



© Коллектив авторов, 2010

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОСТЕОИНДУКТИВНОСТИ РЕКОМБИНАНТНОГО КОСТНОГО МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО БЕЛКА (rhBMP-2) ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА, ФИКСИРОВАННОГО НА БИОКОМПОЗИЦИОННОМ МАТЕРИАЛЕ ИЛИ КОСТНОМ МАТРИКСЕ

С.П. Миронов, А.Л. Гинцбург, Н.А. Еськин, В.Г. Лунин, Н.С. Гаврюшенко,
А.С. Карягина, В.В. Зайцев

ФГУ «Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»,
ФГБУ «Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи»
Минздравсоцразвития РФ, Москва

Представлены данные по экспериментальной оценке остеоиндуктивности рекомбинантного костного морфогенетического белка отечественного производства, фиксированного на ксеногенном деминерализованном костном матриксе или входящего в состав коллаген-кальций-фосфатного биокomпозиционного материала. Оценка проводилась на экспериментальной модели остеосинтеза конец в конец фрагментов диафиза бедренной кости крысы линии Вистар с использованием аппарата наружной фиксации. Рентгенологическое исследование, изучение аутопсийного материала и оценка функциональной полноценности костного сращения с помощью биомеханического теста на кручение показали высокую остеоиндуктивность биокomпозитов, содержащих отечественный рекомбинантный белковый остеоиндуктор (rhBMP-2).

Ключевые слова: рекомбинантный костный морфогенетический белок, остеоиндукция, остеосинтез конец в конец, экспериментальная модель.

*S.P. Mironov, A.L. Gintsburg, N.A. Es'kin, V.G. Lunin,
N.S. Gavryushenko, A.S. Karyagina, V.V. Zaytsev*

Data on experimental evaluation of osteoinduction of recombinant bone morphogenic protein of native production fixative on xenogenic demineralized bone matrix or collagen-calcium-phosphate biocomposite material. Evaluation was performed using experimental model of end-to-end osteosynthesis of diaphyseal femur fragments by external fixative device in Wistar rats. Roentgenologic examination, study of autopsy material and evaluation of bone consolidation strength using biomechanical twisting test showed high osteoinduction of rhBMP-2 containing biocomposites.

Key words: recombinant bone morphogenic protein, osteoinduction, end-to-end osteosynthesis, experimental model.

Несмотря на все преимущества аутологичной кости в качестве костного трансплантата (наличие клеточных элементов костного мозга, факторов роста и локального кровоснабжения), по единодушному мнению ведущих зарубежных хирургов-травматологов, рекомбинантные костные морфогенетические белки (rhBMP), фиксированные на биологическом носителе, являются реальной альтернативой аутологичному костному материалу [2].

Костные морфогенетические белки (BMP) - это димерные белки, действующие на рецепторы плазматической мембраны различных типов клеток, это морфогены, регулирующие рост и дифференцировку клеток, включая остеобласты, хондробласты, нервные и эпителиальные клетки. Синтезируются BMP остеобластами и их предшественниками. Место локализации BMP — внеклеточная матрица кости, содержащая остеопрогениторные и мезенхимные клетки [3].

Известны два технологических направления получения BMP: биохимическая экстракция их из деминерализованного костного матрикса (ДКМ) и получение с помощью методов генной инженерии рекомбинантных белков — rhBMP [4, 5, 8].

ДКМ содержит комбинацию нескольких видов BMP и других ростовых факторов. Однако химическая очистка, применяемая при изготовлении костных имплантатов, существенно снижает остеиндуктивный потенциал локализованных в ДКМ белковых факторов [7]. Насыщение ДКМ рекомбинантными костными морфогенетическими белками позволяет создавать биокomпозиционные препараты с заданной и прогнозируемой остеиндуктивностью [6].

Многочисленные доклинические исследования (в течение 40 лет) и клиническая апробация (в течение 10 лет), а также одобрение FDA шести коммерческих вариантов препаратов, содержащих

ВМР, для практического применения в травматологии, ортопедии и стоматологии и разрешение на их использование в клиниках Евросоюза и Австралии свидетельствуют о том, что ВМР являются эффективным и достаточно изученным остеоиндуктором.

Целью нашего исследования была оценка остеоиндуктивности рекомбинантного костного морфогенетического белка (rhBMP-2) отечественного производства, фиксированного на ДКМ или входящего в состав коллаген-кальций-фосфатного биокompозита, на экспериментальной модели остеосинтеза конец в конец диафиза бедренной кости крысы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Рекombинантный костный морфогенетический белок (rhBMP-2) получали с помощью методов генной инженерии и микробиологического синтеза в лаборатории биологически активных наноструктур НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи [1]. Исследовали остеоиндуктивность rhBMP-2, фиксированного на ксеногенном ДКМ на основе губчатого слоя кости (серия I), и входящего в состав коллаген-кальций-фосфатного биокompозита, содержащего желатиновые микросферы с rhBMP-2, коллаген I типа животного происхождения и нанокристаллический гидроксипатит, при совместном применении с имплантатом из кортикального недеминерализованного костного матрикса — НДКМ (серия II).

В экспериментах использовались половозрелые крысы-самцы линии Вистар.

Техника операции. Выполняли двусторонний остеосинтез конец в конец фрагментов бедренных костей крысы с применением аппарата наружной фиксации балочного типа. Доступ к бедренной кости осуществляли в асептических условиях. Производили кожный разрез и рассечение мышечного массива бедра по межмышечной борозде. Четыре спицы Киршнера фиксировали попарно в проксимальном и дистальном метафизе бедренной кости, после чего выполняли резекцию диафизарной части кости между двумя парами спиц. Репозицию костных концов и фиксацию губчатого или кортикального имплан-

тата осуществляли с помощью подвижных модулей аппарата наружной фиксации.

Размеры губчатого и кортикального имплантатов составляли 5×5×5 мм. Губчатый имплантат фиксировался в диастазе между костными фрагментами за счет силы сжатия концов бедренной кости аппаратом наружной фиксации с сохранением остаточного костного диастаза не менее 3 мм. Стабильность фиксации кортикального имплантата в диастазе между фрагментами обеспечивалась интрамедуллярными вставками самого имплантата и силой сжатия концов кости аппаратом наружной фиксации.

Опытные (содержащие rhBMP-2) и контрольные (не содержащие rhBMP-2) образцы биоматериала имплантировали в диастаз соответственно правой и левой бедренной кости одной и той же крысы (положение животного лежа на животе).

Серия I. Пять лабораторных животных. Опыт — правая бедренная кость, имплантация ксеногенного губчатого ДКМ с фиксированным rhBMP-2 (рис. 1). Контроль — левая бедренная кость, имплантация ксеногенного ДКМ без rhBMP-2, губчатый слой кости.

Серия II. Семь лабораторных животных. Опыт — правая бедренная кость, имплантация коллаген-кальций-фосфатного биокompозита, содержащего rhBMP-2, совместно с ксеногенным кортикальным НДКМ. Коллаген-кальций-фосфатный биокompозиционный материал располагали на поверхности резецированных концов бедренной кости в месте фиксации кортикального НДКМ, закрывая зону имплантации мышечной муфтой (рис. 2). Контроль — левая бедренная кость, имплантация коллаген-кальций-фосфатного биокompозита, не содержащего rhBMP-2, совместно с НДКМ, кортикальный слой кости.

При изучении остеоиндуктивности rhBMP-2, фиксированного на ДКМ или входящего в состав коллаген-кальций-фосфатного биокompозита, оценивали следующие параметры:

- выраженность воспалительной реакции и наличие гнойного экссудата в области имплантации;
- расположение резецированных концов кости и имплантата по одной оси в разные сроки после операции;

Рис. 1. Имплантация ДКМ (губчатый слой) с фиксированным rhBMP-2 (серия I, опыт).

Рис. 2. Имплантация НДКМ (кортикальный слой) совместно с коллаген-кальций-фосфатным биокompозитом, содержащим rhBMP-2 (серия II, опыт).



- выраженность периостальной муфты регенерации в зоне имплантации костного матрикса и биокомпозиционного материала;

- наличие или отсутствие костного сращения (сопоставление ситуации в «опыте» и «контроле» у каждого животного методом парной выборки и обобщение информации по каждой серии экспериментов);

- выраженность капиллярной сети в образовавшемся периостальном регенерате;

- наличие рентгенологических признаков биодеградации и перестройки имплантированного костного матрикса.

Стабильность выполненного остеосинтеза и выраженность формирования регенерата в разные сроки после операции исследовали рентгенологически на аппарате «Kodak in vivo FX PRO». Функциональную полноценность (прочность) образовавшегося костного регенерата оценивали путем определения крутящего момента и абсолютной деформации (в градусах) при кручении бедренной кости в зоне сращения на сервогидравлической универсальной испытательной машине фирмы «Walter».

РЕЗУЛЬТАТЫ

Ранний послеоперационный период в обеих сериях экспериментов протекал без осложнений. На 2-е сутки после операции у всех животных отмечалась нормальная физическая активность. Операционная рана во всех случаях зажила первичным натяжением. Признаков воспаления и образования гнойного экссудата в подкожной клетчатке в области послеоперационного шва и в месте расположения фиксирующих спиц не обнаружено.

Серия I: имплантация ксеногенного ДКМ на основе губчатого слоя кости с фиксированным rhBMP-2

Сроки наблюдения за экспериментальными животными составили 13, 16, 48, 71 и 82 сут (по одной крысе на каждый срок). Следует отметить, что у одного животного в ходе операции при фиксации спиц произошло расщепление правой бедренной кости (опыт). В связи с этим аппарат наружной фиксации не применялся, концы резеци-

рованной бедренной кости с губчатым ДКМ (rhBMP-2) были укреплены мышечной муфтой.

На 6–16-е сутки после операции, по данным прижизненного рентгенологического исследования, концы резецированной кости располагались по одной оси, сохраняя контакт через имплантированный губчатый ДКМ или через соединительно-тканную муфту регенерации, и в контрольных, и в опытных наблюдениях в 4 из 5 случаев. Из двух крыс, прослеженных в течение длительных сроков, на 71–82-е сутки после операции образование периостального соединительно-тканного регенерата или костное сращение у одной крысы выявлено на обеих сторонах, у другой — только на опытной стороне.

Изучение аутопсийного материала после выведения животных из опыта в разные сроки после операции показало следующее:

- в контрольных образцах сращение бедренной кости наступило у 1 животного со сроком наблюдения 71 сут, несращение отмечено у 4 животных со сроками наблюдения 14, 16, 48, 82 сут;

- в опытных образцах сращение бедренной кости констатировано у 2 животных со сроками наблюдения 71 и 82 сут, несращение — у 3 крыс со сроками наблюдения 14, 16 и 48 сут.

У одного животного на 71-е сутки после операции отмечено образование периостальной муфты регенерации на опытной и контрольной сторонах одновременно. При этом в левой бедренной кости (контроль) определялась подвижность отломков с образованием хаотично сформированной муфты регенерации, выходящей за внешние границы кости. В правой бедренной кости (опыт) в зоне имплантации ДКМ с фиксированным rhBMP-2 была сформирована плотная костная мозоль, не выходящая за внешние границы кости, подвижность в зоне сращения отломков отсутствовала, концы кости располагались по одной оси (рис. 3).

Рентгеноконтрастная периостальная муфта регенерации определялась во всех опытных образцах бедренной кости и по размерам и плотности превосходила таковую в контроле. При парной выборке в опытных образцах отмечалась большая рентгеноконтрастность и плотность формирующейся костной мозоли по сравнению с контрольными.



Рис. 3. Остеосинтез бедренной кости конец в конец. Серия I, 71-е сутки после операции. Правая бедренная кость — опыт, левая — контроль.

а — рентгенограммы; *б* — аутопсийный материал.

Имплантированный губчатый ДКМ в зоне резекции кости рентгенологически не выявлялся ни в одном случае.

При исследовании аутопсийного материала установлено, что ангиогенез в опытных образцах был более выраженным, чем в контрольных. Соединительно-тканная капсула активно проросла в пористые структуры ДКМ как в опытных, так и в контрольных наблюдениях. При этом в опытных образцах она имела более богатую капиллярную сеть. Опытные образцы демонстрировали более выраженный процесс ангиогенеза. Во всех случаях наблюдался активный процесс регенерации в местах фиксации спиц в бедренной кости.

Серия II: имплантация collagen-кальций-фосфатного биокомпозита, содержащего rhBMP-2, совместно с ксеногенным недеминерализованным костным имплантатом на основе кортикального слоя кости

Сроки наблюдения за экспериментальными животными составили 14 сут (одна крыса), 44-45 сут (3 крысы), 50, 60 и 87 сут (по одному животному).

В сроки от 6 до 14 сут после операции, по данным прижизненного рентгенологического исследования, концы резецированной кости располагались по одной оси, сохраняя контакт через имплантированный кортикальный НДКМ или через соединительно-тканную муфту регенерации, как на контрольной, так и на опытной стороне у всех 7 животных. У 6 крыс с длительными сроками наблю-

дения во временном диапазоне 44-87 сут сохранение контакта между костными фрагментами через имплантированный кортикальный НДКМ или образование периостального соединительно-тканного регенерата было отмечено на контрольной стороне в 2, на опытной — в 6 случаях.

У одной крысы («опыт») на 6-е сутки после операции при контрольной рентгенографии был выявлен перелом интрамедуллярной ножки кортикального костного имплантата и нарушение вследствие этого репозиции отломков. Произведена повторная операция по замене костного имплантата. В зону резекции повторно введена доза collagen-кальций-фосфатного биокомпозита, содержащего rhBMP-2.

При рентгенологическом исследовании аутопсийного материала выявлено следующее:

- в контрольных образцах сращение бедренной кости наступило у 2 животных со сроком наблюдения 45 и 87 сут (рис. 4 и 7), несращение отмечено у 5 животных со сроком наблюдения 14, 44, 45, 50 и 60 сут (рис. 5 и 7).
- в опытных образцах сращение бедренной кости констатировано у 6 крыс со сроком наблюдения от 44 до 87 сут, несращение — у 1 крысы со сроком наблюдения 14 сут (рис. 4-7).

При парной выборке результатов у 4 животных в сроки 44, 45, 50 и 60 сут после операции отмечено сращение опытного образца и отсутствие сращения контрольного (см. рис. 4-6). У 2 крыс обнаружено костное сращение как опытного, так и контрольного образца, при этом муфта регенерации в опыте была более выраженной (см. рис. 4 и 7).

Рис. 4. Остеосинтез бедренной кости конец в конец. Серия II, 45-е сутки после операции. Правая бедренная кость — опыт, левая — контроль.

а — рентгенограммы;
б — аутопсийный материал.

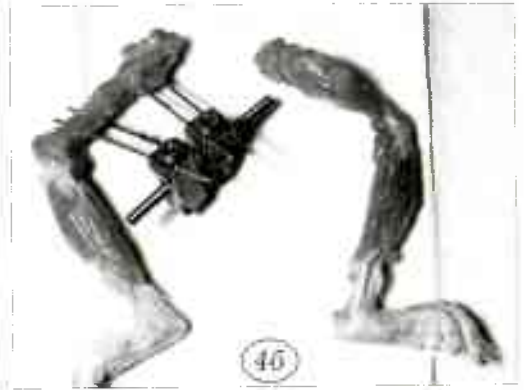
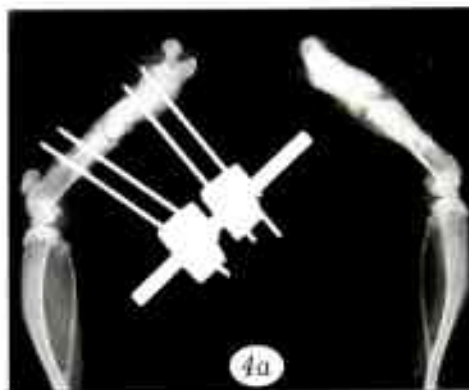
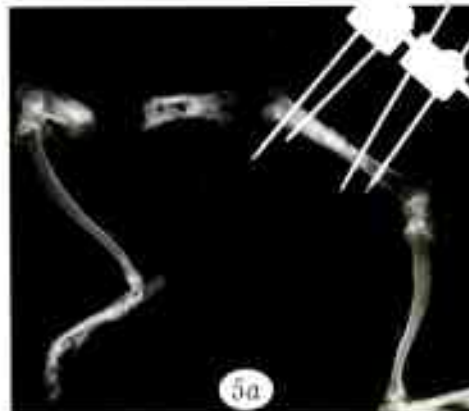


Рис. 5. Остеосинтез бедренной кости конец в конец. Серия II, 44-е сутки после операции. Правая бедренная кость — опыт, левая — контроль.

а — рентгенограммы;
б — аутопсийный материал.



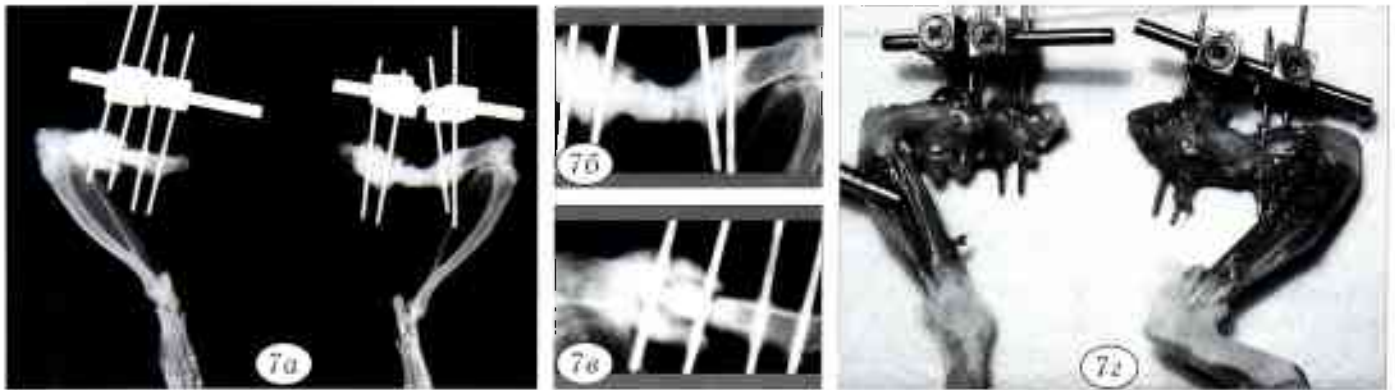
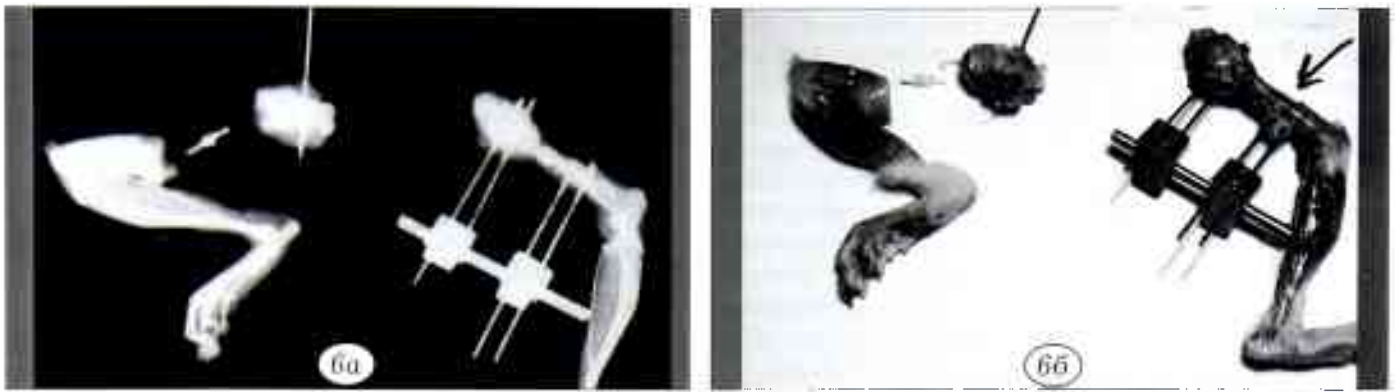


Рис. 6. Остеосинтез бедренной кости копец в копец. Серия II, 50-е сутки после операции. Правая бедренная кость — опыт, левая — контроль.

а — рентгенограммы; б — аутопсийный материал.

Рис. 7. Остеосинтез бедренной кости копец в копец. Серия II, 87-е сутки после операции.

а—а — рентгенограммы: а — правая бедренная кость — опыт, левая — контроль; б — правая бедренная кость (опыт), в — левая бедренная кость (контроль) — рентгенограммы с увеличением зоны имплантации; г — аутопсийный материал.

Рентгеноконтрастная периостальная регенерация определялась во всех опытных образцах бедренной кости. При парной выборке в опытных образцах в разные сроки после операции отмечалась большая рентгеноконтрастность и плотность формирующейся мозоли, чем в контрольных. Во всех случаях наблюдалась активная регенерация в местах фиксации спиц в бедренной кости. В 3 опытных образцах со сроками наблюдения 44, 45 и 50 сут выявлялась гипертрофированная периостальная регенерация (см. рис. 5 и 6). Имплантированный НДКМ, по данным рентгенографии, не имел признаков биодеградации ни в одном случае.

При визуальном исследовании аутопсийного материала опытные образцы резецированной бедренной кости демонстрировали более выраженную сосудистую капиллярную сеть по сравнению с контролем.

Функциональную полноценность сформированного регенерата оценивали по его механической прочности. С помощью универсальной испытательной машины образцы скручивались до полного разрушения. Крутящие моменты, возникавшие при этом, фиксировались на графиках в координатах «крутящий момент—угол скручивания». Априори предполагалось, что самым слабым

местом в образце является область регенерата и потому разрушение должно происходить по месту сращения костных фрагментов. В реальности же разрушение некоторых образцов происходило вне зоны сращения, что свидетельствовало о высокой прочности регенерата. Угол скручивания при полном разрушении образцов, как правило, не превышал 100°.

Обработка данных велась путем сравнения величин крутящих моментов, зафиксированных при скручивании образцов на угол 30°, а также величин максимальных крутящих моментов, которые проявлялись при других углах скручивания. Далее приведены средние арифметические значения крутящих моментов.

Серия I. Контроль — одно наблюдение: образование периостального регенерата при фиксации в костном диастазе губчатого ДМК. Крутящий момент равнялся 0,14 Н·м при скручивании образца на 30°. **Опыт** — 2 наблюдения: костное сращение при имплантации в костный диастаз губчатого ДМК с фиксированным rhBMP-2. Крутящий момент равнялся 0,23 Н·м при скручивании образца на 30°. Относительный прирост прочности в опытных образцах составил 64,2%.

Серия II. Контроль — 2 наблюдения: образование периостального регенерата при фиксации

в костном диастазе кортикального ДМК. Крутящий момент при скручивании образца на 30° равнялся 0,125 Н·м. Опыты — 6 наблюдений: костное сращение при использовании коллаген-кальций-фосфатного композита, содержащего rhBMP-2 совместно с кортикальным НДКМ. Крутящий момент равнялся 0,136 Н·м при скручивании образца на 30°. Относительный прирост прочности в опытных образцах составил 8,8%.

Функциональная полноценность сформировавшегося в опытных образцах регенерата так же отчетливо выявляется и при сравнении максимальных значений моментов кручения, полученных при испытании тех же образцов до полного разрушения.

Серия I. Контроль — одно наблюдение. Максимальный крутящий момент при скручивании 0,20 Н·м. Опыты — 2 наблюдения. Максимальный крутящий момент при скручивании 0,29 Н·м. Относительный прирост прочности в опытных образцах составил 45%.

Серия II. Контроль — одно наблюдение. Максимальный крутящий момент при скручивании образца 0,13 Н·м. Опыты — 6 наблюдений. Максимальный крутящий момент 0,223 Н·м. Относительный прирост прочности в опытных образцах составил 71,5%.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время экспериментальные и клинические исследования по проблеме ВМР проводятся в большинстве медико-биологических научных центров мира. В нашем сообщении представлена предварительная экспериментальная оценка остеоиндуктивности отечественного рекомбинантного остеоиндуктора rhBMP-2.

Используемая нами экспериментальная модель остеосинтеза конец в конец фрагментов диафиза бедренной кости мелких лабораторных животных, по мнению зарубежных исследователей, является максимально информативной и приближенной к естественным условиям функционирования высокоостеоиндуктивного биоматериала в организме реципиента. Моделирование процесса сращения отломков диафиза бедра конец в конец дает возможность исследовать биомеханические параметры образующегося регенерата и оценить в цифровых показателях остеоиндуктивные характеристики изучаемого материала. Однако для получения достоверной оценки требуется тщательное хирургическое выполнение стабильного остеосинтеза, исключаяющего подвижность костных фрагментов в зоне резекции и имплантации белкового остеиндуктора.

Исследуемый отечественный рекомбинантный костный морфогенетический белок rhBMP-2, фиксированный на ДКМ или входящий в состав биокомпозиционного материала, обладает остеиндуктивностью и стимулирует регенеративный процесс в зоне резекции кости. Результаты нашего пред-

варительного экспериментального исследования коррелируют с данными, приводимыми в сообщениях зарубежных научных центров, о высокой эффективности рекомбинантных белковых остеиндукторов.

ВЫВОДЫ

1. Рекомбинантный белковый остеиндуктор rhBMP-2 отечественного производства в составе коллаген-кальций-фосфатного биокомпозиционного материала или ксеногенного деминерализованного костного матрикса способен стимулировать регенерацию костной ткани и функционально значимое костное сращение при остеосинтезе конец в конец фрагментов диафиза бедренной кости лабораторного животного.

2. Экспериментальная модель остеосинтеза конец в конец фрагментов диафиза бедренной кости мелких лабораторных животных с помощью аппарата наружной фиксации является информативным и достоверным инструментом для доклинической оценки эффективности остеиндуктивных материалов, содержащих белковые рекомбинантные факторы роста.

Работа проведена при финансовой поддержке гранта «Разработка стандартных и пролонгированных форм препаратов рекомбинантных белков BMP-2 и BMP-7 и композиционных препаратов на их основе для эффективной регенерации костной ткани» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, выполняемого по государственному контракту № 10411.0810200.13.В10 от 23 апреля 2010 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаранова Н.Е., Котлова А.П., Галушкина З.М. и др. Получение рекомбинантного костного морфогенетического белка 2 человека в клетках *Escherichia coli* и тестирование его биологической активности in vitro и in vivo // Молекулярная биол. — 2010. — Т. 44, N 6. С. 1036–1044.
2. McKee M.D., Schemitsch E.H., Waddell J.P., Wild L. The treatment of long bone nonunion with rhBMP: results of a prospective pilot study // Annual Meeting Am. Acad. Orthop. Surg., 71st. — San Francisco, 2004. — P. 242.
3. Paralkar V.M., Vail A.L., Grasser W.A. et al. Cloning and characterization of a novel member of the transforming growth factor-beta bone morphogenetic protein family // J. Biol. Chem. — 1998. — Vol. 273, N 22. — P. 13760–13767.
4. Reddi A.H. Morphogenetic messages are in the extracellular matrix: biotechnology from bench to bedside // Biochem. Soc. Trans. — 2000. — Vol. 28. — P. 345–349.
5. Sampath T.K., Maliakal G.C., Hauschka P.V. Recombinant human osteogenic protein-1 (rhOP-1) induces new bone formation in vivo with a specific activity comparable with natural bovine osteogenic protein and stimulates osteoblast proliferation and differentiation in vitro // J. Biol. Chem. — 1992. — Vol. 267, N 28. — P. 20352–20362.
6. Seeherman H., Wozney J.M. Delivery of bone morphogenetic proteins for orthopaedic tissue regeneration // Cytokine Growth Factor Rev. — 2005. — Vol. 16. — P. 329–345.

7. Wang E.A., Rosen V., Cordes P. et al. Purification and characterization of other distinct bone-inducing factors //Proc. Natural Acad. Sciens USA. — 1988. — Vol. 85. — P. 9484–9488.

8. Wozney J.M., Rosen V. Bone morphogenetic protein and bone morphogenetic protein gene family in bone formation and repair //Clin. Orthop. 1998. — N 346. — P. 26–37.

Сведения об авторах: Миронов С.П. — акад. РАН и РАМН, доктор мед. наук, директор ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Гинцбург А.Л. — акад. РАМН, доктор мед. наук, директор НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи; Еськин Н.А. — профессор, доктор мед. наук, зам. директора ЦИТО им. Н.Н. Приорова по научной работе; Луния В.Г. — канд. биол. наук, руководитель лаборатории биологически активных наноструктур НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи; Гаврюшенко Н.С. — профессор, доктор техн. наук, руководитель лаборатории биомеханических исследований ЦИТО им. Н.Н. Приорова; Карягина А.С. — доктор биол. наук, ведущий науч. сотр. лаборатории биологически активных наноструктур НИИЭМ им. Н.Ф. Гамалеи; Зайцев В.В. — канд. мед. наук, ведущий науч. сотр., руководитель группы остеоиндуктивных биоматериалов ЦИТО им. Н.Н. Приорова.

Для контактов: Зайцев Владимир Валентинович. 127299, Москва, ул. Приорова, дом 10, ЦИТО. Тел.: (495) 450-21-92; 8 (916) 340-30-06. E-mail: Zaitsev-cito@mail.ru

© Коллектив авторов, 2010

РОЛЬ ВЫСОКОПОЛЯНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ И УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Н.А. Еськин, В.В. Банакоев, Б.Т. Тиссен, Н.Ю. Матвеева

Лекция посвящена вопросам диагностики острой травмы коленного сустава. Продемонстрированы возможности ультразвукового метода и магнитно-резонансной томографии при этом виде повреждения. Дана оценка точности и информативности каждого из методов.

Ключевые слова: травма коленного сустава, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография.

N.A. Es'kin, V.V. Banakov, B.T. Tissen, N.Yu. Matveeva

Lecture is devoted to the issues of acute knee joint injury diagnosis. Potentialities of ultrasound method and magnetic resonance imaging in such of injuries are demonstrated. Accuracy and informativeness of each method is evaluated.

Key words: knee joint injury, ultrasound examination, magnetic resonance tomography.

Травмы коленного сустава — один из наиболее частых поводов обращения к травматологу. Алгоритм диагностики поврежденных коленного сустава отработан и включает в себя осмотр и рентгенологическое исследование сустава в двух проекциях. Рентгенологическое исследование позволяет на первом этапе диагностики выявить или исключить патологию костных компонентов сустава. Для диагностики поврежденных мягкотканых структур используются магнитно-резонансная томография и ультразвуковое исследование. Применение МРТ и сонографии в травматологии и ортопедии началось приблизительно в одно и то же время — с середины 80-х годов прошлого века. С тех пор в процессе использования этих методов отчетливо проявились как недостатки, ограничения, так и безусловные преимущества каждого из них.

Противопоказания к применению магнитно-резонансной томографии хорошо известны, но позволим себе еще раз напомнить их: это наличие в организме обследуемого металлоконструкций, инородных тел, таких как металлические клипсы, искусственный водитель ритма сердца, а также татуаж

и т.п.; клаустрофобия; ожирение IV степени. Большинство исследователей признается ведущая роль МРТ в диагностике поврежденных капсульно-связочного аппарата коленного сустава и менисков [2, 5, 14]. Ни один другой метод визуализации не дает возможности получать такое высококонтрастное изображение мягких тканей в различных плоскостях.

Ультразвуковой метод не имеет противопоказаний к применению и обладает рядом бесспорных достоинств, таких как доступность, относительно низкая стоимость, возможность проведения исследования необходимое число раз, возможность применения динамических проб в процессе исследования.

Вместе с тем сонография также имеет некоторые ограничения при исследовании крупных суставов: наличие костных препятствий, не позволяющих получить достаточное акустическое окно, избыточное развитие у пациента подкожно-жировой клетчатки и выраженный отек мягких тканей, часто сопутствующий травмам суставов. Все это может значительно затруднять проведение ультразвукового исследования и трактовку полу-