

Безударная кортикотомия (экспериментальное исследование)

В.И. Шевцов, С.А. Ерофеев, Н.В. Петровская, А.М. Чиркова, Б.И. Литвинов

An impactless corticotomy (experimental study)

V.I. Shevtsov, S.A. Yerofeyev, N.V. Petrovskaya, A.M. Chirkova, B.I. Litvinov

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган

(Генеральный директор — академик РАМТН д.м.н. профессор, заслуженный деятель науки РФ В.И. Шевцов)

Представлены геометрические параметры остеотомирующей части долот - устройства для выполнения безударной кортикотомии, при которых нарушение целостности кости сопровождается минимальным повреждением костных структур. Изучена активность остеогенеза после безударной кортикотомии диафиза большеберцовой кости собак. Установлено, что после безударной кортикотомии получается прямая линия перелома, надкостница повреждается только в местах внедрения долот, сохраняется костный мозг и внутрикостные сосуды. К 10 дню наблюдения зона повреждения кости была перекрыта интрамедуллярным «штифтом», состоящим из новообразованной мелкоячеистой губчатой костной ткани.

Ключевые слова: эксперимент, биомеханика, чрескостный остеосинтез, безударная кортикотомия, репаративная регенерация кости.

Geometric parameters of the chisel osteotomizing part of the device for performance of impactless corticotomy are given, when break of bone integrity is accompanied by minimal damage of bone structures. Osteogenesis activity after impactless corticotomy of canine tibial shaft is studied. It is established, that there is a straight line of fracture after impactless corticotomy, periosteum is damaged only in the places of chisel penetration, both bone marrow and intrasosseous vessels are maintained. An intramedullary «pin», consisting of newly formed fine-alveolar spongy bone tissue, bridges the zone of damage by 10th day of observation.

Keywords: experiment, biomechanics, transosseous osteosynthesis, impactless corticotomy, bone reparative regeneration.

В реконструктивной хирургии опорно-двигательной системы репаративные вмешательства, как правило, связаны с нарушением целостности кости. Многолетними экспериментальными и клиническими исследованиями, проводимыми в нашем центре, доказано, что потенциально большие репаративные возможности кости более полно проявляются в условиях максимального сохранения параоссальных тканей, периоста и содержимого костно-мозговой полости [1]. Предложены различные варианты щадящего оперативного повреждения кости с помощью инструментов, приспособлений, позволяющих путем рассечения, изгиба или скручивания достигать нарушения ее целостности [2, 3, 4, 5, 6, 7]. Закрытые способы (флексионная и торсионная остеоклазии) [8, 9], в результате которых получают поднадкостничные переломы, не нашли широкого применения в клинической практике, где используются варианты предложенной Г.А. Илизаровым открытой час-

тичной кортикотомии. Она осуществляется следующим образом: из небольшого разреза мягких тканей частично рассекают корковую пластинку долотом, а остеоклазию оставшейся части кости производят поворотом долота в костной ране или торсией за опоры аппарата внешней фиксации [3]. При этом происходит контузия остеогенных тканей в зоне перелома. При доламывании кости к контузии присоединяются элементы скручивания, деформации окружающих мягких тканей, временная потеря стабильной фиксации отломков, что может повлечь за собой повреждение внутрикостных структур.

Для получения стандартной линии кортикотомии и устранения вышеперечисленных негативных моментов существующих методик предложен способ безударной кортикотомии [10, 11]. В настоящем сообщении представлены результаты изучения активности остеогенеза после безударной кортикотомии с использованием специального устройства, разработанного

В.И. Шевцовым, С.А. Ерофеевым, Б.И. Литвиновым (1998), в сравнении с другими методиками нарушения целостности кости. Способ безударной кортикотомии [10] заключается в дозированном (компрессионно-раскалывающем) воздействии на кость долотами-остеотомами определенной конфигурации навстречу друг другу в одной плоскости до на-

Материал и методы исследования

Эксперименты выполнены на 9 взрослых беспородных собаках, у которых после наложения аппарата Илизарова нарушали целостность большеберцовой кости в средней трети диафиза путем безударной кортикотомии, флекссионной остеоклазии и поперечной остеотомии долотом. При выполнении первых двух способов сохраняется содержимое костно-мозговой полости. Животных выводили из опыта через 5, 10, 15 и 21 день после операции. Кроме того, на 17 пре-

Результаты и обсуждение

При отработке методики на препаратах костей животных были определены основные параметры, влияющие на качество кортикотомии и необходимые рабочие усилия, при которых нарушение целостности кости происходит при минимальной травматизации ее структур. Установлены следующие геометрические параметры рабочей части долота: радиус кривизны вогнутой части лезвия долота - R, радиус костного фрагмента - r, ширина рабочей части долота - B, диаметр костного фрагмента - D и угол заточки лезвия рабочей части - β , влияющий на характер разрушения кости и требуемые при этом усилия (рис. 1 а, б). Выявлено, что с углом заточки 10° разрушения кости в месте внедрения долот были минимальными, однако есть высокая вероятность повреждения содержимого костно-мозговой полости. При этом рабочие усилия составляли 60 кГс. При угле заточки лезвия долота в 20° рабочие усилия возросли до 125 кГс, незначительно увеличилось повреждение корковой пластинки, но костный мозг не повреждался. С углом заточки долота в 40° нарушение целостности кости сопровождалось значительным повреждением корковой пластинки со сминанием, растрескиванием и появлением осколков. В данном случае рабочие усилия увеличились до 254 кГс (рис. 1б). По результатам биомеханических исследований, проведенных на препаратах длинных трубчатых костей собак, рекомендованы определенные параметры остеотомирующей части долот, при которых повреждение корковой пластинки сопровождается незначительной травматизацией костных структур. R- радиус кривизны вогнутой части лезвия долота составляет 1,5 радиуса костного фраг-

мента - r; ширина рабочей части долота - B равняется 0,7...0,9 диаметра костного фрагмента - D; угол заточки рабочей части - $\beta=20^\circ$.

паратах длинных трубчатых костей собак выполнены стендовые испытания по апробации различных вариантов долот для безударной кортикотомии. Использованы биомеханический, рентгенологический, ангиографический и морфологический (изготавливали продольные гистолографические срезы, окрашенные гематоксилином и эозином, пикрофуксином по Ван-Гизону) методы исследования.

мента - r; ширина рабочей части долота - B равняется 0,7...0,9 диаметра костного фрагмента - D; угол заточки рабочей части - $\beta=20^\circ$.

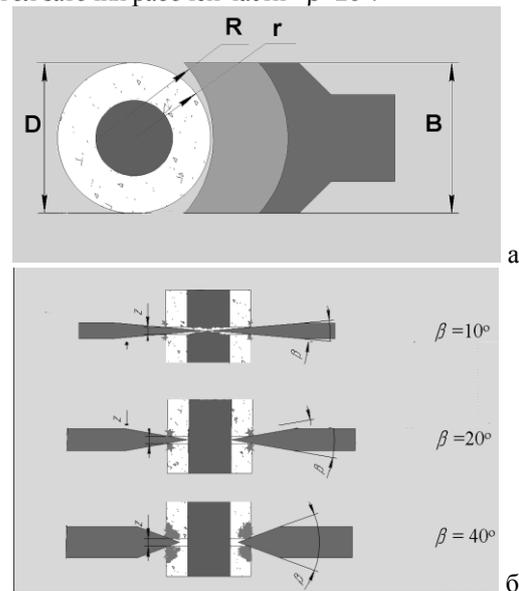


Рис. 1. Геометрические параметры остеотомирующей части долот (а); особенности повреждения структур кости в зависимости от угла заточки (б)

При обследовании места кортикотомии установлено, что линия перелома прямолинейная, не имеет зубцов и не содержит осколков (рис. 2а). Надкостница повреждается только в местах внедрения долот, в диастазе виден сохраненный костный мозг. На операциях после безударной кортикотомии не было кровотечения из костной раны. Ангиографические исследования показали сохранение внутрикостной сосудистой сети (рис. 2б) На гистотопограммах через 5 дней

после операции в костномозговой полости на уровне кортикотомии определялась скелетогенная ткань с одиночными костно-остеоидными трабекулами в субкорковом отделе. На наружной поверхности отломков, отступя 1 мм от линии перелома, образовался тонкий слой остеоида. К 10 дню наблюдения (рис. 2в) костномозговая полость на протяжении 2 см была заполнена мелкоячеистой губчатой костной тканью. Periosteальные наслоения, в виде футляра из губчатой костной ткани, на поверхности прилежащих отломков не перекрывали линию кортикотомии. К 15 дням после операции эндостальный костный регенерат подвергался резорбции. Узкое интермедиарное пространство почти на всем протяжении было заполнено мелкими костными трабекулами. Образовалась периостальная спайка с обеих сторон поврежденной корковой пластинки.

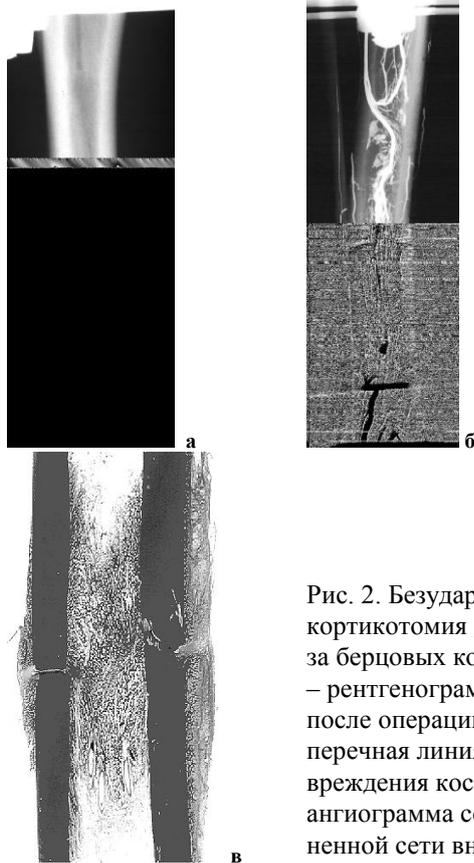


Рис. 2. Безударная кортикотомия диафиза берцовых костей: а – рентгенограмма после операции, поперечная линия повреждения кости; б – ангиограмма сохраненной сети внутрикостных сосудов; в – гистотопограмма большеберцовой кости через 10 дней фиксации (окр. гематоксилином и эозином)

При проведении флексивной остеоклазии перелом был не однотипным, с зубчатообразной линией излома. На ангиограммах, как и в предыдущих опытах, сохранялись внутрикостные сосуды (рис. 3а, б). На гистотопограмме через 5 дней после операции определялась ограничен-

ная зоной перелома эндостальная реакция в виде скелетогенной ткани с немногочисленными остеоидными трабекулами на внутренней поверхности отломков. К 10 дню наблюдения (рис. 3в) костно-мозговая полость на протяжении 3 см была заполнена эндостальным регенератом, состоящим из губчатой костной ткани. Межфрагментарная щель содержала фибрин, а в наружных отделах – скелетогенную ткань. Через 15 дней после остеоклазии сформировалось эндостальное, одностороннее интермедиарное и периостальное костное сращение отломков. Губчатая костная ткань эндостального регенерата подвергалась остеокластической резорбции.

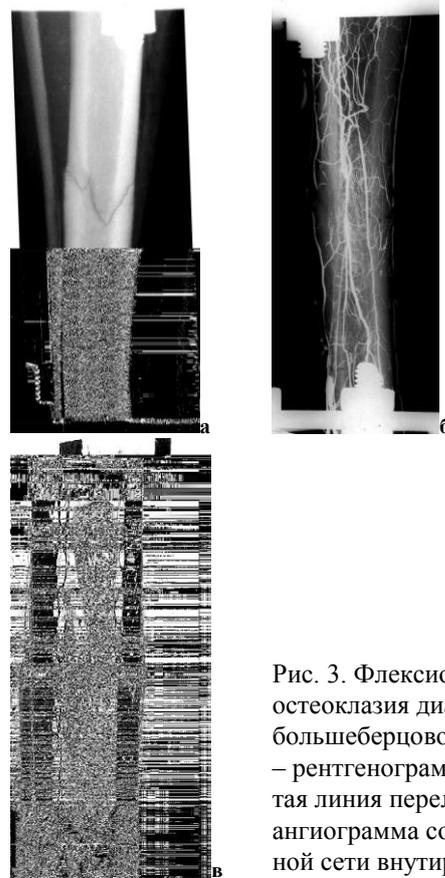


Рис. 3. Флексивная остеоклазия диафиза большеберцовой кости: а – рентгенограмма (зубчатая линия перелома); б – ангиограмма сохраненной сети внутрикостных сосудов; в - гистотопограмма большеберцовой кости через 10 дней фиксации (окр. гематоксилином и эозином)

Открытая поперечная остеотомия с помощью долота приводила к образованию разных по величине осколков, иногда – к растрескиванию корковой пластинки. Линия излома была косопоперечной. На ангиограммах отмечено повреждение основного ствола диафизарной артерии (рис. 4а, б). Через 5 дней после операции на гистотопограмме определялась косопоперечная линия перелома, трещины в корковой пластинке, повреждение костного мозга в периферических отделах. В костномозговой полости на

уровне перелома располагалось несколько осколков, окруженных скелетогенной тканью. В зоне перелома костный мозг был отечен, отмечались нефункционирующие капилляры и явление стаза в сосудах микроциркуляторного русла. Через 10 дней фиксации (рис. 4в) на уровне костно-мозговой полости отломки были связаны между собой молодой соединительной тканью, в одном из участков которой сохранялась щель. На поверхности осколка, расположенного в зоне перелома, образовался тонкий слой костного вещества. Интермедиарное пространство лишь в наружных отделах было заполнено грануляционной тканью. На концах отломков, вблизи линии остеотомии, определялись периостальные наслоения из губчатой костной ткани. К трем неделям фиксации отмечалось эндостальное, частичное интермедиарное и одностороннее периостальное костное сращение. В корковой пластинке видны трещины. Интермедиарное пространство начинало заполняться костной тканью.

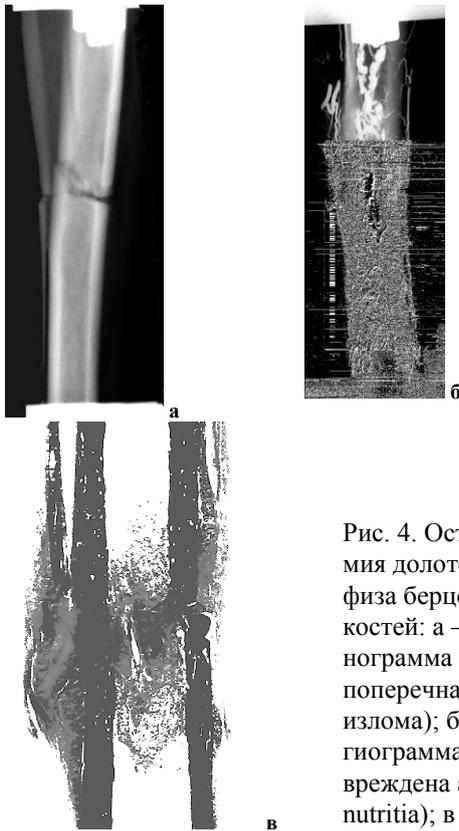


Рис. 4. Остеотомия долотом диафиза берцовых костей: а – рентгенограмма (косопоперечная линия излома); б – ангиограмма (повреждена а. nutritia); в – гистотопограмма боль-

шеберцовой кости через 10 дней фиксации (окр. гематоксилином и эозином)

Анализ полученных результатов показал, что в опытах с флексионной остеоклазией и безударной кортикотомией к 10 дню наблюдения зона повреждения кости была перекрыта интрамедуллярным «штифтом», состоящим из новообразованной мелкоячеистой губчатой костной ткани. В опытах с остеотомией долотом к этому сроку формировалось только частичное соединительнотканное сращение.

Таким образом, после безударной кортикотомии репаративный остеогенез протекал так же интенсивно, как при флексионной остеоклазии, используемой в настоящее время в экспериментальных исследованиях для изучения дистракционного остеогенеза. Однако при выполнении флексионной остеоклазии не всегда удается получить стандартную ровную линию излома корковой пластинки. Компьютерная томография дистракционных регенератов и последующая компьютерная обработка изображений (объемная денситометрия, стереологический анализ и 3D-визуализация) показали, что флексионная остеоклазия, наряду со сквозными трещинами корковой пластинки, вызывала ее тангенциальное расслоение с образованием отщепов, разных по форме, размерам и степени подвижности [12]. Безударная кортикотомия позволяет исключить эти отрицательные явления и получить более стандартное повреждение кости. Предложенное устройство дает возможность провести безударную кортикотомию автономно, независимо от фиксирующего конечность аппарата. Данная методика может найти свое применение в клинической практике при лечении разнообразной патологии опорно-двигательного аппарата.

литература

1. Илизаров Г.А. Значение комплекса оптимальных механических факторов в регенеративном процессе при чрескостном остеосинтезе // Эксперим.-теоретические и клин. аспекты разрабатываемого в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. симпозиума. - Курган, 1983. - С. 5-15.
2. А.С. 445418 СССР, МКИ³ А 61 В 17/16 Остеотом для компактотомии трубчатых костей /Г.А.Илизаров, В.И.Ледяев (СССР). - № 1825590/31-16; Заявлено 17.09.72; Опубл. 30.09.75. Бюл. - №34. - С. 10.

3. Оперативное удлинение нижних конечностей по Илизарову: Метод. рекомендации / ВКНЦ «ВТО»; Сост.: Г.А.Илизаров, А.В.Попков, А.Д.Карагодина, С.Г.Лаврентьева-Илизарова. – Курган, 1990. – 33 с.
 4. А.С. 575089 СССР, МКИ³ А 61 В 17/00 Способ закрытой остеотомии кости /Г.А.Илизаров, П.Ф.Переслыцких, А.П.Барабаш (СССР). - № 2181405/13; Заявлено 13.10.75; Опубл. 5.10.77. Бюл. - № 37. – С. 11.
 5. А.С. 596222 СССР, МКИ³ А 61 В 17/00 Способ остеотомии диафиза трубчатых костей /Г.А.Илизаров (СССР). - № 2031272/31-16; Заявлено 3.06.74; Опубл. 5.03.78. Бюл.№ 9. – С. 15.
 6. Paley D., Tetsworth K Percutaneous osteotomies/ Ostetome and Gigli saw techniques // Orthop. Clin. North America. – 1991. - Vol. 22, № 4. – P. 613-624.
 7. Шрейнер А.А. К биомеханике и морфологии торсионного перелома искусственно ослабленной кости // III Всерос. конф. по биомеханике. 100 лет со дня рождения Н.А. Бернштейна: Тез. докл. в 2-х т. Т. 2. – Н.Новгород, 1996. – С. 200-201.
 8. Илизаров Г.А., Шрейнер А.А. Новый метод закрытой флексионной остеоклазии (экспериментальное исследование) //Ортопед.травматол. и протезирование. – 1979. - № 1. – С. 9-14.
 9. Илизаров Г.А, Переслыцких П.Ф. Регенерация костной ткани диафиза при удлинении голени после косой или винтообразной остеоклазии (экспериментально-рентгенологическое исследование) // Вестн. хир. – 1977. - № 11. – С. 89-93.
 10. А.С. 1727503 СССР, МПК⁵ G 09 В 23/28? А61 В17/56 Способ кортикотомии и устройство для его осуществления /Г.А. Илизаров (СССР). - № 4749176/14; Заявлено 16.10.89. ДСП
 11. Бахлыков Ю.Н. Открытая кортикотомия трубчатых костей с сохранением внутрикостных сосудов // Метод Илизарова – достижения и перспективы: Тез: докл. междунар. конф., посвящ. памяти акад. Г.А. Илизарова. – Курган, 1993. – С. 327-328.
 12. Компьютерная томография, трехмерная реконструкция и стереологический анализ дистракционного регенерата / В.И. Шевцов, М.М. Щудло, Н.А. Щудло, С.А. Ерофеев, Е.В. Осипова // Гений ортопедии. -1998. - № 4. - С. 42-52.
- Рукопись поступила 07.09.99.