

УДК 617.581:004.94

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА В КЛИНИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

<sup>1</sup>Ямщиков О.Н., <sup>2</sup>Норкин И.А., <sup>1</sup>Емельянов С.А., <sup>2</sup>Марков Д.А.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина Минздравоохранения России», Медицинский институт, Тамбов, e-mail: cep\_a@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Минздравоохранения России», Саратов, e-mail: cep\_a@mail.ru

Переломы бедренных костей являются одними из самых распространенных среди переломов длинных трубчатых костей. При лечении переломов бедренных костей могут быть применены различные виды остеосинтеза: интрамедуллярный, наkostный, чрескостный. В настоящее время широко распространены методики погружного (наkostного) остеосинтеза. После проведения остеосинтеза сохраняется значительный процент осложнений, что обуславливает актуальность совершенствования лечения данных видов травм. В статье приводятся результаты использования компьютерного моделирования наkostного остеосинтеза для выбора оптимальной металлоконструкции для остеосинтеза переломов у 30 пациентов травматологического стационара. По результатам исследования сделан вывод о снижении количества осложнений, связанных с нестабильностью металлоконструкции после операции, по сравнению с группой сравнения в 3 раза и увеличение хороших результатов лечения на 20%. Дается оценка целесообразности использования компьютерного моделирования на этапе предоперационного планирования.

**Ключевые слова:** бедренная кость; остеосинтез; компьютерное моделирование; предоперационное планирование

## COMPUTER SIMULATION OSTEOSYNTHESIS BY PLATES IN THE CLINICAL SETTING

<sup>1</sup>Yamshikov O.N., <sup>2</sup>Norkin I.A., <sup>1</sup>Emelyanov S.A., <sup>2</sup>Markov D.A.

<sup>1</sup>Tambov State University n.a. G.R. Derzhavin, Medical Institute, Tambov, e-mail: cep\_a@mail.ru;

<sup>2</sup>Saratov State Medical University n.a. V.I. Razumovsky, Saratov, e-mail: cep\_a@mail.ru

Femoral fractures are among the most common of long bone fractures. In the treatment of fractures of the femur can be applied to different types of fixation: intramedullary, of plate, transosseus. Currently, the most common methods of immersion osteosynthesis. After osteosynthesis remains a considerable percentage of complications, which leads to the urgency of improving the treatment of these types of injuries. The article presents the results of the use of computer modeling of plate osteosynthesis for optimal metal structures for osteosynthesis of fractures in 30 patients the trauma hospital. The study concluded that reducing the number of complications associated with the instability of metal structures after surgery as compared with the comparison group 3 times and increase quality of treatment results in 20%. Assesses the appropriateness of the use of computer simulation in step preoperative planning.

**Keywords:** femur; osteosynthesis; computer modeling; preoperative planning

Переломы диафизарной части бедренной кости встречаются часто, до 10,4–23,9% переломов длинных трубчатых костей [2]. Актуальность данного вида травм обусловлена их высокой травматичностью, кровопотерей, высоким риском осложнений как в первые часы после травмы, так и в отдаленном периоде. При лечении переломов бедренных костей могут быть применены различные виды остеосинтеза: интрамедуллярный, наkostный, чрескостный. Различные методики погружного остеосинтеза наиболее часто рекомендуются Ассоциацией остеосинтеза [1, 5]. Положительной стороной наkostного остеосинтеза является возможность точной репозиции и прочной фиксации отломков костей в сочетании с хорошим анатомическим результатом лечения. Преимуществом интрамедуллярного остеосинтеза является возможность проведения закрытой репозиции и ранняя активизация пациентов. Однако, при неправильном ис-

пользовании наkostных пластин возрастает риск их деформации и перелома, что приводит к необходимости удаления поврежденной металлоконструкции и проведения повторного остеосинтеза. В связи с открытым доступом также сохраняется риск инфекционных осложнений [1, 5]. Применение метода чрескостного остеосинтеза наиболее оправдано при фиксации отломков в остром периоде, когда применение других методов нежелательно, при лечении посттравматических дефектов костей, ложных суставов, несостоятельном остеосинтезе, а также различных врожденных патологиях опорно-двигательной системы [1, 2, 5].

Не прекращаются поиски новых оптимальных методов лечения и совершенствования имеющихся методик для лечения переломов данной локализации. Вопрос выбора наиболее оптимальной конструкции для лечения переломов диафиза бедренных костей ложится на оперирующего хирурга,

который подбирает металлоконструкцию на основании собственного опыта и предпочтений в соответствии с рекомендациями и стандартами лечения данной патологии и оснащенностью лечебного учреждения. В связи с этим могут возникать затруднения во время проведения операции. Неправильный подбор металлоконструкции и недостаточная прочность фиксации отломков кости может приводить к таким осложнениям, как перелом пластин и винтов, вторичное смещение отломков и т.д. Поэтому правильный выбор металлоконструкции при предоперационном планировании остается актуальной задачей [4, 5].

Для выбора металлоконструкции для остеосинтеза с учетом индивидуальных особенностей пациента и перелома разработан программно-информационный комплекс для прогнозирования хирургического лечения травм и их последствий [4]. Созданный программно-информационный комплекс позволяет виртуально произвести остеосинтез данного перелома с применением рекомендуемых металлоконструкций с учетом анатомических особенностей области перелома. По данным компьютерного моделирования операции оценивается качество остеосинтеза, наличие подвижности отломков, распределение нагрузки. Благодаря наличию виртуальной базы данных моделей бедренных костей и остеофиксаторов возможно учитывать индивидуальный характер перелома, а также анатомические особенности пациента [3, 4].

**Цель исследования:** анализ результатов автоматизированного выбора металлоконструкции на основе компьютерного моделирования для остеосинтеза переломов бедренных костей.

## Материалы и методы исследования

Группа сравнения включала 30 пациентов, которым произведен накостный остеосинтез переломов бедренных костей с применением пластин без предоперационного компьютерного моделирования.

Группа пациентов, которым произведены операции после проведения компьютерного моделирования также составила 30 человек.

Пациенты поступали в стационар после острой травмы в сроки от 3 часов до 2 суток с момента перелома. У всех больных диагностированы переломы диафиза бедренной кости. Средний возраст пациентов – 51,6 лет. Обследование и лечение пациентов в до- и послеоперационном периоде проводилось согласно стандартам для данной нозологии.

В целях предоперационного планирования производилась рентгенография поврежденного сегмента в стандартных и, при необходимости, дополнительных проекциях. Во время предоперационного планирования учитывалось наличие или отсутствие остеопороза, пол, возраст, индекс массы тела, сопутствующие заболевания, физическая активность пациента до травмы. Операции выполнялись в операционной на ортопедическом операционном столе под контролем электронного оптического преобразователя. Пациенты активизировались на 2 сутки после операции. С 2–5-го дня обучали ходьбе при помощи костылей, разрешалась ходьба с помощью костылей без нагрузки на оперированную нижнюю конечность. Частичная опора, равная 50% массы тела пациента, разрешалась спустя 1 месяц после операции в период формирования незрелой костной мозоли. В этот же период производилась контрольная рентгенография. Полная опора через 3 месяца при наличии рентгенологических признаков текущей консолидации. Отдаленные результаты у пациентов наблюдали в сроки от 6 до 24 месяцев. Оценка проводилась по данным контрольных рентгенограмм, выполняемых в 3–6–12–24 месяца после операции, наличие консолидации перелома, болевого синдрома и его интенсивности, возможности самостоятельного передвижения.

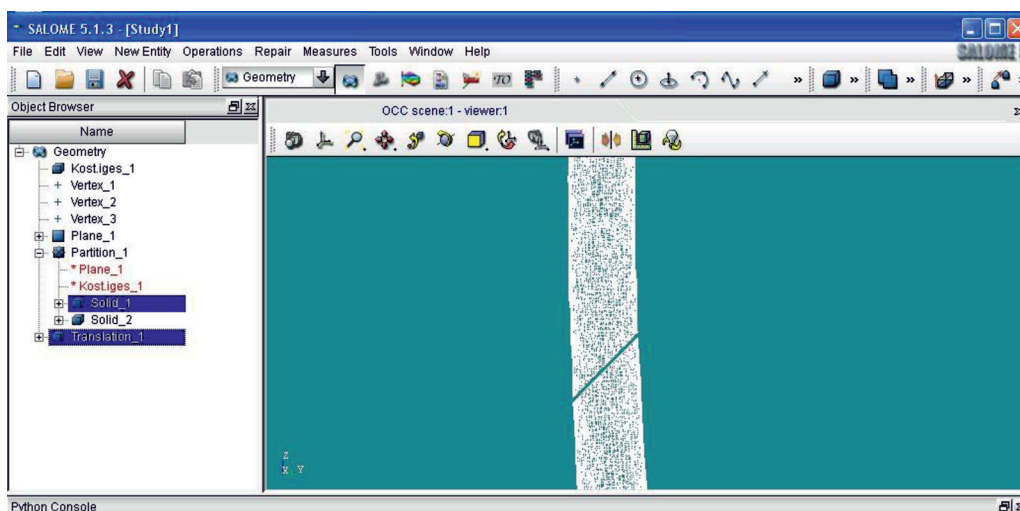


Рис. 1. Пример моделирования перелома бедренной кости в соответствии с данными рентгенографии

В обеих группах пациентов в качестве остеофиксаторов были рассмотрены накостные пластины. Выбор металлоконструкции выполнялся согласно общепринятым классификациям и рекомендациям. В первой группе пациентов предоперационного компьютерного моделирования не проводилось.

Для подбора металлоконструкции во второй группе проводили компьютерное моделирование остеосинтеза бедренной кости с использованием программно-информационного комплекса. Для проведения моделирования в каждом случае из антропометрической базы данных программно-информационного комплекса выбиралась модель бедренной кости, наиболее подходящая для данного пациента. Остеофиксаторы выбирали из базы данных металлоконструкций программно-информационного комплекса. Для данной группы пациентов в качестве остеофиксаторов рассматривали накостную пластину, фиксированную винтами.

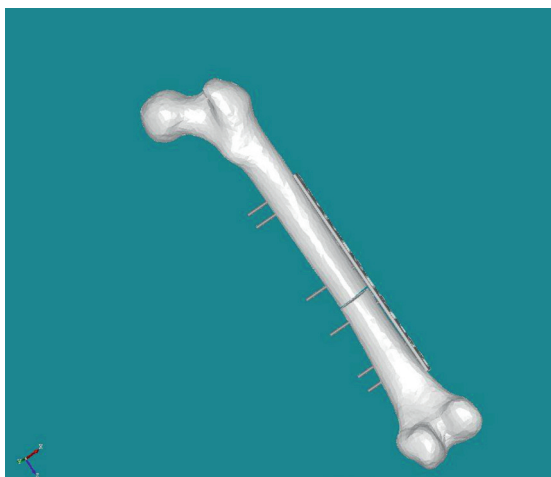


Рис. 2. Пример модели бедренной кости, соответствующей клиническому случаю с металлоконструкцией

Во время компьютерного моделирования при расчетах напряжений и полей смещений использовали нагрузку силой, соответствующей опоре на конечность в вертикальном положении до 50% веса тела (нагрузка на конечность в момент активизации больной через 2 месяца после операции) и нагрузке при сгибании в положении сидя без опоры на конечность (вес конечности ниже уровня перелома).

Проанализировав величины напряжений в межотломковом пространстве, делали вывод о состоятельности виртуальной фиксации отломков. В случае если по данным моделирования накостный остеосинтез был несостоятелен, проводилось повторное компьютерное моделирование с другими металлоконструкциями. По данным повторного моделирования выбиралась оптимальная металлоконструкция.

### Результаты исследования и их обсуждение

В исследуемой группе в результате компьютерного моделирования в 22 случаях из 30 получены данные, подтверждающие состоятельность остеосинтеза в предложенных условиях с применением пластин. В 8 случаях прочность остеосинтеза оказалась недостаточной, сохранялось значительное смещение отломков в зоне перелома при нагрузках. По данным компьютерного моделирования в группе исследования накостный остеосинтез произведён 22 пациентам, 8 произведён блокируемый интрамедуллярный остеосинтез.

В группе сравнения получены следующие результаты: хорошие – 21 (70%); удовлетворительные – 9 (30%).

Осложнения: перелом пластины – 1, миграция пластины с переломом винтов – 2, вторичное смещение отломков – 2, замедленная консолидация перелома – 3.

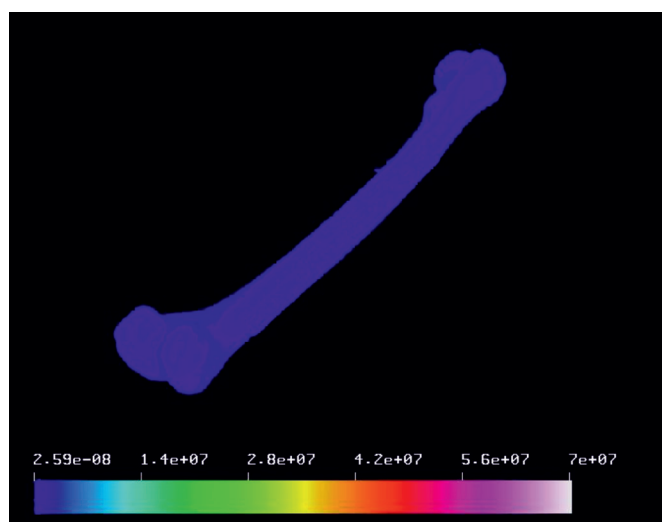


Рис. 3. Пример визуализации результатов расчета модели соответствующих параметру эквивалентное напряжение Мизеса

У 20 прооперированных пациентов сроки активизации соответствовали планируемому.

В группе исследования получены следующие результаты: хорошие – 27 (90%); удовлетворительные – 3 (10%).

Осложнения: перелом пластины – 0, миграция пластины с переломом винтов – 1, миграция винтов – 1, замедленная консолидация перелома – 1.

У 26 прооперированных пациентов сроки активизации соответствовали планируемому.

Таким образом, при применении метода компьютерного моделирования в группе исследования из 30 пациентов получены хорошие результаты лечения в 90% случаев. Вместе с тем, в группе, где компьютерное моделирование не проводилось хорошие результаты лечения получены в 70%. Осложнения после остеосинтеза во второй группе пациентов также наблюдались реже в 3 раза.

### Выводы

Проведение предоперационного компьютерного моделирования позволило оптимизировать процесс установки металлоконструкции во время операции, улучшить качество лечения и добиться сокращения

затрат на лечение благодаря снижению доли осложнений и связанных с ними повторных госпитализаций, операций, превышения сроков реабилитации и восстановления трудоспособности.

Таким образом, для улучшения качества лечения переломов диафиза бедренной кости методом накостного остеосинтеза можно рекомендовать проведение предоперационного компьютерного моделирования.

### Список литературы

1. Анкин Л.Н. Травматология (Европейские стандарты). – М.: Медицина; 2005.
2. Ли А.Д. Чрескостный остеосинтез в травматологии. – Томск: Изд-во Томск. ун-та; 2002.
3. Марков Д.А., Ямщиков О.Н., Норкин И.А., Афанасьев Д.В. Моделирование остеосинтеза диафизарных переломов бедренной кости. // Вопросы травматологии и ортопедии. – 2012. – № 3. – С. 12–16.
4. Ямщиков О.Н., Киреев С.Н., Марков Д.А., Емельянов С.А. Макет программно-информационного комплекса для травматологии и ортопедии. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2011. – № 16(1). – С. 336–338.
5. Ямщиков О.Н., Марков Д.А., Абдулнасыров Р.К., Афанасьев Д.В., Ненашев А.А. Компьютерное моделирование в предоперационном планировании при лечении переломов бедренной кости. // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2010. – № 15(5). – С. 1508–1510.