

УДК 616.71-001.5-021.3

## МОДИФИКАЦИЯ БЛОКИРОВАННОЙ ПЛАСТИНЫ ДЛЯ ОСТЕСИНТЕЗА ПЕРЕЛОМОВ ДИСТАЛЬНОГО МЕТАЭПИФИЗА ЛУЧЕВОЙ КОСТИ

Анщиц А.А.<sup>1</sup>, Минченя В.Т.<sup>2</sup>, Ситник А.А.<sup>3</sup>, Дежец В.И.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Государственное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет

<sup>3</sup>ГУ «РНПЦ травматологии и ортопедии»

Минск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>УЗ «Брестская областная клиническая больница»

Брест, Республика Беларусь

**Аннотация.** В работе рассмотрен способ компьютерной оптимизации системы фиксации перелома лучевой кости пластиной с угловой стабильностью с заостренными, сферическими и скругленными установочными выступами, сравнение их воздействия на поверхность кости и выборе наилучшего варианта фиксации. При построении моделей фиксации и исследовании полей напряжений и перемещений использовался современный программный продукт SolidWorks 2018 и программная система конечно-элементного анализа Ansys 2021.

**Ключевые слова:** компьютерное моделирование, лучевая кость, блокированная пластина, пакет Ansys 2021.

## MODIFICATION OF A BLOCKED PLATE FOR OSTESYNTHESIS OF FRACTURES OF THE DISTAL RADIAL METAEPIPHYSIS

Anshyts A.<sup>1</sup>, Minchenya V.<sup>2</sup>, Sitnik A.<sup>3</sup>, Dezhets V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>State enterprise "Science and technology park of BNTU Polytechnic"

<sup>2</sup>Belarusian National Technical University

<sup>3</sup>State Institution "Republican Scientific Center for Traumatology and Orthopedics"

Minsk, Republic of Belarus

<sup>4</sup>Health-care institutions "Brest Regional Clinical Hospital"

Brest, Republic of Belarus

**Abstract.** The paper considers a method for computer optimization of the fracture fixation system, the radius with an angular stability plate with pointed, spherical and rounded mounting protrusions, a comparison of their effect on the bone surface and the choice of the best fixation option. When building fixation models and studying stress and displacement fields, the modern software product SolidWorks 2018 and the software system of finite element analysis Ansys 2021 were used.

**Key words:** computer modeling, radius, blocked plate, Ansys 2021.

Адрес для переписки: Анщиц А.А., Сурганова 47/1, Минск 220113, Республика Беларусь  
e-mail: anshyts.a.a@gmail.com

Переломы дистального метаэпифиза лучевой кости – это один из наиболее распространенных переломов у пациентов пожилого и старческого возраста [1]. В последние десятилетия в клинической практике для фиксирования переломов начали использовать пластины и стержни. Однако практика использования показала, что такой метод лечения имеет разную степень успешности из-за состояния костной ткани и возраста пациента. Поэтому представляют интерес работы по биомеханике остеосинтеза пластинами с угловой стабильностью с учетом состояния костной ткани и возраста пациента [2].

Экспериментальные методы биомеханики, которые часто используются для оценки жесткости фиксации переломов *in vitro*, имеют такие недостатки как невозможность обеспечить одинаковую геометрическую форму образцов и также оценить динамику изменения жесткости систем фиксации во время сращения перелома. Поэтому перспективным является создание компьютерных 3D моделей

систем фиксации переломов дистального метаэпифиза лучевой кости с учетом состояния костной ткани. Сложные геометрические формы лучевой кости и наконечников пластин делают необходимым использование современных компьютерных методов анализа и синтеза звеньев систем фиксации [3]. В данной работе выполнено исследование биомеханики систем фиксации перелома лучевой кости блокируемой пластиной, модифицированной тремя вариантами установочных выступов.

**Материалы и методы.** Исследовались варианты остеосинтеза перелома дистального метаэпифиза лучевой кости блокированной пластиной с заостренными, сферическими и скругленными установочными выступами. Анализировался вариант нагрузки на кость во время установки пластины врачом, вручную прикладывающим усилие для удержания пластины и создающим крутящий момент при блокировании винта в отверстии.

Все модели были построены с использованием пакета компьютерного моделирования SolidWorks

2018. На первом этапе была создана 3D-модель, повторяющая геометрию лучевой кости (рис. 1).

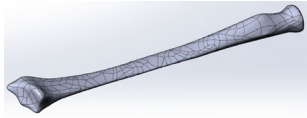


Рисунок 1 – Трехмерная модель лучевой кости

На втором этапе были построены трехмерные компьютерные модели пластины (рис. 2, а) и винтов (рис. 2, б). Все винты для установки пластины с угловой стабильностью имеют диаметр 2,7 мм.

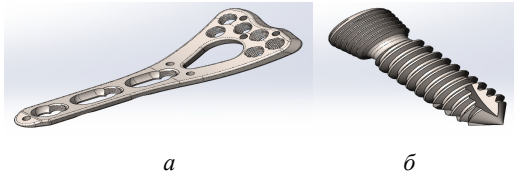
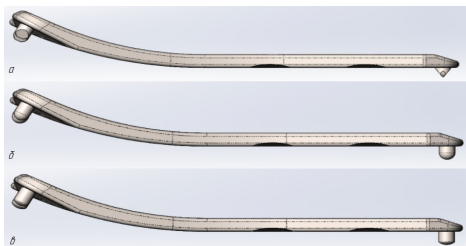


Рисунок 2 – Трехмерные модели блокированной пластины (а) и блокирующего винта (б)

На третьем этапе были смоделированы выступы с различными геометрическими параметрами (рис. 3).



а – заостренные; б – сферические; в – скругленные

Рисунок 3 – Трехмерные модели блокируемых пластин с выступами различных форм

Для того чтобы описать напряженно деформированное состояние костной ткани пожилого организма, с помощью системы уравнений механики деформируемого твердого тела, материал костной ткани (кортикальной и спонгиозной) и сухожилий был принят неупругим. Это дает возможность описать напряженно деформируемое состояние костной ткани с помощью системы уравнений механики деформируемого твердого тела.

**Численный анализ.** Задачи определения напряженно-деформированного состояния поверхности кости решены с помощью метода конечных элементов (МКЭ) с использованием программной системы конечно-элементного анализа Ansys 2021.

Исследованы варианты остеосинтеза перелома дистального метаэпифиза лучевой кости пластинами с угловой стабильностью с установочными выступами, имеющими различные геометрические параметры. Анализ напряженно-деформированного состояния систем фиксации перелома дистального метаэпифиза лучевой кости накостными пластинами проведен для пластин с

заостренными (рис. 4), со сферическими (рис. 5) и со скругленными (рис. 6) выступами.

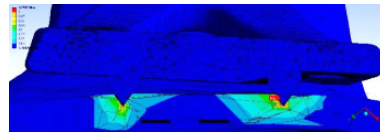


Рисунок 4 – Распределение деформаций в модели пластины с заостренными выступами

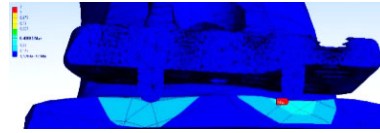


Рисунок 5 – Распределение деформаций в модели пластины со сферическими выступами

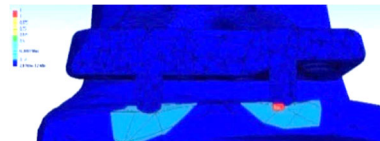


Рисунок 6 – Распределение деформаций в модели пластины со скругленными выступами

На рис. 4–6 приведены распределения деформаций в системах фиксации пластиной с угловой стабильностью перелома метаэпифиза лучевой кости. Определены значения наибольших напряжений в зоне перелома метаэпифиза лучевой кости. Максимальные деформации костной ткани в системах фиксации возникают при остеосинтезе пластиной с заостренными выступами (3,2 мм). При остеосинтезе пластиной со сферическими выступами максимальная деформация костной ткани при тех же нагрузках в 8 раз меньше предыдущего варианта (0,4 мм). Наилучший результат показала пластина со скругленными выступами (0,3 мм).

**Заключение.** Анализ результатов показал, что лучшими биомеханическими свойствами обладает пластина с скругленными выступами, поскольку деформации в этой пластине и в костной ткани метаэпифиза лучевой кости меньше, чем в системах фиксации пластинами с заостренными и сферическими выступами. Жесткость системы фиксации перелома пластиной с угловой стабильностью и выступами больше, поскольку полное и относительное перемещение в зоне дистального метаэпифиза лучевой кости меньше, чем в системах фиксации обычной пластиной с угловой стабильностью.

#### Литература

1. Biomechanical evaluation of 3-part proximal humerus fractures: A cadaveric study / R. J. Gillespie [et al.] // Orthopedics. – 2009. – Vol. 32. – P. 816.
2. Hepp, P. Biology and biomechanics in osteosynthesis of proximal humerus fractures / P. Hepp, C. Josten // Eur. J. Trauma Emerg. Surg. – 2007. – № 4. – P. 337–344.
3. Computer system for definition of the quantitative geometry of musculature from CT images / M. Daniel [et al.] // Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. – 2005. – Vol. 8, № 1. – P. 25–29.