

© Группа авторов, 2002

Непрямая компьютерная денсито- и планиметрия изображений рентгенограмм костных фрагментов при регенерации в изолированных сегментарных дефектах диафиза

А.А. Шрейнер, И.В. Ручкина, Е.В. Осипова

Indirect computer densito- and planimetry of x-ray images of bone fragments during regeneration in isolated segmental diaphyseal defects

A.A. Shreiner, I.V. Rouchkina, E.V. Osipova

Государственное учреждение науки

Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова, г. Курган (генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

При экспериментальном исследовании регенерации в изолированных сегментарных дефектах трубчатых костей на рентгенограммах отмечались изменения толщины корковой пластинки и плотности теней костных фрагментов. Количественная оценка результатов показала, что изменения, происходящие в костных фрагментах, зависят от интенсивности остеогенеза и сроков восстановления целостности кости.

Ключевые слова: регенерация, костная ткань, рентгено-денсито и планиметрия

Changes in cortical plate thickness and in density of bone fragment shadow were noted by x-rays in experimental study of regeneration in isolated segmental defects of tubular bones. Quantitative evaluation of results demonstrated that the changes, which occurred in bone fragments, depended on osteogenesis intensity and periods of bone integrity recovery.

Keywords : regeneration, bone tissue, x-ray densito- and planimetry.

ВВЕДЕНИЕ

Изменения, происходящие в костных фрагментах при регенерации в изолированных сегментарных дефектах диафиза, имеют определенное отражение на рентгенограммах. При визуальной оценке репаративных и перестроечных процессов в костях по рентгенограммам удастся получить лишь приблизительные субъективные данные. В качестве дополнительных методов исследования при оценке изучаемых явлений применяется денситометрия рентгенограмм с использованием микротофотометров [1, 2]. Одна-

ко этот способ трудоемкий и требует значительной затраты времени. Компьютерный анализ изображений рентгенограмм позволяет за короткий промежуток времени не только исследовать рентгенологический материал, но и более объективно оценить характер и степень проявления изучаемых явлений [3, 4]. Данный метод исследования использован нами для количественной оценки изменений в костных фрагментах при репарации в изолированных сегментарных дефектах длинных трубчатых костей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Оперативные вмешательства выполняли в стерильных условиях под внутривенным барбитуровым наркозом. У 17 беспородных собак создавали циркулярный дефект диафиза: на голень накладывали аппарат Илизарова, скомпонованный из двух дуг и двух колец, чрезнадкостнично пилой Джигли резецировали поперечно участок диафиза берцовых костей с полным пе-

ресечением костного мозга. С концов костных фрагментов удаляли надкостницу, дефекты изолировали циркулярно с перекрытием концов отломков на 5-7 мм нерассасывающейся целлоидиновой пленкой, которую плотно фиксировали капроновыми нитями. Протяженность дефекта составляла 22-26 мм, что соответствовало 1,5-2,0 поперечникам кости. Пленку удаляли в

разные сроки по достижении соприкосновения противоположащих костных отделов регенерата. В послеоперационном периоде проводили клинические наблюдения за животными и рентгенологические исследования. Рентгенографию производили в день операции, через 14, 21, 28, 35, 45, 60 дней опыта, а затем ежемесячно на протяжении эксперимента.

Для количественной оценки состояния костных фрагментов при регенерации в сегментарных дефектах диафиза выполнен компьютерный анализ рентгенологического материала. Ввод, непрямую компьютерную денсито- и планиметрию изображений рентгенограмм осуществляли на аппаратно-программном комплексе "Диа-Морф" (Россия). На оцифрованных изображениях рентгенограмм измеряли диаметр и среднюю интенсивность теней проксимального и

дистального костных фрагментов на протяжении 1 см от линии опилов, а также толщину их корковых пластинок. Для стандартизации изображений выполняли оптическую и геометрическую калибровку, вычисляли индекс корковой пластинки, равный отношению суммарной толщины корковой пластинки к диаметру костного фрагмента. За эталон брали индекс корковой пластинки в день операции. Оптическую плотность костных фрагментов в день операции принимали за 100%. Анализировали динамику значений оптической плотности и индекса корковой пластинки костных фрагментов. Статистическую обработку цифрового материала проводили в программе «Microsoft Excel-97». Достоверность результатов оценивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона-Манна-Уитни [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В зависимости от сроков заполнения дефекта костной тканью и консолидации кости, определяемых рентгенологически, животные были разделены на две группы. В первой группе сращение проксимального и дистального отделов регенерата наступало через 4-6 месяцев опыта, во второй группе процессы остеогенеза протекали более активно, восстановление целостности кости происходило через 2-3,5 месяца после операции.

В первой группе в день операции корковая пластинка имела компактное строение с четкими контурами. Индекс корковой пластинки проксимального костного фрагмента в это время составлял в среднем $0,38 \pm 0,02$, дистального — $0,35 \pm 0,03$ (рис. 1). До 21 дня опыта индекс корковой пластинки практически не изменялся. В дальнейшем как на проксимальном, так и дистальном фрагментах он постепенно уменьшался и ко времени сращения был достоверно меньше значения в день операции ($p < 0,05$). Контур корковой пластинки становился неровными, менее четкими. Процессы резорбции, происхо-

дящие со стороны костно-мозговой полости, приводили к ее истончению с явлениями спонгизации. Оптическая плотность теней костных фрагментов к 14-му дню опыта недостоверно повышалась до 117,5% ($p > 0,05$) (рис. 2) за счет незначительной эндостальной реакции, распространяющейся на 2-3 см от линии опилов в костных фрагментах. Затем она постепенно снижалась и к моменту сращения составляла 72,8% ($p < 0,05$).

Во второй группе индекс корковой пластинки в день операции был равен: на проксимальном фрагменте — $0,41 \pm 0,02$, на дистальном — $0,39 \pm 0,03$ (рис. 3). Значительных колебаний индекса корковой пластинки до сращения и достоверных отличий от значений в день операции не наблюдали ($p > 0,05$). Корковая пластинка сохраняла четкость контуров и компактное строение. Оптическая плотность теней костных фрагментов также изменялась незначительно и ко времени сращения составляла 111,8% ($p > 0,05$) (рис. 4).

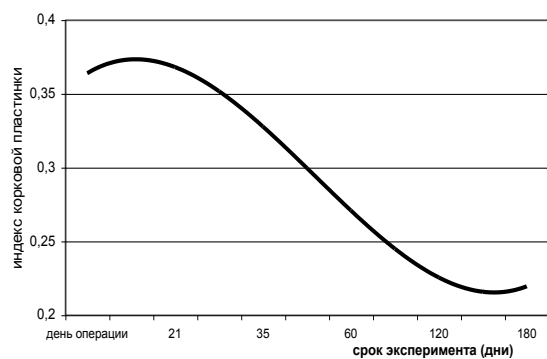


Рис. 1. Динамика индекса корковой пластинки костных фрагментов у животных первой группы.

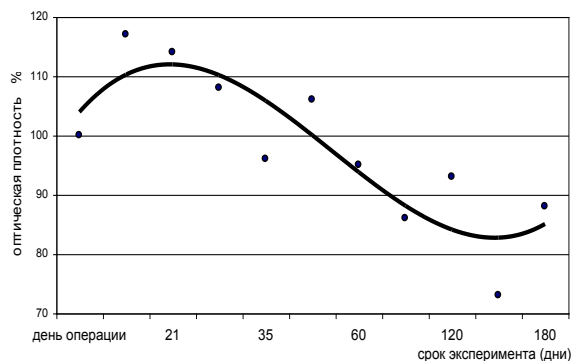


Рис. 2. Изменение оптической плотности костных фрагментов у животных первой группы в ходе эксперимента.

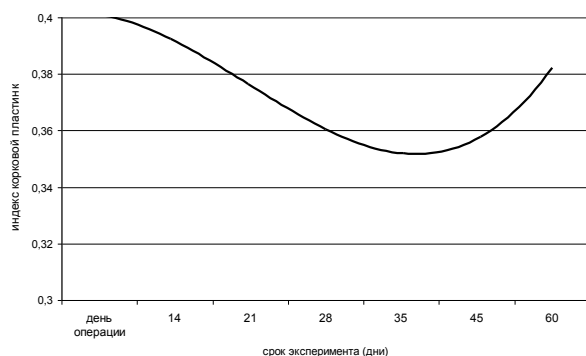


Рис. 3. Динамика индекса корковой пластинки костных фрагментов у животных второй группы.

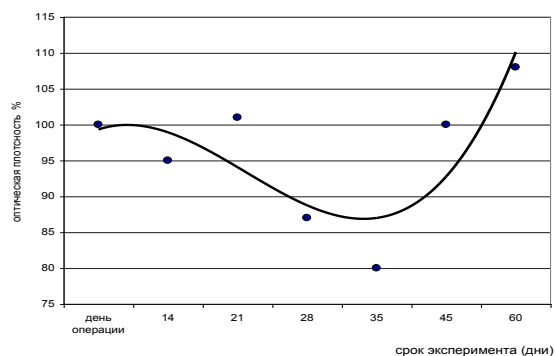


Рис. 4. Изменение оптической плотности костных фрагментов у животных второй группы в ходе эксперимента.

Таким образом, в 1-й группе костеобразование в дефекте протекало с напряжением и сопровождалось существенным уменьшением толщины корковых пластинок и одновременно заметным снижением оптической плотности костных фрагментов. Во 2-й группе, где процессы костеобразования протекали более активно (сращение в течение 2-3,5 месяцев), толщина корковых пластинок почти не изменялась, а колебания оптической плотности были незначительны. В обеих группах выявлена прямая корреляционная зависимость между оптической плотностью и индексом корковой пластинки

костных фрагментов: в первой группе - сильная (0,84); во второй - умеренная (0,58).

Следовательно, изменения, происходящие в костных фрагментах, зависят от интенсивности остеогенеза и сроков восстановления целостности кости. Непрямая компьютерная денсито- и планиметрия изображений рентгенограмм дала возможность объективно оценить процессы, происходящие в костных фрагментах при регенерации в изолированных сегментарных дефектах длинных трубчатых костей и судить об их динамике в ходе эксперимента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительная рентгеноденситометрическая и морфологическая оценка образования костной ткани при замещении обширного дефекта трубчатой кости по методу Илизарова / А.П. Барабаш, Н.П. Барабаш, В.И. Кустуров, А.А. Ларионов // Вестн. рентгенологии и радиологии. - 1982. - № 4. - С. 74-76.
2. Гиммельфарб А.Л., Муругов В.С. Рентгенофотометрическая оценка плотности костных структур тазобедренного сустава при коксартрозе // Ортопед., травматол. - 1978. - № 12. - С. 73-75.
3. Применение трехмерной визуализации и компьютерной волюметрии для количественной оценки репаративного остеогенеза и органотипической перестройки новообразованной кости / В.И. Шевцов, Н.А. Щудло, М.М. Щудло, А.А. Шрейнер, И.В. Ручкина // Гений ортопедии. - 1999. - № 2. - С. 120-122.
4. Шрейнер А.А., Ручкина И.В., Осипова Е.В. Количественная оценка остеогенеза в изолированном дефекте кости по данным рентгенограмм // Гений ортопедии. - 2000. - № 2. - С. 13.
5. Поляков И.В., Соколова Н.С. Практическое пособие по медицинской статистике. - Л.: Медицина, 1975. - С. 179.

Рукопись поступила 03.10.01.