

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТАКТНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОТКРЫТЫХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ

Леонид Борисович РЕЗНИК¹, Константин Юрьевич РОЖКОВ¹,
Герман Григорьевич ДЗЮБА¹, Евгений Валерьевич ПЕНЬКОВ²,
Сергей Александрович НИКИТЕНКО², Ольга Сергеевна ВОЖОВА²,
Валентина Алексеевна КАРАВАЕВА², Дмитрий Викторович КОТОВ²,
Алена Анатольевна ЕЛЬЦОВА¹

¹ Омский государственный медицинский университет Минздрава России
644099, г. Омск, ул. Ленина, 12

² Медико-санитарная часть № 4
644000, г. Омск, ул. Воровского, 62А

Нарушение репаративной регенерации костной ткани при лечении открытых переломов представляет собой актуальную проблему. Одним из факторов активации остеогенеза является низкочастотный ультразвук. Цель исследования – улучшение результатов лечения открытых переломов длинных трубчатых костей путем сочетания внеочагового чрескостного остеосинтеза и контактного ультразвукового воздействия. **Материал и методы.** Исследование проводилось на 18 пациентах, получивших открытые переломы костей голени типа 42 (43) A₁₋₂₋₃, B₁₋₂₋₃ по классификации АО-ASIF, II и III типа по классификации Gustilo и Anderson. Оперативное лечение заключалось в остеосинтезе голени аппаратом внешней фиксации, при этом больные основной группы дополнительно получали контактное ультразвуковое воздействие. **Результаты.** У пациентов основной группы спадение отека травмированной конечности наблюдалось в более ранние сроки ($p \leq 0,05$), что создает благоприятные условия для заживления раны (у пациентов основной и контрольной групп заживление первичным натяжением происходило соответственно в 100 и 67 % случаев). Также в более ранние сроки наблюдалось купирование болевого синдрома ($p \leq 0,05$), формирующаяся костная мозоль характеризовалась большей плотностью и более высоким содержанием кальция ($p \leq 0,05$). **Вывод.** Низкочастотное ультразвуковое воздействие улучшает результаты лечения открытых переломов.

Ключевые слова: открытые переломы, ультразвуковое воздействие, стимуляция остеогенеза.

Лечение открытых переломов костей голени, которые составляют до 70 % всех открытых переломов костей скелета [2], является актуальной проблемой. Частота неудовлетворительных результатов лечения таких переломов остается высокой и достигает 50 % [3], а нарушение консолидации – 30 % [3]. При лечении открытых переломов важное значение имеет не только повреждение кости, но и травма мягких тканей, состояние которых во многом определяет исход

патологии [5]. Основным способом лечения открытых переломов остается внеочаговый чрескостный остеосинтез [8]. Однако изолированное использование аппарата внешней фиксации в полном объеме не решает проблемы нарушения репаративной регенерации кости и заживления мягких тканей [6], в ряде случаев требуется дополнительное стимулирующее воздействие на кость и мягкие ткани, к числу которых относится низкочастотный ультразвук [1, 4, 7]. Эффект

Резник Л.Б. – д.м.н., проф., зав. кафедрой травматологии и ортопедии, e-mail: omsktravma@mail.ru

Рожков К.Ю. – аспирант кафедры травматологии и ортопедии, e-mail: konsroj@yandex.ru

Дзюба Г.Г. – к.м.н., доцент кафедры травматологии и ортопедии, e-mail: germanort@mail.ru

Пеньков Е.В. – зав. отделением травматологии, e-mail: penkoff@list.ru

Никитенко С.А. – врач-рентгенолог, e-mail: 79139684444@yandex.ru

Вожова О.С. – врач функциональной диагностики, невролог

Каравеева В.А. – зав. отделением лабораторной диагностики

Котов Д.В. – врач-травматолог-ортопед, e-mail: egkin.kot@mail.ru

Ельцова А.А. – аспирант кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней

от ультразвукового воздействия тем выше, чем меньше расстояние от источника колебаний, так как, проходя через мягкие ткани, ультразвуковые волны затухают. Поэтому чем больший мягкотканый массив располагается перед костью, тем меньше интенсивность доходящего до нее ультразвука и тем меньше его эффект [1]. Учитывая это, важно использовать способ стимулирующего воздействия низкочастотного ультразвука, позволяющий достичь максимального эффекта и на мягкие ткани, и на костную ткань.

Цель исследования – улучшение результатов лечения открытых переломов длинных трубчатых костей путем сочетания внеочагового чрескостного остеосинтеза и контактного ультразвукового воздействия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Критерии включения пациентов в исследование: получение письменного информированного согласия на участие в исследовании; получение согласия на обработку персональных данных; возраст от 18 до 70 лет; наличие открытого перелома костей голени, тип переломов 42 (43) A_{1-2,3}, B_{1-2,3} по классификации АО-ASIF, II и III A – по классификации Gustilo и Anderson; давность получения перелома не более 24 ч.

Критерии исключения: наличие одновременного сопутствующего тяжелого повреждения других органов и систем; наличие тяжелой декомпенсированной сопутствующей соматической патологии; наличие аномалий развития костей; наличие психических заболеваний, препятствующих адекватному сотрудничеству в процессе лечения; хронические воспалительные заболевания костей поврежденной конечности; необратимые изменения в мягких тканях в результате повреждения магистральных кровеносных сосудов.

Пациенты случайным образом были разделены на 2 равные по количеству участников группы, больные основной группы на протяжении лечения получали контактное низкочастотное ультразвуковое воздействие в условиях внеочагового чрескостного остеосинтеза, пациенты контрольной группы – только стандартное лечение аппаратом внешней фиксации.

В клиническом исследовании участвовало 18 человек, которые поступили в отделение травматологии и ортопедии БУЗОО «МСЧ № 4» г. Омска в 2014 и 2015 гг. У всех пациентов имелись открытые переломы костей голени, тип переломов 42 (43) A_{1-2,3}, B_{1-2,3} по классификации АО-ASIF, II и III A – по классификации Gustilo и Anderson. Травма получена в сроки $3,16 \pm 1,7$ ч в результате низкоэнергетического воздействия

и была изолированной. Всем пациентам при поступлении выполнялось стандартное обследование и оперативное лечение в объеме первичной хирургической обработки раны, остеосинтеза костей голени аппаратом внешней фиксации, для которого использовалась модель спице-стержневого аппарата внешней фиксации, состоящего из 4 соединенных штангами колец, спиц, стержней-шурупов. После достижения репозиции в проксимальный конец дистального отломка и/или дистальный конец проксимального отломка устанавливался стержень-шуруп стандартный (контрольная группа) или канюлированный (основная группа) с фиксацией при помощи кронштейна с хвостовиком к кольцу. Первичная хирургическая обработка раны осуществлялась в соответствии с принятыми принципами (рассечение раны, иссечение нежизнеспособных тканей, удаление инородных тел, гемостаз, послойное ушивание раны). После ушивания раны осуществлялось пассивное дренирование резиновым дренажем.

Пациентам основной группы через отверстие стержня-шурупа, канюлированного в полость костно-мозгового канала, вводился волновод, соединяемый с акустическим узлом ультразвукового аппарата. Процедура озвучивания осуществлялась в условиях перевязочной с соблюдением правил асептики, антисептики. Ультразвуковое воздействие выполнялось ежедневно, начиная со 2 суток после операции, в течение всего времени пребывания в стационаре, после выписки – 1 раз в 3 дня.

Состояние мягкотканых структур оценивалось по времени исчезновения отека, характеру заживления послеоперационной раны. Также определялось время купирования болевого синдрома. Для определения степени отека измеряли длину окружности конечности на одном уровне и сравнивали ее с длиной окружности противоположной конечности. Заживление раны оценивалось по наличию краевых некрозов, характеру заживления (первичное, вторичное при наличии краевых некрозов), купирование болевого синдрома – по отказу пациентов от приема анальгетиков и их субъективному ощущению прекращения боли (визуальная аналоговая шкала боли).

Через 12 недель после операции всем пациентам выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) со сканированием в двухэнергетическом режиме с устранением артефактов от металлоконструкций (MARS) на сканере GE 750HD, определялась оптическая плотность костной мозоли в единицах Хаунсфилда (HU) в различных ее участках, а также содержание кальция в мг/см³ в режиме GSI.

Перед демонтажем аппарата внешней фиксации всем пациентам выполнялась клиническая проба. Для этого раскручивались гайки на стержнях между средними кольцами, и пациент в течение 2 суток ходил с полной нагрузкой на оперированную конечность. При отсутствии болей, увеличения отека аппарат демонтировали.

При анализе полученных результатов методом Шапиро–Уилка было получено распределение, отличное от нормального. Поэтому при описании данных использовались методы непараметрической статистики – медиана, верхний и нижний квартили Me [HQ; LQ], при определении достоверности различий между группами применяли U-критерий Манна–Уитни и точный критерий Фишера, различия внутри группы оценивали с помощью критерия Вилкоксона.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Отказ от анальгетиков и купирование болевого синдрома у пациентов основной и контрольной групп происходило соответственно на 3 [4; 3] и 6 [6; 5] сутки после операции, $p < 0,0005$. В основной группе отек достигал максимума на 2 сутки (увеличение объема голени на 2,4 [2,7; 2,1] см после операции ($p < 0,007$ по сравнению с другими периодами наблюдения в группе), с 3 суток он начал уменьшаться (1,9 [2,0; 1,6] см, $p < 0,007$ по сравнению с предыдущими периодами наблюдения) и полностью исчезал (объем голени увеличен не более чем на 0,5 см по сравнению со здоровой конечностью) на 6 [6; 5] сутки. В контрольной группе максимальный отек 3,0

[3,1; 2,9] см наблюдался на 2 и 3 сутки после операции ($p < 0,016$ по сравнению с другими периодами наблюдения в группе), с четвертых суток наблюдалось его уменьшение до 2,1 [2,4; 2,0] см ($p < 0,016$ по сравнению с предыдущими периодами наблюдения) с полным исчезновением на 8 [8; 7] сутки. На 2–7 сутки после операции группы значительно различались по объему увеличения конечности ($p \leq 0,005$), а также по времени исчезновения отека ($p \leq 0,002$).

Заживление послеоперационной раны первичным натяжением наблюдалось у всех пациентов основной группы; у 3 лиц контрольной группы формировались краевые некрозы, и рана заживала вторичным натяжением.

Во время ультразвукового воздействия пациенты оценивали ощущения как болевые, их интенсивность составляла 4 [5; 4] балла по визуальной аналоговой шкале боли, двое пациентов просили перед ультразвуковым воздействием введения ненаркотических анальгетиков. При этом через 10–11 сеансов озвучивания интенсивность боли оценивалась на 2 [2; 1] балла. Наступать на оперированную конечность пациенты начинали после купирования болевого синдрома, в основной группе – на 3,5 [4; 3] сутки, в контрольной – на 6 [7; 5] сутки, $p < 0,004$.

В результате выполнения МСКТ установлено, что оптическая плотность костной мозоли через 12 нед. после операции в основной группе составляла 678 [699; 590] HU, в контрольной – 460 [499; 415] HU ($p < 0,0003$; U 0,00, Z 3,5762) (рис. 1), содержание кальция в единице объема – соответственно 340 [387; 300] и 196 [214; 187] мг/см³

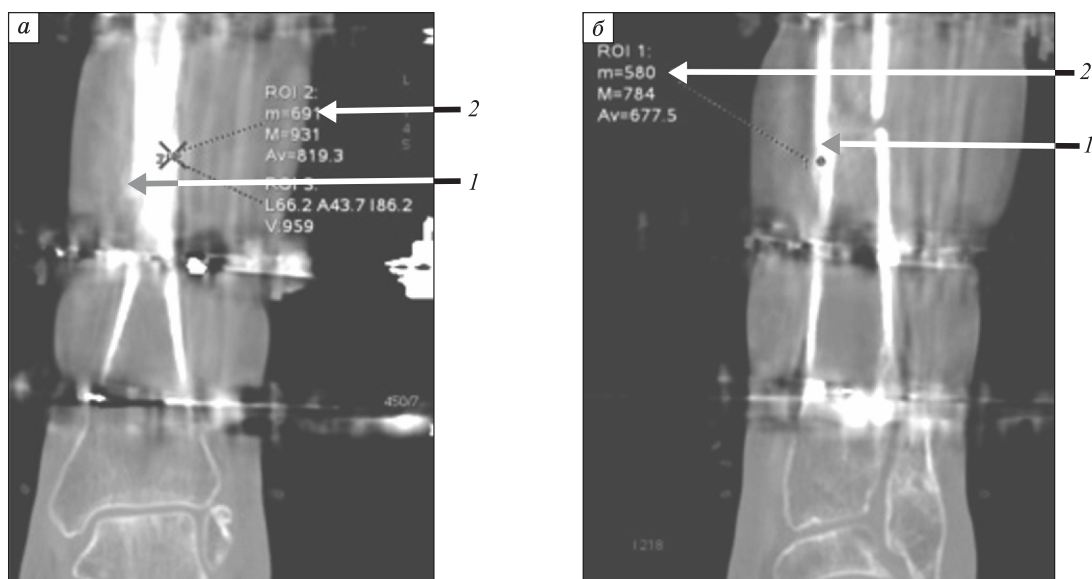


Рис. 1. Оптическая плотность костной мозоли в основной (а) и контрольной (б) группах; 1 – формирующаяся костная мозоль, 2 – средняя плотность костной мозоли, HU

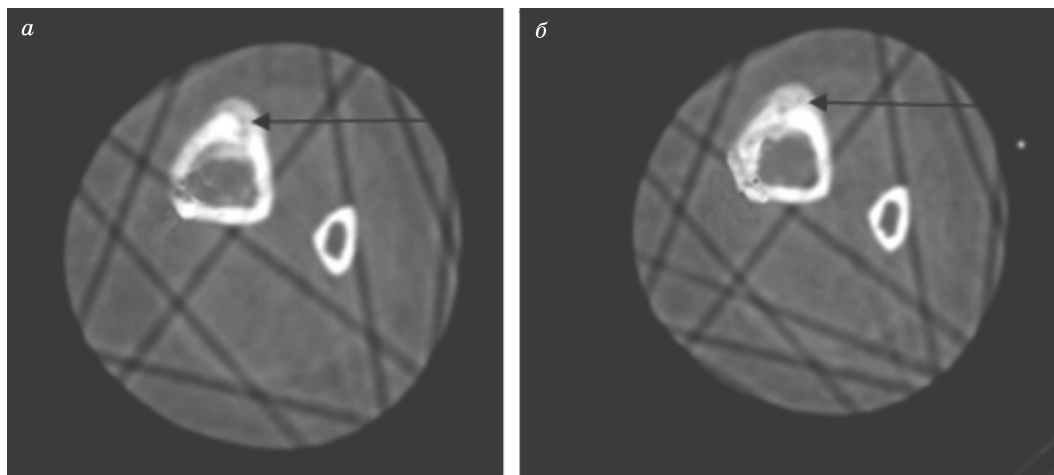


Рис. 2. Формирование костной мозоли в основной (а) и контрольной (б) группах; стрелкой показана формирующаяся костная мозоль

($p < 0,0003$; $U 0,00$, $Z 3,5762$). В основной группе костная мозоль формировалась равномерно по всей площади перелома и имела одинаковую оптическую плотность, в контрольной группе она была более выраженной в дистальной и проксимальной части косого перелома, в центральной части перелома – менее выраженной и имела меньшую оптическую плотность (рис. 2).

Демонтаж аппарата в основной группе осуществлялся через 14 [13;14] нед. после операции, в контрольной – через 16 нед. [16;17] ($p < 0,004$).

ОБСУЖДЕНИЕ

У всех пациентов после операции наблюдался отек оперированной конечности, однако у пациентов основной группы его выраженность была значительно меньше, а скорость исчезновения – существенно выше, чем у лиц группы контроля. С менее выраженным формированием отека и более быстрым его исчезновением связано раннее купирование болевого синдрома, обеспечившее пациентам основной группы возможность более раннюю опору на оперированную конечность. Также длительно существующий выраженный отек создает неблагоприятные условия для заживления раны, поэтому если в основной группе у всех пациентов оно происходило первичным натяжением, то у 3 больных контрольной группы – вторичным натяжением за счет появления краевых некрозов.

Ультразвуковое контактное воздействие на кость сопровождается болевыми ощущениями, однако их интенсивность была не настолько выраженной, чтобы хотя бы один пациент отказался от такого воздействия, и с течением времени она уменьшалась.

По данным МСКТ костная мозоль пациентов основной группы через 12 нед. после операции не только имела более высокую оптическую плотность, но и была более равномерной по всей площади перелома. У лиц контрольной группы мозоль была менее однородной (в центральной части перелома оптическая плотность меньше, чем в дистальной и проксимальной). Также в основной группе было выше содержание кальция в единице объема, т.е. костная мозоль имела не только большую площадь, но и большую плотность.

ВЫВОДЫ

1. Низкочастотное контактное ультразвуковое воздействие в условиях чрескостного остеосинтеза положительно влияет на заживление мягких тканей, способствуя уменьшению выраженности и увеличению скорости исчезновения отека (соответственно на 20 и 25 %), что создает благоприятные условия для заживления послеоперационной раны.

2. Низкочастотное контактное ультразвуковое воздействие способствует более быстрому (на 50 %) уменьшению интенсивности болевого синдрома.

3. Низкочастотное контактное ультразвуковое воздействие в условиях чрескостного остеосинтеза на 2–3 недели ускоряет формирование костной мозоли и увеличивает ее минеральную плотность.

4. В условиях контактного ультразвукового воздействия на 2–3 недели сокращается срок восстановления опороспособности конечности и наступления клинического выздоровления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акоюн В.Б., Еришов Ю.А. Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами. Ультразвук в медицине, ветеринарии и экспериментальной биологии. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. 225 с.
2. Илларионов В.В., Шпаченко Н.Н., Давыдов Д.И. Анатомо-физиологические особенности голени и их роль в возникновении, течении и заживлении двойных переломов (обзор литературы) // Травма. 2009. 10. (1). <http://www.mif-ua.com/archive/article/20099>.
3. Петров Н.В., Бровкин С.В., Калашиник А.Д. и др. Оптимизация лечения открытых переломов голени с тяжелой травмой мягких тканей // Рос. мед. журн. 2013. (13). 815–817.
4. Fung C.H., Cheung W.H., Pounder N.M. Investigation of rat bone fracture healing using pulsed 1.5 MHz, 30 mW/cm² burst ultrasound – axial distance dependency // Ultrasonics. 2014. 54. (3). 850–859.
5. Hao J., Cuellar D.O., Herbert B. et al. Does the OTA Open Fracture Classification predict the need for limb amputation? A retrospective observational cohort study on 512 patients // J. Orthop. Trauma. 2015. [Epub ahead of print].
6. Popkov A.V., Kononovich N.A., Gorbach E.N. et al. Bone healing by using Ilizarov external fixation combined with flexible intramedullary nailing versus Ilizarov external fixation alone in the repair of tibial shaft fractures: experimental study // Sci. World J. 2014. 2014. ID 239791.
7. Ramli R., Reher P., Harris M., Meghji S. The effect of ultrasound on angiogenesis: an in vivo study using the chick chorioallantoic membrane // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. 2009. 24. (4). 591–596.
8. Zhuang P., Hong J., Chen W. et al. Clinical analysis of the rap stress stimulator applied for crus fracture after skeletal external fixation // Arch. Med. Sci. 2015. 11. (3). 612–618.

THE USE OF CONTACT LOW-FREQUENCY ULTRASONIC EXPOSURE UNDER CONDITIONS OF TRANSOSSEOUS OSTEOSYNTHESIS AT THE TREATMENT OF OPEN TIBIAL FRACTURES

Leonid Borisovich REZNIK¹, Konstantin Yurevich ROZHKO¹, Herman Grigor'evich DZYUBA¹, Evgeny Valerievich PENKOV², Sergei Aleksandrovich NIKITENKO², Olga Sergeevna VOZHOVA², Valentina Alekseevna KARAVAEVA², Dmitri Viktorovich KOTOV², Alena Anatolevna ELTSOVA¹

¹ *Medical University Omsk State Medical University
644099, Omsk, Lenin str., 12*

² *Hospital № 4
644000, Omsk, Vorovskogo str., 62 A*

Abnormality of reparative regeneration of bone tissue at open fractures treatment is an urgent problem. One of the factors of bone formation is a low-frequency ultrasound. Objective: to improve the results of treatment of open fractures of long bones by combining extrafocal transosseous osteosynthesis and contact ultrasonic treatment. Materials and Methods: The study was conducted on 18 patients with open fractures of the tibia bone of type 42 (43) A₁₋₂₋₃, B₁₋₂₋₃ (by classification AO-ASIF), II and type III by Gustilo and Anderson classification. The surgical treatment was performed by lower lecture osteosynthesis with the device of external fixation. Therewith the patients of the main group received contact ultrasound exposure. Results. The subsidence of injured limb swelling in the main group patients has been observed in the earlier stages ($p \leq 0.05$), that creates favorable conditions for wound healing (healing by the first intention was revealed in all patients of the main group and in 37 % of the control group patients). As well as the pain relief has been revealed in earlier stages ($p \leq 0.05$). Formed callus has been defined by greater density and higher content of calcium ($p \leq 0.05$). Conclusion - the impact of low-frequency ultrasound improves the results of treatment of open fractures.

Key words: open fractures, ultrasonic treatment, stimulation of bone formation.

Reznik L.B. – doctor of medical sciences, professor, head of the department of traumatology and orthopedics, e-mail: omsktravma@mail.ru

Rozhkov K.Yu. – graduate student of the department of traumatology and orthopedics, e-mail: konsroj@yandex.ru

Dzyuba H.G. – candidate of medical sciences, associate professor of the department of traumatology and orthopedics, e-mail: germanort@mail.ru

Penkov E.V. – head of the department of traumatology, e-mail: penkoff@list.ru

Nikitenko S.A. – doctor radiologist, e-mail: 79139684444@yandex.ru

Vozhova O.S. – doctor of functional diagnostics, neurologist

Karavaeva V.A. – head of the department of laboratory diagnostics

Kotov D.V. – doctor traumatologist – orthopedist, e-mail: egkin.kot@mail.ru

Eltsova A.A. – graduate student of the chair for diagnosis of internal non-communicable diseases