переломы. Критерии исключения: а) длинные косые, длинные винтообразные, многооскольчатые переломы; б) открытые переломы по Grade III; в) патологические переломы; г) пациенты младше 6 лет и старше 14 лет. Контрольной группы не было.

Средний возраст составил 9,7 года, чаще переломы возникали на правой стороне (29 человек, 64,4 %), чем левой. Чаще причиной перелома было дорожно-транспортное происшествие (31 человек, 68,89 %). Сопутствующие травмы были у 9 пациентов. 35 пациентов (77,78 %) имели перелом в средней трети, 6 пациентов — в проксимальной трети (13,34 %) и 4 пациента (8,89 %) — в нижней трети диафиза бедра. У 31 пациента (68,89 %) был поперечный перелом, у 12 пациентов (26,67 %) — короткий косой перелом и у двух пациентов (4,45 %) — минимальный комбинированный перелом.

Большинство пациентов (41, 91,1 %) были прооперированы в течение первой недели от времени получения перелома, а остальные (4 пациента, 8,89 %) в течение двух недель после травмы. Переломы со смещением до даты операции лечились вытяжением с помощью шины Томаса. При открытых переломах выполнялись спринцевание изотоническим раствором и раствором повидон-йода и превентивная антибиотикотерапия, проводимая после локального кожного теста.

Хирургическая техника

Перед оперативным вмешательством — остеосинтезом с помощью титановой эластичной стержневой системы — необходимо выполнить рентгенограммы нижней конечности в переднезадней и боковой проекциях. Следует тщательно провести оценку вида перелома и ширину костномозгового канала. Все пациенты были подготовлены к операции под общей анестезией. Стандартная методика закрытого блокируемого интрамедуллярного остеосинтеза бедра — ретроградная (восходящая). Положение пациента на столе — лежа на спине, с тяговым башмаком на стороне перелома. Подпорку для промежности необходимо смягчить мягким валиком, чтобы избежать пролежней. Рентгенологический аппарат необходимо

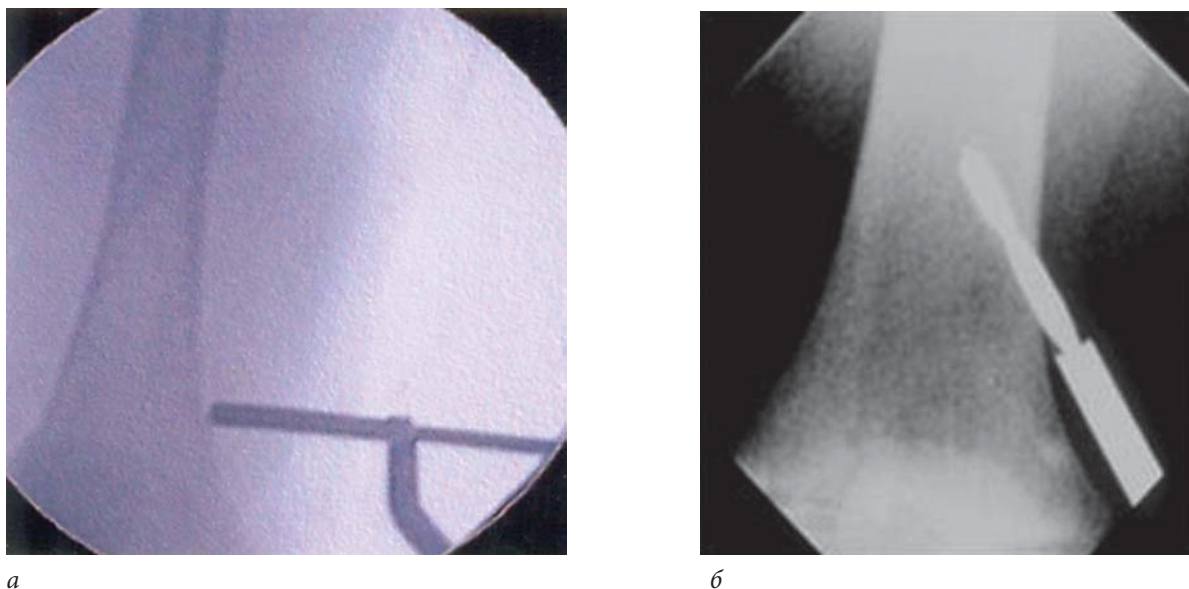


Рис. 1. Определение точного места входа стержня (на 2,5–3 см выше зоны роста) выполнялось с помощью рентгенограммы (а); канал вхождения стержня формировался сверлением под углом 45° (б)

расположить над оперируемым сегментом бедра для выполнения рентгенограмм в переднезадней и боковой проекциях с захватом коленного и тазобедренного суставов. Рентгенологический аппарат также использовался для определения положения разреза для создания входного отверстия путем оценки дистального отдела бедренной кости в переднезадней и боковых проекциях при установке стержня ретроградно. Точка вхождения стержня должна быть на 2,5–3 см выше зоны роста. Медиальная и латеральная точки входа должны находиться на одном уровне.

Два продольных разреза были выполнены на латеральной и медиальной сторонах дистальной части бедренной кости, на 3 см выше зоны роста, и шли дистально на 2,5 см. Фасцию рассекали

вдоль линии разреза и тупо выделяли до надкостницы. Костномозговой канал был подготовлен с помощью шила или дрели. Следующий размер сверла — самый большой относительно диаметра стержня. Сверло ставилось перпендикулярно к поверхности кости, на 2,5 до 3 см проксимальнее зоны роста, затем медленно наклонялось до 45° относительно оси стержня и на 10° кпереди (рис. 1).

Затем сверло продвигалось под этим углом, пока оно не достигало костномозгового канала. Два стержня одинакового диаметра выбраны таким образом, чтобы сгибающие силы были равными для предотвращения смещения.

Необходимо, чтобы диаметр стержня не превышал 40 % ширины костномозгового канала [10].

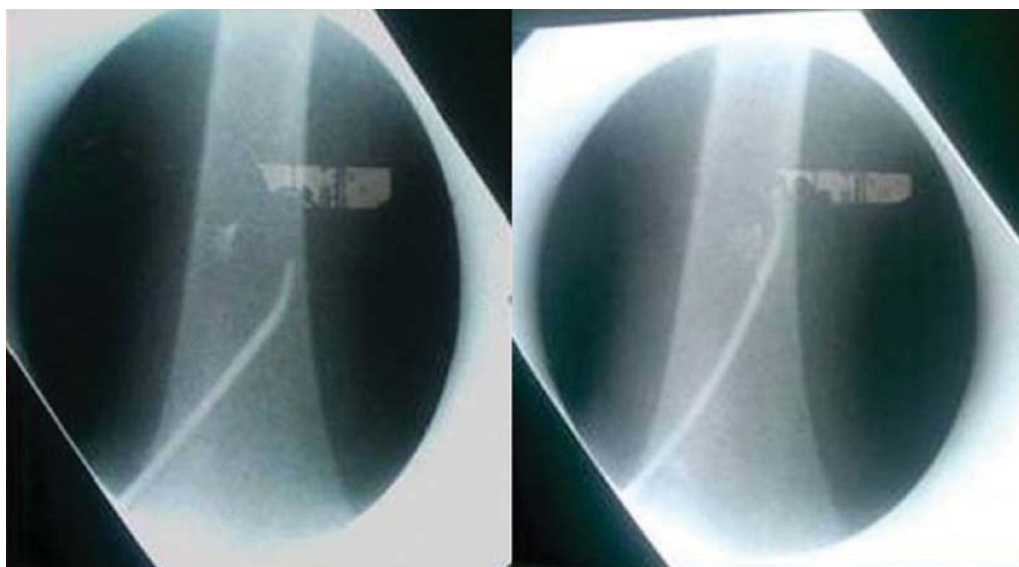


Рис. 2. Кончик стержня изгибается таким образом, чтобы касаться противоположного края кортикального слоя

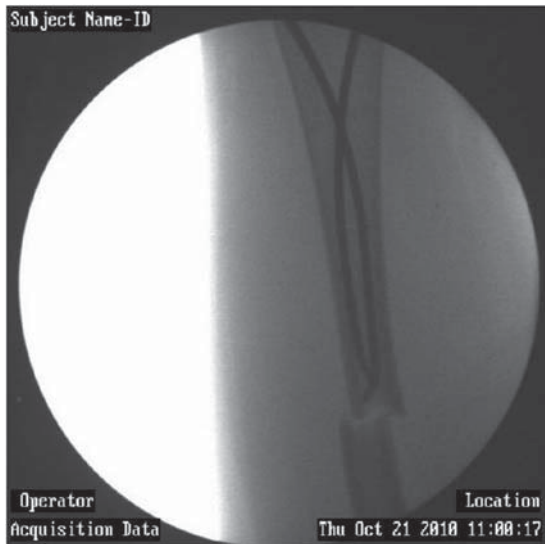


Рис. 3. Два стержня находятся дивергентно около места перелома



Рис. 4. Расхождение стержней в проксимальной части бедра: один стержень идет в сторону шейки, другой — дистальнее зоны роста большого вертела

Следовательно, необходимо, чтобы два стержня не превышали 80 % ишемической области костномозгового канала [10]. Входное отверстие надо делать больше, чем выбранный диаметр стержня. Особая заточка конца стержня обеспечивает лучшее скольжение по внутренней поверхности кортикального слоя кости.

Оба стержня были изогнуты в виде дуги таким образом, чтобы конец стержня находился на вогнутой стороне, а наиболее изогнутое место стержня — на уровне перелома. Это позволяет создавать оптимальное сопротивление смещающим силам. Кривизна каждого из стержней должна быть одинаковой для создания баланса. Необходимо, чтобы она в 3 раза превышала диаметр костномозгового канала. После удаления шила или сверла точка входа контролируется кончиками пальцев. Первый стержень вводится на стороне, на которой фрагмент перекрыт таким образом, чтобы травматизации было меньше. Верхушка стержня помещается на входное отверстие. Под контролем рентгеноскопии кончик стержня изгибается так, чтобы при проведении стержня ретроградно он находился на другой стороне кортикального слоя (рис. 2).

Стержень продвигается рукой настолько далеко, насколько это возможно. Таким же способом был вставлен второй стержень, так, чтобы оба стержня лучше расходились до уровня места перелома (рис. 3).

В этом месте репозиция осуществлялась под контролем рентгеноскопии с помощью маленького F-образного инструмента или с помощью воздействия одного из стержней. Репозиция перелома почти во всех случаях выполнялась закрытым

способом. Только лишь два случая потребовали открытой репозиции из-за интерпоната мягкими тканями. Репозиция удерживалась в положении прохождения стержня на 2–3 см выше места перелома. Документально это подтверждалось на рентгеноскопии.

Таким же образом второй стержень направлялся к месту перелома. Тяга была ослаблена в этой точке, поэтому дистракция исчезла и костные фрагменты сопоставились. Затем стержни продвигались до тех пор, пока концы не погрузились в метафизарную зону. Один стержень направлялся в сторону шейки бедра, другой — в сторону большого вертела, дистальнее от зоны роста на один сантиметр (рис. 4).

Длина стержня и необходимость укорочения определяются интраоперационно.

Стержни были продвинуты в среднем на 2 см и обрезаны на необходимую длину с помощью плоскогубцев, 1–2 см длины находились снаружи за отверстием. Стержни снова были возвращены в исходное положение. Расположение стержней на разных уровнях было проверено с помощью рентгеноскопии. Затем раны послойно ушивали. Перед пробуждением пациента коленный сустав сгибался до 90°, чтобы концы стержня оставались в толще медиальной и латеральной головок четырехглавой мышцы бедра с целью избегания контрактуры в коленном суставе.

Обязательной иммобилизации не было. Но в трех случаях, по причине нестабильности перелома и недостаточной репозиции, иммобилизация была применена. Оперированная нижняя конечность находилась на шине. В послеоперационном периоде были сделаны рентгенограммы для оцен-

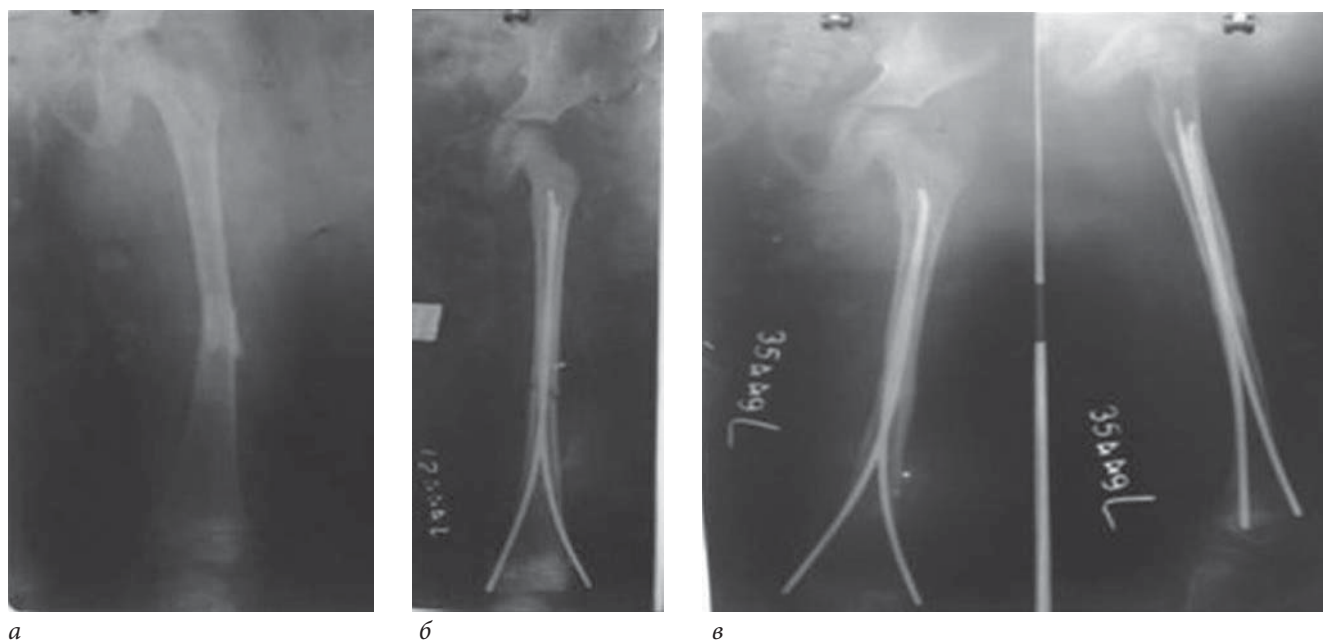


Рис. 5. Переднезадняя рентгенограмма левого бедра девочки 7 лет, показывающая перелом бедра в средней трети (а); послеоперационная рентгенограмма левого бедра той же пациентки (б). Видны два титановых эластичных стержня одинаковой длины, помещенных ретроградно в диафиз бедренной кости; переднезадняя рентгенограмма той же пациентки, показывающая исход лечения перелома диафиза бедра с образованной костной мозолью в отдаленном периоде через 7 месяцев после операции (в)



Рис. 6. Фотографии той же пациентки 7 лет показывают полный диапазон движений в суставах нижних конечностей в отдаленном периоде

ки концов и вершины кривизны стержней. Статические упражнения для четырехглавой мышцы бедра были начаты сразу, как только боль и отек стали уменьшаться, что обычно происходило на 2–3-й послеоперационный день.

На пятый день после операции разрешалась ходьба без костылей, но без опоры на оперированную конечность. Частичная нагрузка на конечность начиналась через 4 недели после операции, полная нагрузка — через 8 недель при попереч-

ном переломе диафиза бедренной кости и через 8 недель при косом переломе и минимальном множественным, если костная мозоль была видна на рентгенограмме в месте перелома (рис. 5, 6).

Наблюдение осуществлялось каждые 4 недели до сращения перелома, а затем каждые 2 месяца. При амбулаторном наблюдении оценивались клинические и рентгенологические особенности: сращение перелома, смещение фрагментов, амплитуда движения в коленном суставе на стороне оперативного вмешательства, разница в длине конечностей и другие осложнения, возникшие в течение этого исследования. Стержни удалялись через 6–8 месяцев после операции, когда линия перелома еще не была заметна на рентгенограммах у пациентов, не предъявляющих жалоб.

Результаты

Диаметр стержня подбирается от 2 до 4 мм, рассчитывается по формуле Flynn (*Диаметр стержня = ширина самой узкой точки костномозгового канала × 0,4 мм*). Все переломы были стабилизированы двумя одинаковыми титановыми стержнями. Длина стержня — 45 см, однако во время операции эта длина при необходимости может быть уменьшена. Средняя продолжительность операции составляла 36 минут (25–60 минут). Послеоперационная иммобилизация была использована у трех пациентов (у двух полная кокситная повязка и у одного — полуторная). Период нахождения в больнице варьировал в промежутке 5–18 дней в зависимости от состояния пациента, фиксации перелома и наличия при

этом осложнений. Средняя продолжительность пребывания пациента составила 9,15 сут. Двигательная активность была начата, как только отек и воспаление в зоне оперативного вмешательства уменьшились. Как только становилось возможным, приступали к изометрическим упражнениям. Разгибание коленного сустава достигалось после 3–5-го дня активности. Полная нагрузка становилась возможной в среднем через 8,7 недели (от 7–12 недель). Два пациента имели патологическую вальгусную деформацию 10–15°, один пациент — варусную деформацию (12°). Разница в длине конечностей 1–2 см была обнаружена у двух пациентов. Все пациенты достигли полного движения в суставах через 8 недель, в среднем — через 7,4 недели. Отсутствие боли при походке клинически подтверждало сращение перелома. Клинические результаты были оценены с помощью шкалы критериев Flynn [11] (табл. 1).

Отличные результаты были отмечены у 40 пациентов (88,89 %), удовлетворительные — у 5 пациентов (11,12 %); плохих результатов не было ни у кого. Рентгенологические критерии были оценены по шкале Anthony, по которой определяют степень образования костной мозоли (табл. 2).

Рентгенологическое сращение было достигнуто во всех случаях в среднем через 8,4 недели (7–11 недель). У девяти пациентов в области установки стержня возник бурсит. Трое пациентов имели поверхностную инфекцию в результате лечения бурсита. Ни у одного пациента не было глубокой инфекции или других осложнений (табл. 3).

Таблица 1

Оценка результатов по данным шкалы критериев Flynn et al.

| Критерий | Оценка | | |
|-------------------------------|-------------|----------------------|-----------------------------------------------------------|
| | отлично | удовлетворительно | плохо |
| Укорочение н/к, см | < 1 | 1–2 | > 2 |
| Смещение (степень), ° | < 5 | 5–10 | > 10 |
| Боль | Отсутствует | Отсутствует | Есть |
| Осложнение | Отсутствует | Может присутствовать | серьезные осложнения и/или длительное течение заболевания |
| Количество пациентов (n = 45) | n = 40 | n = 5 | n = 0 |

Таблица 2

Шкала Anthony по степени формирования костной мозоли

| | |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grade 0 | Нет сращения перелома |
| Grade 1 | Первичная костная мозоль с небольшим или отсутствием периостальной реакции бедренной кости |
| Grade 2 | Первичная костная мозоль с двух сторон диафиза бедренной кости |
| Grade 3 | Первичная костная мозоль на трех или четырех сторонах диафиза бедренной кости |

Осложнения

| Осложнение | Кол-во случаев (n = 45) |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Раздражение мягких тканей/бурсит | 9 |
| Глубокая инфекция | 0 |
| Инфекция поверхностных мягких тканей | 3 |
| Разница в длине конечностей 1–2 см | 2 |
| Варусная/Вальгусная деформация | 3 |

Стержни были удалены в среднем через 7,5 недели (6–8 недель). При удалении стержня осложнений не было. Период послеоперационного наблюдения составил 72 недели.

Обсуждение

Перелом диафиза бедра (особенно в возрасте 6–14 лет) остается обсуждаемым вопросом среди ортопедов-травматологов. В последнее десятилетие специалисты при ведении перелома диафиза бедра отдают предпочтение оперативному вмешательству, обеспечивающему быстрое восстановление, сокращение сроков реабилитации, иммобилизацию, кроме того, оно легче переносится детьми психологически [5]. Дети возрастной группы 6–14 лет лечатся либо скелетным вытяжением, либо гипсованием с функциональным отведением, гибким интрамедуллярным стержнем, компрессирующими накостными пластинами или аппаратами наружной фиксации при открытых переломах. Детей младше 6 лет предпочтительнее лечить консервативно: кокситной гипсовой повязкой [5]. Пластины используются чаще всего, несмотря на более широкий доступ, сравнительно длительный период иммобилизации, риски задержки сращения в зоне перелома и инфекции и еще более широкий доступ для ее удаления [13, 14]. Блокируемый стержень применяется у детей с завершенным костным ростом. Однако недостатком этого вида лечения является возможный асептический некроз головки бедренной кости [15, 16]. Метод АВФ тоже имеет недостатки в виде инфекции тканей вследствие осуществления тракции сегмента и риска повторного перелома, хотя такой метод обеспечивает хорошую стабильность и раннюю нагрузку на конечность [17, 18].

TENS выглядит предпочтительнее по сравнению с другими хирургическими методиками, особенно у детей в возрастной группе 6–14 лет, поскольку эти стержни не травмируют зону роста, удерживают отломки от смещения и позволяют раннюю нагрузку на конечность. Незначительная подвижность TENS предпочтительнее, так как стимулирует образование костной мозоли в области перелома.

По сравнению с остеосинтезом пластиной не повреждается надкостница, кроме того, TENS является закрытой процедурой, что снижает риск развития инфекции. Также за счет свойств титана стержни более прочные, легкие, коррозиестойчивые, можно выполнить МРТ. Результаты лечения с помощью TENS при переломах диафиза бедренной кости оказались предсказуемо лучше в проанализированной литературе. Ligier et al. пролечили 123 перелома диафиза бедренной кости с применением TENS. Flynn et al., проанализировав 49 переломов, пришли к выводу, что TENS эффективней гипсования с функциональным отведением в тазобедренном суставе. Все переломы срослись хорошо. Аналогичные результаты были описаны и Nagayan et al. Хорошие результаты были получены в 79 случаях перелома диафиза бедренной кости, пролеченных с использованием TENS. Вид перелома имеет большое значение при определении тактики лечения: поперечные, малые косые и с небольшим раздроблением подходят для лечения TENS. TENS не сможет обеспечить хороший результат при больших раздробленных косых и винтообразных переломах, и в таких случаях нужно искать альтернативу.

Послеоперационная иммобилизация после остеосинтеза эластичными стержнями бывает разной. Ligier et al. не использовали каких-либо средств иммобилизации, в то время как Flynn et al. применяли кокситную гипсовую повязку [11] (41/58). Мы выполняли послеоперационную иммобилизацию только у трех пациентов, в остальных случаях была достигнута достаточная прочность остеосинтеза.

Наиболее частыми осложнениями были раздражение кожных покровов и бурсит в области коленного сустава, в месте введения стержня, что создавало небольшое ограничение движения в коленном суставе, которое полностью устранялось после удаления стержня. Мы пришли к выводу, что подобные осложнения возникали из-за значительной длины и выступающего конца стержня. Разная длина конечности клинически себя никак не проявляла, так как находилась в диапазоне 1 см. Тем не менее, укорочение более 1 см наблюдалось

у четырех пациентов. Несмотря на то, что разница в длине конечностей довольно распространена в большинстве публикаций, клинически это малозначимое осложнение. Общая частота осложнений в нашем исследовании составила 37,78 % (17 пациентов).

Наши результаты показали стопроцентное сращение переломов, при этом не было повторных переломов при удалении стержня. Наиболее распространенные осложнения — это раздражение в области установки стержня и боль, но даже эти проявления можно свести к минимуму, если «спрятать» конец стержня за надмыщелок бедренной кости. Удаление стержня необходимо по этой причине, но не раньше, чем перелом срастет окончательно. Недостатком нашего исследования является отсутствие контрольной группы. Все пациенты наблюдались с отдаленными результатами и были включены в исследование.

Заключение

TENS очень эффективна при лечении переломов бедра в возрастной группе 6–14 лет благодаря преимуществам раннего сращения, ранней иммобилизации и минимальным осложнениям. Осложнений можно избежать, повысив точность хирургической техники. В целом этот метод дает отличные результаты у большинства пациентов.

Этические и правовые аспекты

Все пациенты дали свое письменное согласие на участие в этом исследовании. Исследование было разрешено этическим комитетом, опираясь на принципы Всемирной Хельсинской медицинской декларации.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Авторы заявляют, что не существует конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи. Никакой финансовой поддержки со стороны какой-либо организации не было оказано.

Благодарности

Редакция благодарит врача Я.В. Иванова и ординатора З.В. Виноградскую ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России за перевод данной статьи.

Список литературы

- Loder RT, O'Donnel PW, Finberg JR. Epidemiology and mechanism of femur fracture in children. *J Pediatr Orthop.* 2006;26(5):561-566. doi: 10.1097/01.bpo.0000230335.19029.ab.
- Beaty JH. Operative treatment of femoral shaft fractures in children and adolescents. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;434:114-22. doi: 10.1097/01.blo.0000163463.05141.1c.
- Buckley SL. Current trends in the treatment of femoral shaft fractures in children and adolescents. *Clin Orthop Relat Res.* 1997;338:60-73. doi: 10.1097/00003086-199705000-00009.
- Gwyn DT, Olney BW, Dart BR, Czuwala PJ. Rotational control of various pediatric femur fractures stabilized with Titanium Elastic Nails. *J Pediatr Orthop.* 2004;24:172-7. doi: 10.1097/00004694-200403000-00007.
- Canale ST. Fracture and dislocation in children. In: Canale ST, Beaty JH, et al. *Campbell's Operative Orthopaedics.* 11th ed. Philadelphia: Mosby; 2007: 1651-1661.
- Lee YH, Lim KB, Gao GX, et al. Traction and spica casting for closed femoral shaft fractures in children. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2007;15(1):37-40. doi: 10.1177/230949900701500109.
- Flynn JM, Skaggs DL, Sponseller PD, et al. The operative management of pediatric fractures of the lower extremity. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(12):2288-300. doi: 10.2106/00004623-200212000-00025.
- Narayanan UG, Hyman JE, Wainwright AM, et al. Complications of elastic stable intramedullary nail fixation of pediatric femoral fractures and How to avoid them. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(4):363-9. doi: 10.1097/01241398-200407000-00004.
- Bhaskar A. Treatment of long bone fractures in children by flexible titanium nails. *Indian J Orthop.* 2005;39(3):166-8. doi:10.4103/0019-5413.36715.
- Flynn JM, Skaggs DL, Sponseller PD, et al. The surgical management of pediatric fractures of the lower extremity. *Instr Course Lect.* 2003;52:647-59.
- Flynn JM, Hresko T, Reynolds RA, et al. Titanium elastic nails for pediatric femur fractures: a multicenter study of early results with analysis of complications. *J Pediatr Orthop.* 2001;21(1):4-8. doi: 10.1097/01241398-200101000-00003.
- Stans AA, Morrissey RT, Renwick SE. Femoral shaft fracture treatment in patients age 6 to 16 years. *J Pediatr Orthop.* 1999;19(2):222-228. doi: 10.1097/00004694-199903000-00017.
- Reeves RB, Ballard RI, Hughes JL, Jackson. Internal fixation versus traction and casting of adolescent femoral shaft fractures. *J Pediatr Orthop.* 1990;10(5):592-5. doi: 10.1097/01241398-199009000-00004.
- Ward WT, Levy J, Kaye A. Compression plating for child and adolescent femur fractures. *J Paediatr Orthop.* 1992;12(5):626-32. doi: 10.1097/01241398-199212050-00012.

15. Beaty JH, Austin SM, Warner WC, et al. Interlocking intramedullary nailing of femoral-shaft fractures in adolescents: Preliminary results and complications. *J Pediatr Orthop.* 1994;14(2):178-83. doi: 10.1097/01241398-199403000-00009.
16. Letts M, Jarvis J, Lawton L, Davidson D. Complications of rigid intramedullary rodding of femoral shaft fractures in children. *J Trauma.* 2002;52(3):504-16. doi: 10.1097/00005373-200203000-00015.
17. Aronson J, Tursky EA. External fixation of femur fractures in children. *J Pediatr Orthop.* 1992;12(2):157-63. doi: 10.1097/01241398-199203000-00003.
18. Krettek C, Haas N, Walker J, Tscherne H. Treatment of femoral shaft fractures in children by external fixation. *Injury.* 1991;22(4):263-66. doi: 10.1016/0020-1383(91)90002-v.
19. Ligier JN, Metaizeau JP, Prevot J, Lascombes P. Elastic stable intramedullary nailing of femoral shaft fractures in children. *J Bone Joint Surg Br.* 1988;70:74-7.
20. Flynn JM, Luedtke LM, Theodore J, et al. Comparison of titanium elastic nails with traction and a spica cast to treat femoral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am.* 2004;86(4):770-7. doi: 10.2106/00004623-200404000-00015.

Сведения об авторах

Мохит Кханна — доцент отделения ортопедии, Pt.B.D.S. PGIMS, Рохтак, Харьяна, Индия.

Джитендра Вадхвани — старший ординатор отделения ортопедии, Pt.B.D.S. PGIMS, Рохтак, Харьяна, Индия. E-mail: drjitendra28.03@gmail.com

Амит Батра — доцент отделения ортопедии, Pt.B.D.S. PGIMS, Рохтак, Харьяна, Индия.

Сидхарт Ядав — старший ординатор отделения ортопедии, Pt.B.D.S. PGIMS, Рохтак, Харьяна, Индия.

Сарфраз Иман — доцент отделения ортопедии, медицинский колледж Тезпур, Ассам, Индия.

Сумедха Вашишт — младший ординатор отделения анестезиологии, Pt.B.D.S. PGIMS, Рохтак, Харьяна, Индия.

Mohit Khanna — Assistant Professor, Department of Orthopaedics, Pt.B.D.S. PGIMS, Rohtak, Haryana, India.

Jitendra Wadhvani — Senior Resident, Department of Orthopaedics, Pt.B.D.S. PGIMS, Rohtak, Haryana, India. E-mail: drjitendra28.03@gmail.com

Amit Batra — Associate Professor, Department of Orthopaedics, Pt.B.D.S. PGIMS, Rohtak, Haryana, India.

Sidharth Yadav — Senior Resident, Department of Orthopaedics, Pt.B.D.S. PGIMS, Rohtak, Haryana, India.

Sarfraz Iman — Assistant Professor, Department of Orthopaedics, Tezpur Medical College, Assam, India.

Sumedha Vashishth — Junior Resident, Department of Anaesthesia, Pt.B.D.S. PGIMS, Rohtak, Haryana, India.