

# РАЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРИОПЕРАЦИОННАЯ АНТИБИОТИКОПРОФИЛАКТИКА ПРИ ОТКРЫТЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ КИСТИ У ДЕТЕЙ

© *И.И. Гордиенко*<sup>1, 2</sup>, *Н.А. Цап*<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Екатеринбург;

<sup>2</sup> Муниципальное автономное учреждение «Детская городская клиническая больница № 9», Екатеринбург

■ **Для цитирования:** Гордиенко И.И., Цап Н.А. Рациональная периоперационная антибиотикопрофилактика при открытых повреждениях кисти у детей // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. — 2020. — Т. 10. — № 4. — С. 419–428. <https://doi.org/10.17816/psaic698>

Поступила: 01.10.2020

Одобрена: 23.11.2020

Опубликована: 18.12.2020

**Введение.** На сегодняшний день повреждение кисти — одна из наиболее актуальных и часто встречающихся проблем современной травматологии во всем мире. Получаемые результаты статистически свидетельствуют о достаточно высокой частоте повреждений кисти, в том числе открытых. Зачастую имеет место некорректное назначение антибиотиков в виде необоснованной антибиотикотерапии при отсутствии прямых показаний.

**Цель.** Разработка рационального алгоритма периоперационной антибиотикопрофилактики при открытых травмах кисти у детей на основе экспериментального и клинического исследования.

**Методы.** Исследование было разделено на два этапа: экспериментальный и клинический. Эксперимент проводили на 60 половозрелых, беспородных морских свинок. В процессе эксперимента проводили исследования клинических признаков воспаления, общего и биохимического анализа крови, спиральной компьютерной томографии и морфологическое исследование зоны консолидации. Клиническая часть работы основана на анализе результатов хирургического лечения 120 детей с открытыми травмами кисти, которые были поделены на две группы: в основную группу вошли 50 детей, получавших лечение по экспериментально разработанному алгоритму периоперационной антибиотикопрофилактики, а в группу сравнения вошли 70 детей, получавших периоперационный курс антибиотиков от 0 до 7 дней, без четко выработанного алгоритма.

**Результаты.** При анализе результатов клинических, лабораторных, лучевых и морфологических методов исследования экспериментального материала было установлено, что отсутствие антибиотикопрофилактики при открытых переломах мелких трубчатых костей с вероятностью 90 % повлечет за собой гнойно-воспалительные осложнения в области послеоперационной раны, однако краткосрочный курс периоперационной антибиотикопрофилактики в течение 1 сут позволит предотвратить осложнения и не имеет статистически значимых различий с более длительным курсом в 3 сут.

**Обсуждение.** Результаты клинического исследования доказали эффективность разработанного алгоритма и показали лучшие результаты раннего и позднего послеоперационного периода в сравнении с хаотичным назначением антибактериальных препаратов без четкого алгоритма, однако статистически значимых различий по уровню послеоперационных осложнений выявлено не было.

**Заключение.** На основании экспериментальной модели открытого перелома трубчатой кости, его остеосинтеза и различных курсов антибиотикопрофилактики доказано, что краткосрочный курс периоперационной антибиотикопрофилактики в течение 24 ч является наиболее оптимальным и в клинической практике позволяет добиться минимальных рисков воспалительных осложнений и лучших анатомо-функциональных исходов.

**Ключевые слова:** антибиотикопрофилактика; открытый перелом; травма кисти; дети.

# RATIONAL PERIOPERATIVE ANTIBIOTIC PROPHYLAXIS FOR OPEN DAMAGES OF BRUSH IN CHILDREN

© I.I. Gordienko <sup>1, 2</sup>, N.A. Tsap<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia;

<sup>2</sup> Children's Municipal Hospital No. 9, Ekaterinburg, Russia

■ **For citation:** Gordienko II, Tsap NA. Rational perioperative antibiotic prophylaxis for open damages of brush in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2020;10(4):419-428. <https://doi.org/10.17816/psaic698>

Received: 01.10.2020

Accepted: 23.11.2020

Published: 18.12.2020

**Introduction.** Today, hand injuries are one of the most pressing and common problems in modern traumatology worldwide. Results obtained statistically indicate a fairly high frequency of hand injuries, including open ones. Often, an incorrect prescription of antibiotics in the form of unjustified antibiotic therapy in the absence of direct indications is done.

**Aim.** This study aimed to develop a rational algorithm for perioperative antibiotic prophylaxis for open hand injuries in children based on experimental and clinical research.

**Materials and methods.** The study was divided into two phases: experimental and clinical. The experiment was carried out on 60 sexually mature, outbred guinea pigs. During the experiment, the analysis of clinical signs of inflammation, complete blood count and biochemical blood analysis, spiral computed tomography, and morphological study of the consolidation zone were performed. The clinical part of the work is based on the analysis of surgical treatment results of 120 children with open hand injuries, which were divided into two groups: the main group that included 50 children receiving treatment according to the experimentally developed perioperative antibiotic prophylaxis (PAP) algorithm, and the comparison group included 70 children receiving a perioperative course of antibiotics from 0 to 7 days, without a well-defined algorithm.

**Results.** In the analysis of clinical results, laboratory, radiation, and morphological methods of studying the experimental material, the absence of antibiotic prophylaxis in open fractures of small tubular bones with a 90% probability was found to entail pro-inflammatory complications in the area of postoperative wound; however, a one day short-term course of PAP will prevent complications and will not have statistically significant differences with a longer course of three days.

**Discussion.** Results of a clinical study proved the effectiveness of the developed algorithm and showed better results in early and late postoperative period in comparison with the chaotic prescription of antibacterial drugs without a clear algorithm; however, no statistically significant differences in the level of postoperative complications were found.

**Conclusion.** On the basis of an experimental model of an open fracture of the tubular bone, osteosynthesis and various courses of antibiotic prophylaxis has proven that a short-term course of PAP within 24 h is the most optimal one, and achieving minimal risks of inflammatory complications and better anatomical and functional outcomes in clinical practice.

**Keywords:** antibiotic prophylaxis; open fracture; hand injury; children.

## ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире повреждения кисти считаются одной из наиболее актуальных и часто встречающихся проблем современной травматологии. В последнее десятилетие проводятся исследования, посвященные изучению места повреждений кисти в структуре травм опорно-двигательного аппарата. Получаемые результаты статистически свидетельствуют о достаточно высокой частоте повреждений кисти, в том числе открытых [1, 2]. В среднем, по данным различных источников, на долю травм кисти приходится от 25,4 до 28,4 % общего числа повреждений опорно-двигательно-

го аппарата и верхней конечности (60–70 %), при этом важно отметить, что 32,4–55,1 % из них — открытые [3, 4].

За последние годы в зарубежной литературе появляется все больше исследований, посвященных анализу эпидемиологии и клинических характеристик при открытых травмах кисти у детей [5, 6]. Так, исследование, проведенное А.Ф. Al-Anazi [7] в Саудовской Аравии, показало, что самые распространенные травмы кисти у детей, требующие хирургического лечения, встречаются вследствие прищемления пальцев дверью. Аналогичная работа была проведена в Гонконге, результаты которой показали, что повреждения кисти две-

рю — также один из наиболее часто встречающихся механизмов травмы в возрастной категории до 5 лет (56 % случаев) [8].

По данным детской больницы Бостона (США) за период с 2005 по 2011 г. за помощью с травмой кончиков пальцев обращались 1807 детей. Средний возраст детей составил 8 лет. В преобладающем большинстве случаев (46 %) травма происходила в процессе раздавливания дверью или окном. В 25 % случаев потребовалось оперативное лечение [6]. Исследование, проведенное в больнице Хатам аль-Анбия в Захендане (Исламская Республика Иран), показало следующие результаты: в период с марта 2012 г. по декабрь 2013 г. было пролечено 200 детей, из которых в 2 раза преобладали мальчики, а средний возраст детей был 13 лет. В абсолютном большинстве случаев травмы были получены дома, а именно пальцы были прижаты дверью и порезаны осколками острых предметов [9].

Открытые переломы костей кисти составляют примерно 5 % всех повреждений кисти у детей и представляют собой уникальную проблему из-за теоретически более высокого риска заражения. В США показатели инфицирования после открытых переломов пястной кости и фаланг пальцев кисти варьировались от 0 до 11,1 % случаев [10, 11].

Так, доктором D.L. Skaggs и соавт. [12] было проведено мультицентровое исследование, в котором они сравнили инфекционные осложнения после открытых переломов у 536 детей с типами переломов I–III по Gustilo–Anderson. Дети были разделены на две группы: одна получала комплексное лечение открытого перелома менее чем через 6 ч с момента травмы, вторая — через 6 ч и более с момента возникновения открытого перелома. По результатам исследования статистически значимых различий в риске развития инфекционных осложнений в двух группах не выявлено [12].

В настоящее время лечение любых открытых травм сопровождается введением антибактериальных препаратов. Антибактериальные препараты — наиболее часто назначаемый класс лекарственных средств для детей [13]. Зачастую имеет место некорректное назначение антибиотиков в виде необоснованной антибиотикотерапии при отсутствии прямых показаний, которое может повлечь за собой такие нежелательные явления, как выработка резистентности у патогенных микроорганизмов и нарушение микробиоценоза желудочно-кишечного тракта [14, 15].

Распространение в последнее время большого количества резистентных микроорганизмов к различным группам антибактериальных препаратов носит эпидемиологическое, медицинское и социальное значение [16].

*Цель исследования:* разработка рационального алгоритма периоперационной антибиотикопрофилактики при открытых травмах кисти у детей на основе экспериментального и клинического исследования.

## МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели, исследование было разделено на два этапа: экспериментальный и клинический.

Целью экспериментального исследования стала разработка модели открытого перелома бедренной кости, выполнение остеосинтеза, проведение различных вариантов антибиотикопрофилактики и обоснование оптимального алгоритма периоперационной антибиотикопрофилактики (ПАП) при открытых переломах мелких трубчатых костей и внедрение разработанного алгоритма в практическую деятельность.

Эксперимент проводили на 60 половозрелых, беспородных морских свинок мужского пола в возрасте 6 мес., весом 800–1050 г, в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» и принципами, изложенными в конвенции по защите позвоночных животных, используемых для эксперимента и других целей (Страсбург, Франция, 1986). Все животные содержались в соответствии с санитарными требованиями № 1045-73 от 06.04.1973, со свободным доступом к воде и пище. Подопытных морских свинок содержали в металлических клетках по 2–3 особи в каждой, с температурой воздуха в помещении не ниже 25 °С. Перед экспериментом все животные 1 мес. пребывали в карантине. Проект и дизайн экспериментальной работы одобрен протоколом № 3 от 17.03.2017 локального этического комитета ФГБОУ ВО УГМУ. Свинок были разделены на 3 группы по 20 особей: две группы в зависимости от сроков введения антибактериального препарата и третья группа сравнения. Животным I группы, с условным названием «АБ-1», антибиотик вводили за 30 мин до операции и далее через 8 ч в течение 1 сут. Животным II группы, с условным названием «АБ-3», антибактериальный препарат вводили также за 30 мин до операции и далее че-

рез 8 ч в течение 3 сут послеоперационного периода. Морским свинкам в III группе, с условным названием «Контроль», антибиотик не вводили. Экспериментальные животные в группах АБ-1 и АБ-3 получали антибактериальный препарат цефуроксим (группа цефалоспоринов 2-го поколения, действует бактерицидно, путем нарушения синтеза клеточной стенки микроорганизма). Цефуроксим высокоактивен в отношении грамположительных микроорганизмов (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, включая штаммы, устойчивые к пенициллинам), которые являются основными представителями микрофлоры кожных покровов, что обуславливает актуальность применения данного антибактериального препарата при открытых травмах. Цефуроксим вводили всем животным путем внутримышечных инъекций из расчета 60 мг/кг в сутки, с перерасчетом на массу каждой свинки. Моделирование открытого перелома бедренной кости проводили по собственной методике [17, 18].

В процессе экспериментального исследования был произведен анализ клинических признаков воспаления в области послеоперационной раны. Лабораторные методы исследования заключались в общем анализе крови (ОАК), биохимическом анализе крови и анализе уровня С-реактивного протеина на 1-е и 7-е послеоперационные сутки для оценки уровня маркеров воспалительного процесса. На 28-е послеоперационные сутки всем животным проводили спиральную компьютерную томографию для оценки формирования костной мозоли и состояния костной ткани в области перелома. Животных выводили из опыта на 30-е сутки после операции путем передозировки наркотического препарата.

При выведении животных из эксперимента для морфологического исследования проводили забор обеих бедренных костей путем их отчленения от туловища и максимально возможного скелетирования сегмента. После фиксации препаратов проводили декальцинацию в 7 % растворе азотной кислоты и парафиновой заливки, из кусочков костной ткани на микротоме были приготовлены срезы толщиной 10–12 микрон. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином и пикрофуксином. Морфологическое исследование проведено методом световой микроскопии с использованием светового микроскопа.

Для объективизации сравнительного анализа изменений слоев зоны консолидации

проводили морфометрическое исследование. Измерения производили в пяти произвольных полях зрения, которые измеряли в микрометрах. В регенерате бедренной кости оценивали соотношение размеров кортикальной пластинки, соединительной ткани, новообразованной губчатой кости и хрящевой ткани. Полученные данные переводили в процентное соотношение каждой структуры, для статистической обработки. Определяли степень воспалительных изменений в костномозговом канале. Статистическую обработку данных производили при помощи программного обеспечения Microsoft Excel 2018 и Statistica 6.0. Для оценки достоверности результатов исследования использовали непараметрический *U*-критерий Манна–Уитни. Различия в сравниваемых группах считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Клиническая часть работы основана на анализе результатов комплексного обследования и хирургического лечения 120 детей с открытыми травмами кисти, получавших стационарное лечение на базе травматологического отделения ДГКБ № 9. Все исследования проводили с учетом требований Положения «О порядке проведения биомедицинских исследований у человека» (Бюллетень ВАК Минобразования России, 2002. № 3. С. 73–75).

Все дети, вошедшие в исследование, были поделены на две группы: в основную группу вошли 50 детей, получавших стационарное лечение открытых травм кисти по экспериментально разработанному алгоритму периоперационной антибиотикопрофилактики; в группу сравнения вошли 70 детей, находившихся на стационарном лечении открытых травм кисти, получавших периоперационный курс антибиотиков от 0 до 7 дней, без четко выработанного алгоритма. Мальчики значительно преобладали над девочками, а основной возрастной период травм составил с 3 до 7 лет в обеих группах ( $40 \pm 0,5$  %).

В процессе клинической работы были сформированы критерии включения и исключения в исследование.

Критерии включения пациентов в исследование:

- резаные, рваные, ушибленные, рубленые, колотые раны кисти;
- локализация раны дистальнее кистевого сустава;
- класс чистоты раны 2;
- срок получения травмы до 8 ч;
- внутримышечное введение цефалоспоринов 1–2-го поколения.

Критериями исключения из исследования послужили:

- взрывные, укушенные раны;
- загрязненные раны классов 3 и 4;
- срок получения травмы более 8 ч;
- сочетанная и комбинированная травма;
- наличие сопутствующих соматических патологий, сопровождающихся иммунодефицитными состояниями;

- получение ребенком антибактериальных препаратов по поводу соматической патологии в течение 1 мес. до госпитализации или во время госпитализации;

- получение иных антибактериальных препаратов [19].

Основные виды механогенеза открытых повреждений кисти в обеих группах представлены на рис. 1.

Клиническое исследование пациентов с открытыми травмами кисти включало тщательный сбор жалоб, анамнеза, в том числе паспортные данные (пол, возраст, территория проживания). Подробно изучали механизм травмирования кисти, условия в которых была получена рана, характеристики ранящего агента. Всем детям выполняли стандартный набор исследования, включающий общий анализ мочи, ОАК при поступлении, через 3 сут после оперативного лечения и перед выпиской из стационара, рентгенографию кисти в двух проекциях при поступлении и после операции по поводу остеосинтеза. Анализировали клинические признаки воспалительного процесса в области послеоперационной раны, изучали ранние и отдаленные анатомо-функциональные результаты.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

При оценке местных признаков воспаления в зоне экспериментального интереса в ближайшем послеоперационном периоде на 1-е сутки у всех животных признаков воспаления не было. На 3-и сутки у 60 % животных контрольной группы появились начальные признаки воспаления в виде гиперемии и инфильтрации в области вмешательства, а в группах АБ-1 и АБ-3 признаки воспаления не проявлялись. На 7-е сутки послеоперационного периода у 85 % животных контрольной группы проявились начальные признаки воспаления, а у 10 % — гнойные выделения в месте входа спиц, в группе АБ-1 у 10 % животных появились первые признаки воспалительного процесса, в группе АБ-3 первые признаки воспаления появились у 5 % животных. К 30-м послеоперационным суткам у 40 % животных контрольной группы отмечалось выделение гноя в области введения спиц, в группе АБ-1 в 15 % случаев присутствовала инфильтрация в области перелома, в группе АБ-3 в 10 % отмечались ранние признаки воспаления и в 5 % присутствовал гной в месте введения спицы. Летальный исход составил 15 % в группе контроля и по 5 % в группах АБ-1 и АБ-3.

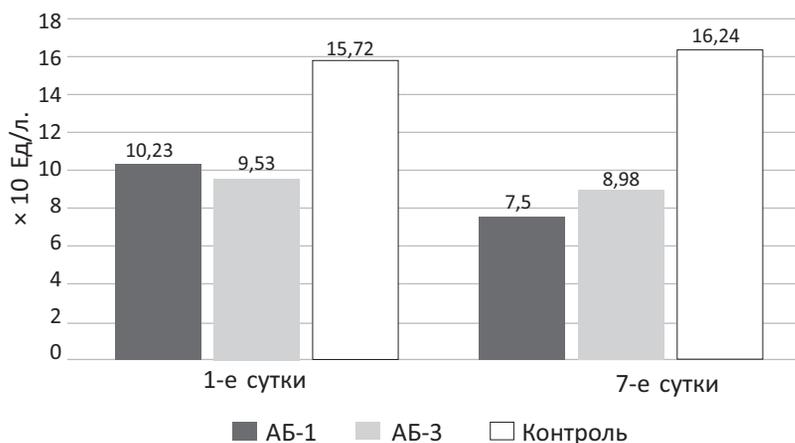
При оценке результатов лабораторных показателей отмечается увеличение количества лейкоцитов в ОАК на 1-е и 7-е послеоперационные сутки у животных контрольной группы (рис. 2).

При анализе показателей С-реактивного протеина было выявлено, что имеются досто-



Рис. 1. Механогенез открытых травм кисти

Fig. 1. Mechanism of open hand injuries



**Рис. 2.** Динамика изменения уровня лейкоцитов в общеклиническом анализе крови морских свинок в основных и контрольной группах

**Fig. 2.** Dynamics of changes in the level of leukocytes in the general clinical blood test of guinea pigs in the main and control groups

верные различия между контрольной группой и группами АБ-1 и АБ-3 ( $p < 0,05$ ), при этом между собой группы с введением антибиотика не имели статистически значимой разницы ( $p > 0,05$ ).

Результаты лучевой диагностики свидетельствуют о нарушениях консолидации перелома трубчатой кости при отсутствии ПАП. Короткий курс антибиотикопрофилактики позволяет своевременно формироваться полноценной костной мозоли.

При морфологическом исследовании производили измерение размеров хрящевой ткани, новообразованных костных балок, соединительной ткани и кортикальной пластинки в пяти произвольных полях зрения.

В группе контроля отмечено менее интенсивное разрастание новообразованных костных трабекул и увеличенных объемов волокнистой соединительной ткани, а также активно пролиферирующих участков хрящевой ткани. Обнаружены значительные скопле-

ния нейтрофильных лейкоцитов в костномозговом канале с диффузно расположенными лейкоцитарными очагами.

Средние результаты измерений в пяти произвольных полях зрения микропрепарата, полученные в результате морфометрического исследования, представлены в табл. 1.

В результате эксперимента был разработан алгоритм периоперационной антибиотикопрофилактики при открытых переломах мелких трубчатых костей с классом раны 2 (рис. 3), по которому производилось лечение пациентов основной группы клинического этапа исследования.

В качестве критериев оценки результатов клинического этапа исследования избраны: 1) клиническая оценка признаков воспалительных изменений в области операционной раны; 2) температурная реакция организма; 3) уровень лейкоцитов в общем анализе крови на 1-е и 3-и послеоперационные сутки; 4) восстановление функции кисти по моди-

Таблица 1 / Table 1

Средние размеры зоны консолидации перелома бедренной кости лабораторных животных  
Average size of the consolidation zone of the femoral fracture in laboratory animals

Показатели морфометрического исследования	Группы наблюдений		
	АБ-1	АБ-3	Контроль
Кортикальная пластинка, мкм	83,33	67,62	47,66
Соединительная ткань, мкм	38,31	44,37	63,17
Хрящевая ткань, мкм	74,98	70,47	134,83
Новообразованные костные балки, мкм	268,97	260,20	166,89

*Примечание.* При сравнении лабораторных показателей групп АБ-1 и АБ-3 статистически значимых различий выявлено не было,  $p > 0,05$ ; при сравнении показателей основных групп с контрольной получена статистически значимая разница ( $p < 0,05$ ).



\* Исключение составляют огнестрельные и укушенные раны.

**Рис. 3.** Алгоритм периоперационной антибиотикопрофилактики при открытых переломах мелких трубчатых костей с классом раны 2

**Fig. 3.** Algorithm for perioperative antibiotic prophylaxis for open fractures of small tubular bones with wound class 2

фицированному опроснику исходов и нетрудоспособности руки и кисти; 5) анатомический результат.

При выполнении неотложных оперативных вмешательств на кисти в ближайшем послеоперационном периоде (до выписки из стационара) встречались такие осложнения, как нагноение раны (включены воспалительные выделения с места входа спицы Киршнера при остеосинтезах), краевой некроз до-

норского лоскута либо краев ушитой раны (табл. 2).

Из данных табл. 2 видно, что в основной группе гнойно-воспалительные осложнения встречаются реже, чем в группе сравнения, 12 и 18,5 % соответственно. Некротические осложнения также чаще встречались в группе сравнения (21,5 %), и в большинстве случаев представляли собой краевой некроз вследствие чрезмерного натяжения краев кожи.

Таблица 2 / Table 2

**Ранние послеоперационные осложнения при лечении травм кисти у детей**  
Early postoperative complications in the treatment of hand injuries in children

Вид оперативного вмешательства	Основная группа (n = 50)		Группа сравнения (n = 70)	
	нагноение раны	некроз краев раны либо донорского лоскута	нагноение раны	некроз краев раны либо донорского лоскута
Первичная хирургическая обработка	2 (4 %)	3 (6 %)	5 (7,1 %)	6 (8,6 %)
Кожно-пластические вмешательства	2 (4 %)	5 (10 %)	5 (7,1 %)	9 (12,9 %)
Остеосинтез костей кисти	1 (2 %)	0	3 (4,3 %)	0
Всего	5 (10 %)	8 (16 %)	13 (18,5 %)	15 (21,5 %)
	13 (26 %)		28 (40 %)	

Примечание.  $p > 0,05$ .

У одного ребенка (2 %) основной группы и у 3 детей (4 %) в группе сравнения случился полный некроз перемещенных кожных лоскутов на кончики пальцев, однако некрэктомию не выполняли в связи с небольшой площадью некроза и отсутствием воспалительных осложнений, в процессе лечения происходила эпителизация под струпом.

При оценке температурной реакции организма, которую проводили ежедневно 2 раза в сутки, получены статистически незначимые различия в результатах сравниваемых групп. В основной группе среднее значение температуры тела в течение трех суток после операции было  $36,7 \pm 0,8$  °С, а в группе сравнения —  $36,8 \pm 1,2$  °С.

При проведении сравнительного анализа уровня лейкоцитов в ОАК на первые послеоперационные сутки в обеих группах установлено, что в основной группе и в группе сравнения среднее значение уровня лейкоцитов находится в пределах нормы. Стоит отметить, что у пациентов с повышенным уровнем лейкоцитов не было клинических признаков воспаления в области раны, скорость оседания эритроцитов (СОЭ) в пределах нормы (1–8 мм/ч) в обеих группах. Показатели в сравниваемых группах не имеют статистически значимых отличий ( $p \geq 0,05$ ).

Оценивали восстановление функции кисти очно и при помощи опросника исходов и нетрудоспособности руки и кисти Disability of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure — DASH [20]. У всех пациентов функциональность кисти была восстановлена до хорошей и очень хорошей функциональности. Очный осмотр состоялся у всех детей основной группы и у 49 детей (72,2 %) группы сравнения, остальные 17 детей (27,8 %) не имели возможности приехать на осмотр, так как проживали в области, опрос у данных пациентов проводился посредством телефонной консультации.

В отдаленном послеоперационном периоде, после выполнения кожно-пластических операций на уровне дистальной фаланги пальцев также оценивали форму ногтевой пластинки, которая может быть нормальной, по типу «стекла часов» и рельефной. Производили оценку укорочения фаланги и восстановление ее анатомической формы в области кожной пластики. Послеоперационные анатомо-функциональные результаты лечения травмированных детей были разделены на отличные, хорошие, удовлетворительные и неудовлетворительные.

Из данных табл. 3 видно, что в подавляющем большинстве случаев был достигнут отличный (55,8 %) и хороший (32,7 %) анатомический результат лечения в обеих группах.

В одном случае неудовлетворительного результата лечения у ребенка случился отрыв питающей ножки при выполненной «итальянской пластике» с ладонной поверхности кисти, вследствие чего произошел некроз перемещенного лоскута. Пациенту было выполнено повторное оперативное вмешательство в плановом порядке в объеме некрэктомии и выполнение перекрестной кожной пластики с тыльной поверхности соседнего пальца, с последующим удовлетворительным результатом.

## ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе эпидемиологии открытых травм кисти было выявлено, что основной причиной данных повреждений стали ущемления пальцев и кисти тяжелыми предметами у детей в возрасте от 3 до 7 лет, что сопоставимо с данными мировых и отечественных авторов [5, 10–12].

В настоящее время отсутствуют четкие рекомендации относительно антибиотико-профилактики при открытых травмах кисти

Таблица 3 / Table 3

Сравнительная оценка анатомического результата операций при травматических ампутациях дистальных фаланг пальцев кисти  
Comparative assessment of the anatomical results of operations in traumatic amputations of the distal phalanges of the fingers

Результат лечения	Основная группа, $n = 21$ , 40,4 % всех ампутаций	Группа сравнения, $n = 31$ , 59,6 % всех ампутаций
Отличный	12 (58 %)	17 (55 %)
Хороший	7 (33 %)	10 (32 %)
Удовлетворительный	2 (9 %)	3 (10 %)
Неудовлетворительный	0	1 (3 %)

в детском возрасте, однако мировые и отечественные авторы в своих работах прибегают к антибиотикопрофилактике при открытых травмах кисти длительностью от 3 до 7 сут, ничем данный срок не обосновывая.

Основываясь на клинических, лабораторных, лучевых и морфологических результатах экспериментального исследования, установлено, что применение антибактериальных препаратов при открытых переломах трубчатой кости, безусловно, необходимо. Однако полученные данные указывают, что для предотвращения гнойно-воспалительных осложнений в зоне перелома после остеосинтеза, достаточно периперационного введения антибактериального препарата с профилактической целью в течение 24 ч. Статистически значимых различий по уровню послеоперационных осложнений в результатах клинического исследования, между суточной и трехдневной периперационной антибиотикопрофилактикой, выявлено не было, что сопоставимо с результатами мировых и отечественных авторов, применяющих более длительные курсы ПАП [5, 10–12]. Это позволило использовать данный алгоритм при лечении детей с открытыми повреждениями кисти без повышенных рисков послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений, что доказано сравнительным клиническим исследованием.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании экспериментальной модели открытого перелома трубчатой кости, его остеосинтеза и различных курсов антибиотикопрофилактики доказано, что краткосрочный курс периперационной антибиотикопрофилактики в течение 24 ч представляется наиболее оптимальным. При использовании разработанного алгоритма в клинической практике в ближайшем послеоперационном периоде отличные результаты по уровню гнойно-воспалительных осложнений получены в 90 % случаев травм кисти, а в отдаленном послеоперационном периоде установлен отличный и хороший анатомический и функциональный результат оперативного лечения у 88,5 % детей.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kwak D, Lee S, Yoo J, et al. Difference in the epidemiologic and clinical characteristics by age groups of the children who visited a hand center emergency department with a hand injury requiring surgery. *Pediatr Emerg Med J*. 2016;3(2):53–58. <https://doi.org/10.22470/pemj.2016.3.2.53>
2. Ruta D, Ozer K. Open Fractures of the Hand with Soft Tissue Loss. *Hand Clinics*. 2013;29(4):551–567. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2013.08.008>
3. Корюков А.А., Губин А.В., Кузнецов В.П., и др. Возможности улучшения функции косметики культи пальцев кисти методом оссеointеграции // Гений ортопедии. — 2016. — № 4. — С. 22–28. [Koryukov AA, Gubin AV, Kuznetsov VP, et al. Possibilities of improving the function and esthetic appearance of finger stumps using the method of osseointegration. *Genij Orthopedii*. 2016;(4):22–28. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2016-4-22-28>
4. Голубев И.О., Гришин В.М. Задний межкостный лоскут предплечья в реконструкции кисти у детей // Травматология и ортопедия России. — 2014. — № 2. — С. 62–67. [Golubev IO, Grishin M. Posterior interosseous flap in pediatric hand reconstructions. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2014;(2):62–67. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2014-0-2-62-67>
5. Токарев А.Е., Козюков В.Г. Первичные восстановительные операции при открытых повреждениях кисти пальцев, направленные на восстановление функции захвата // Пермский медицинский журнал. — 2013. — Т. 30. — № 3. — С. 41–45. [Tokarev AE, Kozyukov VG. Primary plastic operations for open hand and fingers injuries directed to restoration of grasp function. *Perm Medical Journal*. 2013;30(3):41–45. (In Russ.)]
6. Yorlets RR, Busa K, Eberlin KR, et al. Fingertip injuries in children: epidemiology, financial burden, and implications for prevention. *Hand (NY)*. 2017;12(4):342–347. <https://doi.org/10.1177/1558944716670139>
7. Al-Anazi AF. Fingertip injuries in pediatric patients — experiences at an emergency center in Saudi Arabia. *J Pak Med Assoc*. 2013;63(6):675–679

8. Liu WH, Lok J, Lau MS. et al. Mechanism and epidemiology of pediatric finger injuries at Prince of Wales Hospital in Hong Kong. *Hong Kong Med J*. 2015;21(3):237–242. <https://doi.org/10.12809/hkmj144344>
9. Mirzaie M, Parsa A, Salehi M, et al. Epidemiology of hand injuries in children presenting to an orthopedic trauma center in southeast of Iran. *Arch Bone Jt Surg*. 2014;2(3):225–231.
10. Minhas SV, Catalano LW. Comparison of Open and Closed Hand Fractures and the Effect of Urgent Operative Intervention. *J Hand Surg Am*. 2019;44(1):65.e1–65.e7. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.04.032>
11. Bannasch H, Heermann AK, Iblher N, et al. Ten years stable internal fixation of metacarpal and phalangeal hand fractures — risk factor and outcome analysis show no increase of complications in the treatment of open compared with closed fractures. *J Trauma*. 2010;68(3):624–628. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181bb8ea0>
12. Skaggs DL, Friend L, Alman B, et al. The effect of surgical delay on acute infection following 554 open fractures in children. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(1):8–12. <https://doi.org/10.2106/JBJS.C.01561>
13. Hersh AL, Shapiro DJ, Pavia AT, Shah SS. Antibiotic prescribing in ambulatory pediatrics in the United States. *Pediatrics*. 2011;128(6):1053–1061. <https://doi.org/10.1542/peds.2011-1337>
14. Тихонов А.Н., Судаков Д.В., Белов Е.В., Шевцов А.Н. Антибиотикорезистентность в травматологии // Центральный научный вестник. — 2018. — Т. 3 — № 23. — С. 15–17. [Tikhonov AN, Sudakov DV, Belov EV, Shevtsov AN. Antibiotic resistance in traumatology. *Central science bulletin*. 2018;3(23):15–17. (In Russ.)]
15. Hass H, Launay E, Minodier P, et al. Surgical and medical antibiotic prophylaxis. *Arch Pédiatr*. 2017;24(12):S46–S51. [https://doi.org/10.1016/S0929-693X\(17\)30519-5](https://doi.org/10.1016/S0929-693X(17)30519-5)
16. Руднов В.А., Колотова Г.Б., Багин В.А., и др. Роль управления антимикробной терапией в службе реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. — 2018. — Т. 20 — № 2. — С. 132–140. [Rudnov VA, Kolotova GB, Bagin VA, et al. The role of antimicrobial therapy stewardship in intensive care service. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy*. 2018;20(2):132–140. (In Russ.)]
17. Патент РФ на изобретение № 2717217/18.03.2020. Бюл. № 8. Гордиенко И.И., Борисов С.А., Цап Н.А. Способ моделирования и лечения открытого перелома трубчатой кости в эксперименте. [Patent RU 2717217/18.03.2020. Вул. No. 8. Gordienko II, Borisov SA, Tsap NA. Method of modeling and treatment of open fracture of tubular bone in experiment. Режим доступа: <https://patenton.ru/patent/RU2717217C1>. Дата обращения: 12.12.20.
18. Гордиенко И.И., Борисов С.А., Цап Н.А. Алгоритм антибиотикопрофилактики при открытых переломах трубчатых костей. Экспериментальное исследование // Вестник экспериментальной и клинической хирургии. — 2019. — Т. 12 — № 3. — С. 187–192. [Gordienko II, Borisov SA, Tsap NA. The antibiotic prophylaxis algorithm for open hand injuries in children. Experimental study. *Journal of Experimental and Clinical Surgery*. 2019;12(3):187–192. (In Russ.)] <https://doi.org/10.18499/2070-478X-2019-12-3-187-192>
19. Гордиенко И.И., Цап Н.А. Периоперационная антибиотикопрофилактика при открытых травмах кисти у детей // Доктор.Ру. — 2019. — № 5 — С. 34–37 [Gordienko II, Tsap NA. Perioperative Antibiotic Prophylaxis in Open Hand Injuries in Children. *Doctor.Ru*. 2019;(5):34–37. (In Russ.)] <https://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-160-5-34-37>
20. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*. 1996;29:602–608. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199606\)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199606)29:6<602::AID-AJIM4>3.0.CO;2-L)

### Информация об авторах

**Иван Иванович Гордиенко** — ассистент кафедры детской хирургии. УГМУ, Екатеринбург. E-mail: [ivan-gordienko@mail.ru](mailto:ivan-gordienko@mail.ru)

**Наталья Александровна Цап** — д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой детской хирургии. УГМУ, Екатеринбург. E-mail: [tsapna-ekat@rambler.ru](mailto:tsapna-ekat@rambler.ru)

### Information about the authors

**Ivan I. Gordienko** — Assistant of the Department of Pediatric Surgery, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia. E-mail: [ivan-gordienko@mail.ru](mailto:ivan-gordienko@mail.ru)

**Natalya A. Tsap** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Pediatric Surgery. Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia. E-mail: [tsapna-ekat@rambler.ru](mailto:tsapna-ekat@rambler.ru)