

ПРОГНОЗ ИНФЕКЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ В ЗОНЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ МЕТАЛЛООСТЕОСИНТЕЗЕ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ

PROGNOSIS OF INFECTIOUS COMPLICATIONS IN SURGICAL SITE AFTER OSTEOSYNTHESIS OF LONG BONES

Ткаченко А.Н.
Эхсан-Уль-Хак
Корнеенков А.А.
Кушнирчук И.И.
Ранков М.М.
Хромов А.А.
Бойченко А.В.

Tkachenko A.N.
Ekhsan-UI-Khak
Korneenkov A.A.
Kushnirchuk I.I.
Rankov M.M.
Khromov A.A.
Boychenko A.V.

ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова»,
ФГБОУ ВО «Военно-медицинская академия
им. С.М. Кирова»,
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
государственный университет»,
г. Санкт-Петербург, Россия

North-Western State Medical University
named after I.I. Mechnikov,
Kirov Military Medical Academy,
Saint Petersburg State University,
Saint Petersburg, Russia

Цель исследования – улучшить результаты металлоостеосинтеза при диафизарных переломах длинных трубчатых костей на основании разработки и применения прогноза и профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

Материал и методы. В работе проведен ретроспективный анализ данных о 179 больных, перенесших остеосинтез длинных костей конечностей в связи с диафизарными переломами. Сведения о 144 пациентах, перенесших металлоостеосинтез без местных инфекционных осложнений (1-я группа), сравнивались с данными больных, у которых в течение одного года после операции отмечены местные осложнения инфекционного генеза (2-я группа – 35 наблюдений). При изучении сведений о ретроспективной группе создана база данных, ставшая основой при разработке математического прогноза развития местных инфекционных осложнений. Среди множества анамнестических факторов были отобраны критерии, прогностически значимые в плане риска развития инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ). Определены их количественные эквиваленты. При этом применялся метод последовательного анализа. На основании прогностических критериев создана программа прогноза развития инфекционных осложнений в зоне операции при металлоостеосинтезе длинных трубчатых костей. Эта программа апробирована при проведении проспективного исследования (117 случаев).

Результаты. Определены 18 критериев прогноза развития ИОХВ. В плане риска развития инфекции в зоне операции прогностически значимыми являются: пол, возраст, сопутствующие заболевания, время года, вид и локализация перелома, длительность предоперационного периода, риск анестезии (дооперационные критерии). К интраоперационным прогностическим факторам относятся сведения о длительности операции, объеме интраоперационной кровопотери, виде металлоостеосинтеза и очередности в операционной. Критерий послеоперационного прогноза – режим пациента. Разработаны мероприятия профилактики местных инфекционных осложнений у пациентов из группы риска. При оценке диагностической эффективности модели (по данным ретроспективной группы) выявлено, что чувствительность (Se) составила 94,3 %, специфичность (Sp) – 97,9 %.

Objective – based on development and use of prognosis and prevention of surgical site infection, to improve the outcomes of metal osteosynthesis in diaphyseal fractures of long bones.

Materials and methods. A retrospective analysis of the data on 179 patients who underwent the osteosynthesis for diaphyseal fractures of the long bones was performed. The data on 144 patients who underwent metal osteosynthesis without local infectious complications (group 1) was compared with the data on the patients who had some local infectious complications within one year after the operation (group 2, 35 cases). Based on the retrospective group data, a database was created which became the basis for the mathematical tool of prognosis of local infectious complications in the patients who underwent the metal osteosynthesis for diaphyseal fractures of the long bones. The method of sequential analysis was applied. Software was developed to predict the development of surgical site infection (SSI). This program was tested in a prospective study (117 cases).

Results. Totally, 18 criteria for predicting the development of infectious complications in the surgical intervention site were identified. In terms of the risk of SSI, the following criteria have the predictive significance: gender, age, comorbidities, time of year, type and localization of the fracture, duration of the preoperative period, the risk of anesthesia (preoperative criteria). The intraoperative prognostic factors include information about the duration of operation, intraoperative blood loss, type of osteosynthesis and priority in the operating room. The criterion of postoperative prognosis is the patient's mode. The measures for preventing the local infectious complications in the patients in the risk group were developed. The estimation of the diagnostic effectiveness of the model (according to the retrospective group) revealed that the sensitivity (Se) was 94.3 %, specificity (Sp) – 97.9 %.

У больных с высоким и умеренным риском развития ИОХВ применяли индивидуальные профилактические мероприятия – расширенная предоперационная подготовка, оптимизация трафика в оперблоке, осуществление постоянного мониторинга, медикаментозная терапия, соответствующая факторам риска развития ИОХВ (антибиотикопрофилактика и антибиотикотерапия, препараты, улучшающие реологические свойства крови, дезинтоксикационная терапия, симптоматическая терапия и др.). С помощью математического моделирования определен уровень возможного развития ИОХВ. Виртуально он предполагался у 23 (19,7 %) из 117 пациентов проспективной группы. У всех этих больных применялись индивидуальные профилактические мероприятия. Реально ИОХВ в течение 1-го года после операции верифицирована у 11 (9,4 %) пациентов. При этом случаев поверхностной инфекции было 8 (6,8 %), а глубокой – 3 (2,6 %).

Заключение. Анализ полученных данных подтверждает правильность выбора критериев прогноза ИОХВ при планировании металлоостеосинтеза длинных трубчатых костей.

В результате наблюдения пациентов в течение как минимум 12 месяцев после операции частота развития местных инфекционных осложнений в операционной ране снизилась, по сравнению с частотой в группе ретроспективных исследований, с 19,6 % до 9,4 % (в том числе глубоких гнойных осложнений – с 5,6 % до 2,6 %).

Ключевые слова: длинные трубчатые кости; диафизарный перелом; инфекция области хирургического вмешательства; прогноз.

Переломы длинных костей конечностей занимают ведущее место в структуре травматизма последних десятилетий. По данным разных авторов, их удельный вес колеблется от 16,7 % до 49,8 % среди всех травм опорно-двигательного аппарата [1, 2]. При этом открытые переломы верифицируются в 10-18 % наблюдений среди всех переломов длинных трубчатых костей (ДТК) [3, 4].

В настоящее время уровень местных инфекционных осложнений в раннем послеоперационном периоде при металлоостеосинтезе (МОС) длинных костей составляет 2-12 %, достигая 55,9 % при открытых переломах костей голени [5-8]. Глубокая инфекция области хирургического вмешательства (ИОХВ) верифицируется в среднем у 1,3-4,0 % наблюдений, при этом частота ее достигает 22,6 % у пострадавших со сложными открытыми переломами большеберцовой кости [8-10].

В последние годы появилось значительное количество публикаций, посвященных вопросам прогнозирования местных гнойных осложнений в травматологии и ортопедии [11-13]. В литературе также есть сведения, касающиеся прогноза инфекционных осложнений при хирургическом лечении переломов

длинных костей конечностей [14, 15]. Вместе с тем, единой точки зрения у авторов по видам и значимости прогностических критериев нет, а данные о возможностях такого прогноза противоречивы [16, 17]. В связи с этим изучение аспектов, связанных с разработкой методов прогнозирования развития местных инфекционных осложнений при металлоостеосинтезе ДТК, может считаться актуальной темой научных медицинских исследований.

Цель исследования – улучшить результаты металлоостеосинтеза при диафизарных переломах длинных трубчатых костей на основании разработки и применения прогноза и профилактики инфекции области хирургического вмешательства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на основании разрешения биоэтического комитета СЗГМУ им. И.И. Мечникова и соответствовало этическим стандартам, разработанным в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверж-

денными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Металлоостеосинтез при диафизарных переломах длинных костей конечностей на клинических базах кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии СЗГМУ им. И.И. Мечникова (далее – клиника) проведен 347 больным в 2011-2016 гг. Сведения об этих пациентах при проведении исследования были разделены на две группы: ретроспективную (230 человек, перенесших МОС в 2011-2014 гг.) и проспективную (117 пациентов, перенесших МОС в 2015-2016 гг.).

Conclusion. The analysis of the received data confirms the correctness of choice of the criteria for predicting SSI during planning the metal osteosynthesis for the long bones.

It was found that for at least 12 months after the operation, the incidence of local infectious complications in the operating wound decreased, compared to the frequency in the retrospective study group, from 19.6 % to 9.4 % (including deep infectious complications from 5.6 % to 2.6 %).

Key words: long bones; diaphyseal fracture; surgical site infection; prognosis.

денными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Металлоостеосинтез при диафизарных переломах длинных костей конечностей на клинических базах кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии СЗГМУ им. И.И. Мечникова (далее – клиника) проведен 347 больным в 2011-2016 гг. Сведения об этих пациентах при проведении исследования были разделены на две группы: ретроспективную (230 человек, перенесших МОС в 2011-2014 гг.) и проспективную (117 пациентов, перенесших МОС в 2015-2016 гг.).

В ретроспективной группе средний возраст пострадавших составил $56,8 \pm 18,2$ года (от 18 до 90 лет).

Послеоперационная летальность – 2,6 % (6 случаев). Из клиники выписаны 224 человека. У 45 (20,1 %) больных через 12 месяцев после операции результаты оценить не удалось по причине утраты связи с ними или в случаях их смерти. Эти пациенты были исключены из исследования. В течение одного года отдаленные результаты оценены у 179 (79,9 %) пациентов (табл. 1).

Этапы исследования:

I этап. Ретроспективное исследование. Проанализированы дан-

Таблица 1
Характеристики пациентов, данные о которых анализировались при проведении исследования
Table 1
Characteristics of patients whose data were analyzed in the study

Параметры сравнения Comparison parameters	Ретроспективной группы Retrospective group (n = 179)	Проспективной группы Prospective group (n = 117)
Средний возраст, г. Mean age, years	56.8 ± 18.2	54.2 ± 14.4
Половая принадлежность (Gender):		
мужчины, абсолютная (%) men, absolute (%)	74 (41.3)	48 (41.0)
женщины, абсолютная (%) women, absolute (%)	105 (58.7)	69 (59.0)
Локализация перелома (Fracture location):		
плечо, абсолютная (%) humerus, absolute (%)	57 (39.6)	43 (36.7)
предплечье, абсолютная (%) forearm, absolute (%)	28 (19.4)	16 (13.7)
бедро, абсолютная (%) hip, absolute (%)	24 (16.7)	20 (17.1)
голень, абсолютная (%) leg, absolute (%)	35 (24.3)	38 (32.5)
Вид МОС (MOS type):		
накожный, абсолютная (%) external, absolute (%)	90 (50.3)	55 (47.1)
интрамедуллярный, абсолютная (%) intramedullary, absolute (%)	52 (29.1)	39 (33.3)
внеочаговый, абсолютная (%) extrafocal, absolute (%)	32 (17.8)	21 (17.9)
другие, абсолютная (%) others, absolute (%)	5 (2.8)	2 (1.7)
ИОХВ в течение 12 мес., абсолютная (%) Surgical site infection within 12 months, absolute (%)	35 (19.6)	11 (9.4)
поверхностная, абсолютная (%) superficial, absolute (%)	25 (14.0)	8 (6.8)
глубокая, абсолютная (%) deep, absolute (%)	10 (5.6)	3 (2.6)

Примечание: МОС – металлоостеосинтез; ИОХВ – инфекция области хирургического вмешательства.

Note: MOS – metal osteosynthesis; SSI – surgical site infection.

ные о 179 больных, перенесших остеосинтез длинных костей конечностей в связи с диафизарными переломами. Сведения о 144 пациентах, перенесших металлоостеосинтез без местных инфекционных осложнений (1-я группа), сравнивались с данными о больных, у которых в течение одного года после операции отмечены местные осложнения инфекционного генеза (2-я группа – 35 наблюдений).

1. Сравнительный анализ клинико-anamnestических данных.
2. Выделение прогностически значимых факторов.
3. Оценка информативности факторов.

4. Оценка диагностической эффективности модели.

5. Разработка профилактических мероприятий.

II этап. Проспективное исследование. Программа прогноза ИОХВ апробирована у 117 пострадавших, перенесших металлоостеосинтез в связи с переломами длинных трубчатых костей.

1. Определение прогноза ИОХВ.
2. Выделение группы риска развития местных инфекционных осложнений.

При сумме баллов «+14» и более риск развития ИОХВ расценивался как низкий, прогноз благоприятный. Индивидуальные профилак-

тические мероприятия не осуществлялись.

При сумме баллов «-14» и менее риск считался высоким, прогноз неблагоприятный. Проводились индивидуальные профилактические мероприятия.

При суммарном показателе в пределах от «-14» до «+14» риск считался умеренным, прогноз неопределенным. Проводились индивидуальные профилактические мероприятия.

3. Оценка исхода в период как минимум 12 месяцев после операции.

Во время проведения исследования осуществлялся сравнительный

анализ данных о двух подгруппах ретроспективной когорты. Проводилось выявление факторов риска развития местных инфекционных осложнений при металлоостеосинтезе ДТК. При этом весомость каждого из этих факторов оценивалась в количественном эквиваленте для создания математической модели прогноза ИОХВ. Эффективность разработанной методики прогноза и профилактики местных инфекционных осложнений при МОС длинных костей оценена у 117 пациентов из основной (проспективной) группы исследования, которые были прооперированы в 2015-2016 гг. По гендерным признакам и возрасту, а также по локализации перелома и виду металлоостеосинтеза пациенты ретроспективной и проспективной групп были сопоставимы (табл. 1).

Предоперационная подготовка и профилактика инфекции области хирургического вмешательства (ИОХВ) проводилась в ретроспективной группе по стандартной методике. У этих 179 больных на костный остеосинтез осуществлялся в 90 (50,3 %) случаях, интрамедуллярный – у 52 (29,1 %) пациентов. Внеочаговый остеосинтез был проведен в 32 (17,8 %) наблюдениях. В 5 (2,8 %) случаях использовались другие виды МОС (спицы, проволока, винты и др.). В течение одного года после операции местные инфекционные осложнения верифицированы в 35 (19,6 %) случаях, при этом глубокая инфекция отмечена у 10 больных (5,6 %). Учитывалась как поверхностная инфекция разреза, так и глубокая инфекция в области хирургического вмешательства.

В группе ретроспективного наблюдения выделены 2 подгруппы: I – клинические наблюдения, у которых в течение 12 месяцев после вмешательства не было ИОХВ (144 человека), и II – пациенты с поверхностной и глубокой инфекцией в зоне операции (35 больных).

Были проанализированы 85 параметров, отражающих состояние пациента, данные его объективного, лабораторного и инструментального обследования. К ним относились сведения об общем и местном

статусах больного (половая принадлежность, возраст, сопутствующая патология, индекс массы тела и др.), данные о хирургическом вмешательстве (длительность операции, объем интраоперационной кровопотери, вид вмешательства и др.). Отдельно был проанализирован ряд показателей лабораторных и инструментальных исследований.

В модели прогноза ИОХВ использовались факторы, имеющие статистически значимую ($p < 0,05$) ассоциацию с исходом, а также факторы, чья ассоциация с исходом была статистически подтверждена другими исследованиями [18-21]. Уровень значимости p определялся по J.L. Fleiss с соавт. (2003) в программе Openepi.com. [22].

Сравнение сведений об этих двух подгруппах ретроспективного исследования было осуществлено с применением метода последовательного анализа (the method of sequential analysis) A. Wald (1945) в модификации Е.В. Гублера и А.А. Генкина (1973) [23, 24]. При этом определялись как факторы риска развития ИОХВ, так и их количественный эквивалент. На основании этих рейтинговых значений риска развития ИОХВ, выявленных ретроспективно, была создана модель прогноза течения послеоперационного периода у пациентов после МОС, выполненного в связи с переломом длинных трубчатых костей.

Для принятия решения полученный суммарный индекс прогноза сравнивался с пороговыми значениями, рассчитанными по формуле:

$$\text{порог } A = 10 \times \ln((1 - \alpha)/\beta), \\ \text{порог } B = 10 \times \ln(\alpha/(1 - \beta)),$$

где α и β – ошибки первого и второго рода [24]. Под ошибкой первого рода α понимался ложный прогноз благоприятного течения послеоперационного периода, без развития местных гнойных осложнений, когда в действительности у больного развивается ИОХВ. Ошибкой второго рода β называлось ошибочное установление неблагоприятного течения послеоперационного периода, без развития местных гнойных осложнений, когда в действительности у больного не развивается ИОХВ. Значения

α и β были приняты равными 0,2 (20 %).

Пациентам проспективной группы предоперационная подготовка осуществлялась с учетом прогноза ИОХВ.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Среди множества клинико-анамнестических параметров на разных этапах лечения (дооперационных, интраоперационных, послеоперационных) были отобраны 18, по которым имелись различия в группах с благополучным течением послеоперационного периода и с ИОХВ. Эти параметры стали прогностическими критериями.

В плане риска развития инфекции в зоне операции прогностически значимыми являются: пол, возраст, сопутствующие заболевания, время года, вид и локализация перелома, длительность предоперационного периода, риск анестезии (дооперационные критерии). К интраоперационным прогностическим факторам относятся сведения о длительности операции, объеме интраоперационной кровопотери, виде металлоостеосинтеза и очередности в операционной. Критерий послеоперационного прогноза – режим пациента.

В качестве примера расчета коэффициента прогноза приводим данные о распределении пациентов с учетом локализации перелома (п. 9 в табл. 3) как одного из факторов риска развития ИОХВ (табл. 2).

Как следует из данных таблицы 2, в группе с неосложненным течением послеоперационного периода пациентов с переломами плечевой кости было 39,6 %, а среди больных с развившейся впоследствии ИОХВ случаев перелома плечевой кости было 17,1 %, т.е. в 2,3 раза меньше. Обратная ситуация наблюдалась при переломе костей голени. Среди пациентов с благоприятным послеоперационным периодом таких наблюдений было 24,3 %, а среди больных с инфекционными осложнениями – 40 %.

При статистическом анализе выявлено, что доли пациентов с осложнениями и без них статистически значимо различаются у пациентов с разной локализацией перелома (критерий Хи-квадрат =

Таблица 2
 Распределение пациентов с переломами длинных трубчатых костей с учетом локализации перелома
 Table 2
 Distribution of patients with fractures of long bones with consideration of fracture location

Локализация перелома Fracture location	Число наблюдений при течении послеоперационного периода Number of cases in postsurgical period				p-level
	без осложнений without complications (n = 144)		с ИОХВ with SSI (n = 35)		
	абс. / abs.	%	абс. / abs.	%	
Плечо / Humerus	57	39.6	6	17.1	0.006
Предплечье / Forearm	28	19.4	7	20.0	0.47
Бедро / Hip	24	16.7	8	22.9	0.196
Голень / Leg	35	24.3	14	40.0	0.031
ВСЕГО / TOTAL	144	100.0	35	100.0	

14,206, число степеней свободы $df = 3$, $p = 0,0024$). Таким образом, фактор локализации перелома учитывался при разработке математической модели прогноза ИОХВ.

Подобным образом среди множества параметров были отобраны 18 прогностических критериев (табл. 3). Из них 13 определялись в предоперационном периоде, 4 – во время вмешательства и один – в раннем послеоперационном периоде.

После формирования полного списка прогностических факторов осуществлялось вычисление индекса соотношения и коэффициента прогноза. Индекс соотношения представлял собой частное между частотой встречаемости признака в группе пациентов с благоприятным течением послеоперационного периода и частотой встречаемости его же среди больных с ИОХВ. Коэффициент прогноза представлял собой натуральный логарифм (\ln) индекса соотношения, увеличенный для удобства подсчетов в 10 раз. В результате коэффициент прогноза при переломе плечевой кости составил «+8,5», при переломах костей предплечья «-0,5», бедренной кости «-3,0», костей голени «-5,1». Это позволило сделать вывод о степени повышения риска развития ИОХВ при локализации перелома в нижней конечности.

Впоследствии все коэффициенты прогноза, известные на момент обследования, суммировались. Полученный результат представлял собой суммарный индекс прогноза (ИП). Этот параметр определялся

на разных этапах обследования и лечения больного. До операции – по 13 пунктам, с учетом интраоперационных данных – по 17 пунктам, в раннем послеоперационном периоде – с учетом всех 18 пунктов.

Таким образом, если суммарный ИП находился на уровне порогового значения «+14» и более, то, с вероятностью более 80 %, прогнозировалось благоприятное течение послеоперационного периода, без развития местных гнойных осложнений. При значении суммарного ИП менее «-14» с такой же вероятностью можно ожидать развития ИОХВ. Если суммарный ИП находился в интервале от «-14» до «+14», прогноз считался неопределенным. Полный список прогностических критериев с расчетом коэффициентов прогноза развития местных гнойных осложнений представлен в таблице 3.

К наиболее значимым относились критерии, которые имели максимальный диапазон между положительным и отрицательным значением коэффициента прогноза: локализация перелома, его вид (открытый или закрытый), длительность операции, объем интраоперационной кровопотери.

При оценке диагностической эффективности модели (по данным ретроспективной группы) выявлено, что чувствительность (Se) составила 94,3 % (80,8-99,3 %), специфичность (Sp) – 97,9 % (94,03-99,57 %)

Положительная прогностическая ценность теста 91,7 %

(78,16-97,13 %), отрицательная прогностическая ценность теста – 98,6 % (94,83-99,63 %).

Предлагаемая методика прогноза развития ИОХВ позволяет выявить группу риска среди пациентов. Результаты оценивались в группе проспективного исследования, включающей в себя 117 клинических наблюдений. Такой риск виртуально предполагался у 23 (19,7 %) из 117 больных. У всех этих 23 пациентов (из группы высокого риска развития ИОХВ), а также у 31 (26,5 %) пациента, чей риск оценен как неопределенный, проводили комплекс специальных мер профилактики (местной, общей и антибиотикопрофилактики). Мероприятия общей профилактики: прогнозирование развития ИОХВ на этапе дооперационного обследования; уточнение прогноза развития ИОХВ с учетом интраоперационных данных; подготовка сердечно-сосудистой системы: коррекция водно-электролитного баланса, коррекция нарушений сердечного ритма; коррекция нарушений углеводного обмена; коррекция внутриклеточного гомеостаза; респираторная подготовка; оптимизация трафика в операционной. Из мероприятий местной профилактики осуществлялись: УЗИ зоны операции; пункционное исследование в случае формирования гематом (по данным ультразвукового исследования); контроль за количеством отделяемого по дренажам; бактериологическое исследование отделяемого по дренажам и пункционного материала;

Таблица 3

Структура весовых коэффициентов критериев прогноза развития ИОХВ до операции у пациентов с переломами ДТК

Table 3

Structure of weight coefficients of criteria for presurgical prediction of SSI in patients with fractures of long bones

Прогностический критерий Predictive criterion	Частота наблюдений (%) Number of cases (%)		p-level	Индекс соотношения Correlation index	Коэффициент прогноза Prediction coefficient
	Без осложнений Without complications n = 144	ИОХВ SSI n = 35			
1	2	3	4	5	6
До операции / Before surgery					
1. Gender: мужской / male женский / female	39 61	51 49	0.044	0.765 1.245	2.2 -2.2
2. Возраст, лет / Age, years: 18-29 30-44 45-59 60-74 75-89	9 14 26 35 16	6 14 23 34 23	0.210 0.500 0.311 0.411 0.106	1.500 1.000 1.130 1.029 0.696	4.1 0 1.2 0.3 -3.6
Сопутствующая патология / Concurrent pathology: 3. сердечно-сосудистой системы / cardiovascular system ИБС, ГБ есть / CHD, HD yes ИБС, ГБ нет / CHD, HD no	40 60	69 31	0.0001	0.580 1.935	-5.4 6.6
4. пищеварительной системы / digestive system есть / yes нет / no	19 81	29 71	0.049	0.655 1.141	-4.2 1.3
5. эндокринной системы / endocrine system сахарный диабет есть / diabetes mellitus yes сахарного диабета нет / diabetes mellitus no	13 87	20 80	0.091	0.650 1.088	-4.3 0.8
6. выделительной системы / excretory system хрон. пиелонефрит есть / chronic pyelonephritis yes хрон. пиелонефрита нет / chronic pyelonephritis no	4 96	11 89	0.030	0.364 1.079	-10.1 0.8
7. остеопороз / osteoporosis есть yes нет no	21 79	37 63	0.006	0.568 1.206	-5.7 1.9
8. Вид перелома / Fracture type открытый / opened закрытый / closed	6 94	14 86	0.030	0.429 1.093	-8.4 0.9
9. Локализация перелома / Fracture location плечо / humerus предплечье / forearm бедро / hip голень / leg	40 19 17 24	17 20 23 40	0.0002 0.429 0.145 0.008	2.353 0.950 0.739 0.600	8.5 -0.5 -3.0 -5.1
10. Тип перелома / Fracture type поперечный / transverse винтообразный / spiral многооскольчатый / comminuted вколоченный / impacted	33.5 24.5 38 4	23 20 51 6	0.058 0.199 0.032 0.258	1.453 1.225 0.745 0.667	3.7 2.0 -2.9 -4.0
11. Время проведения операции / Time of surgery: зима / winter весна / spring лето / summer осень / autumn	45 20 12 23	34 37 14.5 14.5	0.190 0.004 0.267 0.051	1.324 0.541 0.828 1.586	2.8 -6.1 -1.9 4.6
12. Дооперационный койко-день / Presurgical bed-day 1 2-3 4-15 16 и более / 16 and more	40 30 12 18	23 37 17 23	0.005 0.148 0.159 0.191	1.739 0.811 0.706 0.783	5.5 -2.1 -3.5 -2.4
13. Риск анестезии, ASA / Anesthesia risk, ASA 2 3	56 44	34 66	0.0009	1.647 0.667	5.0 -4.0
Операция / Surgery					
14. Вид металлоостеосинтеза / Metal osteosynthesis type накостный / external интрамедуллярный / intramedullary внеочаговый / extrafocal другие / others	51 28 19 3	49 34 14 3	0.389 0.180 0.170 0.500	1.041 0.824 1.357 1.000	0.4 -1.9 3.1 0
15. Очередность в операционной / Sequence in surgery room I II III нерабочее время / off-duty	8 54 31 7	6 46 34 14	0.290 0.130 0.325 0.053	1.333 1.174 0.912 0.500	2.9 1.6 -0.0 -6.9
16. Длительность операции / Surgery time до 1 ч. / up to 1 h от 1 до 2 ч. / 1-2 h свыше 2 ч. / > 2 h	16 59 25	11 49 40	0.151 0.078 0.012	1.455 1.204 0.625	3.8 1.9 -4.7
17. Интраоперационная кровопотеря / Intraoperative blood loss до 0,5 л / up to 0.5 l от 0,5 до 1 л / 0.5-1 l более 1, л / > 1 l	83 12 5	63 26 11	0.0007 0.006 0.059	1.317 0.462 0.455	2.8 -7.7 -7.9
Послеоперационный период / Postsurgical period					
18. Послеоперационный режим / Postsurgical mode постельный (I) / bed rest (I) передвигается самостоятельно (II – III) / independent moving (II-III)	25 75	49 51	0.0002	0.510 1.471	-6.7 3.9

магнито- и лазеротерапия в зоне операции.

После осуществления этих мероприятий из 23 случаев с высоким риском развития гнойно-воспалительных осложнений в зоне хирургического вмешательства, спрогнозированных математически, реально ИОХВ констатирована у 11 (9,4 %) больных, перенесших операцию МОС в связи с переломом длинных костей конечностей. При этом глубокая ИОХВ развилась у 3 (2,6 %) пациентов.

ОБСУЖДЕНИЕ

В литературе последних лет методы прогноза инфекции после МОС длинных костей представлены широко. Вместе с тем единого общепринятого способа пока не существует. При анализе прогностических критериев развития местных инфекционных осложнений после хирургических вмешательств по поводу травм, в том числе и переломов ДТК, многие авторы основным фактором считают время, прошедшее с момента получения травмы до операции [20, 21, 25]. Некоторые исследователи полагают, что частота развития ИОХВ зависит от вида остеосинтеза. Так, И.Ю. Ипполитов с соавт. (2016) сообщают, что при проведении накостного металлоостеосинтеза ДТК частота инфекционных осложнений (11,5 %) выше, чем при использовании интрамедуллярных конструкций (3,1 %) [7].

Мироманов А.М. с соавт. (2017) в своем исследовании, охватывающем 163 случая переломов ДТК и их инфекционных осложнений, предлагают осуществлять прогноз инфекции области хирургического вмешательства (в том числе и хронического посттравматического остеомиелита) при МОС как в раннем, так и в позднем периоде травматической болезни на основании генетической предрасположенности. Эти авторы считают информативным показателем развития ИОХВ при переломах длинных костей конечностей выявление гено-

типа -589Т/Т гена IL-4 и генотипа -308А/А гена TNF α [15].

Некоторые специалисты считают, что развитию местных гнойных осложнений при лечении переломов ДТК способствуют несколько факторов: возраст пострадавших (старше 60 лет), ожирение, сопутствующие заболевания (сахарный диабет, декомпенсированная патология сердечно-сосудистой и дыхательной систем, наличие очагов дремлющей инфекции), алиментарная белковая недостаточность, локализация перелома в дистальных отделах нижней конечности, дисфункция иммунной системы и др. [14, 16, 17, 25]. Однако эти исследователи не сообщают о весомости каждого из перечисленных прогностических критериев. В большинстве своем описанные этими исследователями факторы характеризуют либо общее состояние пострадавшего, либо организационные параметры, отражающие доступность оказания специализированной ортопедо-травматологической помощи.

У этих работ есть ряд основных недостатков. Авторы не предоставляют рекомендаций о том, как на практике применять информацию о наличии у пациента того или иного критерия. В некоторых работах специалисты делают попытку оценить риск развития ИОХВ по разработанной ими балльной системе, учитывающей количественный эквивалент каждого фактора риска и, соответственно, суммарного показателя, позволяющего выделить среди пациентов группу риска в отношении развития местных инфекционных осложнений. Однако информация об апробации предложенных систем и алгоритмов на материале собственных проспективных исследований встречается далеко не всегда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, использование в практической деятельности методики математического прогноза развития инфекции области хирур-

гического вмешательства и применение профилактических мероприятий у больных из группы риска позволило достичь снижения частоты ИОХВ после металлоостеосинтеза длинных трубчатых костей с 19,6 % до 9,4 %, т.е. в 2 раза. При этом частота глубокой инфекции также уменьшилась вдвое: с 5,6 % до 2,6 %. Клиническая апробация программы прогноза и профилактики у пациентов проспективной группы подтверждает правильность выбора факторов риска развития инфекции в зоне операции при МОС ДТК.

Частота переломов длинных костей конечностей не имеет устойчивой тенденции к снижению. Также сохраняется и риск развития инфекционных осложнений при хирургическом лечении пациентов с переломами ДТК. В связи с этим очевидно, что выделение среди пострадавших группы высокого риска развития ИОХВ и применение мер профилактики позволяет в половине случаев предотвратить развитие гнойных осложнений в зоне хирургического вмешательства. Применение на практике предложенной методики определения индекса прогноза развития инфекции области хирургического вмешательства при металлоостеосинтезе длинных костей конечностей состоит в суммировании коэффициентов прогноза и не требует специальной подготовки или оборудования. Полученные данные демонстрируют, что использование современных организационных подходов у пациентов, нуждающихся в хирургическом лечении переломов длинных костей, позволяет в ряде случаев предотвратить развитие местных инфекционных осложнений.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Agadzhanian VV, Shatalin AV, Kravtsov SA, Skopincev DA. Criteria for assessing the severity of patients with polytrauma during their-

terhospital transportation. *Polytrauma*. 2011; (1): 5-11. Russian (Агаджанян В.В., Шаталин А.В., Кравцов С.А., Скопинцев Д.А. Критерии оценки тяжести состояния пациентов с политравмой

- при межгоспитальной транспортировке // *Политравма*. 2011. № 1. С. 5-11.)
2. Belenkiy IG, Kutyanov DI, Spesivtsev AYU. Structure of the long bones fractures in the patients admitted to the city multiprofile hospital for surgical treatment. *Herald of St. Petersburg University*. Vol. 11. 2013; (1): 134-139. Russian (Беленький И.Г., Кутянов Д.И., Спесивцев А.Ю. Структура переломов длинных костей конечностей у пострадавших, поступающих для хирургического лечения в городской многопрофильный стационар // *Вестник С.-Петерб. ун-та. Сер. 11*. 2013. Вып. 1. С. 134-139.)
 3. Gumanenko EK, Khromov AA, Chapurin VA, Eskhan UKh. Outcomes of long bones fractures surgical treatment in patients with polytrauma. *Modern Problems of Science and Education*. 2016; (3): 196. Russian (Гуманенко Е.К., Хромов А.А., Чапурин В.А., Эсхан У.Х. Исходы хирургического лечения переломов длинных трубчатых костей у пострадавших с политравмами // *Современные проблемы науки и образования*. 2016. № 3. С. 196.)
 4. Van den Berg J, Osei D, Boyer MI, Gardner MJ, Ricci WM, Spraggs-Hughes A et al. Open tibia shaft fractures and soft-tissue coverage: the effects of management by an orthopaedic microsurgical team. *J. Orthop. Trauma*. 2017; 31(6): 339-344.
 5. Pisarev VV, Lvov SE, Oshurkov YuA, Kalutskov VV, Kulygin VN, Lvov AS. The frequency and the structure of complications depending on the timing of surgical intervention for closed long bones fractures metallosteosynthesis. *Herald of Ivanovo Medical Academy*. 2009; 14 (appl.): 70. Russian (Писарев В.В., Львов С.Е., Ошурков Ю.А., Калутсков В.В., Кулыгин В.Н., Львов А.С. Частота и характер осложнений в зависимости от сроков оперативного вмешательства при металлоостеосинтезе закрытых переломов длинных трубчатых костей // *Вестник Ивановской мед. академии*. 2009. Т. 14, Прил. С. 70.)
 6. Popov VP, Zdrelo VP, Trukhachev IG, Popov AV. Plate osteosynthesis complications in patients with long bones fractures. *Genius of Orthopedics*. 2014; (2): 5-9. Russian (Попов В.П., Здрелько В.П., Трухачев И.Г., Попов А.В. Осложнения при накостном остеосинтезе у больных с переломами длинных трубчатых костей // *Гений ортопедии*. 2014. № 2. С. 5-9.)
 7. Ippolitov IYu, Kistkin AI, Shirokov II. Results of using locking osteosynthesis in long bones fractures in urgent traumatology. *Scientific Almanac*. 2016; 6-2(20): 351-357. Russian (Ипполитов И.Ю., Кисткин А.И., Широков И.И. Результаты использования блокирующего остеосинтеза при переломах длинных трубчатых костей в urgentной травматологии // *Научный альманах*. 2016. № 6-2 (20). С. 351-357.)
 8. Scharfenberger A, Alabassi K, Smith S, Weber D, Dulai S, Bergman JW et al. Primary wound closure after open fracture: a prospective cohort study examining nonunion and deep infection. *J. Orthop. Trauma*. 2017; 31(3): 121-126.
 9. Dvornik SA, Kezlya OP, Rustamov KhM. Complications in surgery of injuries of lower extremities long bones in polytrauma. *Emergency Medicine*. 2014; (1): 53-61. Russian (Дворник С.А., Кезля О.П., Рустамов Х.М. Осложнения в хирургии повреждений длинных костей нижних конечностей при сочетанной травме // *Экстренная медицина*. 2014. № 1. С. 53-61.)
 10. Westgeest J, Weber D, Dulai SK, Bergman JW, Buckley R, Beaupre LA. Factors associated with development of nonunion or delayed healing after an open long bone fracture: a prospective cohort study of 736 subjects. *J. Orthop. Trauma*. 2016; 30(3): 149-155.
 11. Tkachenko AN, Bakhtin MYu, Zharovskikh OS, Shcherbakov AA, Topchiy PA. Possibilities for infectious complications predicting in hip joint replacement in patients of older age groups. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2012; (2): 48-53. Russian (Ткаченко А.Н., Бахтин М.Ю., Жаровских О.С., Щербаков А.А., Топчий П.А. Возможности прогнозирования гнойных осложнений при эндопротезировании тазобедренных суставов у пациентов старших возрастных групп // *Травматология и ортопедия России*. 2012. № 2. С. 48-53.)
 12. Dorofeev YuL, Ptashnikov DA, Tkachenko AN, Bakhtin MYu, Kalimullina AF. Prognosis of deep infectious complications in hip replacement. *Grekov Bulletin of Surgery*. 2015; 174(5): 40-44. Russian (Дорофеев Ю.Л., Пташников Д.А., Ткаченко А.Н., Бахтин М.Ю., Калимуллина А.Ф. Прогноз глубоких инфекционных осложнений при эндопротезировании тазобедренных суставов // *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2015. Т. 174, № 5. С. 40-44.)
 13. Alkaz AV, Fadeev EM, Linnik SA, Tkachenko AN, Bakhtin MYu, Russu II. Possibilities of prediction and prevention of infectious complications in surgery site in knee replacement. *Bulletin of Experimental and Clinical Surgery*. 2016; 9(3): 195-201. Russian (Алказ А.В., Фадеев Е.М., Линник С.А., Ткаченко А.Н., Бахтин М.Ю., Руссу И.И. Возможности прогноза и профилактики инфекционных осложнений области хирургического вмешательства при эндопротезировании коленных суставов // *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2016. Т. 9, № 3. С. 195-201.)
 14. Derkachev VS, Alekseev SA, Ibragimova ZhA, Potapnev MP, Bordakov VN, Goncharik AV et al. Immunological predictors of early postoperative pyoinflammatory complications in patients with fractures of long tubular bones. *News of Surgery*. 2016; 24(6): 561-567. Russian (Деркачев В.С., Алексеев С.А., Ибрагимова Ж.А., Потапнев М.П., Бордаков В.Н., Гончарик А.В. и др. Иммунологические предикторы ранних послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений у пациентов с переломами длинных трубчатых костей // *Новости хирургии*. 2016. Т. 24, № 6. С. 561-567.)
 15. Miromanov AM, Trubitsyn MV, Mironova OB, Miromanova NA. Personalized aspects of inflammatory complications development in limb bones fractures. *Polytrauma*. 2017; (2): 37-41. Russian (Миromanov А.М., Трубицын М.В., Миронова О.Б., Миromanova Н.А. Персонализированные аспекты развития воспалительных осложнений при переломах костей конечностей // *Политравма*. 2017. № 2. С. 37-41.)
 16. Hernigou J, Schuind F. Smoking as a predictor of negative outcome in diaphyseal fracture healing. *Int. Orthop*. 2013; 37(5): 883-887.
 17. Kempegowda H, Richard R, Borade A, Tawari A, Graham J, Suk M et al. Obesity is associated with high perioperative complications among surgically treated intertrochanteric fracture of the femur. *J. Orthop. Trauma*. 2017; 31(7): 352-357.
 18. Bachoura A, Guittin TG, Smith RM, Vrahas MS, Zurakowski D, Ring D. Infirmary and injury complexity are risk factors for surgical-site infection after operative fracture care. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2011; 469(9): 2621-2630.
 19. Panahi P, Stroh M, Casper DS, Parvisi D, Austin MS. Operating room traffic is a major concern during total joint arthroplasty. *Clin. Orthop. Relat. Res*. 2012; 470(10): 2690-2694.
 20. Yokoyama K, Uchino M, Nakamura K. Risk factors for deep infection in secondary intramedullary nailing after external fixation for open tibial fractures. *Injury*. 2006; 37(6): 554-560.
 21. Nahm NJ, Moore TA, Vallier HA. Use of two grading systems in determining risks associated with timing of fracture fixation. *J. Trauma Acute Care Surg*. 2014; 77(2): 268-279.

22. Fleiss JL, B. Levin, M.C. Paik et al. Statistical Methods for Rates and Proportions. Hoboken: John Wiley & Sons, 2003. 760 p.
23. Wald A. Sequential Tests of Statistical Hypotheses. *Annals of Mathematical Statistics*. 1945; 16(2): 117-186.
24. Gubler EV, Genkin AA. Use of non-parametric statistical criteria in medicobiological studies. L.: Medicine, 1973. 142 p. Russian (Гублер Е.В., Генкин А.А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л.: Медицина, 1973. 142 с.)
25. Sorokin EP. Dependence of rate and prediction of infectious complications on the time of care of thoracoabdominal injuries. *Polytrauma*. 2017; (2): 35-36. Russian (Сорокин Э.П. Зависимость частоты развития инфекционных осложнений и прогноза от сроков оказания помощи при торакоабдоминальных травмах // Политравма. 2017. № 2. С. 35-36.)

Сведения об авторах:

Ткаченко А.Н., д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия.

Эхсан-Уль-Хак, аспирант кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия.

Корнеенков А.А., д.м.н., профессор, профессор кафедры автоматизации управления медицинской службой с военно-медицинской статистикой, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Россия.

Кушнирчук И.И., к.м.н., доцент кафедры автоматизации управления медицинской службой с военно-медицинской статистикой, ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова», г. Санкт-Петербург, Россия.

Ранков М.М., к.м.н., доцент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия.

Хромов А.А., к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург, Россия.

Бойченко А.В., к.м.н., ассистент кафедры общей хирургии, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, Россия.

Адрес для переписки:

Ткаченко А.Н., Пискаревский пр., д. 47, Санкт-Петербург, Россия, 195067

Тел: +7 (911) 215-19-72

E-mail: altkachenko@mail.ru

Information about authors:

Tkachenko A.N., MD, PhD, professor of traumatology, orthopaedics, and military field surgery chair, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia.

Ekhsan-UI-Khak, postgraduate, traumatology, orthopaedics, and military field surgery chair, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia.

Korneenkov A.A., MD, PhD, professor, professor of chair of control automation in medical service with military medical statistics, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Kushnirchuk I.I., candidate of medical science, docent of chair of control automation in medical service with military medical statistics, Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia.

Rankov M.M., candidate of medical science, docent of general surgery chair, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia.

Khromov A.A., candidate of medical science, docent of traumatology, orthopaedics, and military field surgery chair, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia.

Boychenko A.V., candidate of medical science, assistant of general surgery chair, Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia.

Address for correspondence:

Tkachenko A.N., Piskarevskiy prospect, 47, Saint Petersburg, Russia, 195067

Tel: +7 (911) 215-19-72

E-mail: altkachenko@mail.ru