

- All-Russian Scientific and Practical Conference. Kazan, 2009. P. 132.
9. Одинцова И.Н. Эпидемиология рака молочной железы в регионе Сибири и Дальнего Востока: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Томск, 2011. 42 с.  
Odintsova I.N. Epidemiology of breast cancer in the region of Siberia and the Far East: Abstract of PhD thesis. Tomsk, 2011. 42 p.
10. Писарева Л.Ф., Одинцова И.Н. Эпидемиология рака молочной железы в Приморском крае // Сибирский онкологический журнал. 2010. № 1. С. 50–55.  
Pisareva L.F., Odintsova I.N. Epidemiology of breast cancer in Primorsky Krai // Siberian Oncological Journal. 2010. Vol. 37, No. 1 P. 50–55.
11. Писарева Л.Ф., Одинцова И.Н., Ананина О.А. [и др.]. Эпидемиология рака молочной железы в Приморском крае // Сибирский онкологический журнал. 2010. № 1. С. 50–55.  
Pisareva L.F., Odintsova I.N., Ananina O.A. [et al.]. Epidemiology of breast cancer in Primorsky Krai // Siberian Oncological Journal. 2010. No. 1. P. 50–55.
12. Easton D., Ghoussaini M., Fletcher O. [et al.]. Genome-wide association analysis identifies three new breast cancer susceptibility loci // Nat. Genet. 2012. Vol. 44, No. 3. P. 312–318.
13. Marsh E. Breast-feeding reduces cancer risk // Daily Mail Online. 2016. URL: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-88785/Breast-feeding-reduces-cancer-risk.html> (date of access: 22.07.2016)
14. Perou C.M., Sorlie T., Elsen M.B. [et al.]. Molecular portraits of human breast tumours // Nature. 2000. Vol. 406. P. 747–752.

Поступила в редакцию 31.01.2018.

#### REGIONAL TRENDS IN THE SPREAD OF BREAST CANCER

A.S. O<sup>1</sup>, N.E. Kosykh<sup>2</sup>, T.A. Belova<sup>1</sup>, V.I. Apanasevich<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Regional Clinical Centre of Oncology (164 Voronezhskoe HW Khabarovsk 680047 Russian Federation), <sup>2</sup> Far Eastern State Medical University (35 Muraveva-Amrskogo St. Khabarovsk 680000 Russian Federation), <sup>3</sup> Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave. Vladivostok 690002 Russian Federation)

**Objective.** Study objective is to assess effectiveness of the breast cancer diagnostic in Khabarovsk territory.

**Methods.** Statistical analysis of morbidity was carried out, and prognosis was made based on the data of official medical documentation of Regional Clinical Centre of Oncology, Khabarovsk.

**Results.** The level of regional morbidity corresponded to the average of Russian one. During 2003–2015 the absolute number of patients increased by 22.9%, this diagnosis was determined to 6548 patients, and the level of case detection during the planned preventive examination increased from 13.4% in 2003 to 36.9% in 2015. About 1/3 of patients has the cancer of III–IV stage.

**Conclusions.** The steady trend of increasing the incidence of breast cancer over the period from 2003 to 2015, the presence of unresolved problems within the prognosis, gives grounds to expect an increase in the incidence of breast cancer in the foreseeable time period, which is explained by the integrating effect of a complex of various factors. There is a trend towards an increase in the frequency of diagnosis of breast cancer at the I–II stage, but progress here is rather slow due to the lack of a mammographic screening system in the Khabarovsk territory.

**Keywords:** breast cancer, morbidity, diagnostic, Khabarovsk territory

Pacific Medical Journal, 2018, No. 1, p. 47–51.

УДК 616.718.42–001–089.819.843:519.711.2:514

DOI: 10.17238/PmJ1609-1175.2018.1.51–56

## Угроза патологического перелома проксимального отдела бедра при дегенеративно-дистрофических заболеваниях скелета и хирургический путь его предупреждения в эксперименте

А.Л. Матвеев<sup>1</sup>, В.Э. Дубров<sup>2</sup>, Б.Ш. Минасов<sup>3</sup>, Т.Б. Минасов<sup>3</sup>, Р.Е. Костив<sup>4</sup>, А.В. Нехожин<sup>5</sup>, Е.В. Савельева<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Новокуйбышевская центральная городская больница (446200, г. Новокуйбышевск, ул. Пирогова, 1), <sup>2</sup> Факультет фундаментальной медицины Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (119192, г. Москва, Ломоносовский пр-т, 31/5), <sup>3</sup> Башкирский государственный медицинский университет (450000, г. Уфа, ул. Ленина, 3),

<sup>4</sup> Тихоокеанский государственный медицинский университет (690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, 2),

<sup>5</sup> Самарский государственный технический университет (443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244),

<sup>6</sup> Одесский национальный политехнический университет (Украина, 65044, г. Одесса, пр-т Шевченко, 1)

Разработаны и предложены оригинальные конструкции армирующих имплантатов и эндопротезов и методика их применения. Путем математического моделирования интактного проксимального отдела бедренной кости установлено, что при нагрузке, ведущей к деформации, в краниальной и каудальной частях шейки бедра напряжение возрастает, что и обуславливает возникновение перелома в критических точках. При этом линия перелома имеет направление от периферии внутрь, где создается максимальное напряжение. Результаты стендовых испытаний свидетельствуют о том, что при горизонтальной и вертикальной нагрузках в области проксимального отдела бедренной кости прочность армированной шейки увеличивалась на 93–150% в зависимости от комбинации вводимых имплантатов.

**Ключевые слова:** бедренная кость, профилактическое армирование, имплантаты, математическое моделирование

Проблема предупреждения низкоэнергетических механических повреждений проксимального отдела бедренной кости (ПЮБК) у пожилых в отечественной травматологии остается до конца не решенной. Число

пациентов с данной патологией растет, каждый из них нуждается в продолжительном лечении и реабилитации [6, 8]. Среди всех переломов нижней конечности переломы ПЮБК чаще ведут к гипостатическим функциональным нарушениям, «обвальному» синдрому декомпенсации и высокой летальности (41–67%) [8].

Матвеев Анатолий Львович – канд. мед. наук, врач-травматолог Новокуйбышевской ЦГБ; e-mail: mal57@rambler.ru

Повреждения данной локализации, будучи следствием структурной несостоятельности кости при остеопорозе или, реже, при опухолях, относятся к патологическим переломам (ПП) [4, 15]. Они удваивают и даже утраивают риск контралатерального вертельного перелома [12, 14]. В России ежегодно такую травму получают от 100 до 270 человек на 100 тыс. населения [6, 10, 12].

Возможности снижения угрозы ПП ПОВБ с помощью консервативной медикаментозной терапии, лечебной физкультуры, подушек-амортизаторов в области большого вертела и специальных напольных покрытий, поглощающих энергию удара, не позволили до настоящего времени решить эту проблему [6, 12].

Более 75 % женщин и около 90 % мужчин с переломами костей на фоне остеопороза не обследуются и/или не применяют специфическую фармакотерапию после низкоэнергетических переломов костей разных локализаций [7]. В настоящее время не разработана еще схема лечения остеопороза, которая могла бы реально предупредить ПП у пожилых [12]. Сегодня в таких хирургических дисциплинах, как стоматология, оториноларингология, вертебрология, пластическая хирургия, онкология и травматология и ортопедия с успехом применяется методика профилактической имплантации металлоконструкций, носящая термин «профилактическое армирование» [13]. Ослабление костной ткани до критических величин служит показанием для применения фиксаторов, замещающих материалов и/или аутокости в определенных участках ПОВБ [3, 6]. При угрозе ПП внеочаговый остеосинтез позволяет избежать этого осложнения, повысить качество жизни пациента, провести специальное лечение и при положительной динамике сохранить функционирующую конечность [1]. Для восстановления пациентами дооперационной активности после удаления доброкачественных опухолей длинных трубчатых костей (за исключением ПП) применяется профилактическое армирование блокируемыми имплантатами в шинирующем режиме с использованием малоинвазивных методик. При этом имплантат, принимая на себя основную нагрузку, снижает показатели напряжения и деформации шейки бедренной кости, уменьшая вероятность ПП [3, 9]. Доказаны целесообразность и преимущества интрамедуллярного армирования пораженной опухолевым процессом кости для повышения ее механических свойств, как с целью лечения, так и для профилактики переломов [2, 11]. Анализ отдаленных результатов лечения детей с полиоссальной формой фиброзной дисплазии показал уместность костной аллопластики кортикальными трансплантатами в сочетании с накостным металлоостеосинтезом пластинами из никелида титана, что позволяет сохранить правильную ось конечности на длительный срок, предотвратить ПП, сократить сроки реабилитации и улучшить качество жизни пациентов [5].

Профилактическое армирование шейки бедренной кости при эндопротезировании контралатеральной конечности позволяет снизить риск новых переломов

данной локализации у лиц пожилого и старческого возраста. Предупреждение контралатеральных переломов значительно снижает затраты на лечение больных. У лиц пожилого и старческого возраста при переломах ПОВБ показано профилактическое армирование с противоположной стороны что, несомненно, требует более глубокого изучения его отдаленных последствий [4, 7].

Цель исследования – экспериментальный анализ возникновения деформации и напряжений при нагрузках в области ПОВБ, приводящих к угрозе ПП, и оценка прочностных характеристик этого отдела скелета с применением оригинальной методики профилактического армирования.

#### Материал и методы

В 2008 г. нами был разработан и защищен патентом способ хирургической профилактики патологических переломов ПОВБ у лиц пожилого и старческого возраста.<sup>1</sup> Оригинальные конструкции имплантатов и эндопротезов, с помощью которых мы планируем осуществлять эту методику, начали разрабатываться с 2009 г.

Первая группа имплантатов для шейки бедренной кости, запатентованная в России, была рассчитана на армирование только шейки бедренной кости (рис. 1, а–г).<sup>2</sup> Более сложные имплантаты второй группы предназначены для армирования всего ПОВБ (рис. 1, д–и).<sup>3</sup> Разработанные конструкции оригинальных имплантатов и армирующих эндопротезов при введении в кость сохраняют ее пьезоэлектрический эффект и физиологические способности к деформации и амортизации при нагрузках.

Для изучения распределения участков упругой деформации в области ПОВБ при нагрузках, влияющих на прочностные характеристики системы «кость–имплантат», нами проведено математическое моделирование методом конечных элементов с использованием модели ПОВБ, параметры которой были оценены путем лазерного сканирования. Расчеты напряжения, возникающего при деформации кости в точках, где начинается разрушение, проводили после виртуального приложения силы на головку бедренной кости в горизонтальной и вертикальной плоскостях (рис. 2).

Вспомогательный программный комплекс позволил виртуально ввести имплантаты в кость, как по отдельности, так и в различных сочетаниях. При этом рассмотрено 8 вариантов армирования (рис. 3).

Были проведены стендовые испытания с целью определения изменения прочности ПОВБ до и после армирования оригинальными имплантатами. Используются образцы интактной кости и четыре варианта армирования, которые также подвергали дозированной нагрузке до возникновения перелома. Имплантаты

<sup>1</sup> Патент РФ № 2316280.

<sup>2</sup> Патенты РФ № 91845, 98901, 101351, 121725.

<sup>3</sup> Патенты РФ № 136703, 136704, 140684, 2405481 и 2408329.

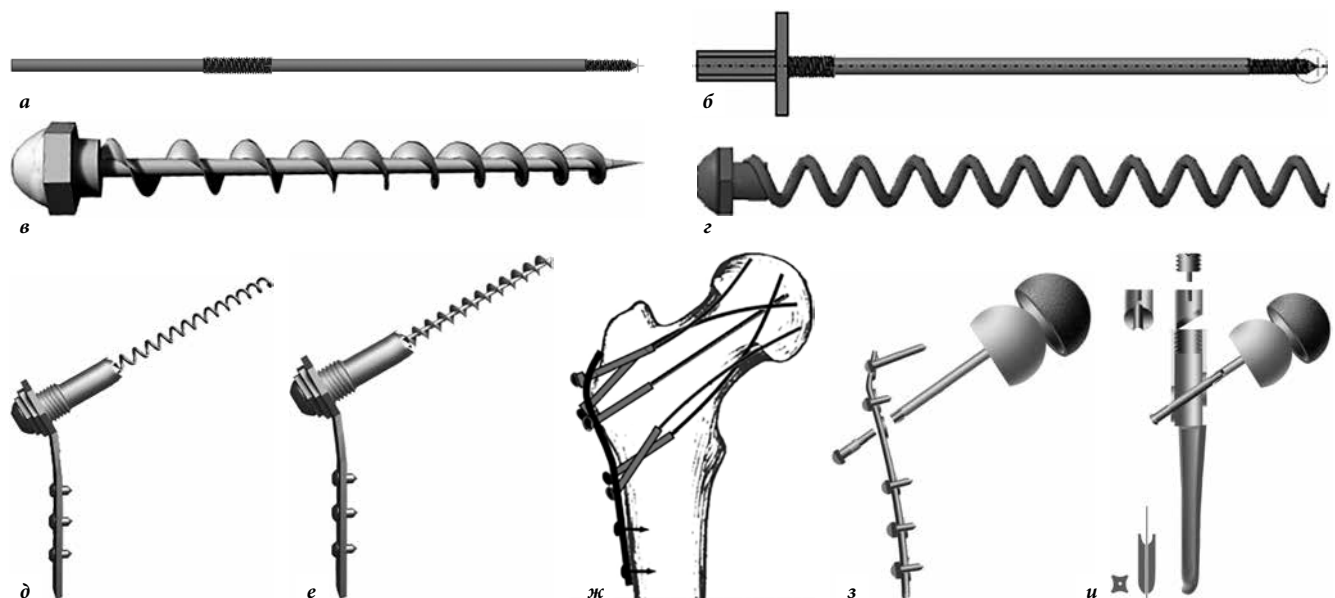


Рис. 1. Имплантаты для армирования:

а – бификсирующая спица, б – бификсирующий винт-спица, в – шнековый винт, г – винт-штопор, д – телескопический винт-штопор, е – телескопический винт-шnek, ж – изoэластический имплантат, з – армирующий эндопротез с диафизарной пластиной, и – армирующий эндопротез с интрамедуллярным стержнем.

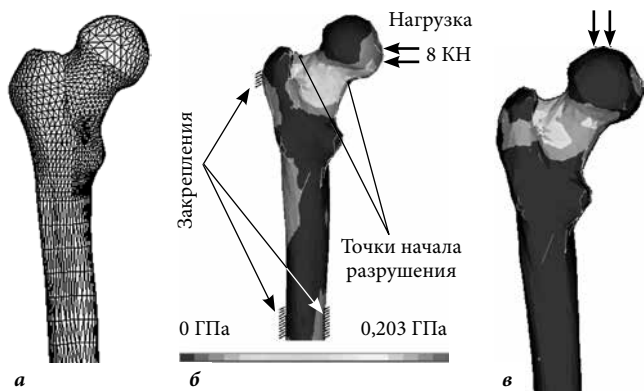


Рис. 2. Математическое моделирование методом конечных элементов:

а – геометрия кости, б – схема приложения сил и распределения напряжения в области ПОВК в горизонтальной плоскости, в – схема приложения сил и распределения напряжения в области ПОВК в вертикальной плоскости.

вводили вдоль оси шейки ближе к кортикальному слою (рис. 4, а). Дозированной нагрузке подвергали 27 образцов трупных и искусственных бедренных костей на универсальном динамометре INSTRON 5982 до полного разрушения системы с силой, направленной на головку бедренной кости вдоль оси диафиза или перпендикулярно оси диафиза бедренной кости с силой, направленной на область большого вертела (рис. 4, а–з).

В результате испытаний с вертикальной нагрузкой все армированные костные образцы оказались повреждены в подвертельной области бедренной кости. Для чистоты эксперимента было установлено шунтирующее устройство в виде стержневого аппарата на наружную часть ПОВК. Это позволило объективно оценить показатели прочности армированной шейки, исключив вероятность перелома в подвертельной области (рис. 4, и). Нагрузки, приводящие к деформации

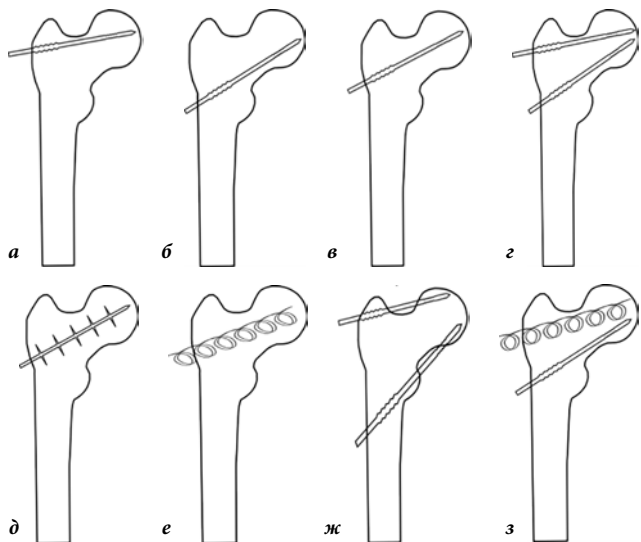


Рис. 3. Расположение имплантатов в шейке бедра:

а – спица сверху, б – спица снизу, в – спица вдоль оси, г – спица плюс спица, д – шнековый винт, е – винт-штопор, ж – спица плюс спица вне шейки, з – винт-штопор плюс спица.

системы «кость–имплантат» путем давления на головку бедра при горизонтальном положении бедренной кости, где не требовалось шунтирующее устройство, привели к переломам в области шейки.

Для статистической обработки полученных данных выбраны серийный критерий Вальда–Вольфовица, критерий Розенбаума, парный критерий Вилкоксона и точный метод Фишера. Различия считались статистически значимыми при  $p \leq 0,05$ .

Результаты исследования

Удалось доказать, что при вертикальной нагрузке напряжение возрастает в краниальной и каудальной

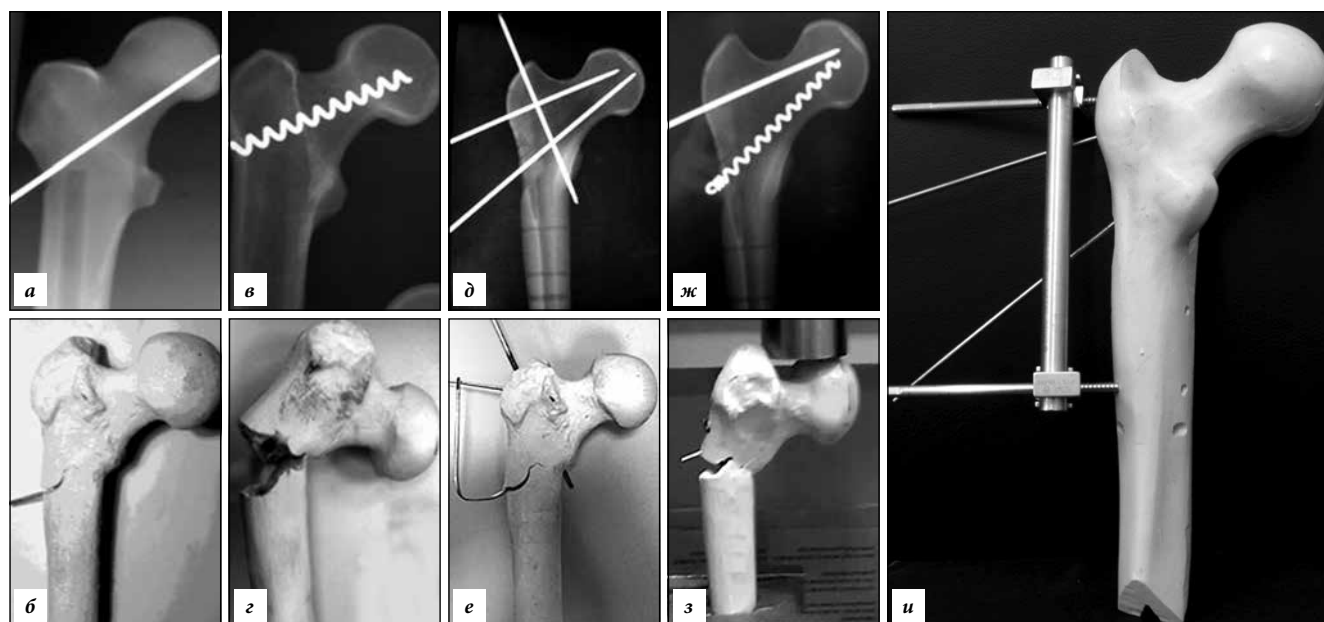


Рис. 4. Стендовые испытания прочности ПОБК:

а–з – дозированная вертикальная нагрузка вдоль оси диафиза бедренной кости (рентгенограмма и фото попарно), и – образец армированной системы «кость–имплантат» с внешним шунтом (стержневым аппаратом).

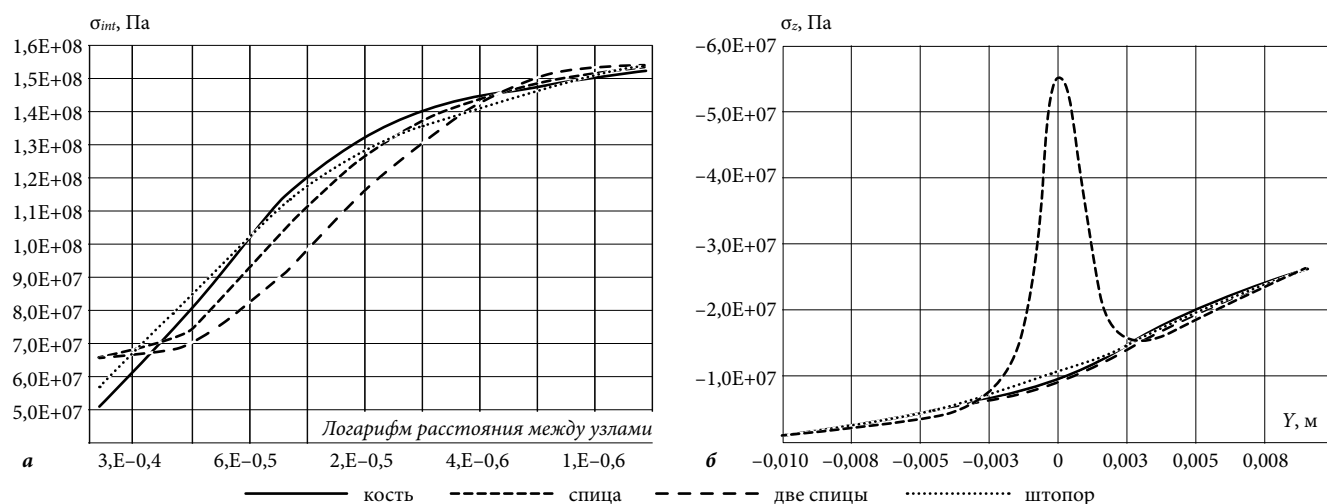


Рис. 5. Кривые распределения нагрузки:

а – зависимость интенсивности напряжения в опасной точке от расстояния между узлами конечных элементов, б – значение компоненты напряжения при наличии двух спиц, введенных ближе кортикальному слою.

частях шейки бедра. Одновременно напряжение вдоль ее центральной оси практически стремилось к нулю, что и обуславливало переломы в критических точках. Там, где возникало максимальное напряжение, линия перелома имела направление от периферии вовнутрь. Имплантаы при армировании ПОБК должны быть расположены ближе к кортикальному слою и дальше от центральной оси шейки бедренной кости. Показатель критического напряжения снижался до 12% при деформации армированного ПОБК в наиболее опасных местах за счет частичного перераспределения внешней деформирующей нагрузки на элемент армирования (рис. 5).

В процессе математического моделирования сечения ПОБК в результате построения качественной картины напряженного состояния при нечастой сетке

конечных элементов было определено, что напряжения в кости без имплантатов и по краям сечения имеют большие величины, чем внутри сечения. Аналогичная картина напряженного состояния образуется и при наличии имплантатов в кости в виде двух спиц, где внутри сечения наблюдаются резкие скачки напряжения (рис. 6).

Это было связано с тем, что некоторые узлы сетки конечных элементов принадлежали имплантатам, а скачки показывали, что спицы перераспределяют напряженно-деформированное состояние в шейке бедра за счет «перекачки» напряжения в себя. Аналогичная картина наблюдалась и при использовании других имплантатов. Неожиданный результат повышения напряжения до 126,6% продемонстрировали образцы систем «кость–имплантат» (табл.), где спицы были

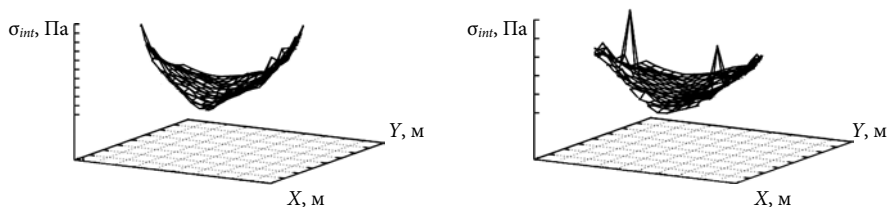


Рис. 6. Математическое моделирование сечения ПОБК:

а – интенсивность напряжения в сечении кости без имплантатов, б – интенсивность напряжения в сечении кости при использовании имплантатов «спица плюс спица».

## Таблица

Значение величин напряжения в областях сжатия и растяжения в критических точках  $\sigma_z$  шейки бедренной кости

Имплантат	Точка А (краниальная)		Точка В (каудальная)	
	$\sigma_z$ , Па	$\Delta\sigma_z$ , %	$\sigma_z$ , Па	$\Delta\sigma_z$ , %
Интakтная кость	$1,64 \times 10^8$	–	$6,57 \times 10^7$	–
Спица вверху	$1,49 \times 10^8$	10,1	$6,39 \times 10^7$	2,8
Спица внизу	$1,66 \times 10^8$	–1,2	$6,10 \times 10^7$	7,7
Спица вдоль оси	$1,60 \times 10^8$	2,5	$6,49 \times 10^7$	1,2
Спица + спица	$1,47 \times 10^8$	11,6	$5,86 \times 10^7$	12,1
Шнековый винт	$1,64 \times 10^8$	0,0	$6,47 \times 10^7$	1,5
Винт-штопор	$1,66 \times 10^8$	–1,2	$6,32 \times 10^7$	4,0
Спица + спица вне шейки	$0,91 \times 10^8$	80,2	$2,90 \times 10^7$	126,6
Винт-штопор + спица	$1,69 \times 10^8$	–3,2	$5,96 \times 10^7$	10,2

введены над кортикальным слоем шейки бедренной кости (рис. 3, ж). Это в клинической практике неприемлемо, а с точки зрения теории требует дальнейшего изучения.

## Обсуждение полученных данных

Стендовые испытания показали преимущества армированных систем с использованием винтов, либо систем «винт-штопор плюс спица», где происходит монокортикальное разрушение кости в зоне растяжения, не приводящее к дальнейшему смещению отломков. Прочность армированной шейки при вертикальной нагрузке на головку вдоль оси диафиза бедренной кости увеличивалась на 22,7–72,6 % в зависимости от комбинации имплантатов. При этом система «кость–имплантат» с наличием дополнительного шунтирующего устройства в виде стержневого аппарата (рис. 4, и) выдержала вертикальную нагрузку, превышающую 150 % (до возникновения перелома), по сравнению с интактными образцами. Результаты испытаний устойчивости армированных систем вследствие горизонтальной нагрузки на головку бедренной кости с упором на большой вертел продемонстрировали преимущества систем с наибольшей площадью контакта («винт-штопор плюс спица»). При этом отмечено увеличение сопротивляемости нагрузкам на 27–93 % в зависимости от комбинации вводимых имплантатов.

Результаты математического моделирования свидетельствуют о том, что имплантаты при армировании

ПОБК должны быть расположены ближе к кортикальному слою и дальше от центральной оси шейки бедренной кости, при этом доказано, что напряжение внешней деформирующей нагрузки частично перераспределяется на элемент армирования.

Все изученные варианты армирования увеличивают прочность системы «кость–имплантат» как при вертикальной нагрузке с компрессией на головку бедренной кости по оси диафиза, так и перпендикулярно оси диафиза на область большого вертела бедренной кости на 93–152 %, причем лучший эффект продемонстрировали системы с наибольшей площадью контакта (винт-штопор). Исследование доказывает положительное влияние армирующих конструкций на увеличение прочности системы «кость–имплантат», что может существенно снизить вероятность патологического перелома при низкоэнергетической травме.

## Литература / References

1. Валиев А.К., Мусаев Э.Р., Сушенцов Е.А., Алиев М.Д. Хирургическое лечение метастатического поражения костей // Практическая онкология. 2011. Т. 12, № 3. С. 112–116.  
Valiev A.K., Musaev E.R., Sushentsov E.A., Aliev M.D. Surgical treatment of bone metastases // Practical Oncology. 2011. Vol. 12, No. 3. P. 112–116.
2. Гук Ю.М., Марциняк С.М., Зима А.М., Олійник Ю.В. Хірургічне лікування деформації по типу «палиці пастуха» у дітей та підлітків при фіброзній дисплазії // Травма. 2013. Т. 14, № 2. С. 49–56.  
Guk Yu.M., Martsinyak S.M., Zima A.M., Oliynik Yu.V. Surgical treatment of “shepherd’s stick” deformation in children and adolescents with fibrous dysplasia // Trauma. 2013. Vol. 14, No. 2. P. 49–56.
3. Дружинская Ю.В., Сарвин А.Г., Семькина Э.Н., Ярыгин Н.В. Армированный металлоостеосинтез в комплексном лечении миеломной болезни // Актуальные вопросы ортопедии. Достижения. Перспективы: мат. науч.-практ. конф. М., 2012. С. 45–46.  
Druzhinskaya Yu.V., Sarvin A.G., Semykina E.N., Yarygin N.V. Armored metalloosteosynthesis in the complex treatment of myeloma // Aktualnyye voprosy ortopedii. Dostizheniya. Perspektivy: Materials of the scientific-practical conference. Moscow, 2012. P. 45–46.
4. Зоря В.И., Карчевный Д.Н., Карчевный Н.Н. [и др.]. Лечение и профилактика переломов шейки бедренной кости у лиц пожилого и старческого возраста // Организационные и клинические вопросы оказания помощи больным в травматологии и ортопедии: сборник тезисов XII межрегиональной научно-практической конференции. Воронеж: Научная книга, 2016. С. 34–36.  
Zorya V.I., Karchebny D.N., Karchebny N.N. [et al.]. Treatment and prevention of fractures of the femoral neck in elderly and

- senile patients // *Organizatsionnyye i klinicheskiye voprosy okazaniya pomoshchi bol'nym v travmatologii i ortopedii: Abstracts. Voronezh: Nauchnaya kniga, 2016. P. 34–36.*
5. Зубаиров Т.Ф. Хирургическое лечение полиоссанных форм фиброзной дисплазии длинных трубчатых костей нижних конечностей у детей // *Травматология и ортопедия России. 2008. № 2. С. 25–31.*  
Zubairov T.F. Surgical treatment of polyossa forms of fibrous dysplasia of long tubular bones of lower extremities in children // *Traumatology and Orthopedics of Russia. 2008. No. 2. P. 25–31.*
  6. Котельников Г.П., Булгакова С.В., Шафиева И.А. Оценка эффективности комплекса мероприятий для профилактики переломов – маркеров остеопороза у женщин пожилого возраста // *Проблема остеопороза в травматологии и ортопедии: V конф. с междунар. участием. М.: ЦИТО, 2012. С. 72–73.*  
Kotelnikova G.P., Bulgakova S.V., Shafieva I.A. Evaluation of the effectiveness of a complex of measures for the prevention of fractures – markers of osteoporosis in elderly women // *The problem of osteoporosis in traumatology and orthopedics: Abstracts. Moscow, 2012. P. 72–73.*
  7. Кочиш А.Ю., Иванов С.Н., Санникова Е.В. Сравнительный анализ приверженности к диагностике и лечению остеопороза у пациентов с низкоэнергетическими переломами в Санкт-Петербурге // *Мат. V Рос. конгресса по остеопорозу и другим метаболическим заболеваниям скелета. М., 2013. С. 45.*  
Kochish A.Yu., Ivanov S.N., Sannikova E.V. Comparative analysis of adherence to diagnosis and treatment of osteoporosis in patients with low-energy fractures in St. Petersburg // *Materials of the V Russian Congress on osteoporosis and other metabolic diseases of the skeleton. Moscow, 2013. P. 45.*
  8. Лазарев А.Ф., Солод Э.И. Оперативное лечение переломов проксимального отдела бедренной кости // *Актуальные вопросы травматологии и ортопедии: мат. VIII съезда травматологов-ортопедов Узбекистана. Ташкент, 2012. С. 153–154.*  
Lazarev A.F., Solod E.I. Operative treatment of fractures of the proximal femur // *Actual issues of traumatology and orthopedics of Uzbekistan. Tashkent, 2012, P. 153–154.*
  9. Лазарев И.А., Гук Ю.М., Олийник Ю.В., Скибан М.В. Напряжено-деформированный стан проксимального відділу стегнової кістки з наявністю порожнистого дефекту осередок фіброзної дисплазії в умовах остеосинтезу різнимитипами фіксаторів // *Травма. 2015. Т. 16, № 3. С. 62–70.*  
Lazarev I.A., Guk Yu.M., Olyinik Yu.V., Skiban M.V. Stress-deformed state of the proximal branch of the femoral joint with the presence of a hollow defect of the cell of fibrous dysplasia under conditions of osteosynthesis by different types of clamps // *Trauma. 2015. Vol. 16, No. 3. P. 49–56.*
  10. Матвеев А.Л., Дубров В.Э., Минасов Б.Ш., Минасов Т.Б. [и др.]. Особенности возникновения и хирургические методы профилактики патологических переломов проксимального отдела бедренной кости // *Тихоокеанский медицинский журнал, 2015. № 2. С. 88–91.*  
Matveev A.L., Dubrov V.E., Minasov B.S. [et al.]. Formation features and surgical prevention for pathologic fractures of the proximal femur // *Pacific Medical Journal. 2015. No. 2. P. 88–91.*
  11. Махсон А.Н., Махсон Н.Е. Хирургия при метастатических опухолях костей. М.: Реальное Время, 2002. 120 с.  
Mahson A.N., Mahson N.E. Surgery for metastatic bone tumors. Moscow: Realnoe Vremya, 2002. 120 p.
  12. Родионова С.С., Торгашин А.Н., Морозова Н.С. Влияние золедроновой кислоты на прочность проксимального отдела бедренной кости // *Мат. X юбилейного съезда травматологов-ортопедов России. М., 2014. С. 436.*  
Rodionova S.S., Torgashin A.N., Morozova N.S. Effect of zoledronic acid on the strength of the proximal femur // *X Anniversary Meeting of traumatologists-orthopedists of Russia: Abstracts. Moscow, 2014. P. 436.*
  13. Шевцов В.И., Борзунов Д.Ю., Митрофанов А.И., Колчев О.В. Стимуляция регенерации костной ткани в полостных дефектах при лечении пациентов с опухолеподобными заболеваниями длинных костей // *Гений ортопедии. 2009. № 1. С. 107–109.*  
Shevtsov V.I., Borzunov D.Y., Mitrofanov A.I., Kolchev O.V. Stimulation of bone tissue regeneration in cavity defects for management of patients with tumor-like diseases of long bones // *Genij Ortopedii. 2009. No. 1. P. 107–109.*
  14. Faucett S.C., Genuario J.W., Tosteson A.N., Koval K.J. Is prophylactic fixation a cost-effective method to prevent a future contralateral fragility hip fracture? // *Journal of Orthopaedic Trauma. 2010. Vol. 24, No. 2. P. 65–74.*
  15. Zacherl M., Gruber G., Glehr M. [et al.]. Surgery for pathological proximal femoral fractures, excluding femoral head and neck fractures. Resection vs. stabilization // *Department of Orthopaedic Surgery, Medical University Graz, Austria (SICOT). 2011. Vol. 35. P. 1537–1543.*

*Поступила в редакцию 31.01.2018.*

#### THE THREAT OF THE PATHOLOGICAL FRACTURES OF THE HIP WITH DEGENERATIVE-DYSTROPHIC DISEASES OF THE SKELETON AND THE WAY OF ITS WARNING SURGERY EXPERIMENT

A.L. Matveev<sup>1</sup>, V.E. Dubrov<sup>2</sup>, B.Sh. Minasov<sup>3</sup>, T.B. Minasov<sup>3</sup>, R.E. Kostiv<sup>4</sup>, A.V. Nehozhin<sup>5</sup>, E.V. Savelieva<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Novokuibyshevskaya Central City Hospital (1 Pirogova St. Novokuibyshevsk 446200 Russian Federation), <sup>2</sup> Faculty of Fundamental Medicine of Lomonosov Moscow State University (31/5 Lomonosovsky Ave. Moscow 119192 Russian Federation), <sup>3</sup> Bashkir State Medical University (3 Lenina St. Ufa 450000 Russian Federation), <sup>4</sup> Pacific State Medical University (2 Ostryakova Ave. Vladivostok 690002 Russian Federation), <sup>5</sup> Samara State Technical University (244 Molodogvardeyskaya St. Samara 443100 Russian Federation), <sup>6</sup> Odessa National Polytechnic University (1 Shevchenko Ave. Odessa 65044 Ukraine)

**Objective.** Explore and analyze the probability of occurrence of pathological fractures with degenerative-dystrophic diseases of the skeleton, determine the impact of new original designs of implants and implants with loads in the area of proximal femur, assess the strength characteristics of bone-implant prophylactic used for proximal femur using the original designs of implants and implants.  
**Methods.** Develop and propose original designs reinforcement implants and implants to which the patents of the Russian Federation and the method of their application. In the bone were virtually introduced original designs of implants in 8 different versions, mathematical modeling, using models of reinforced systems bone-implant proximal femur by laser scanning. Implemented testing various options post-mortem samples stiffening bones and artificial bones mannequin to complete destruction of bone-implant system.

**Results.** Through mathematical modeling established that when loaded on proximal femur, causing distortion in the cranial and caudal cervical parts voltage increases, which results in a fracture at critical points. When this line fracture has direction from the periphery, where there is the maximum voltage inside. Bench test results indicate that the horizontal load on the head along the axis of the diaphysis of the femur neck reinforced strength increased to 93%, and for vertical up to 152% depending on the combinations of input implants.

**Conclusions.** Implants when used for proximal femur should be located closer to longer-term cortical layer and further away from the central axis of the femur: the voltage of the external load strain partially redistributed in item reinforcement. All options studied reinforcement increases the strength of bone-implant system as when vertical and horizontal load, with the best effect demonstrated system with the greatest area of contact (screw-corkscrew).

**Keywords:** femur, preventive reinforcement, implants, mathematical modeling

Pacific Medical Journal, 2018, No. 1, p. 51–56.