

# РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОГО ДИАПАЗОНА НАГРУЗКИ НА КОНЕЧНОСТЬ У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ОСТЕОСИНТЕЗА ПЕРЕЛОМОВ БЕДРА

## CALCULATION OF THE SAFE RANGE OF LOAD ON THE LIMB IN PATIENTS AFTER OSTEOSYNTHESIS OF HIP FRACTURES

**Ямщиков О.Н.** **Yamshchikov O.N.**  
**Емельянов С.А.** **Emelyanov S.A.**  
**Мордовин С.А.** **Mordovin S.A.**  
**Колобова Е.А.** **Kolobova E.A.**  
**Тепляков П.М.** **Teplyakov P. M.**  
**Гришин А.В.** **Grishin A. V.**

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», Медицинский институт,

г. Тамбов, Россия,

ТОГБУЗ «Городская клиническая больница города Котовска»,

Тамбовская область, г. Котовск, Россия,

ТОГБУЗ «ГКБ им. Арх. Луки г. Тамбова»,

г. Тамбов, Россия

Derzhavin Tambov State University,

Tambov, Russia,

Kotovsk City Clinical Hospital,

Kotovsk, Tambovsk region, Russia,

City Clinical Hospital named after Archbishop Luka,

Tambov, Russia

Переломы шейки бедренной кости занимают ведущее место в структуре общего травматизма на территории Российской Федерации. Несмотря на значительные достижения в области остеосинтеза переломов шейки бедра, процент неудовлетворительных исходов лечения, в том числе на фоне применения функциональной нагрузки при ранней активизации пациентов, остается высоким. Поэтому весьма актуален поиск способов дозирования нагрузки на оперированную конечность в послеоперационном периоде у больных с переломами шейки бедра.

**Целью** данного оригинального исследования является определение диапазона безопасной осевой нагрузки для пациентов из группы исследования после остеосинтеза перелома шейки бедренной кости с использованием программы для ЭВМ, сравнение результатов с группой сравнения и формирование заключительных выводов об эффективности и целесообразности применения данной программы.

**Материалы и методы.** В исследовании участвовали 108 пациентов с переломами шейки бедра, которым был выполнен остеосинтез различными металлоконструкциями. Анализ результатов послеоперационного периода отобранных пациентов, составивших группу сравнения и исследования, проводился с помощью универсального способа персонализированной оценки результатов лечения.

**Результаты.** Показано, что в группе исследования из 55 пациентов, использующих разработанный нами способ дозирования нагрузки на конечность, спустя 12 месяцев после операции хороших и отличных результатов было получено больше на 7,51 % и 11,7 % соответственно, чем в группе сравнения, состоящей из 53 пациентов; в группе исследования удовлетворительный результат наблюдался реже на 17,18 % ( $\chi^2 = 6,67$ ,  $p = 0,01$ ).

**Заключение.** В ходе данного исследования нам удалось определить диапазон безопасной осевой нагрузки для пациентов из группы исследования после остеосинтеза перелома шейки бедренной кости с использованием программы, оценить результаты группы с помощью универсального пер-

Fractures of the femoral neck occupy a leading place in the structure of general injuries in the Russian Federation. Despite significant achievements in the field of osteosynthesis of femoral neck fractures, the percentage of unsatisfactory outcomes of treatment remains high, including against the background of the use of functional loading during early activation of patients. Therefore, the search for ways to dose the load on the operated limb in the postoperative period in patients with femoral neck fractures is very relevant.

**The objective** of this original study is to determine the range of safe axial load for patients from the study group after osteosynthesis of a femoral neck fracture using a computer program, to compare the results with the comparison group and to form final conclusions about the effectiveness and feasibility of using this program.

**Materials and methods.** The study involved 108 patients with femoral neck fractures, who underwent osteosynthesis with various metal structures. Analysis of the results of the postoperative period of selected patients who made up the comparison and study group was carried out using a universal method for personalized evaluation of treatment outcomes.

**Results.** It was shown that in the study group of 55 patients using our method of dosing the load on the limb, 12 months after the operation, good and excellent results were by 7.51 % and 11.7 % more common, respectively, than in the comparison group, consisting of 53 patients. In the study group, the satisfactory result was observed less frequently by 17.18 % ( $\chi^2 = 6.67$ ,  $p = 0.01$ ).

**Conclusion.** In the course of this study, we were able to determine the range of safe axial load for patients from the study group after osteosynthesis of a fracture of the femoral neck using the program, to evaluate the results of the group using the universal personalized meth-

**Для цитирования:** Ямщиков О.Н., Емельянов С.А., Мордовин С.А., Колобова Е.А., Тепляков П.М., Гришин А.В. РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОГО ДИАПАЗОНА НАГРУЗКИ НА КОНЕЧНОСТЬ У БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ОСТЕОСИНТЕЗА ПЕРЕЛОМОВ БЕДРА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2022. № 2, С. 31-37.

**Режим доступа:** <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/387>

**DOI:** 10.24412/1819-1495-2022-2-31-37

сонифицированного способа оценки результатов лечения и сравнить их с исходом оперативного лечения пациентов группы сравнения, восстановительное лечение которых протекало по стандартным схемам подбора осевой нагрузки. Полученные в ходе исследования данные говорят об эффективности и целесообразности применения данной программы.

**Ключевые слова:** перелом шейки бедра; остеосинтез; расчет безопасного диапазона нагрузки; послеоперационный период

od for evaluating the results of treatment and to compare them with the outcome of surgical treatment of the comparison group, whose restorative treatment proceeded according to standard schemes for selecting the axial load. The data obtained in the course of the study indicate the effectiveness and expediency of using this program.

**Key words:** femoral neck fracture; osteosynthesis; calculation of safe load range; postoperative period

**П**ереломы шейки бедренной кости занимают ведущее место в структуре общего травматизма на территории Российской Федерации. Несмотря на значительные успехи в области остеосинтеза, число неудовлетворительных исходов лечения данной травмы остается высоким [1, 2]. Поэтому лечение и реабилитация таких больных до сих пор является актуальной проблемой в травматологии и ортопедии [3, 4].

Тазобедренный сустав — один из самых важных элементов опорно-двигательного аппарата человека, который обеспечивает его передвижение в пространстве. Поэтому повреждения в области тазобедренного сустава, особенно при переломах шейки бедра, значительно ограничивают бытовые навыки человека, социальную активность, снижают качество жизни по причине длительной иммобилизации, реабилитации и возникновения возможных осложнений, что чаще всего связано с ошибками ведения послеоперационного периода у таких больных, в том числе с неправильным дозированием нагрузки [5]. Особенности кровоснабжения шейки бедра определяют эффективным методом лечения только оперативное вмешательство — чаще всего остеосинтез [6]. В современной травматологической практике применяют следующие металлоконструкции для остеосинтеза переломов шейки бедра: спицы, компрессирующие винты АО, динамический бедренный винт (DHS). К более современным конструкциям относятся: Targon FN, PFN, Gamma nail [7-11]. Однако, несмотря на многообразие способов остеосинтеза, число неудовлетворительных исходов оперативного вмешательства остается высоким, особенно на фоне применения функциональной нагрузки при ранней активизации пациентов (Колесников Ю.П., 1996; Лирцман В.М., 1997 и др.).

Одним из основных направлений решения проблемы неудовлетворительных исходов остеосинтеза в послеоперационном периоде у пациентов с переломами шейки бедра является ранняя активизация с применением адекватной нагрузки на оперированную конечность. Однако до сих пор не существует единого стандарта по подбору адекватной осевой нагрузки на конечность в восстановительном периоде, которая учитывала бы индивидуальные параметры пациента. Существующие на сегодняшний день протоколы ведения послеоперационных больных с переломами шейки бедра не берут во внимание такие параметры, как различные сроки консолидации костных фрагментов в зависимости от типа перелома по классификации Каплана у пациентов разных возрастных групп, массу тела, вид металлофиксатора, количество предоперационных дней [12].

**Целью** данного оригинального исследования является определение диапазона безопасной осевой нагрузки для пациентов из группы исследования после остеосинтеза перелома шейки бедренной кости с использованием программы для ЭВМ, сравнение результатов с группой сравнения и формирование заключительных выводов об эффективности и целесообразности применения данной программы.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили данные медицинских карт историй болезни и региональной медицинской информационной системы (РМИС), результаты обследования 118 пациентов, прооперированных по поводу перелома шейки бедра с применением металлоконструкций (PFN, TFN, GN, DHS, винты, спицы) в период с февраля 2020 по апрель 2021 года в течение первых двух недель с момента поступления в стационар.

В дальнейшем из исследования включены 10 человек: 9 из них не соответствовали критериям включения (в исследование не включались пациенты, получившие перелом шейки бедра в результате ДТП, производственной и криминальной травмы, исключены патологические и застарелые переломы, случаи сочетанной и комбинированной политравмы, а также отсроченное более чем на 2 недели с момента получения перелома оперативное вмешательство), и один человек отказался от участия в исследовании.

**Соблюдение этических стандартов.** Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании; исследование соответствовало требованиям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками 2013 года, Международной конференции по гармонизации (ICF), Стандартам надлежащей клинической практики (GCP), ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. Обработка персональных данных пациентов осуществлялась только после получения их письменного согласия в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. Персональные данные участников в ходе исследования были обезличены.

Статистический анализ проводился с использованием программного обеспечения SPSS Statistics 21. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05.

Рандомизированно 110 пациентов мы разделили на две равные группы по 55 человек: сравнения и исследования, схожие между собой по половозрастному составу. Средний возраст пациентов составил 69 лет, максимальный возраст — 89 лет, а минимальный — 49 лет. В группу сравнения, состоящую

из 55 человек, вошли пациенты, которые применили в послеоперационном периоде подбор нагрузки на конечность по результатам контрольных рентгенограмм. На начальном этапе исследования 2 человека выбыли из исследования вследствие летального исхода от декомпенсации соматической патологии. В группе исследования пациенты применили разработанный нами способ расчета оптимального диапазона нагрузок на конечность.

Анализ результатов послеоперационного периода отобранных пациентов проводился с помощью универсального способа персонализированной оценки результатов лечения, предложенного в 2017 году Гаркави Д., Гаркави А., Лычагиным А. [13]. Оценка результатов по методике осуществлялась с помощью анкетирования, первое из которых проводилось в предоперационном периоде, а второе – через 12 месяцев после операции.

В предоперационном периоде все пациенты заполнили шкалу-опросник, представляющую собой универсальный способ персонализированной оценки результатов лечения. Основное внимание пациентов в опроснике уделялось тем показателям, которые они хотели бы видеть к концу лечения и которые бы их удовлетворили. Этот критерий является желаемым результатом (ЖР). На заключительном осмотре (по прошествии 1 года после операции) пациенты вновь заполнили опросник, указав достигнутое на настоящий момент состояние – достигнутый результат (ДР). Далее с помощью формулы мы рассчитали итоговый результат (ИР):  $ИР = ДР / ЖР \times 100 \%$ , где  $ИР > 100 \%$  – отлично;  $90 \% < ИР \leq 100 \%$  – хорошо;

$80 \% < ИР \leq 90 \%$  – удовлетворительно;  $ИР \leq 80 \%$  – неудовлетворительно [13].

В послеоперационном периоде для пациентов из группы исследования мы применили способ определения оптимального диапазона нагрузок на конечность в конкретный послеоперационный день (Патент РФ № регистрационной заявки 2021113924). Расчет диапазона нагрузки на конечность проводили индивидуально для каждого пациента группы исследования.

Расчет производили с помощью определения начального значения максимальной ( $x_1$ ) и минимальной ( $x_2$ ) нагрузок, ограничивающих диапазон нагрузок для конкретного послеоперационного дня ( $t$ ) по формуле:

$$x_1 = \frac{t \times m}{d_{\min}}, \text{ кг}, x_2 = \frac{t \times m}{d_{\max}}, \text{ кг},$$

где  $m$  – масса пациента,  $d_{\min}$  – минимальный срок сращения перелома,  $d_{\max}$  – максимальный срок сращения перелома с учетом поправочных коэффициентов  $k_1, k_2, k_3$ , отражающих влияние на величину нагрузки количества дней, прошедших с момента травмы до момента операции (предоперационного дня), возраста пациента и вида металлоконструкции для остеосинтеза, согласно таблице соответствия (табл.).

Итоговые значения максимальной ( $p_1$ ) и минимальной ( $p_2$ ) нагрузок с учетом коэффициентов  $k$  определяли по формулам:

$$p_1 = \frac{x_1}{k_1 \times k_2 \times k_3}, p_2 = \frac{x_2}{k_1 \times k_2 \times k_3}$$

Для того, чтобы процесс расчета диапазона нагрузки на конечность стал более доступным и оптимизированным, на основе приведенных выше формул и поправочных коэффициентов нами разработана

программа для ЭВМ (свидетельство о регистрации программы № 2021665600, 29.09.2021. Заявка № 2021665021) для определения оптимального диапазона нагрузок на нижнюю конечность после остеосинтеза шейки бедренной кости, позволяющая рассчитать минимальную и максимальную нагрузку конкретному пациенту для каждого послеоперационного дня [14]. Интерфейс программы, представленный на рисунке 1, позволяет внести необходимую информацию о пациенте (пол, возраст, количество дней от травмы до операции, вид металлоконструкции, послеоперационный день), после чего программа производит расчет диапазона нагрузки не только для конкретного послеоперационного дня, но и до момента наступления консолидации перелома (выздоровления) в виде графика (рис. 2).

Для пациентов из группы сравнения данная программа не применялась, а дозирование нагрузки производилось согласно Федеральным клиническим рекомендациям по лечению переломов проксимального отдела бедра от 2019 года [15].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Как видно на рисунке 3, в группе исследования из 55 пациентов, использующих разработанный нами способ дозирования нагрузки на конечность, спустя 1 год после хирургического вмешательства 22 пациента (40 %) получили отличный итоговый результат, 28 пациентов (50,91 %) – хороший и 3 пациента (5,46 %) – удовлетворительный. Неудовлетворительный результат зафиксирован у 2 пациентов (3,64 %), у которых не наступило консолидации перелома.

Таблица  
Индивидуальные параметры пациента и коэффициенты соответствия  
Table  
Individual patient parameters and coefficients of compliance

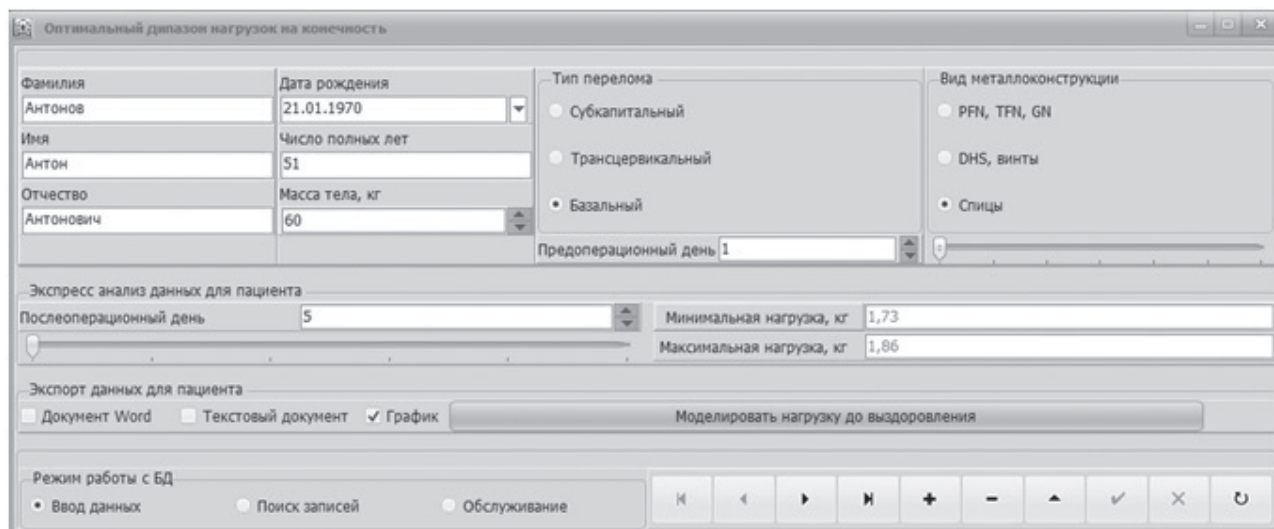
Параметр Parameter	Коэффициент / Coefficient			
	0.9	1	1.1	1.2
Предоперационный день / Day before surgery	1	2–3	4–6	> 6
Возраст / Age	< 40	41–60	61–80	> 81
Вид металлоконструкции / Type of metal construct	PFN, TFN, GN	DHS, винты DHS, screws	Спицы Pins	–

Рисунок 1

Интерфейс программы для определения оптимального диапазона нагрузок на нижнюю конечность после остеосинтеза шейки бедренной кости: информация о пациенте

Figure 1

Program interface for determining the optimal range of loads on the lower limb after osteosynthesis of the femoral neck: information about the patient



В группе сравнения до завершения исследования умерли 2 пациента. Из 53 человек, входящих в нее на момент окончания исследования, у 15 (28,3 %) был достигнут отличный результат, у 23 (43,4 %) – хороший, у 12 (22,64 %) – удовлетворительный и у 3 (5,66 %) – неудовлетворительный. Таким образом, получены статистически значимые различия по количеству удовлетворительных результатов лечения в группах. Так, в группе исследования удовлетворительный результат наблюдался реже на 17,18 % ( $\chi^2 = 6,67$ ;  $p = 0,01$ ), где  $\chi^2$  – критерий согласия Пирсона. Количество хороших и отличных результатов было больше в группе исследования на 7,51 % и 11,7 % соответственно ( $\chi^2_{(хор)} = 0,61$  и  $p = 0,4$ ;  $\chi^2_{(отл)} = 1,64$  и  $p = 0,2$ , нет статистически значимых различий), что говорит о более высоких результатах лечения у пациентов этой группы и о меньшем риске возникновения послеоперационных осложнений. По количеству неудовлетворительных результатов статистически значимых различий в группах не наблюдалось.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

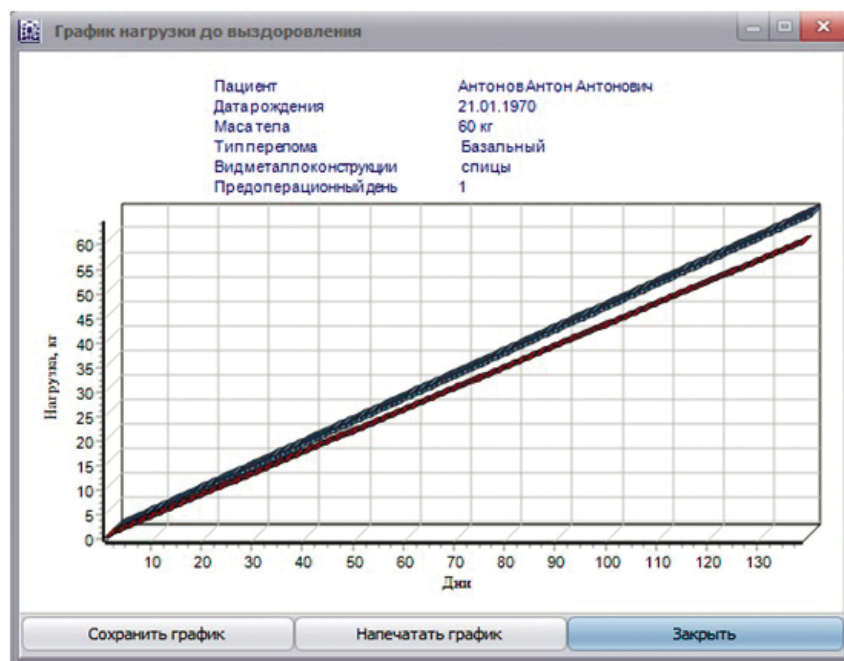
Лечение переломов шейки бедренной кости у пожилых пациен-

Рисунок 2

Интерфейс программы: график расчета нагрузки до наступления консолидации

Figure 2

Program interface: schedule for calculating the load before the onset of consolidation



тов является острой медико-социальной проблемой [16, 17]. Решающее значение, определяющее исход оперативного вмешательства, имеет правильно составленная программа восстановительного лечения [18, 19]. Одним из основных направлений решения проблемы неудовлет-

ворительных исходов послеоперационного периода является раннее активное применение дозированной нагрузки на оперированную конечность при условии стабильности костных фрагментов и металлоконструкции [20]. Однако вопросы адекватного подбора оптимальной

дозированной нагрузки и сроки ее начала в послеоперационном периоде для каждого конкретного случая лечения перелома шейки бедра до сих пор остаются открытыми и нуждаются в дополнительных исследованиях и обсуждениях. Учитывая, что применение обобщенного плана послеоперационного ведения у больных с переломами шейки бедра способно привести к неадекватной нагрузке и возникновению осложнений, необходимо сформировать и использовать только индивидуальный подход [21, 22].

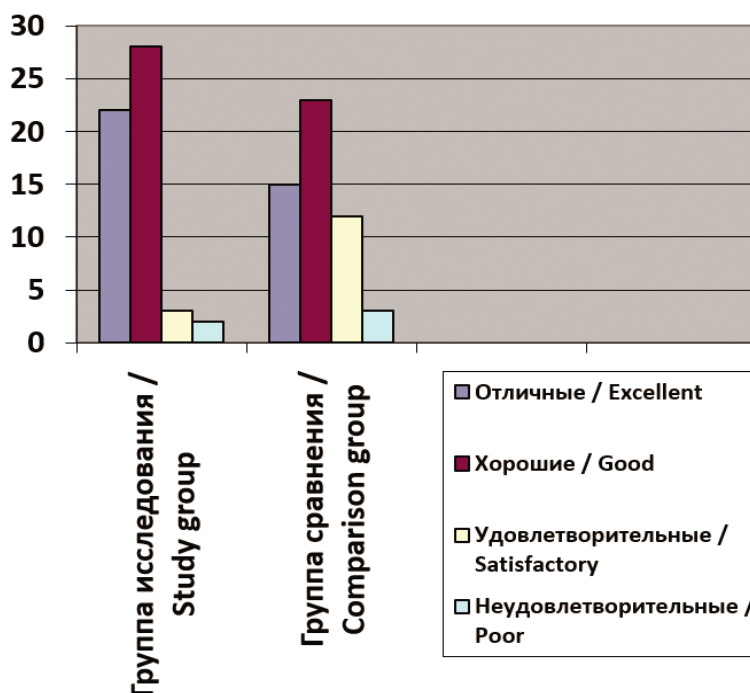
Нами предложен и апробирован способ определения оптимального диапазона нагрузок на конечность после хирургического лечения переломов шейки бедренной кости в конкретный послеоперационный день, заключающийся в определении среднего срока сращения рассматриваемого вида перелома по классификации Каплана, а также в учете массы тела пациента, его возраста, типа установленной металлоконструкции и количества предоперационных дней. Анализируя результаты проведенного нами исследования, можно сделать вывод, что применение программы для ЭВМ по расчету безопасного диапазона осевой нагрузки на конечность после остеосинтеза переломов шейки бедра приводит к лучшим результатам оперативного вмешательства по сравнению с использованием стандартных схем восстановительного лечения. Это обусловлено возможностью расчета и составления индивидуального плана дозирования осевой нагрузки с первого дня послеоперационного периода до полной консолидации перелома. Внедрение в практику программы для ЭВМ, в основе которой лежит разработанный нами способ определения безопасного диапазона нагрузки, поможет избежать осложнений, связанных с избыточной или, наоборот, недостаточной нагрузкой на оперированную конечность.

Рисунок 3

Результаты исследования через год после хирургического вмешательства

Figure 3

Results of the study one year after surgery



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе данного исследования нам удалось продемонстрировать успешный опыт индивидуального расчета и применения безопасного диапазона нагрузки на конечность с помощью разработанной компьютерной программы у больных после остеосинтеза шейки бедра и обосновать его эффективность с помощью универсального персонифицированного способа оценки результатов лечения. Определение оптимального диапазона нагрузки на оперированную конечность и составление индивидуального плана дозирования нагрузки от первого дня послеоперационного периода до наступления сроков консолидации (выздоровления) позволило добиться лучших исходов оперативного вмешательства при переломах шейки бедра в послеоперационном периоде. Применение на практике разработанного нами способа и компьютерной

программы, по нашему мнению, может помочь избежать осложнений, связанных с избыточной нагрузкой на оперированную конечность (перелом или миграция металлоконструкции, увеличение диастаза между фрагментами и др.) или с ее недостаточным применением, способствующим развитию посттравматического артроза, суставных контрактур и мышечной атрофии.

### Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа поддержана Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках проекта по соглашению № 075-15-2021-709 (уникальный идентификатор проекта RF----2296.61321X0037).

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Amraev SA, Abudzhazar UM, Almabaev YA, Abdurazakov UA, Alkhodzhaev SS, Kuandykov EK, et al. Complex treatment of proximal fractures of the femur. *Modern Problems of Science and Education*. 2018; (2): 21. Russian (Амраев С.А., Абуджазар У.М., Алмабаев Я.А., Абдуразаков У.А., Альходжаев С.С., Куандыков Е.К. и др. Комплексное лечение проксимальных переломов бедренной
- Cristea S. Current methods of treatment for trochanteric and femoral neck fractures (A training lecture). *Orthopedic Genius*. 2014; (1): 99-105. Russian (Кристееа С. Современные методы лечения вертельных переломов и переломов шейки бедра (Обучающая лекция)) //Гений ортопедии. 2014. № 1. С. 99-105.)

кости //Современные проблемы науки и образования. 2018. № 2. С. 21.)

3. Milyukov AYu, Ustyantsev DD, Gilev YaKh, Mazeev DV. Predictive significance of comorbid status in development of complications in surgical treatment of patients with proximal hip injuries. *Polytrauma*. 2017; (2): 17-26. Russian (Милуков А.Ю., Устьянцев Д.Д., Гилев Я.Х., Мазеев Д.В. Прогностическая значимость коморбидного статуса в развитии осложнений при хирургическом лечении пациентов с травмами проксимального отдела бедренной кости //Поли-травма. 2017. № 2. С. 17-26.)
4. Slobodskaya AB, Kirsanov VA, Popov AYu, Bordukov GG. Treatment of spit fractures at the modern stage (literature review). *Modern Medicine*. 2018; 2(10): 63-67. Russian (Слободской А.Б., Кирсанов В.А., Попов А.Ю., Бордуков Г.Г. Лечение переломов вертельной области на современном этапе (обзор литературы) //Современная медицина. 2018. № 2(10). С. 63-67.)
5. Vorontsova TN, Bogopolskaya AS, Cherny AZh, Shevchenko SB. The structure of the patient population with fractures of the proximal femur and the calculation of the average annual need for emergency surgical treatment. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016; (1): 7-20. Russian (Воронцова Т.Н., Богопольская А.С., Чёрный А.Ж., Шевченко С.Б. Структура контингента больных с переломами проксимального отдела бедра и расчет среднегодовой потребности в экстренном хирургическом лечении //Травматология и ортопедия России. 2016. № 1. С. 7-20.)
6. Shugol GB, Demakov SL, Shugol IG. Osteosynthesis of fractures of the femoral neck based on the use of the principle of active fixation by contraction: monograph. Yekaterinburg: Ural State Medical University, 2014. 141 p. Russian (Шуголь Г.Б., Демаков С.Л., Шуголь И.Г. Остеосинтез переломов шейки бедренной кости, основанный на использовании принципа активной фиксации стягиванием: монография. Екатеринбург: УГМУ, 2014. 141 с.)
7. Akhtyamov IF, Presnov PV, Taranenko SV. Variants of surgical treatment of femoral neck fracture in elderly persons. *Genius of Orthopedics*. 2002; (3): 42-45. Russian (Ахтямов И.Ф., Преснов П.В., Тараненко С.В. Варианты хирургического лечения перелома шейки бедренной кости у людей пожилого возраста //Гений Ортопедии. 2002. № 3. С. 42-45.)
8. Akhtyamov IF, Kovalenko AN, Shigaev ES, Moiseev MYu, Khakimov MR, Gatina EB, et al. Modern methods of treatment of patients with fractures of the proximal femur. *Kazan Medical Journal*. 2012; 93(2): 245-249. Russian (Ахтямов И.Ф., Коваленко А.Н., Шигаев Е.С., Моисеев М.Ю., Хакимов М.Р., Гатина Э.Б. и др. Современные методы лечения пострадавших с переломами проксимального отдела бедренной кости //Казанский медицинский журнал. 2012. Т. 93, № 2. С. 245-249.)
9. Voytovich AV, Shubnyakov II, Abolin AB, Parfeev SG. Emergency operative treatment of elderly and senile patients with fractures of the proximal femur. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 1996; (3): 32-33. Russian (Войтович А.В., Шубняков И.И., Аболин А.Б., Парфеев С.Г. Экстренное оперативное лечение больных пожилого и старческого возраста с переломами проксимального отдела бедренной кости //Травматология и ортопедия России. 1996. № 3. С. 32-33.)
10. Erkinovich AM. A modern view on the treatment of femoral neck fractures in elderly and senile patients. *Bulletin of Emergency Medicine*. 2019; (4): 92-99. Russian (Эркинович А.М. Современный взгляд на вопросы лечения переломов шейки бедренной кости у лиц пожилого и старческого возраста //Вестник экстренной медицины. 2019. № 4. С. 92-99.)
11. Kotelnikov GP, Mironov SP, Mirosnichenko VF. Closed limb injuries: textbook. Moscow: GEOTAR-Media, 2013. 494 p. Russian (Котельников Г.П., Миронов С.П., Мирошниченко В.Ф. Закрытые травмы конечностей: учеб. пособие. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. 494 с.)
12. Kolchanov SN, Filipchenkov LS, Fadeev MF, Volkov AF, Perevalov AV, Lazarenko IV. Dosed tensometric load in the rehabilitation treatment of patients with diaphyseal fractures of the leg bones. *Pacific Medical Journal*. 2008; 34(4): 26-28. Russian (Колчанов С.Н., Филиппченков Л.С., Фадеев М.Ф., Волков А.Ф., Перевалов А.В., Лазаренко И.В. Дозированная тензометрическая нагрузка в восстановительном лечении больных с диафизарными переломами костей голени //Тихоокеанский медицинский журнал. 2008. № 4(34). С. 26-28.)
13. Garkavi D, Garkavi A, Lychpgin A. A universal method for personalized evaluation of treatment outcomes in patients with orthopedic and traumatological profile. *Physician*. 2014; (7):31-34. Russian (Гаркави Д., Гаркави А., Лычпгин А. Универсальный способ персонализированной оценки результатов лечения у пациентов ортопедо-травматологического профиля //Врач. 2014. № 7. С. 31-34.)
14. Program for determining the optimal range of loads on the lower limb after osteosynthesis of the femoral neck: certificate of state registration of the computer program No. 2021665600 RF. /Yamshchikov ON, Lopatin DV, Emelyanov SA, Mordovin SA, Petrukhin AN, Teplyakov PM, Shagina EA; applicant and copyright holder "Tambov State University named after G.R. Derzhavin". No. 2021665021: Appl. 29 September 2021; publ. 29 September 2021, Bull. No. 10. Russian (Программа для определения оптимального диапазона нагрузок на нижнюю конечность после остеосинтеза шейки бедренной кости: свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021665600 РФ /О.Н. Ямщиков, Д.В. Лопатин, С.А. Емельянов, С.А. Мордовин, А.Н. Петрухин, П.М. Тепляков, Е.А. Шагина; заявитель и правообладатель «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина». № 2021665021: заявл. 29.09.2021; опубл. 29.09.2021, Бюл. № 10.)
15. Federal guidelines: Fractures of the proximal femur. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2019. P. 79. Russian (Переломы проксимального отдела бедренной кости: федеральные клинические рекомендации. Москва: МЗ РФ, 2019. 79 с.)
16. Perekhodov SN, Peshekhonov EV, Zudilin AV. Experience in the treatment of femoral neck fractures in patients with multiple and combined injuries. *Military Medical Journal*. 2008; 329(1): 38-46. Russian (Переходов С.Н., Пешехонов Э.В., Зудилин А.В. Опыт лечения переломов шейки бедренной кости у пострадавших с множественными и сочетанными повреждениями //Военно-медицинский журнал. 2008. Т. 329, № 1. С. 38-46.)
17. Koval KJ, Zuckerman JD. Hip Fractures: I. Overview and Evaluation and Treatment of Femoral-Neck Fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 1994; 2(3): 141-149. DOI: 10.5435/00124635-199405000-00002.
18. Samsami S, Saberi S, Sadighi S, Rouhi G. Comparison of three fixation methods for femoral neck fracture in young adults: experimental and numerical investigations. *J Med Biol Eng*. 2015; 35(5): 566-579. DOI: 10.1007/s40846-015-0085-9.
19. Tosounidis TH, Castillo R, Kanakaris NK, Giannoudis PV. Common complications in hip fracture surgery: tips/tricks and solutions to avoid them. *Injury*. 2015; 46 Suppl 5: S3-11. DOI: 10.1016/j.injury.2015.08.006.
20. Magaziner J, Chiles N, Orwig D. Recovery after hip fracture: interventions and their timing to address deficits and desired outcomes: evidence from the Baltimore hip studies. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*. 2015; 83: 71-81. DOI: 10.1159/000382064.
21. Kuvina VN, Kuvin MS, Pashkov VP, Pykhalov AA. Clinical perspectives of computer-aided design of the pathology of the human muscu-

loskeletal system. *Acta Biomedica Scientifica*. 2011; 1(4): 259-261. Russian (Кувина В.Н., Кувин М.С., Пашков В.П., Пыхалов А.А. Клинические перспективы компьютерного конструирования патологии опорно-двигательной системы человека // *Acta Biomedica Scientifica*. 2011. № 4(1). С. 259-261.)

22. Sharov DV, Ivanyuk AS. Fundamentals of rehabilitation: rehabilitation after fractures and injuries. Moscow: Publishing office T8, 2020. 250 p. Russian (Шаров Д.В., Иванюк А.С. Основы реабилитации: реабилитация после переломов и травм. Москва: Изд-во Т8, 2020. 250 с.)

#### Информация об авторах:

**Ямщикова О.Н.**, д.м.н., доцент, заведующий кафедрой госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов, Россия; главный врач ТОГБУЗ «Городская клиническая больница города Котова», г. Котовск, Тамбовская область, Россия. ORCID: 0000-0001-6825-7599

**Емельянов С.А.**, доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов, Россия; заместитель главного врача по медицинской части, ТОГБУЗ «Городская клиническая больница города Котова», г. Котовск, Тамбовская область, Россия. ORCID: 0000-0002-5550-4199

**Мордовин С.А.**, старший преподаватель кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов, Россия; заведующий травматологическим отделением, ТОГБУЗ «Городская клиническая больница города Котова», г. Котовск, Тамбовская область, Россия. ORCID: 0000-0001-5873-3555

**Колобова Е.А.**, ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов, Россия. ORCID: 0000-0002-1370-4213

**Гришин А.В.**, врач-травматолог-ортопед, заведующий травматолого-ортопедическим отделением, ТОГБУЗ «ГКБ им. Арх. Луки г. Тамбова», г. Тамбов, Россия. ORCID: 0000-0002-7774-1048

**Тепляков П.М.**, ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии Медицинского института, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», г. Тамбов, Россия; врач травматолог-ортопед, ТОГБУЗ «Городская клиническая больница города Котова», г. Котовск, Тамбовская область, Россия. ORCID: 0000-0002-7774-1048

#### Адрес для переписки:

Колобова Екатерина Александровна, ул. Тулиновская, 20Б-4, г. Тамбов, Россия, 392000  
Тел: +7 (963) 214-19-50  
E-mail: koloboom26@gmail.com

**Статья поступила в редакцию:** 11.04.2022

**Рецензирование пройдено:** 28.04.2022

**Подписано в печать:** 01.06.2022

#### Information about authors:

**Yamshchikov O.N.**, MD, PhD, docent, chief of department of hospital surgery with course of traumatology of Medical Institute, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia; chief physician of Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov region, Russia. ORCID: 0000-0001-6825-7599

**Emelyanov S.A.**, docent of department of hospital surgery with course of traumatology of Medical Institute, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia; deputy chief physician of medical issues, Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov region, Russia. ORCID: 0000-0002-5550-4199

**Mordovin S.A.**, senior lecturer of department of hospital surgery with course of traumatology of Medical Institute, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia; chief of traumatology unit, Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov region, Russia. ORCID: 0000-0001-5873-3555

**Kolobova E.A.**, assistant of department of hospital surgery with course of traumatology of Medical Institute, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia. ORCID: 0000-0002-1370-4213

**Grishin A.V.**, traumatologist-orthopedist, head of traumatology and orthopedics department, City Clinical Hospital named after Archbishop Luka, Tambov, Russia. ORCID: 0000-0002-7774-1048

**Tepliyakov P.M.**, assistant of department of hospital surgery with course of traumatology of Medical Institute, Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia; traumatologist-orthopedist, Kotovsk City Clinical Hospital, Kotovsk, Tambov region, Russia. ORCID: 0000-0002-7774-1048

#### Address for correspondence:

Kolobova Ekaterina Alexandrovna, Tulinovskaya St., 20B-4, Tambov, Russia, 392000  
Tel: +7 (963) 214-19-50  
E-mail: koloboom26@gmail.com

**Received:** 11.04.2022

**Review completed:** 28.04.2022

**Passed for printing:** 01.06.2022