

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ ПЕРЕЛОМОВ
ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ В ВЫСОКОГОРЬЕ****А.А. Кубатбеков**

Клиническая больница скорой медицинской помощи

г. Бишкек Кыргызская Республика

Резюме. Исследование базируется на анализе результатов экспериментов, проведенных на 32 собаках с моделированием огнестрельного повреждения и использованием аппарата Илизарова. Эксперимент проведен в 2015 году в высокогорной научной базе Тоо Ашуу. Актуальность исследования обусловлена уникальными физиологическими и экологическими особенностями высокогорных регионов, которые существенно влияют на процесс заживления костной ткани. В статье анализируются результаты хирургических вмешательств, оценивается степень восстановления анатомической целостности и функциональной активности конечностей, а также рассматриваются особенности адаптации к высокогорной среде. Результаты показывают, что метод стабильного остеосинтеза создает наиболее эффективные условия для регенерации повреждения. Обеспечение тесного контакта и неподвижности приводит к незначительному патологическому отклику со стороны сосудов, исключая возможность их повторной травмы. Это способствует улучшению питания тканей, ускорению регенеративных способностей тканей. Анализируется динамика заживления, включая параметры регенерации костной ткани, образование костного мозоля, степень воспалительных реакций, а также осложнения, возникающие в процессе лечения. Полученные данные могут быть полезны для разработки и усовершенствования методик лечения переломов в экстремальных условиях и в контексте повреждений, вызванных огнестрельным оружием.

Ключевые слова: остеосинтез, аппарат Илизарова, экспериментальный перелом, огнестрельная рана.

**ЖОГОРКУ БИЙИКТИКТЕ ЭКСПЕРИМЕНТТИК
ОКТОН ЖАРАКАТ АЛГАН СӨӨКТҮН СЫНЫКТАРЫН ДАРЫЛОО
ҮЧҮН ТЫШКЫ ФАКСАЦИЯНЫ КОЛДОНУУ****А.А. Кубатбеков**

Клиникалык тез жардам ооруканасы

Бишкек ш., Кыргыз Республикасы

Резюме. Бул илимий изилдөөдө Илизаров аппаратынын жардамы менен октун сынышын симуляциялоодо 32 итке жүргүзүлгөн эксперименталдык изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын талдоого негизделген. Эксперимент 2015-жылы бийик тоолуу Тоо Ашуу илимий базасында жүргүзүлгөн. Изилдөөнүн актуалдуулугу сөөк ткандарынын айыгуу процессине таасир этүүчү бийик тоолуу аймактардын уникалдуу физиологиялык жана экологиялык өзгөчөлүктөрү менен шартталган. Макалада хирургиялык кийлигишүүлөрдүн натыйжалары талданат, буттардын анатомиялык бүтүндүгүн жана функционалдык активдүүлүгүн калыбына келтирүү даражасы бааланат, ошондой эле бийик тоолуу чөйрөгө адаптациялоонун өзгөчөлүктөрү каралат. Туруктуу остеосинтез ыкмасы бузулган мүчөнү калыбына келтирүү жана калыбына келтирүү үчүн оптималдуу шарттарды камсыздай тургандыгы көрсөтүлгөн. Тыгыз байланышты жана кыймылсыздыкты камсыз кылуу тамырлар тарабынан минималдуу патологиялык реакция менен коштолот, алардын ре-травматизациясын жок кылуу, ткандардын трофизминин жогорулашына, булчундун тездетилген регенерациясына жана сөөк

ткандарынын толук регенерациясына алып келет. Жыйынтыктар экстремалдык шарттарда жана ок атуучу куралдан улам жараат алган учурда сыныктарды дарылоо ыкмаларын өнүктүрүү жана өркүндөтүү үчүн пайдалуу болушу мүмкүн.

Негизги сөздөр: сөөк жаракат, Илизаров аппараты, октон жаракат, эксперименталдык сынык.

USE OF EXTERNAL FIXATION FOR TREATMENT OF EXPERIMENTAL GUNSHOT FRACTURES OF LONG BONES IN HIGH MOUNTAINOUS REGIONS

A.A. Kubatbekov

Emergency Clinical Hospital
Bishkek, Kyrgyz Republic

Summary. The work is based on the analysis of experiments conducted on 32 dogs modeling firearm fractures using the Ilizarov apparatus. The experiment was carried out in 2015 in the high-mountain scientific base Too Ashuu. The relevance of the study is due to the unique physiological and environmental characteristics of high mountain regions, which significantly affect the healing process of bone tissue. The article analyzes the results of surgical interventions, assesses the degree of restoration of anatomical integrity and functional activity of the limbs, and also examines the features of adaptation to a high-altitude environment. The results demonstrate that the method of stable osteosynthesis creates optimal conditions for the recovery of damaged limbs. Ensuring close contact and immobility leads to minimal pathological reactions from the vessels, thereby preventing their re-injury. This promotes improved tissue nutrition, accelerated recovery of muscle fibers, and complete regeneration of bone tissue. The dynamics of healing are analyzed, including parameters of bone tissue regeneration, callus formation, the degree of inflammatory reactions, as well as complications that arise during the treatment process. The findings may be useful for the development and improvement of fracture treatment techniques in extreme conditions and in the context of injuries caused by firearms.

Key words: transosseous osteosynthesis, Ilizarov apparatus, experimental fracture, gunshot wound

Введение. Огнестрельные переломы различаются по механизму, клиническому течению и морфологическим проявлениям от других видов костной травмы, что связано с особенностями патогенеза [1,2,3]. Лечение таких переломов остается актуальной проблемой в травматологии и может привести к длительной инвалидности [4,5]. Для эффективного управления этими травматическими состояниями необходимо разрабатывать и внедрять новые методы лечения, направленные на улучшение результатов остеосинтеза и восстановления функции пораженных конечностей. В этом контексте важным направлением исследований является разработка и апробация инновационных методик остеосинтеза, таких как применение аппарата Илизарова, который обеспечивает стабильную фиксацию и способствует активации процессов регенерации костной ткани.

Остеорепарация, или восстановление костной ткани после повреждения, основывается на сложных взаимодействиях между клетками, матрицей и физическими

силами, воздействующими на кость в процессе её заживления. Биомеханические аспекты играют важную роль в оптимальном распределении нагрузок на кость во время остеосинтеза, что способствует созданию условий для стабильного заживления и восстановления функции пораженной конечности.

Результаты исследований показали, что аппарат Илизарова обеспечивает не только возможность осуществления закрытой репозиции при переломах, но и обеспечивает стабильный остеосинтез. Метод минимизирует необходимость в иммобилизации здоровых суставов, что способствует сохранению их функции и ускоряет процесс реабилитации пациентов. Одним из значимых преимуществ использования аппарата Илизарова является его способность сохранять внутрикостное и периостальное кровоснабжение, что играет ключевую роль в успешной регенерации костной ткани и улучшении клинических результатов лечения [4,6,7,8].

Цель исследования: экспериментальное обоснование целесообразности внеочагового остеосинтеза в лечении огнестрельных повреждений костей. Полученные данные представляют собой важный вклад в развитие методик лечения подобных повреждений и могут быть использованы для оптимизации терапевтических подходов в травматологии.

Материал и методы исследования. Эксперимент проведен в 2015 году в высокогорной научно исследовательской базе Тоо-Ашуу. Было проведено исследование на 32 взрослых собаках, у которых была воспроизведена модель огнестрельного перелома, после чего наложен аппарат Илизарова. Морфологические исследования проводились каждые 7 суток в течение 2 месяцев с использованием стандартных гистологических методов. Гистологическое исследование костного регенерата проводилось на площади 1 мм². Обработка материалов на всех этапах осуществлялись по методике Автандилова Г.Г., (1990). Рентгенологический контроль проводился с 7 дня и далее еженедельно для контроля регенерации переломов. Данные статистически обрабатывались методом Фишера-Стьюдента с помощью программного обеспечения Microstat Quatro Pro.

Результаты. Наши исследования показали, что при устойчивом остеосинтезе в первые сроки (7-14 дней) в тканях, наблюдаются значительные признаки воспаления. Наблюдается гиперемия кожи и подкожной клетчатки. В мышечных

волокнах выявляются области с фрагментированными или некротическими изменениями, присутствуют очаги воспалительного клеточного инфильтрата. Нарушенные участки тканей замещаются соединительной тканью, которая характеризуется выраженной концентрацией как кровеносных сосудов так и клеточных элементов. Эти изменения сохраняются на протяжении всего эксперимента, при этом наблюдается постепенное снижение их интенсивности, далее грануляционная ткань замещается рубцом. Также стоит отметить, что в исследуемой ткани рубцовые изменения были незначительными по сравнению с общим объемом, что может свидетельствовать о положительном влиянии стабильного остеосинтеза на процессы восстановления в мышечной ткани, включая улучшение её сосудистой сети. Отчетливое снижение воспалительных процессов подтверждается заметным уменьшением относительной доли нейтрофилов и макрофагов в поврежденных тканях. Например, с $12,9 \pm 2,2\%$ и $13,5 \pm 2,0\%$ на 7-е сутки наблюдения, их содержание снизилось до $1,6 \pm 0,1\%$ и $1,8 \pm 0,02\%$ соответственно к 56-м суткам. Эти значения ненамного выше стандартной нормы данных клеток в соединительной ткани (рис. 1). Это указывает на благоприятное воздействие стабильного остеосинтеза на процессы репарации, способствуя быстрому восстановлению тканей после травмы.

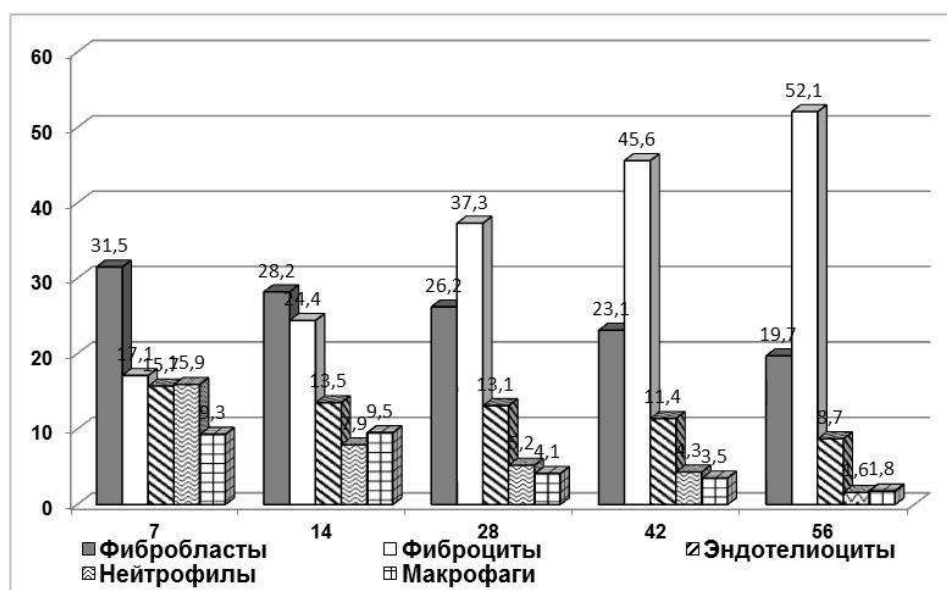


Рис. 1. Динамика изменений относительного содержания клеток в мягких тканях при стабильном остеосинтезе огнестрельной раны (% , M±m).

При изучении клеточного состава регенерата определено значительное преобладание фибробластов и фиброцитов. В начальные сроки

наблюдения доминируют фибробласты, однако их относительная доля постепенно снижается, и к концу наблюдения сокращается в 1,6 раза (рис. 1).

В это время основными компонентами регенерата становятся фиброциты, увеличение доли с $17,1 \pm 1,4\%$ до $52,1 \pm 2,1\%$ которых отмечено к 56-м суткам. Эти данные подтверждают процесс созревания грануляционной ткани, при этом наблюдается постепенное превращение её в рубец.

Уровень кровоснабжения в поврежденной ткани остается на значительно высоком уровне, что обуславливает высокую концентрацию эндотелиоцитов сосудов в регенерате, достигающие максимума на 7 сутки (рис. 1). В последующем периоде их относительная доля снижается но остается на достаточно высоком уровне.

Отмечено значительное содержание сосудов в грануляционной ткани ($151,9 \pm 14,2$ на 1 мм^2) на 7 сутки эксперимента. Численность сосудов в последующем снижается, оставаясь однако устойчиво высоким до 28 суток, далее число сосудов снижается до физиологической нормы.

При дальнейшем изучении наблюдаются следующие особенности, предельная доля фибробластов отмечающееся на 7 сутки и составляют $35,4 \pm 2,5$ от общего числа клеток, далее их соотносимая доля снижается на $17,7 \pm 1,6\%$ до конца эксперимента. На 14 сутки

эксперимента доля остеобластов становится преобладающей с тенденцией к увеличению до $20,3 \pm 0,5\%$ на 56 сутки эксперимента. С 28-й сутки наблюдения в регенерате доминируют фиброциты, составляя $19,5 \pm 1,3\%$ от общего числа клеток, и их доминирование сохраняется до конца эксперимента, достигая максимума на 56-й сутки - $25,47 \pm 2,15\%$. Это указывает на продолжающийся процесс эволюции тканей в направлении формирования зрелой соединительной ткани. На 42-й сутки эксперимента заметно возрастает доля остеоцитов, которое становится доминирующим в регенерате к концу эксперимента. Сохраняющийся устойчивый рост остеокластов до конца исследования, свидетельствует о интенсивных процессах формирования и ремоделирования костной ткани. Эти трансформации являются фундаментальными для эффективного восстановления поврежденных костей и поддержания их структурной целостности. Таким образом на 7 сутки эксперимента отмечается максимальная площадь соединительнотканного компонента которое на 56 сутки эксперимента снижается в 1,4 раза (рис. 2).

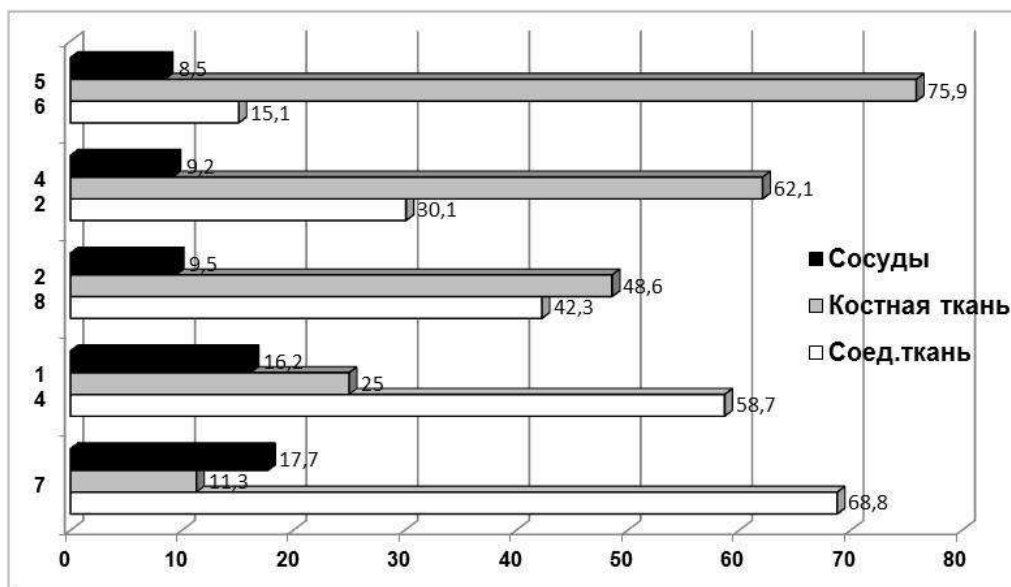


Рис. 2. Динамика содержания клеток костного регенерата при стабильном остеосинтезе огнестрельных ран длинных трубчатых костей (% , $M \pm m$).

В начальные сроки исследования костная ткань составляет всего $11,3 \pm 3,6\%$ от общей площади регенерата, но её доля прогрессивно возрастает и к концу эксперимента становится преобладающей. Относительная доля сосудов достигает максимума на 7-е сутки эксперимента, после чего постепенно снижается, что объясняется активными процессами ремоделирования регенерата.

Обсуждение. Использование внешней фиксации для лечения огнестрельных переломов трубчатых костей является обоснованным подходом особенно в условии высокогорья. Этот метод позволяет достичь необходимой степени стабилизации переломов даже при ограниченной доступности медицинских ресурсов и сложных условиях окружающей среды. В исследовании отмечено еженедельные изменения клеточного состава костного

регенерата что позволит провести более глубокие исследования в будущем. Важно отметить роль аппарата Илизарова как эффективного инструмента в лечении огнестрельных переломов костей скелета, неизменно остающимся методом выбора внеочагового остеосинтеза у хирургов травматологов. В заключение стоит отметить, что результаты нашего исследования открывают перспективные направления для дальнейших разработок в области травматологии и ортопедии. Внедрение специализированных методов внешней фиксации, адаптированных к условиям высокогорья, может значительно повысить качество медицинской помощи в таких регионах. Полученные данные могут быть использованы для создания клинических рекомендаций и протоколов лечения, обеспечивающих эффективное и безопасное ведение пациентов с огнестрельными переломами трубчатых костей в высокогорных районах. Одним из ограничений данного исследования является использование моделей лабораторных животных, которые могут не

полностью отражать комплексные механизмы заживления переломов у человека.

Выводы:

Исследование показало, что применение внешней фиксации для лечения экспериментальных огнестрельных переломов трубчатых костей в условиях высокогорья является высокоэффективным методом. Этот метод позволил достичь стабильной фиксации переломов, что способствовало успешной регенерации костной ткани.

2. Результаты исследования поддерживают целесообразность использования технологий внешней фиксации как в первичном лечении огнестрельных переломов, так и в процессе реабилитации пациентов, находящихся в условиях высокогорья.

3. Для улучшения клинических исходов рекомендуется дальнейшее изучение адаптационных механизмов тканей к высокогорным условиям и разработка специализированных протоколов внешней фиксации, учитывающих уникальные особенности таких сред.

Литература

1. Автандилов Г.Г. *Медицинская морфометрия*. М.: Медицина; 1990. 382 с.
2. Искровский С.В. *Клинико-биохимическое обоснование внутреннего и внешнего остеосинтеза огнестрельных переломов бедра (клинико-экспериментальное исследование). Эволюция остеосинтеза: сб. науч. трудов*. СПб.; 2005:78-94.
3. Некачалов В.В. *Патология костей и суставов*. М.: Сотис; 2000. 285 с.
4. Шаповалов В.М. *Боевые повреждения конечностей: применение современных медицинских технологий и результаты лечения раненых. Травматология и ортопедия России*. 2006;2(40):307-308.
5. Токонов Т., Айтмырзаев Б.Н., Мукашев М.Ш. *Структура и частота встречаемости смертельных огнестрельных ранений и взрывных травм по данным РЦСМЭ МЗ КР за 2012- 2016г.г. Вестник КГМА им И.К.Ахунбаева*. 2018;1:169-172.
6. Grainz E, Gambera D, Maniscalco P, Bertone C, Rivera F, Maggiore D. *Low-velocity gunshot fractures of the tibia*. *J Orthop Sci*. 2002;7(3):386-91. <https://doi.org/10.1007/s007760200064>
7. Levy BA, Vogt KJ, Herrera DA, Cole PA. *Maisonnette fracture equivalent with proximal tibiofibular dislocation. A case report and literature review*. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2006;88(5):1111-1116. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00954>
8. Petersen W, Zantop T, Raschke M. *Tibial head fracture open reposition and osteosynthesis - arthroscopic reposition and osteosynthesis (ARIF)*. *Die Unfallchirurgie*. 2006;109(3):235-44. <https://doi.org/10.1007/s00113-006-1067-8>

Для цитирования

Кубатбеков А.А. *Использование внешней фиксации для лечения экспериментальных огнестрельных переломов трубчатых костей в высокогорье. Евразийский журнал здравоохранения*. 2024;4:146-150. <https://doi.org/10.54890/1694-8882-2024-4-146>

Сведения об авторе

Кубатбеков Алмаз Анарбекович – кандидат медицинский наук, главный врач клинической больницы скорой медицинской помощи, г. Бишкек, Кыргызская Республика. E-mail: k.almaz1975@mail.ru