

Органосохранное хирургическое лечение некроза головки бедренной кости нетравматического генеза

А.Э. Мурзич, О.А. Соколовский, Г.А. Урьев

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии», г. Минск, Республика Беларусь

Hip-preserving surgical treatment for atraumatic femoral head necrosis

A.E. Murzich, O.A. Sokolovsky, G.A. Uryev

State Institution Republican Scientific-Practical Centre of Traumatology and Orthopedics, Minsk, Belarus

Введение. Проблема органосохранного лечения некроза головки бедренной кости имеет высокое социально-экономическое значение, поскольку количество операций эндопротезирования тазобедренного сустава у молодых пациентов растет. **Цель.** Оценить результаты разработанных органосохранных хирургических вмешательств при лечении пациентов с некрозом головки бедренной кости нетравматического генеза. **Материалы и методы.** В исследование включены 42 случая малоинвазивной декомпрессии очага некроза головки бедра с костной аутопластикой, 22 случая декомпрессии с введением в очаг некроза аутологичного костного мозга и мезенхимальных стволовых клеток, 6 случаев применения титанового сетчатого импланта с блокированием. **Результаты.** Сроки наблюдения пациентов после операций составили до 5 лет. Выживаемость тазобедренных суставов при выполнении органосохранных операций с использованием клеточных технологий в качестве стимулятора остеорегенерации оказалась заметно лучше, чем при использовании только костной пластики на стадиях I, IIА, IIВ, IIС. Для лечения остеонекроза головки бедра на стадии IIIА разработан титановый имплант головки бедренной кости с блокированием, способный выполнять регенеративную и опорную функцию. **Заключение.** Анализ долгосрочных результатов применения разработанных и внедренных малоинвазивных технологий доказал их эффективность и безопасность, отмечен низкий процент осложнений.

Ключевые слова: эндопротезирование, некроз головки бедра, мезенхимальные стволовые клетки

Introduction Hip-salvage treatment in femoral head necrosis has a great social and economic importance. The number of hip joint replacements in young patients has been increasing. **Purpose** To evaluate the results of hip-preserving surgical interventions in the treatment of patients with non-traumatic femoral head necrosis. **Materials and methods** The study included 42 cases treated by minimally invasive core decompression of the femoral head and bone grafting, 22 cases of decompression and introduction of autologous bone marrow and mesenchymal stem cells into the core of necrosis, and six cases of using a titanium locking mesh implant. **Results** The follow-up time after surgery was up to 5 years. The survival rate of hip-preserving operations using cell technology to stimulate osteoregeneration were noticeably better than using bone grafting only in disease stages I, IIА, IIВ, IIС. For femoral head osteonecrosis in stage IIIА, a titanium locking femoral head implant has been developed. It promotes regeneration and performs a supporting function. **Conclusion** The analysis of long-term results of these minimally invasive technologies has proven their efficacy and safety along with a low rate of complications.

Keywords: femoral head necrosis, mesenchymal stem cells, joint replacement

ВВЕДЕНИЕ

Некроз головки бедренной кости (НГБК) – это тяжелая форма патологии тазобедренного сустава, характеризующаяся прогрессирующим течением с постепенным развитием коллапса нагрузочной части головки бедра, ее деструкции и вторичного коксартроза [1]. В 50–75 % случаев отмечается двухсторонний характер заболевания, что является причиной инвалидизации пациентов, выраженного нарушения функции нижних конечностей [2, 3].

Поскольку данное заболевание в основном затрагивает население молодого трудоспособного возраста, а число тотальных эндопротезирований тазобедренного сустава (ТЭТС), выполненных пациентам с остеонекрозом головки бедра, составляет от 7 до 14,8 % вмешательств [4], проблема ранней диагностики и лечения патологии имеет высокое социально-экономическое значение.

В Республике Беларусь ввиду неусовершенствования централизованной системы учета эндопротезирований и отсутствия регистров ортопедических заболеваний эпидемиологическую картину по остеонекрозу представить весьма проблематично. Однако, если учесть, что ежегодно в Республике выполняется более 6000 ТЭТС, то, согласно процентному соотношению, на долю остеонекроза будет выпадать около 900 случаев.

Среди известных методов хирургического лечения остеонекроза в последние годы широкое распространение получила методика декомпрессии, которая предполагает уменьшение интрамедуллярного давления и приток живых клеток из областей, окружающих некротическое поражение головки [5, 6]. Отзывы среди ортопедов по поводу сложностей техник ее выполнения и результатов излечения неоднозначны. Способы операций отличаются в зависимости от хирургического доступа, количества просверленных каналов, диаметра трепанационных отверстий. Ряд авторов указывает на большую эффективность чрезкожного просверливания спицами малого диаметра, другие отдают предпочтение формированию одного широкого канала [7, 8].

Дискутабельным вопросом является выбор варианта замещения некротической полости. Этот этап должен удовлетворять ряду требований: поддерживать прочность разрушенной головки бедра, быть биосовместимым, участвовать в остеорегенерации. В настоящее время предложены различные варианты костной пластики: с заполнением некротической полости аутогубчатой костной тканью или биорезорбируемыми материалами, костным цементом, композитом фосфата и сульфата кальция [9–11]. Предлагается дополнительно

☒ Мурзич А.Э., Соколовский О.А., Урьев Г.А. Органосохранное хирургическое лечение некроза головки бедренной кости нетравматического генеза // Гений ортопедии. 2020. Т. 26, № 4. С. 495–501. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-4-495-501

☒ Murzich A.E., Sokolovsky O.A., Uryev G.A. Hip-preserving surgical treatment for atraumatic femoral head necrosis. *Genij Ortopedii*, 2020, vol. 26, no 4, pp. 495–501. DOI 10.18019/1028-4427-2020-26-4-495-501

использовать васкуляризованные костные и мышечные трансплантаты [12, 13], применять обогащенную тромбоцитами аутоплазму для стимуляции остеорегенерации [14], а также аллотрансплантаты с плазмой, обогащенной тромбоцитарными факторами роста [15].

Однако внедрение в практическую работу того или иного метода с доказанной эффективностью зачастую ограничено техническими возможностями клиники, навыками персонала, отсутствием остеозамещающих субстанций. Способы их выполнения в большинстве

случаев трудновоспроизводимы, детали не раскрываются в литературе и не подтверждены объективными инструментальными данными. Вышеперечисленные факторы побуждают специалистов разрабатывать новые хирургические методы и способы замещения костной ткани.

Цель исследования – оценить результаты разработанных органосохранных хирургических вмешательств при лечении пациентов с некрозом головки бедренной кости нетравматического генеза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

За период с 2014 по 2019 г. в клинике РНПЦ травматологии и ортопедии прооперировано 66 пациентов (70 суставов) с НГБК нетравматического генеза. В группу А включены 42 пациента, которым была выполнена малоинвазивная декомпрессия очага некроза головки бедра с костной аутопластикой (42 операции). В группу Б включены 18 пациентов, которым выполнены 22 декомпрессии с введением в очаг некроза концентрата аутологичного костного мозга и мезенхимальных стволовых клеток; 4 пациента в группе Б оперированы с обеих сторон. В отдельную группу С отнесены 6 пациентов, которые были прооперированы с использованием разработанного в клинике титанового импланта головки бедренной кости с блокированием. Распределение пациентов по стадиям заболевания согласно классификации ARCO [16] представлено в таблице 1. Средний возраст пациентов составил 40 (30; 47,5) лет.

Исследования проводились в соответствии с рекомендациями Ученого совета и разрешением Комитета по этике РНПЦ травматологии и ортопедии. Инструкции по применению разработанных методов утверждены Министерством здравоохранения Республики Беларусь в установленном порядке.

Таблица 1

Распределение суставов по стадиям НГБК

Стадия	Количество случаев	%
I	3	4,2
IIA	2	3
IIB	13	18,5
IIC	23	33
IIIA	29	41,3
Всего	70	100

В группе А пациентам выполняли чрезкожную декомпрессию очага некроза канюлированными фрезами с последующей импакционной костной пластикой аутогубчатой костью по запатентованной методике [17].

Под контролем электронно-оптического преобразователя в шейку бедра по направлению к центру очага некроза вводили спицу Киришнера на глубину 5 мм до субхондрального слоя. Выполняли кожный разрез 3 см. По направляющей спице фрезой осуществляли забор цилиндрического костного трансплантата из межвертельной зоны бедра. Рассверливали пораженную передневерхнюю зону головки бедра округлыми фрезами и туннелировали изогнутым шилом изнутри кости по окружности центра очага. Такая внутрикостная остеоперфорация, на наш взгляд, способствовала декомпрессии некротизированной костной ткани в очаге без потери прочностных свойств головки бедра, что

возникает при циркулярном рассверливании плотной некротизированной кости. Для визуального контроля качества декомпрессии, оценки жизнеспособности кости в канал шейки бедра вводили 30° оптику артроскопа. Некротизированные костные фрагменты удаляли с помощью шейвера под визуальным контролем. В 7 случаях при наличии синовиальной тазобедренного сустава, свободных костно-хрящевых тел, признаков импиджмент-синдрома выполняли артроскопию тазобедренного сустава с последующей санацией, хондропластикой и биопсией синовиальной оболочки.

В группе Б в 10 случаях перед декомпрессией выполняли забор костного мозга из крыла подвздошной кости в объеме 60–80 мл. Пунктат центрифугировали и выделяли фракцию моноклеарных клеток (МНК). Полученный концентрат МНК смешивали с аутогубчатой костью и вводили внутрикостно в очаг некроза. Наружную часть канала уплотняли аутокостной пробкой.

В группе Б в 12 случаях применена аутоотрансплантация мезенхимальных стволовых клеток (МСК). Клеточную терапию использовали у пациентов в возрасте 25–45 лет, у которых были исключены бактериальные и инфекционные триггеры заболевания и установлена сосудистая этиология остеонекроза. Методика включала следующие этапы.

Эксфузия костного мозга. Осуществляли вышеописанным способом. Пунктат костного мозга в объеме 50–70 мл в стерильных условиях транспортировался в лабораторию РНПЦ детской онкологии гематологии и иммунологии (РНПЦДОГИ) для получения культуры клеток. Пациента выписывали на 4 недели.

Получение биомедицинского клеточного продукта (БМКП). В лаборатории клеточных биотехнологий и цитотерапии РНПЦДОГИ осуществляли выделение МСК методом адгезии к пластику из фракции моноклеарных клеток костного мозга с дальнейшим их культивированием. Проводили оценку подлинности клеток по иммунофенотипическим маркерам, жизнеспособности клеток, а также стерильности БМКП МСК (заведующая лабораторией к. б. н. Я.И. Исайкина). Клеточный продукт исследован методом гистологического окрашивания. Клетки в культуре запаивали в парафиновые блоки, затем делали тонкие срезы, которые подвергались окраске гематоксилином и эозином.

В качестве носителя для клеток использовали фибриновый гель [18]. Создание композита БМКП МСК в фибриновом геле для заполнения области некроза головки бедра пациента включало получение фибринового геля, внесение клеточного продукта МСК в фибриновый гель, перенос композита в дифференциальную среду, культивирование клеток в CO₂-инкубаторе

в течение 4–5 дней. Приготовленный БМКП МСК использовали в течение 2 часов после получения (рис. 1).

Для имплантации клеточного продукта пациента госпитализировали в клинику. В день операции осуществляли транспортировку БМКП МСК из лаборатории клеточных биотехнологий.

Хирургическое вмешательство включало в себя 2 этапа – декомпрессию очага некроза и трансплантацию МСК. Декомпрессию очага некроза осуществляли в соответствии с вышеописанным способом. Биотрансплантат МСК извлекали из среды для культивирования непосредственно во время операции и вводили в зону некроза с помощью поршневидного толкателя. Наружную часть костного канала obturировали костной аутопробкой с целью предотвращения потери клеточного продукта.

В РНПЦ травматологии и ортопедии, совместно с НПО «Медбиотех», разработан титановый имплант головки бедренной кости с блокированием для лечения НГБК. Предложенное устройство состоит из пустотелого сетчатого цилиндра из биоинертного материала, с запрессованной гладкой заглушкой и конусовидным винтом для блокирования цилиндра в канале шейки бедра. Заглушка имеет выпуклую форму и обращена к суставной поверхности головки для предупреждения повреждения субхондральной кости (рис. 2). Имплант использовали для лечения остеонекроза головки бедра на стадии IIIA с целью предотвращения быстрого прогрессирования заболевания и сохранения структуры и функции тазобедренного сустава.

Техника выполнения операции. Первоначально выполняли декомпрессию зоны некроза. Титановый имплант, предварительно заполненный костным ауто-трансплантатом из крыла подвздошной кости, вбивали

в головку бедренной кости до плотного заклинивания и коррекции участка коллапса. С целью предотвращения обратной миграции осуществляли его блокирование в канале шейки бедренной кости конусовидным винтом, наружный диаметр резьбы которого превышал диаметр сетчатого цилиндра на 4 мм. Конусовидная форма винта позволяла заклинивать его в центре сетчатого цилиндра, уплотняя кость. Подана заявка на выдачу патента Республики Беларусь.

В послеоперационном периоде рекомендовали ходьбу с помощью костылей с частичной нагрузкой на оперированную конечность до 10 % веса тела в течение 6–8 недель. Полную нагрузку на оперированную конечность разрешали через 8–12 недель в зависимости от вида вмешательства. Рентгенологический контроль выполняли в сроки 8 недель, 3, 6, 12 месяцев после операции.

Уровень болевого синдрома оценивался пациентом по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) [19]. Клиническая оценка состояния пациентов осуществлялась на основании балльной системы Harris Hip Score [20].

Статистический анализ полученных результатов осуществлялся с использованием непараметрических методов представления данных (медиана, квартили, размах) и сравнения общих параметров независимых групп (U- критерий Манна-Уитни). Результаты долгосрочного наблюдения обрабатывались с помощью анализа выживаемости по методу Каплана-Мейера. Статистический анализ выполнен с помощью статистического пакета Statistica 10. Различия между полученными и исходными показателями считались достоверными при вероятности $p < 0,05$.

Уровень достоверности доказательств – 3.

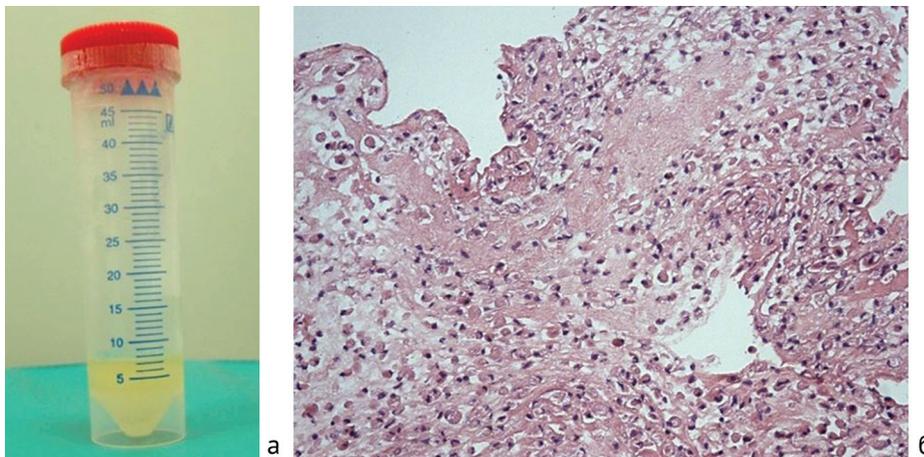


Рис. 1. БМКП МСК пациента Д.: а – пробирка с клеточным продуктом, б – гистологический срез биокомпозиата, увеличение $\times 600$: в поле зрения определяется большое количество мономорфных клеток, мелких с эозинофильной округлой цитоплазмой и эксцентричным гиперхромным ядром; клетки распределяются в толще носителя равномерно

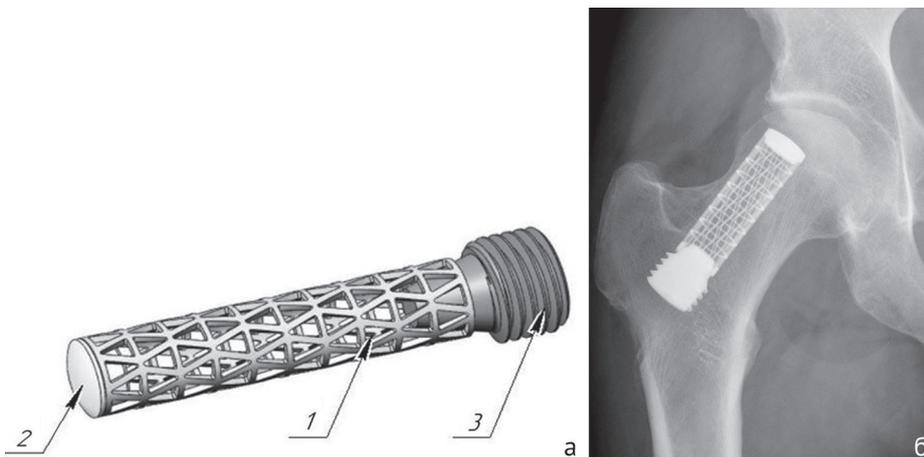


Рис. 2.: а – титановый имплант с блокированием для лечения НГБК: 1 – титановый цилиндр, 2 – заглушка цилиндра, 3 – винт; б – рентгенограмма проксимального отдела правой бедренной кости пациента В., 45 лет, 1 год после лечения остеонекроза с применением титанового импланта

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты органосохранных операций изучены у всех пациентов в сроки до 5 лет, средние сроки наблюдения составили 20 (12; 39,5) месяцев. При анализе данных установлены различия в длительности стационарного лечения пациентов (10 (8; 14) в группе А и 8 (6; 10) в группе Б, $p = 0,013$). В группе Б пациенты госпитализировались накануне операции в связи с необходимостью имплантации БМКП МСК в ближайшее время после его изготовления и дифференцировки. Сокращение послеоперационного периода происходило за счет эффективного купирования болевого синдрома после вмешательства и низкой травматизации тканей. Снижение болевого синдрома с $60 \pm 4,2$ до $32 \pm 3,4$ балла по 100-балльной шкале ВАШ отмечено в 42 (60 %) случаях, что, по нашему мнению, связано со снижением внутрикостного давления в некротическом очаге за счет декомпрессии и разгрузки сустава. В 38 (54, %) случаях пациенты отмечали купирование или изменение характера болей уже на следующие сутки после операции. Болевой синдром снижался на протяжении 3 месяцев после операции и затем существенно не менялся ($p > 0,05$). Среднее число баллов по шкале Harris до операции составляло 76 (70,8; 81,2), в отдаленном послеоперационном периоде при оценке результатов – 85,2 (82; 88,4). Статистический анализ не выявил достоверных отличий в уровне болевого синдрома среди групп А, Б и С ($p > 0,05$). Установлено, что выживаемость тазобедренных суставов при выполнении органосохранных операций с использованием МНК и БМКП МСК в качестве стимулятора остеорегенерации оказалась заметно лучше, чем при использовании только костной пластики ($p < 0,5$). Частота выполнения ТЭТС после применения разработанных органосохранных операций на стадиях I–II остеонекроза оказалась заметно ниже, чем на стадии III ($p < 0,15$) (рис. 3).

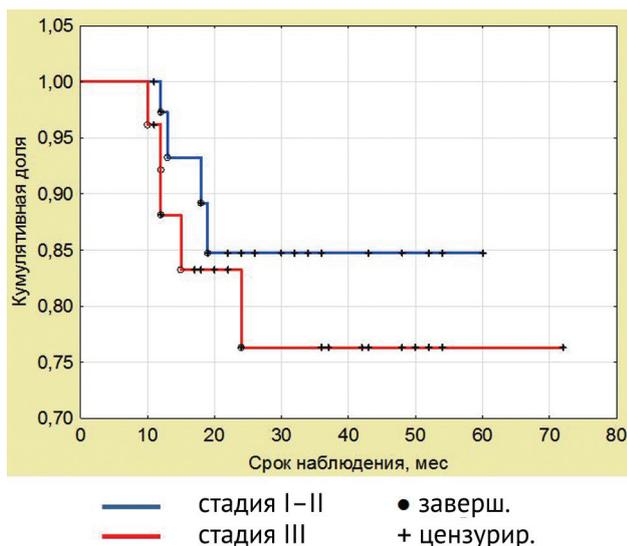


Рис. 3. Сравнительный анализ успеха методом Каплана-Мейера в зависимости от стадии остеонекроза

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) выполнено в 10 (14,3 %) случаях в сроки до 2 лет после органосохранных операций. Различия между группами по срокам выполнения ТЭТС были

статистически незначимы ($p = 0,38$, по U-критерию Манна-Уитни). Среднее число баллов по шкале Harris перед эндопротезированием в этих случаях составило 63 [60; 67]. Рентгенологически определялось прогрессирование коллапса головки и усиление болей. В этих случаях органосохранные операции выполнялись при IIC и IIIA стадиях заболевания из-за поздней диагностики остеонекроза и несвоевременного начала лечения. В группе Б при использовании клеточных технологий тотальное эндопротезирование выполнено у одного пациента. Послеоперационные изменения шейки и головки бедра не повлияли на выбор бедренного компонента эндопротеза, хирургического доступа и ход операции при ТЭТС.

При изучении результатов вмешательств установлено, что процентное соотношение неудовлетворительных исходов в группе А было больше, чем в группе Б, где был использован концентрат костного мозга (38,7 % и 26,7 % соответственно). В группе Б количество случаев с отрицательной динамикой при прогрессировании остеонекроза было на 12 % меньше, чем при использовании только костной пластики. Это свидетельствует о том, что клеточные технологии являются более предпочтительными в лечении НГБК у молодых пациентов. Наши результаты сопоставимы с данными, опубликованными другими авторами, в частности с работами Hemigou [21], Zhao [22], Pak [23].

В 7 (10 %) случаях в отдаленном периоде на рентгенограммах определялась «пикообразная» гипертрофия наружного кортикального слоя бедренной кости в месте введения клеточного продукта. Это отмечалось после применения МНК и БМКП МСК. Разрастание костной ткани не сопровождалось клиническими проявлениями и, на наш взгляд, являлось показателем активного костеобразования в зоне введения остеогенных клеток. В группе, где была применена костная пластика, гипертрофии костной ткани не определялось.

В группе С результаты лечения проанализированы в сроки от 3 до 12 месяцев с учетом новизны разработки. Среднее число баллов по шкале Harris у пациентов до операции составило 76 [72; 80], в послеоперационном периоде – 88 [86; 91]. Восстановление трудоспособности, как правило, занимало около 3 месяцев, ни один из пациентов после операции не имел группы инвалидности. Прогрессирование коллапса отмечено у одного пациента, ТЭТС не выполнялось ни в одном случае.

Клинический пример. Пациент М., 28 лет, экономист. Обратился в клинику РНПЦ травматологии и ортопедии 11.02.2015 г. с жалобами на выраженные боли в правом тазобедренном суставе, хромоту. Боли беспокоили около 6 месяцев. Проведено клинико-лабораторное и инструментальное обследование согласно разработанному алгоритму [24], по результатам которого установлен диагноз аваскулярного некроза головки бедренной кости стадии IC справа. Бактериально-вирусная этиология заболевания исключена. Лабораторно подтверждено отсутствие бактерий в урогенитальном тракте, антител к вирусам и бактериям в сыворотке крови. Выполнена малоинвазивная декомпрессия очага некроза справа, осуществлено введение МСК костного мозга. На следующие сутки после вмешательства

ства начаты реабилитационные мероприятия – ЛФК, физиотерапевтическое лечение. Длительность разгрузки сустава составила 8 недель. Трудоспособность восстановлена через 2,5 мес. При осмотре через 5 лет после операции пациент жалоб не предъявляет, ходит

не хромая. Сгибание в правом тазобедренном суставе 120°, внутренняя ротация 25°, наружная ротация 40°, отведение 30°. Клинический результат по шкале Harris 96 баллов. Оси ног прямые, положение активное. Длина нижних конечностей одинакова (рис. 4).



Рис. 4. Пациент М. с НГБК до лечения и через 5 лет после декомпрессии и клеточной терапии: а, б, в – на рентгенограмме и МР томограммах до лечения: очаг некроза головки, отек костного мозга головки и шейки бедра, синовит; г, д, е – 5 лет после операции: по данным МРТ отсутствует отек костного мозга головки, зона некроза уменьшилась; ж, з – функциональный результат: полный объем движений в тазобедренных суставах, пациент играет в футбол

ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность использования дифференцированных МСК в лечении НГБК связана с патофизиологией заболевания. Имеются данные о снижении числа прогениторных клеток в интактной части головки бедренной кости, примыкающей к области некроза, которые имеют потенциал к восстановлению костной ткани [25]. Это приводит к снижению темпов ангиогенеза, интрамедуллярной васкуляризации и образования остеобластов, что предрасполагает к развитию остеонекроза.

Обоснованием разработки клеточных технологий явился опыт других исследователей, применявших стволовые клетки в регенерации головки бедренной кости [14, 18, 21, 22]. В связи с этим, нами были прове-

дены оригинальные экспериментальные исследования на животных, которые показали, что на месте введения пула мезенхимальных стволовых клеток происходит образование зрелой костной ткани компактного строения с остеобластами [26]. В последующем разработанную методику мы использовали для лечения пациентов.

Теоретическим обоснованием эффективности разработанных нами малоинвазивных операций является то, что хирургическая декомпрессия снижает внутрикостное давление и предотвращает прогрессирование некротических процессов в костной ткани головки. Доказано, что МСК, имплантированные в некротическую область головки бедра, дифференцируются в различ-

ные клеточные линии, что стимулирует образование костной ткани [27, 28]. БМКП МСК, со своей стороны, стимулирует рост грануляционной ткани, являющейся основой для формирования костного регенерата в зоне повреждения. В нашем клиническом материале в группе с трансплантированными МСК отмечено не только клиническое улучшение состояния пациентов, но и положительная динамика очага некроза по данным рентгенографии и МРТ (рис. 4). Таким образом, анализ результатов лечения подтвердил тот факт, что применение БМКП МСК дополняет терапевтический эффект хирургической декомпрессии зоны некроза и улучшает клиническое состояние пациентов.

Описаны различные методы введения клеточного продукта в головку бедренной кости. Использовалась внутриаартериальная доставка аутологичных МСК через медиальную огибающую бедренную артерию [29], которая весьма сомнительна ввиду отсутствия эффекта непосредственного целенаправленного воздействия на головку бедра. Подсчитано, что среднее целевое число МСК для трансплантации в некротически измененную головку бедренной кости для ее восстановления составляет 35000 [30]. Для этой цели можно рассматривать методику, предложенную Tabatabaee et al., которые вводили жидкий клеточный продукт в головку, доставляя его с помощью длинной иглы через просверленный канал диаметром 2,7 мм [31]. Однако на практике такая технология неминуемо приведет к потере клеточного продукта за счет обратного тока крови вследствие

внутрикостной кровоточивости губчатой кости после сверления шейки бедра. Такой «обратный эффект» мы наблюдали в своей работе при использовании МНК. Сохранить клеточный состав доставляемого продукта, на наш взгляд, возможно лишь используя носитель, способный удерживать клетки в месте имплантации, что было представлено в нашей работе. Разработанная нами клеточная технология лечения НГБК позволила сохранить 95 % клеток в составе БМКП МСК, ввести его атравматично, избегая больших хирургических разрезов благодаря запатентованному методу хирургического лечения [17].

Результаты проведенного нами гистологического исследования удаленных при операциях ТЭТС головок бедренных костей показали, что при III стадии заболевания имелось сминание и деформация трабекулярных структур кости, располагающихся под субхондральной пластинкой головки бедра, вызывающие ослабление ее прочности [32]. Как показал анализ результатов лечения НГБК, прогрессирование заболевания наблюдалось при IIIA и IIIC стадиях и выражалось в появлении или увеличении степени коллапса нагрузочной зоны. Исходя из этого, в качестве органосохранного варианта лечения на этой стадии нами предложено использовать сетчатый титановый имплантат в сочетании с костной пластикой. В течение периода наблюдения рентгенологических признаков прогрессирования остеонекроза в этих случаях не установлено. В проведении ТЭТС необходимости не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов применения разработанных и внедренных малоинвазивных технологий доказал их эффективность и безопасность, низкий процент осложнений. Рационально применять варианты органосохранных операций на стадиях остеонекроза головки бедренной кости I, IIA, IIB, IIC, что позволяет отдалить время вероятного эндопротезирования тазобедренного сустава. Клеточные технологии являются более предпочтительными и перспективными в лечении остеонекроза у пациентов молодого возраста.

Разработанные методики имеют патогенетическое обоснование, так как их воздействие направлено ис-

ключительно на очаг поражения. Предложенные способы позволяют избежать негативных последствий, связанных с выполнением остеотомии бедра, и не затрудняют выполнение последующего эндопротезирования в случае необходимости.

Восстановление нагрузочной зоны головки на стадии IIIA требует применения костно-пластических методов с использованием структурных трансплантатов или имплантов, которые способны выполнять опорную функцию. Разработанный титановый сетчатый имплант с блокированием удовлетворяет этим условиям, а наличие различных его типоразмеров обеспечивает индивидуальный подход к лечению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клеточные технологии в лечении некроза головки бедренной кости / А.Э. Мурзич, О.Л. Эйсмонт, Я.И. Исайкина, Д.В. Букач, Р.С. Сироткин // Известия Национальной Академии Наук Беларуси. Серия медицинских наук. 2018. Т. 15, № 4. С. 429-441. DOI: 10.29235/1814-6023-2018-15-4-429-441
2. Epidemiologic study of avascular necrosis of the femoral head / D. Kamal, R. Traistaru, D.O. Alexandru, D.C. Grecu, L. Mogoantă // Curr. Health Sci. J. 2013. Vol. 39, No 3. P. 169-174.
3. Osteonecrosis of the femoral head: etiology, imaging and treatment / K.N. Malizos, A.H. Karantanas, S.E. Varitimidis, Z.H. Dailiana, K. Bargiotas, T. Maris // Eur. J. Radiol. 2007. Vol. 63, No 1. P. 16-28. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.03.019
4. Данные регистра эндопротезирования тазобедренного сустава РНИИТО им. П. П. Вредена за 2007–2012 годы / Р. М. Тихилов, И.И. Шубняков, А.Н. Коваленко, А.Ж. Черный, Ю.В. Муравьева, М.Ю. Гончаров // Травматология и ортопедия России. 2013. № 3 (69). С. 167-190.
5. Hernigou P., Beaujean F. Treatment of osteonecrosis with autologous bone marrow grafting // Clin. Orthop. Relat. Res. 2002. No 405. P.14-23. DOI: 10.1097/00003086-200212000-00003
6. Сравнительная характеристика результатов лечения ранних стадий остеонекроза головки бедренной кости различными методами декомпрессии / Р.М. Тихилов, И.И. Шубняков, А.А. Мясоедов, А.А. Иржанский // Травматология и ортопедия России. 2016. Т. 22, № 3. С. 7-21. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21
7. Mont M.A., Ragland P.S., Etienne G. Core decompression of the femoral head for osteonecrosis using percutaneous multiple small-diameter drilling // Clin. Orthop. Relat. Res. 2004. No 429. P. 131-138. DOI: 10.1097/01.blo.0000150128.57777.8e
8. Results of multiple drilling compared with those of conventional methods of core decompression / W.S. Song, J.J. Yoo, Y.M. Kim, H.J. Kim // Clin. Orthop. Relat. Res. 2007. Vol. 454. P. 139-146. DOI: 10.1097/01.blo.0000229342.96103.73
9. Эффективность использования биорезорбируемых материалов для заполнения костных полостей при остеонекрозе головки бедренной кости / В.А. Конев, Р.М. Тихилов, И.И. Шубняков, А.А. Мясоедов, А.О. Денисов // Травматология и ортопедия России. 2014. № 3 (73). С. 28-38.

10. Buckley P.D., Gearen P.F., Petty R.W. Structural bone-grafting for early atraumatic avascular necrosis of the femoral head // J. Bone Joint Surg. Am. 1991. Vol. 73, No 9. P. 1357-1364.
11. Advanced core decompression, a new treatment option of avascular necrosis of the femoral head – a first follow-up / S. Landgraeber, J.M. Theysohn, T. Classen, M. Jäger, S. Warwas, H.P. Hohn, W. Kowalczyk // J. Tissue Eng. Regen. Med. 2013. Vol. 7, No 11. P. 893-900. DOI: 10.1002/term.1481
12. Vascularized compared with nonvascularized fibular grafts for large osteonecrotic lesions of the femoral head / S.Y. Kim, Y.G. Kim, P.T. Kim, J.C. Ihn, B.C. Cho, K.H. Koo // J. Bone Joint Surg. Am. 2005. Vol. 87, No 9. P. 2012-2018. DOI: 10.2106/JBJS.D.02593
13. Способ комбинированной импакционной аутопластики головки бедренной кости : пат. 2583577 Рос. Федерация : А61В 17/56 / Котельников Г.П., Ларцев Ю.В., Кудашев Д.С., Зуев-Ратников С.Д., Шорин И.С. ; патентообладатель ГБОУ ВПО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. № 2014148537/14 ; заявл. 02.12.2014 ; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 13.
14. Горбатенко А.И. Успешный опыт использования обогащенной тромбоцитами аутоплазмы в лечении асептического некроза головки бедренной кости // Актуальные вопросы тканевой и клеточной трансплантологии : сб. тез. VII Всерос. симп. с междунар. участием. Астрахань, 2017. С. 193–196.
15. Способ хирургического лечения аваскулярного некроза головки бедренной кости : пат. 2652584 Рос. Федерация : А61В 17/00 А61В 17/56 / Корыткин А.А., Захарова Д.В., Тенилин Н.А., Зыкин А.А., Герасимов С.А., Новикова Я.С. ; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. № 2017121456 ; заявл. 19.06.2017 ; опубл. 26.04.2018, Бюл. № 12.
16. ARCO (Association Research Circulation Osseous) / Committee on terminology and classification // ARCO News. 1992. № 4. P. 41-46.
17. Способ хирургического лечения аваскулярного некроза головки бедра у взрослого : пат. 22648 Респ. Беларусь : МПК А 61В 17/56 / Белецкий А. В., Мурзич А. Э. ; заявитель ГУ «Респ. науч.-практ. центр травматологии и ортопедии». № а 20170060; заявл. 23.02.2017; опубл. 30.10.2018 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. 2019. № 4. С. 56–57.
18. Жерносеченко А., Исайкина Я., Михалевская Т. Выбор носителя и условий дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток для восстановления костной ткани // Наука и инновации. 2019. № 5 (195). С. 58–61.
19. McCormack, H.M., Horne D.J., Sheather S. Clinical applications of visual analogue scales: a critical review // Psychol. Med. 1988. Vol. 18, No 4. P. 1007-1019. DOI: 10.1017/s0033291700009934
20. Harris W.H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation // J. Bone Joint Surg. Am. 1969. Vol. 51, No 4. P. 737-755.
21. Cell therapy of hip osteonecrosis with autologous bone marrow grafting / P. Hernigou, A. Poignard, S. Zilber, H. Rouard // Indian J. Orthop. 2009. Vol. 43, No 1. P. 40-45. DOI: 10.4103/0019-5413.45322
22. Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head with autologous implantation of bone marrow-derived and cultured mesenchymal stem cells / D. Zhao, D. Cui, B. Wang, F. Tian, L. Guo, L. Yang, B. Liu, X. Yu // Bone. 2012. Vol. 50, No 1. P. 325-330. DOI: 10.1016/j.bone.2011.11.002
23. Pak J. Autologous adipose tissue-derived stem cells induce persistent bone-like tissue in osteonecrotic femoral heads: a molecular mechanism // Pain Physician. 2012. Vol. 15, No 1. P. 75-85.
24. Мурзич А.Э., Белецкий А.В., Полещук Н.Н. Остеонекроз головки бедра: особенности терминологии и диагностический алгоритм в современных условиях // Хирургия. Восточная Европа. 2018. Т. 7, № 2. С. 179– 188.
25. Hernigou P., Beaujean F., Lambotte J.C. Decrease in the mesenchymal stem-cell pool in the proximal femur in corticosteroid-induced osteonecrosis // J. Bone Joint Surg. Br. 1999. Vol. 81, No 2. P. 349-355. DOI: 10.1302/0301-620x.81b2.8818
26. Мурзич А.Э., Пашкевич Л.А., Жерносеченко А.А. Экспериментальное обоснование способа аутоотрансплантации мезенхимальных стволовых клеток для регенерации костной ткани головки бедра // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя медыцынскіх навук. 2020. Т. 17, № 1. С. 7–19. DOI: 10.29235/1814-6023-2020-17-1-7-19
27. Treatment of osteonecrosis of femoral head with BMSCs-seeded bio-derived bone materials combined with rhBMP-2 in rabbits / Z.M. Xiao, H. Jiang, X.L. Zhan, Z.G. Wu, X.L. Zhang // Chin. J. Traumatol. 2008. Vol.11, No 3. P.165-170. DOI: 10.1016/s1008-1275(08)60035-8
28. Mesenchymal stromal cells: a novel treatment option for steroid-induced avascular osteonecrosis / N. Tzaribachev, M. Vaegler, J. Schaefer, P. Reize, M. Rudert, R. Handgretinger, I. Müller // Isr. Med. Assoc. J. 2008. Vol.10, No 3. P. 232-234.
29. The efficacy of targeted intraarterial delivery of concentrated autologous bone marrow containing mononuclear cells in the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a five year follow-up study / Q. Mao, H. Jin, F. Liao, L. Xiao, D. Chen, P. Tong // Bone. 2013. Vol. 57, No 2. P. 509-516. DOI: 10.1016/j.bone.2013.08.022
30. Homma Y., Kaneko K., Hernigou P. Supercharging allografts with mesenchymal stem cells in the operating room during hip revision // Int. Orthop. 2014. Vol. 38, No 10. P. 2033-2044. DOI: 10.1007/s00264-013-2221-x
31. Combining concentrated autologous bone marrow stem cells injection with core decompression improves outcome for patients with early-stage osteonecrosis of the femoral head: a comparative study / R.M. Tabatabaee, S. Saberi, J. Parvizi, S.M. Mortazavi, M. Farzan // J. Arthroplasty. 2015. Vol. 30, No 9 Suppl. P. 11-15. DOI: 10.1016/j.arth.2015.06.022
32. Патоморфология головки бедренной кости при асептическом некрозе / М.Т. Мохаммади, Л.А. Пашкевич, О.Л. Эйсмонт, А.Э. Мурзич // Хирургия. Вост. Европа. 2017. Приложение: « Артроскопическая и малоинвазивная хирургия плечевого сустава : материалы III Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием по артроскопии (Минск, 19 мая 2017 г.)». С. 148–156.

Рукопись поступила 10.04.2020

Сведения об авторах

1. Мурзич Александр Эдуардович, к. м. н.,
ГУ «РНПЦ травматологии и ортопедии», г. Минск,
Республика Беларусь,
Email: mae77@list.ru
2. Соколовский Олег Анатольевич, д. м. н., профессор,
ГУ «РНПЦ травматологии и ортопедии», г. Минск,
Республика Беларусь,
Email: sakalouski@yandex.ru
3. Урьев Геннадий Абрамович, к. м. н.,
ГУ «РНПЦ травматологии и ортопедии», г. Минск,
Республика Беларусь,
Email: uryev11@tut.by

Information about the authors:

1. Alexander E. Murzich, M.D., Ph.D.,
State Institution Republican Scientific-Practical Centre of
Traumatology and Orthopedics, Minsk, Belarus,
Email: mae77@list.ru
2. Oleg A. Sokolovsky, M.D., Ph.D., Professor,
State Institution Republican Scientific-Practical Centre of
Traumatology and Orthopedics, Minsk, Belarus,
Email: sakalouski@yandex.ru
3. Gennady A. Uryev, M.D., Ph.D.,
State Institution Republican Scientific-Practical Centre of
Traumatology and Orthopedics, Minsk, Belarus,
Email: uryev11@tut.by