

Сведения об авторах:

Назаралиева Нелли Альбертовна, аспирант; тел.: 89604486640; e-mail: nelli_nazaralieva@mail.ru

Максимов Алексей Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, заместитель генерального директора; тел.: 8(863)2001000; e-mail: rnioi@list.ru

Комарова Екатерина Федоровна, доктор биологических наук, профессор РАН, профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии; тел.: 8928777523; e-mail: katitako@gmail.com

Позднякова Виктория Вадимовна, доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник; тел.: 89034046277; e-mail: vvpdoc@gmail.com

Комарова Елизавета Юрьевна, студентка; тел.: 89185011376; e-mail: lil_liza777@mail.ru

© Коллектив авторов, 2020

УДК 616.718.726

DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15125>

ISSN – 2073-8137

РЕДУКЦИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ

В. В. Савгачев, И. И. Литвинов, В. В. Ключевский, М. Н. Бобылева

Ярославский государственный медицинский университет, Российская Федерация

REDUCTION OF COMPLICATIONS OF TREATMENT OF CALCANEUS FRACTURES

Savgachev V. V., Litvinov I. I., Klyuchevsky V. V., Bobyleva M. N.

Yaroslavl State Medical University, Russian Federation

Оптимизация тактики ведения пациентов с травмой пяточной кости необходима в связи с высоким риском гнойно-некротических и иных осложнений при оперативном лечении. В исследовании проанализированы параметры, которые в разной степени влияют на операционные риски, а также варианты их комбинирования с разработкой математической прогностической модели. Применение разработанного протокола лечения позволяет получить хорошие результаты лечения и снизить количество осложнений до 4,8 %.

Ключевые слова: перелом пяточной кости, факторы риска, осложнения, прогнозы

Optimization of management tactics for patients with heel bone injury attracts attention due to the high risk of purulent-necrotic and other complications during surgical treatment of these injuries. The study analyzes the parameters that, to varying degrees, affect operational risks, as well as options for their combination with the development of a mathematical predictive model. Application of the developed treatment protocol allows obtaining good treatment results and reducing the number of complications to 4.8 %.

Keywords: calcaneus fracture, risk factors, complications, forecasts

Для цитирования: Савгачев В. В., Литвинов И. И., Ключевский В. В., Бобылева М. Н. РЕДУКЦИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ПЯТОЧНОЙ КОСТИ. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2020;15(4):531-534. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15125>

For citation: Savgachev V. V., Litvinov I. I., Klyuchevsky V. V., Bobyleva M. N. REDUCTION OF COMPLICATIONS OF TREATMENT OF CALCANEUS FRACTURES. *Medical News of North Caucasus*. 2020;15(4):531-534. DOI – <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15125> (In Russ.)

АД – артериальное давление
ОАК – общий анализ крови
ОШ – отношение шансов

СОЭ – скорость оседания эритроцитов
ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии
УЗДС – ультразвуковое дуплексное сканирование

Нередко подход к выбору процесса ведения пациента с травмой пяточной кости носит субъективный характер и основан на личном опыте хирурга [1]. Существуют лишь единичные работы, в которых авторы стремятся объективизировать тактику лечения поврежденных пяточной кости на основе прогнозирования осложнений [2, 3]. Разработанные шкалы оценки боли и здоро-

вья, эффективности проведенного лечения, применение которых, однако, носит отсроченный характер, не позволяют в полной мере прогнозировать развитие осложнений в раннем послеоперационном периоде [4].

Проведенный обзор отечественной и зарубежной литературы не выявил основанных на методах многомерного математического моделирования и до-

ступных широкому кругу специалистов объективных критериях аутентичных программ ведения пациентов с изолированными неосложненными переломами пяточной кости со смещением. Это явилась мотивацией для создания такого рода программ.

Цель исследования состояла в снижении риска осложнений при лечении закрытых изолированных неосложненных переломов пяточной кости со смещением путем разработки лечебно-диагностического алгоритма на основе методов многомерной статистики и доступных широкому кругу специалистов объективных критериев.

Материал и методы. Проведено обсервационно-когортное исследование 496 пациентов, получивших травматологическую помощь на базе «Клинической больницы скорой медицинской помощи имени Н. В. Соловьева», с закрытыми переломами пяточной кости со смещением в период с 2010 по 2019 год. Исследование построено с учетом данных ретроспективного анализа, а также проспективного ведения текущих случаев изучаемой травмы.

Пациенты доставлены или самостоятельно обратились в приемное отделение в сроки от 1 часа до 15 суток с момента травмы, при этом в сроки от 3 до 12 часов – 94 % пострадавших. Возраст больных варьировал от 18 лет до 71 года и в среднем составил 42 года. Мужчин было 471 (95,0 %), женщин – 25 (5,0 %), трудоспособных – 305 (61,5 %). Всем больным выполнена открытая репозиция с накостным остеосинтезом. У 183 (36,8 %) пациентов после проведенного лечения отмечались следующие осложнения: нагноение послеоперационной раны (в области остеосинтеза) – 52 %; некроз краев послеоперационной раны – 21 %; миграция металлоконструкций – 14 %; остеомиелит пяточной кости – 9 %, другие – 4 %.

Статистическую обработку данных выполнили с помощью статистических программ. При этом значимыми результаты считались при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Примененные при выполнении анализа мощности исследования методики оценки объема выборки подтвердили достаточность количества наблюдений. Выполненный анализ мощности исследования подтвердил факт возможности аппликации полученных результатов на итоговую совокупность больных с закрытой травмой пяточной кости со смещением в изолированном аспекте без явлений осложнений. При этом должная мощность во всем пуле случаев была на уровне девяносто пять процентов, при этом значимость составила меньше 0,05, а величина изучаемого эффекта – была не ниже 0,25. Учет и значимость приведенных параметров и уровня объема выборки материала исследования отмечают немало авторов [5, 6].

После процедуры описательной статистики последовал этап проверки статистических гипотез, где по итогам процедур сравнения зафиксированных групп на различных этапах разработанного протокола выявлено, что из 65 всех учитываемых параметров (переменных) при имеющихся достоверных различиях между ними ($p < 0,05$) имели место больше половины, где порядковых – 15, количественных – 19.

Далее провели анализ рисков патологии, который нужен для учета не только общераспространенных известных факторов риска, но также шансов их реализации применительно к данной ситуации при закрытой изолированной неосложненной травме пяточной кости. Выполненная оценка каждого этапа ведения таких пациентов неизбежно сформировала ряд закономерных факторов риска, которые так или иначе способны оказывать влияние на развитие

осложнений. Такими представителями были: существенный отек области перелома в день операции и на 3-е сутки после нее по данным «winkle»-теста (образование или отсутствие «морщин» на коже заднего отдела стопы при подошвенной флексии), ОШ=0,07 [0,02–0,30]; невыполнение предоперационной антибиотико-профилактики, ОШ=0,05 [0,01–0,40]; наличие сопутствующей патологии, имеющей влияние на риск осложнений, ОШ=0,25 [0,11–0,59]; весомые отклонения в лабораторных исследованиях при первичном скрининге, ОШ=0,12 [0,06–0,33]; весомые отклонения в лабораторных исследованиях при повторном скрининге после оперативного вмешательства, ОШ=0,13 [0,04–0,43]; невыполнение рентгенологического исследования с целью оценки состояния зоны остеосинтеза, ОШ=0,10 [0,03–0,29]; невыполнение профилактики развития тромбоэмболии легочной артерии и других венозных тромбозов, ОШ=0,05 [0,04–0,38]; качество и неполнота пунктов рекомендаций в выписном эпикризе, ОШ=0,07 [0,04–0,14]; факт физического труда тяжелого характера в анамнезе пациента, ОШ=0,01 [0,01–0,04]. На важность контроля выявленных факторов риска, а также их шансов реализации ссылаются не только отечественные авторы, но и зарубежные [3].

Явление достоверности различий по выбранным параметрам еще более акцентирует на грамотность подходов, учтенных в выявлении возможных причин развития факта осложнений в данном пуле пациентов. При прочих равных по имеющимся полученным данным невозможно сделать верное заключение об оптимальной тактике лечения и ведения пациента в каждом конкретном случае. Это особенно актуально для специалистов, имеющих небольшой опыт лечения данной патологии.

Вывод прогностических оценок по имеющимся факторам риска, и основанных только на них, не может быть качественно восполнен только ими. Попытка проведения учета всех параметров, имеющих достоверные различия, оказалась очень трудоемкой и практически неэффективной. Однако анализ зависимостей, проведенный с учитываемыми параметрами между фактом развития осложнения и вычета непараметрического коэффициента корреляции тау Кендалла, смог дать набор «пригодных» переменных для дальнейших статистических процедур. Выполнено разделение всех переменных на две основные группы: I группа (дооперационные данные), II группа (послеоперационные показатели). Выполненный анализ дал возможность исключить параметры со слабой связью, где ($\tau \geq 0,25$) с имеющимся фактом развития осложнения (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Показатели дооперационного этапа, имеющие связь с фактом возникшего осложнения ($p < 0,05$)

Показатель	τ-Кендалла	Z-статистика
УЗДС	0,61	20,16
Вредные привычки	0,31	10,43
Антибиотикопрофилактика	0,54	18,04
Существенный отек	0,40	13,42
АД систолическое	0,29	9,94
Гемоглобин крови	-0,29	-9,79
Лейкоциты крови	0,38	12,82
СОЭ	0,27	8,91
Глюкоза крови	0,41	13,53
ПТИ	-0,35	-11,6

Таблица 2

Показатели послеоперационного периода, имеющие корреляцию с возникшим осложнением (p<0,05)

Показатель	t-Кендалла	Z-статистика
Наличие дисциплинирующей лонгеты	0,363	12,086
Температура тела в 1-е сутки после операции	0,541	17,996
ОАК 2, лейкоциты	0,402	13,372
ОАК 2, СОЭ	0,352	11,722
Рекомендации	0,658	21,902

Для планирования лечения и ведения пострадавших с изолированной травмой заднего отдела стопы (пяточной кости со смещением без осложнений) сложившийся набор параметров является значимым, но сам по себе он не позволяет провести их комплексную оценку вкпе единой системы. Ввиду этого потребовалось дальнейшее построение единых моделей для возможности комплексного оценивания имеющейся проблемы на основе учета выделенных значимых переменных, оставшихся после процедуры редукции.

Найдено эффективное решение, а именно – использование методов многомерного математического моделирования. Исходя из характера данных, определяющих набор всевозможных предикторов, и дихотомического типа параметра-отклика, выполнялась процедура логистической регрессии. В качестве основы подсчета использовалась программа для вычисления логистической регрессии в виде следующего уравнения:

$$LOG = const + k_1x_1 + k_2x_2 + \dots + k_nx_n,$$

где LOG – вычисленный показатель решаемого регрессионного уравнения; k – вычисленные коэффициенты уравнения регрессии; x – значения учитываемого признака.

Логистическая регрессия позволила оценить возможность выбора метода лечения на основании учета переменных, достоверно связанных с фактом развития осложнения. В конечном итоге после проведенного анализа удалось выявить ряд значимых предикторов, явно вызывающих мультипликативный эффект, оказывающий непосредственное влияние на параметр-отклик – факт появления осложнения. При этом критерий согласия Хосмера – Лемешова оказался высоким (p=0,861) и модель имела высокую мощность, составляя 91,7 % ($\chi^2=3,97$ и DF=8).

Минимизация риска возникновения осложнений после проведенного оперативного лечения подтверждалась данными логистической регрессии. Она позволила выявить 5 послеоперационных предикторов, которые с другими 4 дооперационными параметрами могут оказывать комплексный эффект в мультипликативной вариабельности на последующее развитие осложнения. Мощность созданной модели имела значимый уровень 94,15 % ($\chi^2=8$, DF=8). Однако критерий согласия Хосмера – Лемешова был незначимым (p=0,435). Все это свидетельствовало о положительном эффекте данного многомерного моделирования.

Для данных послеоперационного статуса, подтверждающих или исключающих возникновение осложнений за определенный временной промежуток, существовала необходимость выполнения статистического анализа по Каплану – Мейеру. В дальнейшем был выполнен анализ множественной регрессии с

применением метода пропорциональных нагрузок Кокса. При этом получены высоко значимые различия (p<0,001) при F=7,849 и T1=122,512, T2=61,491. В процессе многомерного математического моделирования была построена устойчивая прогностическая регрессионная модель с очень высокой значимостью (p<0,001) F=142,10, при стандартной ошибке, равной 0,28. Коэффициент детерминации составил R=0,820, а аппроксимированный коэффициент детерминации – R²=0,67. Все это привело к усилению оценок вероятности риска развития осложнений с учетом имеющихся пробелов в сборе анамнеза и «пробелов» данных при формировании первичной базы и проведения первичного анализа. Таким образом, выполнение множественной регрессии с использованием пропорциональных нагрузок Кокса позволило исключить из первичной модели два менее значимых предиктора.

Для выполнения оценки качества созданных регрессионных моделей был проведен ROC-анализ. При оценке модели выбора метода лечения выявлены чувствительность и специфичность, 97 и 89 %. При этом площадь под характеристической кривой была равной 0,98, что указывало на отличное качество модели, с точкой отсечения >0,2496. Графическое отображение зависимости представлено на рисунке (а). Существенно то, что предложенный на основе методов многомерной статистики способ выбора метода лечения позволит существенно повысить качество оказания травматологической помощи изучаемому контингенту больных путем комплексного анализа доступных даже в районных стационарах базовых обследований.

С учетом применения цензурированных данных для модели послеоперационной оценки вероятности возникновения осложнений, основанной на полученных данных проведенного метода Кокса с пропорциональными нагрузками Кокса, получена модель со специфичностью 66 % и чувствительностью 96 %. При этом площадь под кривой оказалась равной 0,86, что говорит об отличном качестве полученной модели. Ассоциативный критерий был на уровне более 11,3041. График зависимости представлен на рисунке (б). С учетом полученных данных можно говорить о высокой надежности использования предлагаемого способа в практике врача травматолога. Именно эти данные смогут позволить лечащему врачу определить необходимую тактику в ведении пациента для максимального предупреждения развития осложнений в послеоперационном периоде.

Клиническая эффективность предлагаемых решений была подтверждена у 42 пациентов с изучаемой патологией пяточной кости. При лечении применялись компьютерные программы с интегрированными в них способами выбора метода лечения и послеоперационной оценки риска развития осложнений. У 95,2 % больных развития осложнений в раннем и позднем послеоперационных реабилитационных периодах не отмечено. Получены хорошие результаты лечения. У двух (4,8 %) больных на амбулаторном этапе в раннем реабилитационном периоде зафиксировано осложнение в виде лигатурного свища, которое было купировано.

Заключение. Разработан протокол лечения пациентов, имеющих закрытый перелом пяточной кости со смещением, с оригинальным детальным разделением его на периоды, этапы и необходимые лечебно-диагностические мероприятия. Проведено выделение исход-зависимых факторов риска развития осложнений с учетом их потенциала реализации на разных этапах оказания медицинского пособия, а именно: существенный отек обла-

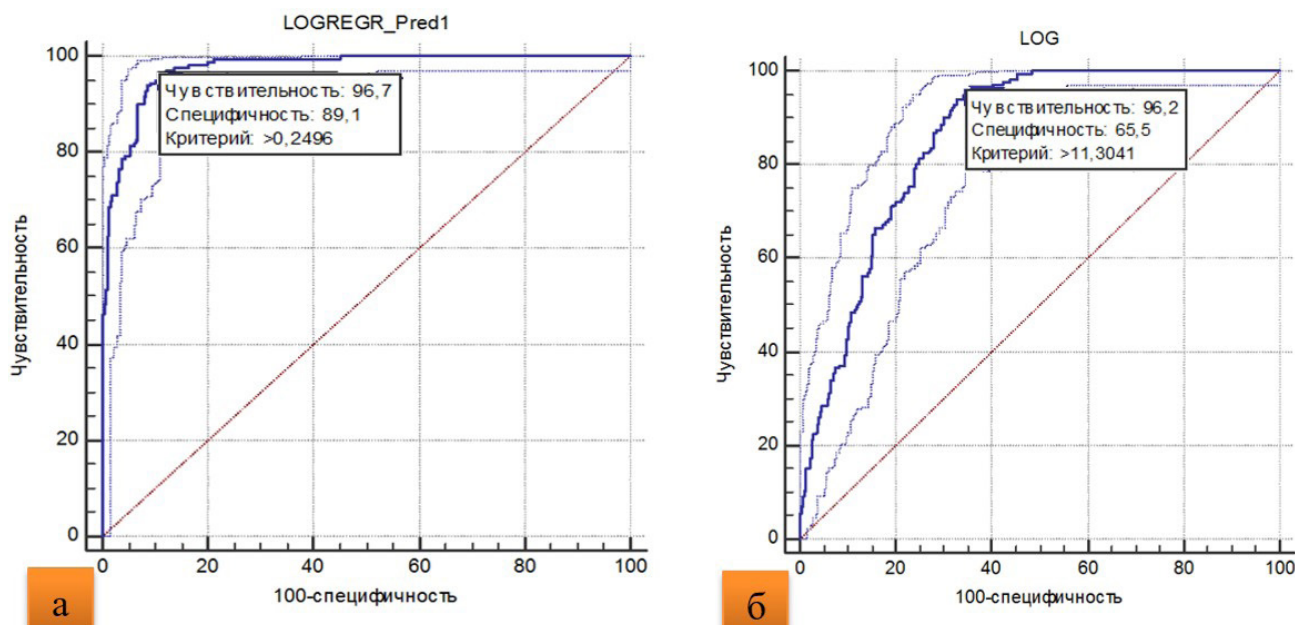


Рис. Характеристические ROC-кривые моделей: а – ROC-кривая модели выбора метода лечения на дооперационном этапе; б – ROC-кривая модели оценивания риска развития осложнений после выполненной операции на раннем послеоперационном этапе с учетом цензурированных данных

сти перелома на день операции и на 3-и сутки после нее по данным «winkle»-теста; невыполнение предоперационной антибиотико-профилактики; наличие сопутствующей патологии, имеющей влияние на риск осложнений; весомые отклонения в лабораторных исследованиях при первичном скрининге и при повторном скрининге после оперативного вмешательства; невыполнение рентгенологического исследования с целью оценки состояния зоны остеосинтеза; невыполнение профилактики развития тромбоэмболии легочной артерии и других венозных тромбозов; качество и неполнота

пунктов рекомендаций в выписном эпикризе; факт физического труда тяжелого характера в анамнезе пациента.

Для снижения риска развития осложнений в послеоперационном периоде целесообразно использовать разработанную на основе многомерного регрессионного анализа модель (специфичность 66 %, чувствительность 96,2 %).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература/References

1. Королёв М. А., Ярмач Д. О., Мирошникова Е. А., Скороглядов А. В., Коробушкин Г. В. Ошибки диагностики и особенности лечения переломов костей стопы при сочетанной и множественной травме. *Вестник РГМУ*. 2016;3:48-55. [Korolev M. A., Iarmak D. O., Miroshnikova E. A., Skoroglydov A. V., Korobushkin G. V. Errors of diagnosis and features of treatment of fractures of the foot in combined and multiple trauma. *Vestnik RGMU. – Bulletin of Russian State Medical University*. 2016;3:48-55. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.24075/brsmu.2016-03-07>
2. Bruce J., Sutherland A. Surgical versus conservative interventions for displaced intra-articular calcaneal fractures. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2013;31(1):628. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008628.pub2>
3. Wu K., Wang, Q. H., Li Wang. Regression analysis of controllable factors of surgical incision complications in closed calcaneal fractures. *J. Res. Med. Sci.* 2014;19(6):495501. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011818>
4. Chen D. W., Li B., Yang Y. Clinical outcomes of surgical treatment for talar malunions and nonunions. *Acta. Ortop. Bras.* 2013;21(4):226. <https://doi.org/10.1590/S1413-78522013000400009>
5. Ключевский В. В., Савгачев, В. В., Литвинов, И. И., Плещёв И. Е. Способ прогнозирования осложнений открытой репозиции и наkostной фиксации при закрытых переломах пяточной кости. *Врач-аспирант. Научно-практический журнал*. 2017;6.2(85):213-220. [Klyuchevskiy V. V., Savgachev V. V., Litvinov I. I., Pleshev I. E. Method of predicting complications of open reduction and plate fixation of fractures of the calcaneus. *Vrach-aspirant. Nauchno-prakticheskiy zhurnal. – Doctor-graduate student. Scientific and practical journal*. 2017;6.2(85):213-220. (In Russ.)]. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30147631>
6. Савгачев В. В. Разработка универсальной классификации прогнозирования осложнений при травме пяточной кости. *Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия Естественные и Технические Науки*. 2016;9-10:72-76. [Savgachev V. V. Development of a universal classification of predicting complications in trauma of the calcaneus. *Sovremennaya nauka: Aktualnye problemy teorii i praktiki. Seriya Yestestvennyye i Tekhnicheskkiye Nauki. – Modern science: Actual problems of theory and practice. Series of Natural and Technical Sciences*. 2016;9-10:72-76. (In Russ.)].

Сведения об авторах:

Савгачев Виталий Владимирович, кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии и ортопедии; тел.: 89159733273; e-mail: hirurg2288@mail.ru

Литвинов Игорь Иванович, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой; тел.: 84852738647; e-mail: litorthorus@mail.ru

Ключевский Вячеслав Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры; тел.: 84852738647; e-mail: litorthorus@mail.ru

Бобылева Мария Николаевна, студентка; тел.: 89605311350; e-mail: masyne12@mail.ru