

Конечно-элементный анализ накостного остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости в раннем и позднем послеоперационных периодах

**А. О. Тутуров^{1,2}, К. А. Егиазарян¹,
А. П. Ратьев¹, Д. С. Ершов¹**

¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

² Городская клиническая больница имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия

Введение. Оперативное лечение переломов проксимального отдела плечевой кости является актуальной проблемой травматологии и ортопедии до сих пор. Применение блокируемых пластин является «золотым стандартом» остеосинтеза проксимального отдела плечевой кости. Несмотря на это, до 36 % случаев в послеоперационном периоде встречаются различные осложнения.

Цель исследования — улучшение результатов накостного остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости путем стратификации рисков развития осложнений.

Материалы и методы. Формировали 3D-модели в программном комплексе CATIA с последующим совершенствованием их структуры в SolidWorks. Далее в пакете статического анализа производили расчеты нагрузок на металлофиксаторы и костные фрагменты после перелома проксимального отдела плечевой кости в моделях раннего и позднего послеоперационных периодов. Соответственно, разрабатывали модель плотной межфрагментарной компрессии, модель оскольчатой метафизарной зоны, модель консолидированного перелома в условиях накостного остеосинтеза.

Результаты и обсуждение. Отверстия посередине пластины, которые позволяют размещать как блокируемые, так и неблокируемые винты (комбинированные отверстия), были связаны с более высокими концентрацией напряжения и сдвиговым движением в зазоре по сравнению с дистальными и проксимальными отверстиями

(от 144 до 576 МПа на центральных отверстиях для винтов при силе, направленной проксимально оси кости, против до 144 МПа на дистальных или проксимальных отверстиях). Оскольчатый характер метафизарной зоны является трудной задачей для накостного остеосинтеза ввиду повышенной нагрузки на металлофиксатор с рисками его поломки и вторичных смещений (риски перехода за предел текучести материала 827 — переход в пластическую деформацию материала, преимущественно в области оскольчатой метафизарной зоны). Дополнительная фиксация опорными винтами в этой клинической ситуации также не приносит эффекта (напряжение посередине пластины аналогично с и без введенных опорных винтов через оскольчатую метафизарную зону вне зависимости от приложенной силы (50/100/300 Н) и вектора ее приложения). В случае консолидированного перелома в условиях накостного остеосинтеза напряжение на винты внутрикостно возрастает и выражено больше, чем нагрузка на пластину.

Конструкция фиксации имплантата, применяемого к сломанной кости, имеет сложное механическое поведение как во время имплантации (первичная стабильность), так и после операции в фазе заживления (вторичная стабильность). Эта сложность является результатом геометрии кости, специфичной для места перелома, внутренней архитектуры кости и свойств материала, конкретной конфигурации и характеристик имплантата, его взаимодействия с костью, профиля послеоперационной нагрузки и, наконец, биологической реакции пациента.

Заключение. Применение метода накостного остеосинтеза переломов проксимального отдела плечевой кости требует корректного реабилитационного протокола, обеспечивающего снижение нагрузок на дистальный от линии перелома сегмент верхней конечности, для исключения перегрузок металлофиксаторов до признаков консолидации перелома.