

doi: 10.25005/2074-0581-2021-23-3-386-394

ПРОФИЛАКТИКА ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ПЕРЕЛОМАХ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

В.В. САВГАЧЕВ, И.И. ЛИТВИНОВ

Кафедра травматологии и ортопедии, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Российская Федерация

Цель: оптимизировать профилактику послеоперационных осложнений при закрытых переломах пяточной кости (ЗППК) с учётом прогнозирования факторов риска (ФР) их развития.

Материал и методы: изучены данные 490 пациентов с ЗППК за период 2010-2020 гг. У 94% пациентов травма имела свежий характер. Женщин было 25 (5%), мужчин – 465 (95%), их возраст варьировал от 18 до 70 лет. В 183 случаях (37%) имели место послеоперационные осложнения: миграция металлоконструкции (14%); остеомиелит пяточной кости (9%); трофические нарушения (некроз кожи) (21%); нагноение послеоперационной раны и зоны остеосинтеза (51%); свищи и тендиниты (5%). Для анализа рисков патологии оценены ФР и шансы их реализации. Выполнена процедура редукции данных с вычислением коэффициента корреляции r . Окончательная оценка выявленных предикторов проведена методом логистической регрессии. Предложен протокол ведения пациентов с оценкой риска развития осложнений на каждом этапе.

Результаты: выявлены статистически значимые ФР: отёк в зоне перелома на день операции и спустя трое суток, ОШ=0,07 [0,015-0,294]; отсутствие антибиотико-профилактики до операции, ОШ=0,053 [0,006-0,402]; наличие значимого заболевания на фоне травмы, ОШ=0,252 [0,108-0,586]; значительные изменения лабораторных анализов, ОШ=0,137 [0,056-0,327]; выраженные изменения в контрольных анализах, ОШ=0,12 [0,038-0,42]; не выполнение рентгена после операции, ОШ=0,095 [0,031-0,286]; отсутствие профилактики тромбозэмболических осложнений, ОШ=0,02 [0,038-0,38]; качество представленных рекомендаций в выписном эпикризе, ОШ=0,073 [0,038-0,142]; тяжёлый физический труд, ОШ=0,009 [0,002-0,044]. В 45 наблюдениях применён протокол ведения пациентов с оценкой риска развития осложнений на каждом этапе, в результате чего в 96% случаев осложнений не отмечено.

Заключение: разработанный комплексный подход профилактики осложнений на основе учёта индивидуальных особенностей пациента и применения многомерного моделирования позволяет эффективно снизить частоту развития осложнений и поможет даже начинающему специалисту в выборе тактики лечения.

Ключевые слова: перелом пяточной кости, факторы риска, профилактика, осложнения, прогнозирование.

Для цитирования: Савгачев ВВ, Литвинов ИИ. Профилактика послеоперационных осложнений при переломах пяточной кости. *Вестник Авиценны*. 2021;23(3):386-94. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2021-23-3-386-394>

PREVENTION OF POSTOPERATIVE COMPLICATIONS OF CALCANEUS FRACTURES

V.V. SAVGACHEV, I.I. LITVINOV

Department of Traumatology and Orthopedics, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

Objective: To optimize prevention of postoperative complications of closed calcaneus fractures (CCF), considering prediction of risk factors (RF) for their development.

Methods: The case histories of 490 patients with CCF were studied for the period 2010-2020. Among them there were 25 women (5%), and 465 men (95%), their age ranged from 18 to 70 years; 94% of patients were having recent trauma. Postoperative complications were diagnosed in 183 cases (37%), such as dislocation of metal parts of prosthesis (14%); osteomyelitis of the calcaneus (9%); trophic disorders, particularly skin necrosis (21%); suppuration of the postoperative wound and osteosynthesis zone (51%); fistulae and tendinitis (5%). For the analysis of risk pathology, RFs and the potential for their realization were evaluated. The data reduction procedure was performed using calculation of the correlation coefficient r . The final assessment of the identified predictors was carried out using the logistic regression method. A protocol for managing patients with risk assessment of complications at each stage has been developed.

Results: Statistically significant RFs were revealed, such as edema in the fracture zone on the day of surgery and three days later, odds ratio (OR) =0.07 [CI: 0.015-0.294]; lack of antibiotic prophylaxis before surgery, OR=0.053 [CI: 0.006-0.402]; serious comorbidities, OR=0.252 [CI: 0.108-0.586]; significant changes in laboratory tests, OR=0.137 [CI: 0.056-0.327]; significant changes in the follow up tests, OR=0.12 [CI: 0.038-0.42]; failure to perform an X-ray after surgery, OR=0.095 [CI: 0.031-0.286]; lack of prevention of thromboembolic complications, OR=0.02 [CI: 0.038-0.38]; the quality of the recommendations presented in the discharge summary, OR=0.073 [CI: 0.038-0.142]; hard physical labor, OR=0.009 [CI: 0.002-0.044]. In 45 cases, a patient management protocol was used with risk assessment of complications at each stage, as a result of which no complications were noted in 96% of cases.

Conclusion: The presented comprehensive approach to the prevention of complications based on consideration of the individual characteristics of the patient and the use of multidimensional modeling can effectively reduce the incidence of complications and may help even a novice specialist in choosing of proper treatment tactics.

Keywords: Fracture of the calcaneus, risk factors, prophylaxis, complications, prognosis.

For citation: Savgachev VV, Litvinov II. Profilaktika posleoperatsionnykh oslozhneniy pri perelomakh pyatochnoy kosti [Prevention of postoperative complications of calcaneus fractures]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2021;23(3):386-94. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2021-23-3-386-394>

ВВЕДЕНИЕ

Профилактика осложнений после оперативного лечения ЗППК зависит, прежде всего, от качества проведённой операции, а также основывается на базовых протоколах ведения хирургических пациентов. Зачастую сам хирург, опираясь лишь на свой личный опыт, проводит те или иные профилактические меры без учёта индивидуальных особенностей пациента, что не всегда позволяет избежать осложнений. Существуют различные прогностические алгоритмы определения риска развития осложнений при лечении пациентов с ЗППК, но зачастую данные подходы сложны в использовании и приобретают свою «актуальность» уже после проведённого хирургического вмешательства [1, 2]. Имеются исследования зарубежных авторов, где данные базируются на оценке показателей пациента, которые не входят в протоколы оказания экстренной травматологической помощи в нашей стране, и, соответственно, их применение не представляется возможным для большинства профильных медучреждений [3, 4]. Так, в работе Bruce J, Sutherland A (2013) описан ход обследования пациента с учётом более 50 клинических и лабораторных показателей с применением мета-анализа [5]. Нельзя забывать про шкалы оценки боли, здоровья и эффективности проведённого лечения, но, к большому сожалению, они являются отсроченными способами, и, соответственно, провести профилактику уже состоявшегося осложнения не представляется возможным [6-8].

Проведённый нами обзор отечественной и зарубежной литературы не дал нам достаточно убедительной информации о возможности быстрого определения тактики ведения пациентов с ЗППК и проведения адекватных профилактических мер для стойкого снижения риска осложнений, которая базировалась бы на общедоступных объективных критериях [9-11]. Описанная ситуация и легла в основу разработки инновационного подхода в лечебно-диагностических алгоритмах по ведению пациентов с ЗППК.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оптимизировать профилактику послеоперационных осложнений при ЗППК с учётом прогнозирования ФР их развития.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Изучены данные 490 пациентов с ЗППК, с 2010 по 2020 год пролеченных на базе Клинической больницы скорой медицинской помощи имени Н.В. Соловьёва. Исследование построено на анализе архивных историй болезни и данных из наблюдений текущих случаев травмы. У большей части пациентов (94%) травма имела свежий характер (от 3 до 12 часов от момента травмы). Женщин было 25 (5%), мужчин – 465 (95%). Возраст варьировал от 18 до 70 лет. У 183 пациентов (37%) был выявлен факт осложнения после проведённого лечения: миграция металлоконструкции (14%); остеомиелит пяточной кости (9%); трофические нарушения (некроз кожи) (21%); нагноение послеоперационной раны и зоны остеосинтеза (51%); свищи и тендиниты (5%). Операционное пособие выполнялось согласно канонам по системе ORIF (Open Recovery Internal Fixation).

Для выявления реализации значимых факторов риска проведена оценка по отношению шансов (ОШ). Процедура редукции данных позволила сократить ряд предикторов и определить их максимальную значимость. С помощью коэффициента корреляции τ установлен пул переменных, «пригодных» для дальнейшего статистического анализа. Для достижения выполнения комплекс-

INTRODUCTION

Prevention of complications after surgical treatment of CCF depends, first of all, on the quality of the operation performed, and is also based on the protocols of the management of surgical patients. Commonly the operating surgeon, relying only on his personal experience, carries out certain preventive measures without taking into account the individual characteristics of the patient, which does not always allow to avoid complications. There are various predictive algorithms for determining the risk of complications in the treatment of patients with CCF, but these approaches are often difficult to use and they become relevant after the surgical intervention is done [1, 2]. In some countries patient's assessment includes certain indicators which are not included in the protocols of emergency care in trauma in this country, and, accordingly, their application is not possible for most of our specialized medical institutions [3, 4]. The protocol of the patient's examination may include more than 50 clinical and laboratory parameters using meta-analysis [5]. In this connection scales for ranking pain, health and effectiveness of the treatment should be mentioned, but, unfortunately, they are deferred methods of assessment, and they do not allow to prevent complications that have already developed [6-8].

Our review of literature did not allow us to collect sufficient amount of solid information regarding promptly chosen tactics of patients' management in CCF and undertaking adequate preventive measures allowing to significantly reduce risks of complications, based on common objective criteria [9-11]. That's why we decided to develop an innovative approach to treatment and diagnostic algorithms for the management of patients with CCF.

PURPOSE OF THE STUDY

To optimize prevention of postoperative complications in CCF, focusing on prediction of the RF of their possible development.

METHODS

We analyzed of 490 patients with CCF, treated at the Clinical Hospital of Emergency Medical Care named after N.V. Solovyov between 2010 and 2020. The study was based on the analysis of archive medical records and data from observations of current trauma cases. In the majority of patients (94%), the trauma was recent (3 to 12 hours from the moment of injury). There were 25 women (5%) and 465 men (95%) among the patients with age range 18-70 years. In 183 patients (37%), complications were diagnosed after treatment, among them translocation of metal parts of the prosthesis (14%); osteomyelitis of the calcaneus (9%); trophic disorders, particularly skin necrosis (21%); suppuration of the postoperative wound and the osteosynthesis zone (51%); fistulas and tendinitis (5%). Surgical treatment was performed according to the requirements of the ORIF (Open Recovery Internal Fixation) system.

To analyze the risk pathology, the RF and the potential for their realization were assessed, the latter being estimated as odds ratio (OR). The data reduction procedure made it possible to reduce the number of predictors and determine their highest value. Using the correlation coefficient τ , a pool of variables suitable for further statistical analysis was composed. To achieve a com-

ной оценки выявленных предикторов, как единой системы, проведена процедура логистической регрессии с построением уравнения логистической регрессии.

Статистическая обработка данных выполнена с помощью программ Statistica (версия 12.5) и MedCalc (версия 15.8). Были проведены следующие процедуры статистического анализа: описательная статистика; проверка статистических гипотез; оценка факторов риска (отношение шансов с выявлением доверительного интервала); анализ зависимостей по критерию тау-Кендалла; множественная логистическая регрессия и анализ характеристических кривых (ROC-анализ). Связи и риски были статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Проведена процедура описательной статистики, где в выделенных группах из первоначального учёта 65 параметров (переменных) статистически значимые различия ($p < 0,05$) обнаружены только по 34 параметрам.

Анализ рисков патологии дал возможность выявить ряд статистически значимых ФР, повлиявших на развитие осложнений: отёк в зоне перелома на день операции и спустя трое суток, ОШ=0,07 [0,015-0,294]; невыполнение антибиотико-профилактики перед началом операции, ОШ=0,053 [0,006-0,402]; наличие значимого заболевания на фоне травмы, ОШ=0,252 [0,108-0,586]; радикальные изменения лабораторного исследования, ОШ=0,137 [0,056-0,327]; выраженное отклонение значений в контрольных анализах, ОШ=0,12 [0,038-0,42]; не выполнение рентгена после операции, ОШ=0,095 [0,031-0,286]; отсутствие профилактики тромбоземболических осложнений, ОШ=0,02 [0,038-0,38]; качество представленных рекомендаций в выписном эпикризе, ОШ=0,073 [0,038-0,142]; тяжёлый физический труд, ОШ=0,009 [0,002-0,044] (рис. 1).

Известно, что учёт и оценка ФР и шанса их реализации являются базовым подходом при проведении исследований такого рода [12]. Однако прогнозировать исход лечения, полагаясь лишь на учёт ФР, является не совсем правильным [13]. Проведение же совместного учёта всех критериев и факторов очень трудоёмко и тоже неэффективно. Выполнение процедуры редукции данных позволило сократить ряд предикторов и определить их максимальную значимость. Вычислен коэффициент корреляции τ (тау) по методу Кендалла и установлен пул переменных, «пригодных» для дальнейшего статистического анализа с включением критериев, имеющих «сильную» связь ($\tau > 0,25$) с фактом развития осложнения (табл. 1, 2).

prehensive assessment of the identified predictors, as a unified system, a logistic regression procedure was carried out with the construction of a logistic regression equation.

Statistical data processing was performed using Statistica (version 12.5) and MedCalc (version 15.8) software. The following statistical analysis procedures were carried out: descriptive statistics; verification of statistical hypotheses; risk factors assessment (OR with confidence interval); analysis of dependence according to the tau-Kendall criterion; multiple logistic regression and characteristic curve analysis (ROC analysis). Data were statistically significant at $p < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

Descriptive statistics data demonstrated that in the selected groups from the initial consideration of 65 parameters (variables), statistically significant differences ($p < 0.05$) were found only for 34 parameters.

Analysis of risk pathology made it possible to identify a number of statistically significant RFs that influenced the development of complications: edema in the fracture zone on the day of surgery and three days later, OR=0.07 [0.015-0.294]; failure to perform antibiotic prophylaxis before the start of the operation, OR=0.053 [0.006-0.402]; serious comorbidities, OR=0.252 [0.108-0.586]; significant changes in laboratory tests, OR=0.137 [0.056-0.327]; significant difference of laboratory tests values in control tests, OR=0.12 [0.038-0.42]; failure to perform an X-ray after surgery, OR=0.095 [0.031-0.286]; no prevention of thromboembolic complications, OR=0.02 [0.038-0.38]; low quality of recommendations in the hospital discharge summary, OR=0.073 [0.038-0.142]; hard physical labor, OR=0.009 [0.002-0.044] (Fig. 1).

It is known that estimation and assessment of RFs and their ORs are basic procedures in this kind of research [12]. However, it is not entirely correct to predict the outcome of treatment, relying solely on assessment of the RFs [13]. Joint estimation of all criteria and RFs is very time consuming and ineffective. The data reduction procedure made it possible to reduce the number of predictors and determine their highest value. The correlation coefficient τ (tau) was calculated by Kendall's method and a pool of variables suitable for further statistical analysis was determined with the inclusion of criteria that have a strong correlation ($\tau > 0.25$) with complication development (Tables 1, 2).

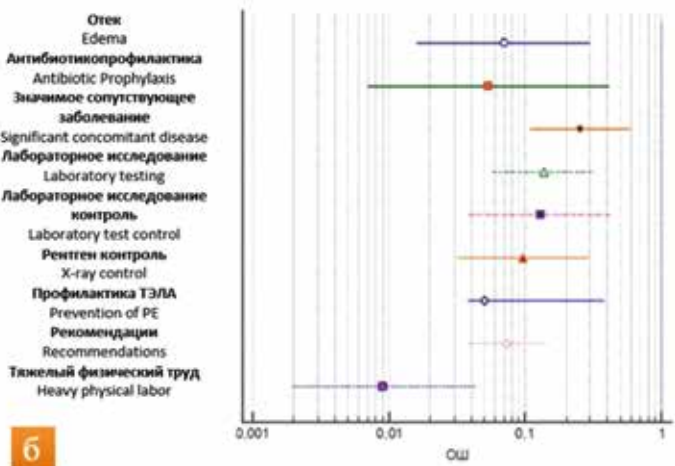
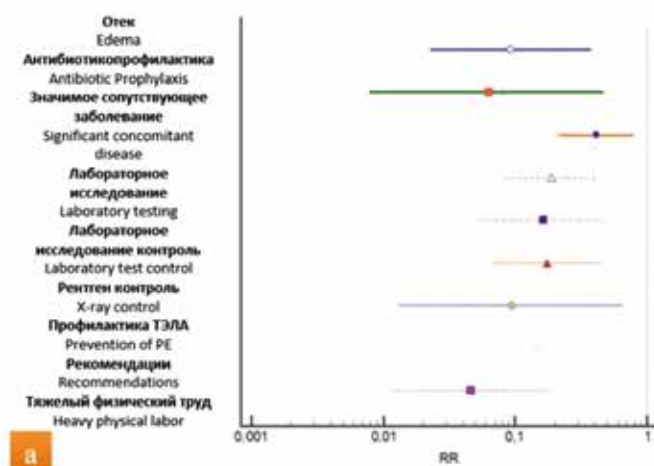


Таблица 1 Статистически значимые показатели дооперационного периода, коррелирующие с фактом возникновения осложнения

| Показатели | τ -Кендалла | Z- статистика | p |
|-------------------------|------------------|---------------|-------|
| Наличие УЗДС | 0,606 | 20,166 | <0,01 |
| Вредные привычки | 0,314 | 10,435 | <0,05 |
| Антибиотикопрофилактика | 0,542 | 18,042 | <0,01 |
| Отёк зоны перелома | 0,403 | 13,426 | <0,05 |
| САД | 0,299 | 9,939 | <0,05 |
| Гемоглобин | -0,294 | -9,796 | <0,05 |
| Лейкоциты | 0,385 | 12,815 | <0,05 |
| СОЭ | 0,268 | 8,908 | <0,05 |
| Глюкоза | 0,407 | 13,533 | <0,01 |
| ПТИ | -0,349 | -11,602 | <0,05 |

Примечания: УЗДС – ультразвуковое дуплексное сканирование; САД – систолическое артериальное давление; СОЭ – скорость оседания эритроцитов, ПТИ – протромбиновый индекс

Table 1 Statistically significant indicators of the preoperative period, correlating with complications development

| Indicators | τ - Kendall | Z- statistics | p |
|--------------------------------|------------------|---------------|-------|
| Duplex Ultrasound availability | 0.606 | 20.166 | <0.01 |
| Bad habits | 0.314 | 10.435 | <0.05 |
| Antibiotic prophylaxis | 0.542 | 18.042 | <0.01 |
| Swelling of the fracture zone | 0.403 | 13.426 | <0.05 |
| Systolic blood pressure | 0.299 | 9.939 | <0.05 |
| Hemoglobin | -0.294 | -9.796 | <0.05 |
| Leukocytes | 0.385 | 12.815 | <0.05 |
| ESR | 0.268 | 8.908 | <0.05 |
| Glucose | 0.407 | 13.533 | <0.01 |
| Prothrombin index | -0.349 | -11.602 | <0.05 |

Таблица 2 Статистически значимые показатели послеоперационного периода, коррелирующие с фактом возникновения осложнения

| Показатели | τ -Кендалла | Z- статистика | p |
|--|------------------|---------------|-------|
| Наличие лонгета | 0,363 | 12,086 | <0,01 |
| Температура в 1-е сутки после операции | 0,541 | 17,996 | <0,05 |
| Лейкоциты | 0,402 | 13,372 | <0,01 |
| СОЭ | 0,352 | 11,722 | <0,05 |
| Рекомендации | 0,658 | 21,902 | <0,01 |

Table 2 Statistically significant indicators of the postoperative period, correlating with complications development

| Indicators | τ - Kendall | Z- statistics | p |
|--|------------------|---------------|-------|
| The presence of a splint | 0.363 | 12.086 | <0.01 |
| Temperature on the 1 st day after surgery | 0.541 | 17.996 | <0.05 |
| Leukocytes | 0.402 | 13.372 | <0.01 |
| ESR | 0.352 | 11.722 | <0.05 |
| Recommendations | 0.658 | 21.902 | <0.01 |

Проведённая нами процедура логистической регрессии с построением уравнения логистической регрессии создала условия для эффективной оценки выбора метода лечения с учётом переменных, связанных с фактом возникновения осложнения. Проведена процедура ROC-анализа. Построены ROC-кривые для модели выбора метода лечения на дооперационном этапе и для модели оценки вероятности возникновения осложнения после уже выполненного лечения соответственно. Отношение зависимости «Чувствительность/100-Специфичность» с основными операционными характеристиками отображено на рис. 2.

Our procedure of logistic regression with the construction of a logistic regression equation allowed an effective assessment of the choice of a treatment method, taking into account the variables associated with the incidence of complications. The ROC analysis procedure was carried out. ROC curves were constructed for the model of choice of the treatment method at the preoperative stage and for the model for assessing the probability of complications after the performed treatment. The ratio of the correlation “Sensitivity/100-Specificity” with the main operational characteristics is shown in Fig. 2.

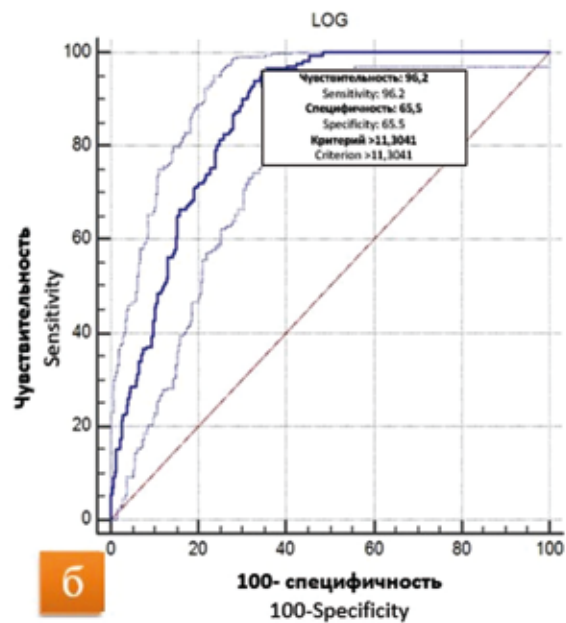
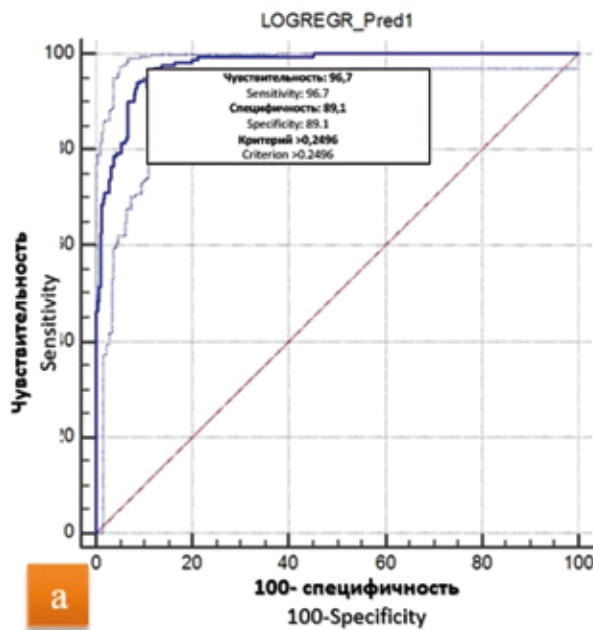


Рис. 2 Характеристические кривые: а – ROC-кривая для модели выбора метода лечения; б – ROC-кривая для модели оценки вероятности возникновения осложнения после проведённого лечения с учётом цензурированных данных

Fig. 2 Characteristic curves: а – ROC-curve for the model of choice of treatment method; б – ROC-curve for a model for assessing the probability of complications after treatment

Безусловно, полученные данные о прогнозе риска развития осложнений позволяют любому специалисту, оказывающему травматологическую помощь, даже не имея большого опыта, составить план диагностики и лечения.

По итогам проведённого анализа удалось выделить предикторы и точки их учёта во временной шкале, которые, в свою очередь, позволили построить чёткую последовательность действий и мероприятий по ведению пациентов с ЗППК. Конечное воплощение заключилось в создании протокола ведения данных пациентов, который включает 2 периода: I – стационарный (длительность до 12 суток), II – амбулаторный (от момента выписки из стационара и до 4 месяцев).

Стационарный период включает в себя 4 этапа:

1. Этап первичного обращения в стационар (длительность этапа – 1 сутки).
2. Дооперационный этап (длительность – от 2 до 3 суток).
3. Операционный этап (1 сутки)
4. Этап раннего послеоперационного наблюдения (от 4-5 до 12 суток).

Каждый из этапов, в свою очередь, состоит из ряда пунктов, отражающих содержание и/или длительность/кратность выполняемых манипуляций.

Упрощённая схема комплексного подхода профилактики осложнений у пациентов с ЗППК представлена в виде разработанного протокола с указанием «критических» этапов, на которых проводится процедура оценки рисков развития осложнений (рис. 3).

По предлагаемому протоколу с применением разработанных алгоритмов была оказана помощь 45 пациентам с неосложнёнными ЗППК. Благодаря выведенным алгоритмам, а именно, выбору метода лечения на дооперационном этапе с учётом риска развития осложнений и способу оценки риска развития осложнений уже после проведённого оперативного лечения, удалось значительно снизить риски развития осложнений у пациентов данной группы [14, 15]. В результате, при послеопера-

Obviously, the obtained data on prognosis of complications may allow any specialist in traumatology, even without broad experience, to make up a proper plan for diagnosis and treatment.

Based on the results of the analysis, it was possible to identify predictors and their timeline position, which, in turn, allowed to develop a direct sequence of measures for management of patients with CCF. The final outcome included development of a protocol for the management of patient data, which included 2 phases: I – inpatient (duration up to 12 days), II – outpatient (from the moment of discharge from the hospital until 4-month follow-up).

The in-patient period includes 4 stages:

1. Stage of primary hospitalization (duration – 1 day).
2. Preoperative stage (duration – from 2 to 3 days).
3. Operational stage (duration – 1 day)
4. Stage of early postoperative observation (from 4-5 to 12 days).

Each of the stages, in turn, consisted of a number of measures reflecting the content and/or duration/frequency of the manipulations performed.

A simplified scheme of an integrated approach to the prevention of complications in patients with CCF is presented in the form of a protocol indicating the “critical” stages at which the procedure for assessing the risks of complications is performed (Fig. 3).

According to the proposed protocol, 45 patients with uncomplicated CCF were treated using the developed algorithms. Due to the presented algorithms, namely, the choice of the treatment method at the preoperative stage, based on complications risk assessment and the method of assessing the risk of complications after the surgical treatment, it became possible to significantly reduce the risks of complications in patients of this group [14, 15]. As a result, no complications were observed in 43 (96%)

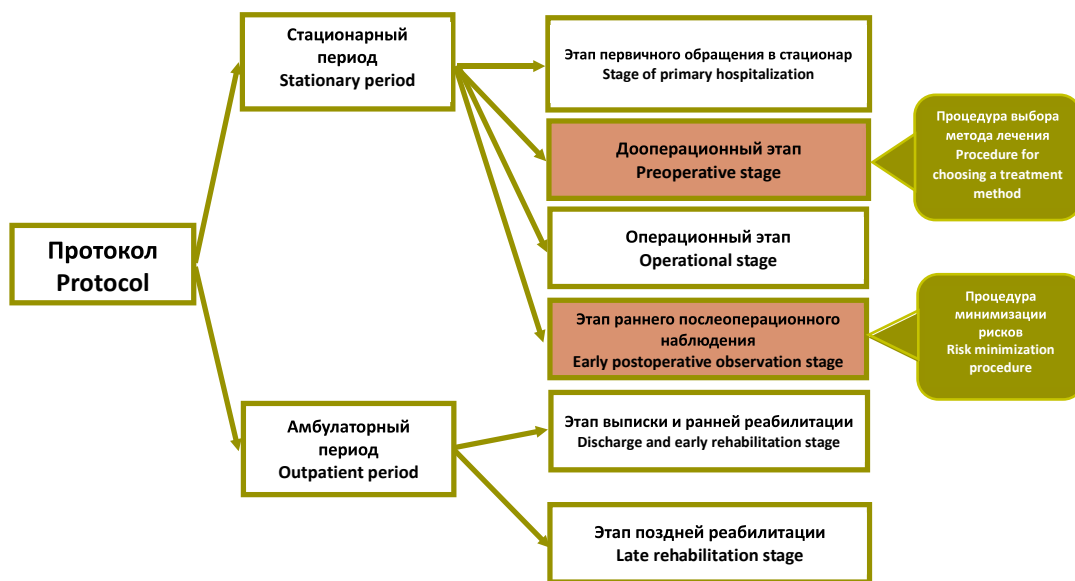


Рис. 3 Схема протокола ведения пациентов с ЗППК и этапы оценки риска развития осложнений

Fig. 3 Scheme of the protocol for management of patients with CCF and the stages of assessing the risk of complications

ционном наблюдении у 43 (96%) пациентов осложнений не отмечено; у 2 (4%) – имел место лигатурный свищ, то есть условное осложнение, не повлекшее за собой каких-либо серьёзных последствий и связанное, по всей видимости, с качеством шовного материала.

Для более наглядного представления «работоспособности» предлагаемого комплексного подхода приводим клинический пример.

Пациент К., 44 лет, находился на стационарном лечении с диагнозом: закрытый внутрисуставной неосложнённый перелом правой пяточной кости со смещением. При поступлении предъявлял жалобы на боль в правой пяточной области, невозможность наступить на правую ногу. Выполнена КТ повреждённой конечности для детализации и подтверждения диагноза (рис. 4). Местный статус не имел признаков фликтен и ран (рис. 5). Артериальное давление при поступлении составило 120/80 мм Hg. Показатели крови при поступлении: гемоглобин – 136 г/л; лейкоциты – $7,9 \times 10^9/\text{л}$; глюкоза – 4,2 ммоль/л; ПТИ – 81%. Наличие

patients during postoperative observation; 2 (4%) had a suture fistula, that is, a conditional complication that did not cause any serious consequences and was apparently associated with the quality of the suture material.

The following clinical case is presented for a more visualized representation of the proposed integrated approach.

Patient K., 44 years old, was hospitalized with a diagnosis of a closed intra-articular uncomplicated displaced fracture of the right calcaneus. On admission, he complained of pain in the right heel area, inability to step on the right foot. CT scan of the injured limb was performed for detailing and confirming the diagnosis (Fig. 4). Locally no erythema or wounds could be seen (Fig. 5). Blood pressure on admission was 120/80 mm Hg. Blood parameters on admission: hemoglobin – 136 g/l; leukocytes –

Рис. 4 КТ пациента К. в различных проекциях: а – сагитальной; b – коронарной; с – аксиальной

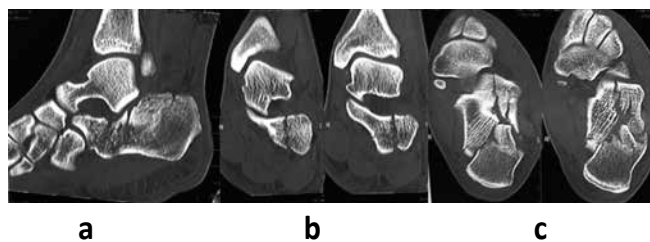


Fig. 4 CT scan of patient K.: a – sagittal; b – coronary; c – axial projections

Рис. 6 Скриншот интерфейса программы (выбор оперативного метода лечения пациента К.): синей скобкой указаны показатели, значения которых были учтены

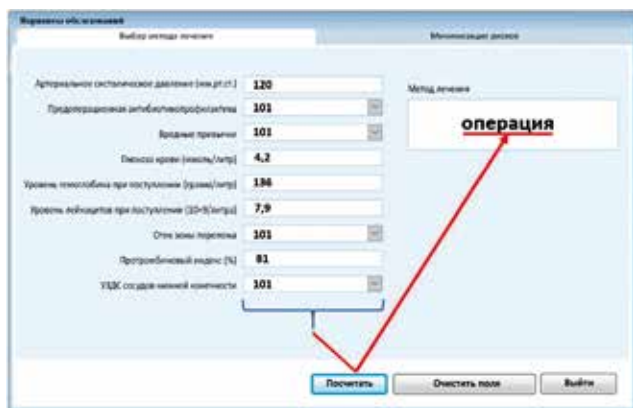


Fig. 6 Screenshot of the software interface (selection of the operative method of patient K. treatment): the indicators, the values of which were considered, are shown in blue brackets



Рис. 5 Местный статус пациента К. в день операции

Fig. 5 Local status of patient K. on the day of surgery

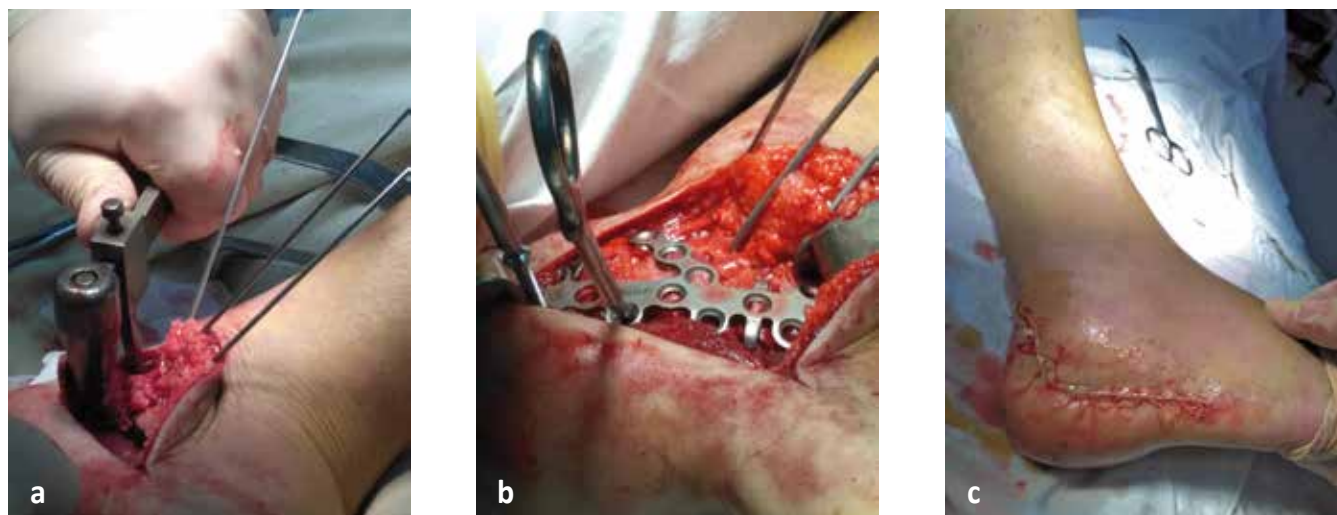


Рис. 7 Основные этапы операции пациента К.: а – репозиция отломков при помощи устройства для лечения пяточной кости; б – фиксация фрагментов кости пластиной с угловой стабильностью винтами; с – зашитая рана с резиновым выпускником

Fig. 7 The main stages of the operation of the patient K.: a – reposition of the fragments using a device for the treatment of the calcaneus fractures; b – internal fixation by angular stability plates and screws; c – a sutured wound with a rubber drain

Рис. 8 Состояние послеоперационной раны пациента К.: а – 2-е сутки после операции; б – в день снятия швов; в – через 1 месяц после операции



Fig. 8 Postoperative wound of patient K.: a – the 2nd day after the operation; b – on the day of removal of stitches; c – 1 month after surgery

вредных привычек в анамнезе не выявлено. Выполнено УЗДС сосудов нижних конечностей: артериальный и венозный кровоток на всём протяжении с обеих сторон без особенностей. Из-за наличия смещения при внутрисуставном переломе, выставлены показания к оперативному лечению – открытому накостному остеосинтезу. Начата предоперационная антибиотикопрофилактика за сутки до планируемой операции, отмечено полное отсутствие отёка зоны перелома на день операции.

Нами было выполнено решение уравнения регрессии, которое интегрировано в авторскую компьютерную программу для удобства вычисления любому пользователю (рис. 6).

Полученный результат автоматического счёта – «операция» – указывает на высокую эффективность оперативного метода лечения в данной конкретной ситуации путём открытой репозиции, фиксации пластиной и винтами (рис. 7). Это впоследствии было подтверждено клинически: послеоперационный период протекал без осложнений; послеоперационная рана была без признаков воспаления; некрозов и развития других осложнений в течение 1 месяца после оперативного лечения не было (рис. 8).

Таким же образом возможно было получение результата автоматического счёта «консервативно» в случае, если бы показатели учитываемых значений пациента были бы другими: тогда больному была бы оказана помощь по консервативной ветке разработанного оригинального протокола [16]. В некоторых работах, в частности мета-анализе [17] и рандомизированном контролируемом исследовании [18], консервативный подход в лечении ЗППК также рассматривается как альтернатива хирургическому лечению.

$7.9 \times 10^9/l$; glucose – 4.2 mmol/l; prothrombin index – 81%. No history of bad habits in the anamnesis. Ultrasound examination of the vessels of the lower limbs showed that arterial and venous blood flow along the entire length on both sides was normal. Displaced intra-articular fracture diagnosed in the patient is an indication for surgical treatment, such as open osteosynthesis. Preoperative antibiotic prophylaxis was started a day before the planned operation; there was no edema of the fracture zone on the day of surgery.

Regression equation was solved using the software integrated into the author's PC which makes it convenient for any user to apply (Fig. 6).

The result of estimation showed high efficiency of the surgical method of treatment in this patient by means of open reduction, fixation with a plate and screws (Fig. 7). This was subsequently confirmed clinically: the postoperative period was without complications; the postoperative wound was without signs of inflammation; there were no necrosis or other complications within 1 month after surgical treatment (Fig. 8).

Similarly, if selected indicators in this patient had different values, their estimation could recommend to proceed with conservative treatment according to our protocol [16]. In some works, in particular a meta-analysis [17] and a randomized controlled trial [18], a conservative approach to the treatment of CCF is also considered as an alternative to surgical treatment.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённый анализ оценки ФР и шансов их реализации позволил определить исход-зависимые факторы, определение которых в большей степени даёт возможность управлять процессом предотвращения развития осложнений. Использование созданной регрессионной модели и оригинального протокола ведения пациентов позволяет упростить и улучшить качество процедуры выбора метода лечения и профилактики риска развития осложнений уже после проведённого лечения.

CONCLUSION

RF assessment and estimation of the potential of their realization made it possible to select the outcome-dependent factors, determination of which allows to a greater extent to prevent of complications. The use of the proposed regression model and the original protocol of patient management make it possible to simplify the procedure of selecting treatment method and improve prevention of complications after treatment.

ЛИТЕРАТУРА

1. Королёв МА, Ярмак ДО, Мирошникова ЕА, Скороглядов АВ, Коробушкин ГВ. Ошибки диагностики и особенности лечения переломов костей стопы при сочетанной и множественной травме. *Вестник РГМУ*. 2016;3:48-55. Available from: <https://doi.org/10.24075/brsmu.2016-03-07>
2. Meena SS, Gangary K, Sharma P. Operative versus nonoperative treatment for displaced intraarticular calcaneal fracture: A meta-analysis of randomised controlled trials. *J Orthop Surg*. 2016;24(3):411-6. Available from: <https://doi.org/10.1177/1602400328>
3. Fan B, Zhou X, Wei Z. Cannulated screw fixation and plate fixation for displaced intra-articular calcaneus fracture: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2016;34:64-72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2016.08.234>
4. Wu K, Wang QH, Wang L. Regression analysis of controllable factors of surgical incision complications in closed calcaneal fractures. *J Res Med Sci*. 2014;19(6):495501. Available from: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011818>
5. Bruce J, Sutherland A. Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;31(1):628. Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008628.pub2>
6. Скороглядов АВ, Коробушкин ГВ, Егизарян КА, Дмитриев ОА. Математическое обоснование эффективности использования методики малоинвазивного остеосинтеза закрытых переломов пяточной кости винтами. *Хирургическая практика*. 2015;1:63-6.
7. Chen DW, B Li, Yang Y. Clinical outcomes of surgical treatment for talar malunions and nonunions. *Acta Ortop Bras*. 2013;21(4):226. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-78522013000400009>
8. Лантух ТА, Волна АА, Загородний НВ. ABCDEF – шкала оценки риска развития хирургических осложнений при оперативном лечении внутрисуставных переломов пяточной кости со смещением. *Вестник КРСУ*. 2013;13(4):122-4.
9. Самков АС, Зейналов ВТ, Левин АН, Коряшков НА. Малоинвазивный артродез подтаранного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2013;4:45-9. Available from: <https://doi.org/10.17816/vto20130445-49>
10. Miyamura S, Ota H, Okamoto M, Namba J, Yamamoto K. Surgical treatment of calcaneal avulsion fracture in elderly patients using cannulated cancellous screws and titanium wire. *J Foot Ankle Surg*. 2015;1:1067-85. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2015.08.008>
11. Wang YM, Wei WF. Sanders II type calcaneal fractures: A retrospective trial of percutaneous versus operative treatment. *Orthop Surg*. 2015;7(1):31-6. Available from: <https://doi.org/10.1111/os.12160>
12. Коряшков НА, Левин АН, Ходжиев АС. Хирургическая коррекция патологического положения стопы и голеностопного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2013;1:74-5. Available from: <https://doi.org/10.17816/vto20130174-75>
13. Ключевский ВВ, Савгачев ВВ, Литвинов ИИ, Плещёв ИЕ. Способ прогнозирования осложнений открытой репозиции и накостной фиксации при закрытых переломах пяточной кости. *Врач-аспирант*. 2017;85(6.2):213-20.

REFERENCES

1. Korolyov MA, Yarmak DO, Miroshnikova EA, Skoroglyadov AV, Korobushkin GV. Oshibki diagnostiki i osobennosti lecheniya perelomov kostey stopy pri sochetannoy i mnozhestvennoy travme [Errors of diagnosis and features of treatment of fractures of the foot in combined and multiple trauma]. *Vestnik RGMU*. 2016;3:48-55. Available from: <https://doi.org/10.24075/brsmu.2016-03-07>
2. Meena SS, Gangary K, Sharma P. Operative versus nonoperative treatment for displaced intraarticular calcaneal fracture: A meta-analysis of randomised controlled trials. *J Orthop Surg*. 2016;24(3):411-6. Available from: <https://doi.org/10.1177/1602400328>
3. Fan B, Zhou X, Wei Z. Cannulated screw fixation and plate fixation for displaced intra-articular calcaneus fracture: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2016;34:64-72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijso.2016.08.234>
4. Wu K, Wang QH, Wang L. Regression analysis of controllable factors of surgical incision complications in closed calcaneal fractures. *J Res Med Sci*. 2014;19(6):495501. Available from: <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011818>
5. Bruce J, Sutherland A. Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;31(1):628. Available from: <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008628.pub2>
6. Skoroglyadov AV, Korobushkin GV, Egizaryan KA, Dmitriev OA. Matematicheskoe obosnovanie effektivnosti ispolzovaniya metodiki maloinvazivnogo osteosintezа zakrytykh perelomov pyatochnoy kosti vintami [Mathematical justification of using the effectiveness of using the technique of minimally invasive osteosynthesis of closed fractures of the calcaneus with screws]. *Khirurgicheskaya praktika*. 2015;1:63-6.
7. Chen DW, B Li, Yang Y. Clinical outcomes of surgical treatment for talar malunions and nonunions. *Acta Ortop Bras*. 2013;21(4):226. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-78522013000400009>
8. Lantukh TA, Volna AA, Zagorodny NV, ABCDEF – shkala otsenki riska razvitiya khirurgicheskikh oslozhneniy pri operativnom lechenii vnutrisustavnykh perelomov pyatochnoy kosti so smeshcheniyem [ABCDEF – a scale for assessing the risk of surgical complications in the surgical treatment of intra-articular fractures of the calcaneus with displacement]. *Vestnik KRSU*. 2013;13(4):122-4.
9. Samkov AS, Zeynalov VT, Levin AN, Koryshkov NA. Maloinvazivnyy artrodez podtarannogo sustava [Minimally invasive arthrodesis of the subtalar joint]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2013;4:45-9. Available from: <https://doi.org/10.17816/vto20130445-49>
10. Miyamura S, Ota H, Okamoto M, Namba J, Yamamoto K. Surgical treatment of calcaneal avulsion fracture in elderly patients using cannulated cancellous screws and titanium wire. *J Foot Ankle Surg*. 2015;1:1067-85. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2015.08.008>
11. Wang YM, Wei WF. Sanders II type calcaneal fractures: A retrospective trial of percutaneous versus operative treatment. *Orthop Surg*. 2015;7(1):31-6. Available from: <https://doi.org/10.1111/os.12160>
12. Koryshkov NA, Levin AN, Khodzhev A.S. Khirurgicheskaya korrektsiya patologicheskogo polozheniya stopy i golenostopnogo sustava [Surgical correction of the pathological position of the foot and ankle joint]. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. Available from: <https://doi.org/10.17816/vto20130174-75>
13. Klyuchevskiy VV, Savgachev VV, Litvinov II, Pleshev IE. Sposob prognozirovaniya oslozhneniy otkrytoy repozitsii i nakostnoy fiksatsii pri zakrytykh perelomakh pyatochnoy kosti [Method of predicting complications of open reduction and plate fixation of fractures of the calcaneus]. *Vrach-aspirant*. 2017;85(6.2):213-20.

14. Савгачев ВВ, Шубин ЛБ. Способ прогнозирования риска развития осложнений после оперативного лечения у пациентов с изолированными переломами пяточной кости со смещением. Патент Российской Федерации № 2676450. 28.12.2018.
15. Савгачев ВВ, Шубин ЛБ. Свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614988 «Программа для выбора метода лечения у пациентов с изолированными переломами пяточной кости». Официальный бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных схем». 2017; 5.
16. Luo X, Li Q, He S, He SJ. Operative versus nonoperative treatment for displaced intra-articular calcaneal fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Foot Ankle Surg.* 2016;55(4):821-8. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.035>
17. Griffin D, Parsons N, Shaw E, Kulikov Y, Hutchinson C, Thorogood M, Lamb SE; UK Heel Fracture Trial Investigators. Operative versus non-operative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: Randomised controlled trial. *BMJ.* 2014;349:g4483. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.g4483>
14. Savgachev VV, Shubin LB. *Sposob prognozirovaniya riska razvitiya oslozhneniy posle operativnogo lecheniya u patsientov s izolirovannymi perelomami pyatochnoy kosti so smeshcheniem* [Method for predicting the risk of complications after surgical treatment in patients with isolated fractures of the calcaneus with displacement]. Patent Rossiyskoy Federatsii № 2676450. 28.12.2018.
15. Savgachev VV, Shubin LB. Svidetel'stvo gosudarstvennoy registratsii programmy dlya EVM № 2017614988 «Programma dlya vybora metoda lecheniya u patsientov s izolirovannymi perelomami pyatochnoy kosti» [Certificate of state registration of the computer program No. 2017614988 "Program for choosing a treatment method in patients with isolated fractures of the calcaneus"]. *Ofitsial'nyy byulleten' federal'noy sluzhby po intellektual'noy sobstvennosti (ROSPATENT) «Programmy dlya EVM. Bazy dannykh. Topologii integral'nykh skhem».* 2017; 5.
16. Luo X, Li Q, He S, He SJ. Operative versus nonoperative treatment for displaced intra-articular calcaneal fractures: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Foot Ankle Surg.* 2016;55(4):821-8. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2016.01.035>
17. Griffin D, Parsons N, Shaw E, Kulikov Y, Hutchinson C, Thorogood M, Lamb SE; UK Heel Fracture Trial Investigators. Operative versus non-operative treatment for closed, displaced, intra-articular fractures of the calcaneus: Randomised controlled trial. *BMJ.* 2014;349:g4483. Available from: <https://doi.org/10.1136/bmj.g4483>

И СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Савгачев Виталий Владимирович, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, Ярославский государственный медицинский университет
ORCID ID: 0000-0001-7634-1280
E-mail: hirurg2288@mail.ru

Литвинов Игорь Иванович, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, Ярославский государственный медицинский университет
ORCID ID: 0000-0003-1135-4376
E-mail: litorthorus@mail.ru

Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования авторы не получали

Конфликт интересов: отсутствует

✉ АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

Савгачев Виталий Владимирович
кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии, Ярославский государственный медицинский университет

150000, Российская Федерация, г. Ярославль, ул. Челюскинцев, 11
Тел.: +7 (4852) 738647
E-mail: hirurg2288@mail.ru

ВКЛАД АВТОРОВ

Разработка концепции и дизайна исследования: СВВ, ЛИИ
Сбор материала: СВВ
Статистическая обработка данных: СВВ
Анализ полученных данных: СВВ, ЛИИ
Подготовка текста: СВВ
Редактирование: ЛИИ
Общая ответственность: СВВ

Поступила 18.04.21
Принята в печать 30.09.21

И AUTHOR INFORMATION

Savgachev Vitaliy Vladimirovich, Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics, Yaroslavl State Medical University
ORCID ID: 0000-0001-7634-1280
E-mail: hirurg2288@mail.ru

Litvinov Igor Ivanovich, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics, Yaroslavl State Medical University
ORCID ID: 0000-0003-1135-4376
E-mail: litorthorus@mail.ru

Information about support in the form of grants, equipment, medications

The authors did not receive financial support from companies manufacturing medications and medical equipment

Conflicts of interest: The authors have no conflicts of interest

✉ ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

Savgachev Vitaliy Vladimirovich
Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Traumatology and Orthopedics, Yaroslavl State Medical University

150000, Russian Federation, Yaroslavl, Chelyuskintsev str., 11
Tel.: +7 (4852) 738647
E-mail: hirurg2288@mail.ru

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Conception and design: SVV, LIИ
Data collection: SVV
Statistical analysis: SVV
Analysis and interpretation: SVV, LIИ
Writing the article: SVV
Critical revision of the article: LIИ
Overall responsibility: SVV

Submitted 18.04.21
Accepted 30.09.21