

25. Bawazir O.A. A Modified Clip-and-drop Technique Using LigaSure Device in the Management of Multifocal Necrotizing Enterocolitis / O.A. Bawazir, O.M. Baajlan //Journal of Clinical Neonatology. – 2025. – Vol. 14, № 1. – P. 15-19.
26. Surgical Options in Necrotizing Enterocolitis / M. Duci, G. Verlato, L. Moschino [et al.] // EC Paediatrics. – 2021. – Vol. 10. – P. 105-111.
27. Efficacy of peritoneal drainage in very-low-birth-weight neonates with Bell's stage II necrotizing enterocolitis: A single-center retrospective study / Y. Shen, Y. Lin, Y.F. Fang [et al.] // World Journal of Gastrointestinal Surgery. – 2023. – Vol. 15, № 7. – P. 1416.

### **Сведения об авторах**

А.Н. Криворучко – студент

А.Е. Слукина\* – студент

Н.А. Цап – доктор медицинских наук, профессор

### **Information about the authors**

A.N. Krivoruchko – Student

A.E. Slukina – Student

N.A. Tsap – Doctor of Sciences (Medicine), Professor

\***Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):**

anast.slukina@gmail.com

УДК: 617-089.844

## **ПРИНЦИПЫ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ КОСТЕЙ**

Мазитов Дамир Маратович, Арбеков Петр Владимирович

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны

Российской Федерации

Санкт-Петербург, Россия

### **Аннотация**

**Введение.** Лечение огнестрельных переломов длинных костей является серьезной проблемой для военной и гражданской хирургии, связанное с высокоэнергетическими повреждениями костей и мягких тканей, что требует комплексного подхода к лечению. Такие травмы сопровождаются высоким риском инфекционных осложнений, нарушением консолидации и длительным периодом реабилитации. **Цель исследования** – обобщить современные принципы хирургического лечения огнестрельных переломов, включая первичную хирургическую обработку, методы фиксации, антибактериальную терапию и применение современных технологий, таких как Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). **Материал и методы.** Обзор научных публикаций, посвященных принципам хирургического лечения огнестрельных переломов длинных костей конечностей. **Результаты.** Результаты показали, что успешное лечение огнестрельных переломов требует мультидисциплинарного подхода, включающего раннюю диагностику, адекватную первичную хирургическую обработку, жесткую фиксацию и своевременную антибактериальную терапию. Применение NPWT значительно улучшает заживление ран и снижает риск инфекционных осложнений. **Выводы.** Хирургическое лечение огнестрельных переломов длинных костей остается одной из наиболее сложных задач в травматологии и ортопедии. Это связано с высокой энергией повреждения, которая приводит не только к перелому кости, но и к обширному повреждению мягких тканей, сосудов и нервов. Современные подходы к лечению таких повреждений требуют комплексного и поэтапного подхода, начиная с первоначальной оценки тяжести ранения и заканчивая реабилитацией пациента.

**Ключевые слова:** огнестрельные переломы, первичная хирургическая обработка, инфекционные осложнения, NPWT.

## **USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR PROCESSING AND ANALYSIS OF SURGICAL VIDEOS**

Mazitov Damir Maratovich, Arbekov Petr Vladimirovich

Military Medical Academy named after S.M. Kirov

Saint Petersburg, Russia

### **Abstract**

**Introduction.** The treatment of gunshot fractures of long bones is a significant challenge for both military and civilian surgery due to the high-energy damage to bones and soft tissues, which requires a comprehensive approach. Such injuries are associated with a high risk of infectious complications, impaired bone healing, and prolonged rehabilitation. **The aim of this study** is to summarize modern principles of surgical treatment of gunshot fractures, including primary surgical debridement, fixation methods, antibiotic therapy, and the use of advanced technologies such as Negative Pressure Wound Therapy (NPWT). **Material and methods.** A review of scientific publications focusing on the principles of surgical treatment of gunshot fractures of long bones was conducted. **Results.** The results demonstrated that successful treatment

of gunshot fractures requires a multidisciplinary approach, including early diagnosis, adequate primary surgical debridement, rigid fixation, and timely antibiotic therapy. The use of NPWT significantly improves wound healing and reduces the risk of infectious complications. **Conclusions.** Surgical treatment of gunshot fractures of long bones remains one of the most complex tasks in trauma and orthopedics. This is due to the high-energy impact, which not only causes bone fractures but also extensive damage to soft tissues, blood vessels, and nerves. Modern approaches to treating such injuries require a comprehensive and step-by-step strategy, starting from the initial assessment of the wound severity and ending with patient rehabilitation.

**Keywords:** gunshot fractures, primary surgical debridement, infectious complications, NPWT.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Хирургическое лечение огнестрельных переломов длинных костей конечностей включает в себя: использование открытой репозиции и внутренней фиксации (ORIF), интрамедуллярных гвоздей (IM) или использование внешних фиксаторов [1]. Но в связи с тем, что огнестрельные переломы, как правило, являются высокоэнергетическими травмами, они сопровождаются оскольчатыми переломами. На сегодняшний день не существует золотого стандарта для лечения этих сложных оскольчатых переломов. Огнестрельные ранения характеризуются высокой степенью повреждения тканей, что связано с кинетической энергией снаряда, его фрагментацией и образованием временной пульсирующей полости, которая вызывает дополнительное повреждение окружающих структур [2].

Особенностью огнестрельных переломов является их высокая склонность к развитию осложнений, таких как инфекционные процессы (остеомиелит, флегмона), нарушение консолидации перелома (несращение, ложные суставы), а также длительное восстановление функции конечности [3]. Это делает лечение таких повреждений сложным и многоэтапным процессом, требующим комплексного подхода, включающего не только хирургическое вмешательство, но и антибактериальную терапию, реабилитацию и психологическую поддержку пациента.

Актуальность проблемы лечения огнестрельных переломов обусловлена не только медицинскими, но и социальными аспектами. В условиях военных конфликтов, террористических актов и криминальных инцидентов количество таких травм значительно возрастает, что требует от медицинских специалистов готовности к оказанию помощи пациентам с тяжелыми и сочетанными повреждениями. Кроме того, огнестрельные ранения часто сопровождаются значительным психологическим стрессом, что требует мультидисциплинарного подхода с участием травматологов, хирургов, реабилитологов и психологов.

Современные принципы лечения огнестрельных переломов длинных костей включают несколько ключевых этапов: первоначальную оценку тяжести ранения, первичную хирургическую обработку раны, выбор метода фиксации перелома, антибактериальную терапию и реабилитацию. Каждый из этих этапов требует тщательного планирования и индивидуального подхода, учитывающего характер повреждения, состояние пациента и возможные риски осложнений. В последние годы значительное внимание уделяется внедрению современных технологий, таких как Negative Pressure Wound Therapy (NPWT), которые позволяют улучшить заживление ран и снизить частоту инфекционных осложнений.

**Цель исследования** – обобщить современные данные о принципах хирургического лечения огнестрельных переломов длинных костей, рассмотреть ключевые этапы лечения, включая диагностику, хирургическую обработку, фиксацию перелома и антибактериальную терапию, а также оценить роль современных технологий в улучшении исходов лечения. В статье также обсуждаются перспективы дальнейших исследований в этой области, направленных на оптимизацию протоколов лечения и внедрение новых методов, таких как биологически активные покрытия и персонализированная медицина [4,5].

## **МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ**

В рамках данного обзора проведен анализ современных литературных данных, посвященных хирургическому лечению огнестрельных переломов длинных костей

конечностей. Поиск литературы осуществлялся в базах данных PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, eLibrary.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Первоначальная оценка состояния пациента и тяжести огнестрельного ранения является ключевым этапом, определяющим дальнейшую тактику лечения. Огнестрельные ранения характеризуются высокой степенью повреждения тканей, что связано с передачей высокой кинетической энергии пули или осколка. При оценке раны необходимо учитывать не только локализацию и характер перелома, но и степень повреждения мягких тканей, наличие инородных тел, а также возможные сопутствующие повреждения сосудов и нервов. Раннее выявление жизнеугрожающих состояний, таких как массивное кровотечение или компартмент-синдром, позволяет своевременно принять меры и предотвратить развитие дальнейших осложнений. Современные методы визуализации, такие как компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), играют важную роль в точной диагностике и планировании лечения [2, 6, 7].

Первичная хирургическая обработка (ПХО) раны остается одним из основных методов предотвращения инфекционных осложнений. Огнестрельные раны часто загрязнены инородными телами, фрагментами одежды и почвы, что создает благоприятные условия для развития инфекции. ПХО включает удаление нежизнеспособных тканей, инородных тел и обильное промывание раны. Современные рекомендации подчеркивают важность минимально инвазивного подхода, чтобы сохранить максимальное количество жизнеспособных тканей. Использование антисептиков и антибиотиков местного действия, таких как растворы на основе йода или хлоргексидина, может снизить риск инфицирования. Однако чрезмерная агрессивная обработка раны может привести к дополнительной травматизации тканей и ухудшению заживления [8, 9].

Выбор метода фиксации огнестрельных переломов зависит от множества факторов, включая характер перелома, состояние мягких тканей и общее состояние пациента. Внешняя фиксация (КСВП, КСТ, аппарат Илизарова) часто используется на начальном этапе лечения, так как позволяет стабилизировать перелом без дополнительной травматизации тканей. Этот метод особенно эффективен при сложных переломах с обширным повреждением мягких тканей. Внутренняя фиксация (пластины, интрамедуллярные стержни) может быть рассмотрена после заживления мягких тканей и снижения риска инфекции [10]. Однако внутренняя фиксация требует тщательной оценки состояния раны и должна проводиться только при отсутствии признаков инфекции. Современные методы фиксации направлены на достижение ранней мобилизации пациента, что способствует более быстрому восстановлению функции конечности [11, 12, 13].

Антибактериальная терапия является обязательным компонентом лечения огнестрельных переломов. Раннее назначение антибиотиков широкого спектра действия позволяет снизить риск развития раневой инфекции. Выбор антибиотика зависит от степени загрязнения раны, состояния мягких тканей и наличия системных признаков инфекции [14, 15, 16]. Современные рекомендации предполагают использование антибиотиков в течение 5–7 дней, с возможной коррекцией схемы лечения в зависимости от клинической картины и посевов раневого отделяемого. Однако чрезмерное или необоснованное использование антибиотиков может привести к развитию устойчивости микроорганизмов, что подчеркивает важность индивидуального подхода к назначению антибактериальной терапии [9, 17].

Огнестрельные ранения часто сопровождаются длительным периодом восстановления и могут приводить к развитию осложнений, таких как остеомиелит, ложные суставы и контрактуры. Лечение последствий огнестрельных ранений требует комплексного подхода, включающего как хирургические, так и консервативные методы [18]. Реабилитация пациентов включает физиотерапию, лечебную физкультуру и, при необходимости, повторные хирургические вмешательства. Важным аспектом является психологическая поддержка

пациентов, так как огнестрельные ранения часто сопровождаются посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР). Современные методы реабилитации, такие как кинезиотерапия и использование роботизированных устройств, позволяют улучшить функциональные исходы и сократить сроки восстановления.

NPWT (Negative Pressure Wound Therapy) является современным методом лечения сложных ран, включая огнестрельные. Применение NPWT позволяет улучшить микроциркуляцию, уменьшить отек и ускорить очищение раны от некротических тканей. Этот метод особенно эффективен при лечении ран с большим дефектом мягких тканей и высоким риском инфицирования. Исследования показывают, что использование NPWT снижает частоту инфекционных осложнений и сокращает сроки заживления ран. Однако применение NPWT требует тщательного контроля за состоянием раны и должно проводиться под наблюдением опытного специалиста [19].

Несмотря на значительные успехи в лечении огнестрельных переломов, многие вопросы остаются нерешенными. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию протоколов лечения, включая разработку новых методов хирургической обработки ран, совершенствование методов фиксации и внедрение персонализированной антибиотикотерапии. Особое внимание следует уделить разработке биологически активных покрытий, которые могут ускорить заживление ран и снизить риск инфекции. Кроме того, важным направлением является изучение роли иммуномодулирующей терапии в лечении огнестрельных ран и их последствий [20].

Хирургическое лечение огнестрельных переломов длинных костей остается одной из наиболее сложных задач в травматологии и ортопедии. Это связано с высокой энергией повреждения, которая приводит не только к перелому кости, но и к обширному повреждению мягких тканей, сосудов и нервов. Современные подходы к лечению таких повреждений требуют комплексного и поэтапного подхода, начиная с первоначальной оценки тяжести ранения и заканчивая реабилитацией пациента.

## **ВЫВОДЫ**

1. Огнестрельные переломы длинных костей представляют собой сложную медицинскую проблему, требующую мультидисциплинарного подхода. Современные принципы лечения включают раннюю оценку тяжести ранения, тщательную хирургическую обработку, адекватную фиксацию перелома и своевременную антибактериальную терапию.

2. Использование современных технологий, таких как NPWT, позволяет улучшить результаты лечения и сократить сроки реабилитации.

3. Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на разработку новых методов лечения и оптимизацию существующих протоколов.

## **СПИСОК ИСТОЧНИКОВ**

1. Tosti R. Surgical management principles of gunshot-related fractures / R. Tosti, S. Rehman // *Orthopedic Clinics*. – 2013. – Vol. 44, № 4. – P. 529-540.
2. Management of civilian gunshot injuries to the hip / W.T. Long, E.W. Brien, J.B. Boucree Jr [et al.] // *Orthopedic Clinics of North America*. – 1995. – Vol. 26, № 1. – P. 123-131.
3. Gunshot-related injuries to the foot & ankle / T. Gonzalez, J. Briceno, B. Velasco [et al.] // *Foot & Ankle International*. – 2020. – Vol. 41, № 4. – P. 486-496.
4. The importance of surgical sequence in the treatment of lower extremity injuries with concomitant vascular injury: a meta-analysis / J. Fowler, N. MacIntyre, S. Rehman [et al.] // *Injury*. – 2009. – Vol. 40, № 1. – P. 72-76.
5. Gunshot fractures / R.J. Freeark, L. Graivier, W. Briney, R. Ott // *Quarterly Bulletin of the Northwestern University Medical School*. – 1961. – Vol. 35, № 4. – P. 305.
6. Treating fractures in upper limb gunshot injuries: The Cape Town experience / E.W.M. Engelmann, S. Roche, S. Maqungo [et al.] // *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. – 2019. – Vol. 105, № 3. – P. 517-522.
7. Papasoulis E. Antibiotics in the treatment of low-velocity gunshot-induced fractures: a systematic literature review / E. Papasoulis, M.J. Patzakis, C.G. Zalavras // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2013. – Vol. 471, № 12. – P. 3937-3944.
8. Разработка раневого покрытия на основе гидрогеля с лекарственным растительным сырьем для лечения ран различной этиологии и локализации / В.Н. Емельянов, А.А. Глушков, В.Ю. Бадалян, И. В. Клишин // XIX Научно-практическая конференция операторов научных рот: Сборник статей научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 21 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2024. – С. 24-27.

9. Емельянов В.Н. Эпидемиологические особенности антибиотикорезистентности клинически значимых патогенных микроорганизмов на примере бактерий рода *Serratia* / В. Н. Емельянов, А. И. Зоря, А. А. Глушков // Медицина. – 2024. – Т. 12, № 3(47). – С. 118-129.
10. Risk of infection following gunshot wound fractures to the foot and ankle: a multicenter retrospective study / WL Shelton, PC Krause, R Fox [et al.] // The Journal of Foot and Ankle Surgery. – 2023. – Vol. 62, № 1. – P. 50-54.
11. Schrock K. Outcomes and complications associated with acute gunshot fractures in cats and dogs / K. Schrock, S.C. Kerwin, N. Jeffery // Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology. – 2022. – Т. 35. – №. 03. – С. 205-212.
12. Infectious profiles in civilian gunshot associated long bone fractures / A.N. Ghali, V. Venugopal, N. Montgomery [et al.] // International orthopaedics. – 2024. – Vol. 48, № 1. – P. 31-36.
13. Fractures due to gunshot wounds: do retained bullet fragments affect union? / J.T. Riehl, K. Connolly, G. Haidukewych, K. Koval // The Iowa orthopaedic journal. – 2015. – Vol. 35. – P. 55.
14. Delayed union and nonunions: epidemiology, clinical issues, and financial aspects / D.J. Hak, D. Fitzpatrick, J.A. Bishop [et al.] // Injury. – 2014. – Vol. 45. – P. S3-S7.
15. Management of civilian low-velocity gunshot injuries to an extremity / J.T. Jabara, N.P. Gannon, H.A. Vallier, M.P. Nguyen // JBJS. – 2021. – Vol. 103, № 11. – P. 1026-1037.
16. Versorgungsstrategien bei Schussverletzungen der Extremität / P. Kobbe, M. Frink, R. Oberbeck [et al.] // Der Unfallchirurg. – 2008. – Vol. 111, № 4. – P. 247-255.
17. Outpatient treatment guidelines of gunshot wound to the hand and wrist resulting in an open fracture: case report / T. Brown, P. Gaburak, J. Hwang, T.A. Brown // Cureus. – 2022. – Vol. 14, № 11.
18. A civilian perspective on ballistic trauma and gunshot injuries / P. Lichte, R. Oberbeck, M. Binnebösel [et al.] // Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine. – 2010. – Vol. 18. – P. 1-8.
19. Kiehn M.W. Fracture management of civilian gunshot wounds to the hand / M.W. Kiehn, A. Mitra, K.A. Gutowski // Plastic and reconstructive surgery. – 2005. – Vol. 115, № 2. – P. 478-481.
20. Freeland A.E. Fracture fixation in the mutilated hand / A.E. Freeland, W.C. Lineaweaver, S.G. Lindley // Hand clinics. – 2003. – Vol. 19, № 1. – P. 51-61.

### **Сведения об авторах**

Д.М. Мазитов\* – оператор научной роты

П.В. Арбеков – оператор научной роты

### **Information about the authors**

P.V. Arbekov – Scientific Company Operator

D.M. Mazitov – Scientific Company Operator

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

virko-viktor@mail.ru

УДК: 616-002.36

## **ВЛИЯНИЕ ОЗОНОТЕРАПИИ НА РЕПАРАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ХРОНИЧЕСКИХ РАНАХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ**

Михеев Александр Сергеевич<sup>1,2</sup>, Засорин Александр Александрович<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра хирургических болезней

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,

<sup>2</sup>ЧУЗ Клиническая Больница «РЖД-Медицина»

Екатеринбург, Россия

### **Аннотация**

**Введение** Лечение хронических ран нижних конечностей является серьезной проблемой современной хирургии. От 600 тыс. до 2,5 млн. людей в мире страдают от хронических ран. **Цель исследования** – оценить эффективность местного и системного применения озонотерапии в комплексном лечении хронических ран у пациентов с СД, определить её влияние на регенерацию тканей, микроциркуляторные изменения и бактериальную обсеменённость раневой поверхности. **Материал и методы.** Исследование включало 32 пациента с хроническими ранами нижних конечностей, проходивших лечение в 3 хирургическом отделении «ЧУЗ КБ РЖД-Медицина» г. Екатеринбург. Оценка эффективности лечения проводилась по морфологическим, бактериологическим и микроциркуляторным показателям. **Результаты.** Динамика показателей микроциркуляции в группе, где использовалась местная ОТ, достоверно отличается от значений в контрольной группе. Так же в этом исследовании группа, получавшая местную ОТ, продемонстрировала более высокую скорость заживления ран по сравнению с контрольной группой. **Выводы.** Включение озонотерапии в комплекс лечебных мероприятий способствует активации механизмов микроциркуляторной адаптации, улучшает транскапиллярный обмен, ускоряет репаративные процессы и снижает бактериальную контаминацию. Применение данного метода позволяет сократить сроки заживления хронических ран на фоне СД в 1,3 раза, что подтверждает его клиническую эффективность и целесообразность использования в хирургической практике. **Ключевые слова:** микроциркуляция, хирургическая инфекция мягких тканей, сахарный диабет, озонотерапия.