УДК 616.718.46/.51:617.382]-018.3-002-003.93

Б. В. МАЛЮК, О. Л. ЭЙСМОНТ, А. В. БЕЛЕЦКИЙ, А. В. БОРИСОВ, А. С. ПЕРЕСАДА

ВЛИЯНИЕ ПЕРФОРАЦИЙ СУБХОНДРАЛЬНОЙ КОСТИ НА ПРОЦЕССЫ ХОНДРО- И ОСТЕОРЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ РАССЕКАЮЩЕМ ОСТЕОХОНДРИТЕ МЫЩЕЛКОВ БЕДРА

Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии, Минск, Беларусь

(Поступила в редакцию 13.05.2014)

Введение. В современной артрологии наряду с разработкой новых средств и методов терапии остеоартрита (ОА) как самостоятельного заболевания или как исхода предшествующих заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата особо актуальна проблема лечения локальных повреждений и заболеваний суставного хряща, возникающая при рассекающем остеохондрите (РО) мыщелков бедра. РО представляет собой локальный некроз субхондральной кости с последующим отделением остеохондрального фрагмента и образованием свободного тела в суставе. Это заболевание встречается в среднем в 30 случаях на 100 тыс. населения [1, 2] и среди патологии коленного сустава составляет до 2 % [3]. Чаще всего РО поражает коленный сустав (75 % всех локализаций) [4, 5].

В мировой литературе накапливается все больше сведений о том, что поражение субхондральной кости при РО коленного сустава потенциально обратимо и при своевременном воздействии на патогенез заболевания возможна остановка развития патологического процесса и даже явления хондро- и остеорегенерации с восстановлением конгруэнтности суставных поверхностей [6–8]. Однако при описании формирования в области дефекта тканей, наиболее близких по своим характеристикам по биохимическим и механическим свойствам к гиалиновому хрящу после остеоперфорации субхондральной кости, отсутствует оценка изменения объема патологического очага, отражающего процессы хондро- и остеорегенерации [9, 10].

Цель исследования – изучение процессов хондро- и остеорегенерации в очаге деструкции при рассекающем остеохондрите мыщелков бедра после применения различных видов перфорации субхондральной кости.

Материалы и методы исследования. Проведены наблюдения за пациентами с РО мыщелков бедренной кости коленного сустава, находившимися на стационарном лечении в ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» (РНПЦТО) с 1994 по 2012 г. Выполнено 113 хирургических вмешательств (64 левых и 49 правых коленных суставов) у 109 пациентов (78 мужчин и 31 женщины) с РО мыщелков бедра коленного сустава: 95 (84,1 %) медиальных и 18 (15,9 %) латеральных мыщелков бедра. У 8 (7,3 %) пациентов имело место поражение обоих коленных суставов, из них в 7 случаях прослеживалось поражение внутреннего мыщелка, в 1 случае – наружного мыщелка. Применено три вида артроскопически ассистированных остеоперфораций субхондральной кости: глубокая туннелизация по Pridie или антероградная туннелизация (АТ) – у 57 (41 %) пациентов, глубокая туннелизация по Pridie с применением разработанного способа пенетрации субхондральной кости (АТП) – у 38 (28 %) (патент РБ № 15901), микрофрактурирование (МФ) – у 18 (13 %). Все представленные операции были выполнены на поздних стадиях РО: на III стадии – у 32 (28,3 %) пациентов, на IV – у 81 (71,7 %).

Показанием к хирургическому лечению на поздних стадиях (III–IV) в 113 (81,9 %) случаях являлось наличие свободных тел или неполное (частичное) отделение фрагмента, так называемый феномен «створки двери».

Для анализа результатов лечения пациенты были разделены на две группы.

В первую группу оперированных больных вошел 91 пациент (95 суставов: 54 левых и 41 правый), которым по поводу неблагоприятного течения заболевания выполнено 57 глубоких туннелизаций по Pridie и 38 глубоких туннелизаций по Pridie с применением разработанного способа пенетрации субхондральной кости при РО коленного сустава. В первой группе было 64 (70,3 %) мужчины и 27 (29,7 %) женщин. Возраст на момент постановки диагноза и начала лечения в среднем составлял 24,3 ± 8,72 года (от 12 до 60 лет).

Сравнительный анализ результатов проводили с показателями 18 пациентов второй (контрольной) группы (18 суставов: 10 левых, 8 правых), которым выполнялось микрофрактурирование (МФ) очага деструкции. В этой группе было 14 (77,8 %) мужчин и 4 (22,2 %) женщины. Возраст на момент постановки диагноза и начала лечения в среднем составлял 21,7 ± 4,57 года (от 16 до 35 лет).

На момент начала лечения и исходной тяжести состояния пациенты обеих групп были статистически сопоставимы по полу и возрасту ($p > 0,05$).

В опытной группе (95 суставов) III стадия заболевания встречалась в 30 (31,5 %) случаях, IV – в 65 (68,5 %). В контрольной группе (18 суставов) III стадия отмечалась в 2 (11 %) случаях, IV – в 16 (89 %).

Ближайшие результаты лечения оценены у 109 (100 %) пациентов в сроки 12 мес. после операции.

Для оценки результатов влияния различного вида остеоперфораций субхондральной кости на изменение объема патологического очага при РО использовали данные рентгенографии, РКТ и МРТ.

Рентгенографический метод обследования. Для диагностики, определения локализации и рентгенографической стадии патологического процесса использовали рентгеновские аппараты Bucky Diagnost TH (Philips Medizin Systeme) и D 800-S (SIEMENS) на базе РНПЦТО.

Производили стандартную рентгенографию коленных суставов в двух проекциях (переднезадней и боковой) в положении стоя или лежа, а также по показаниям (при локализации патологического очага в области вырезки бедра для определения глубины поражения) выполняли «туннельные» снимки в переднезадней проекции при 45° сгибания [11], которые являются наиболее информативными при визуализации поражения бедренного мыщелка. Рентгенографию использовали для определения размера очага поражения, локализации, стадии поражения и для оценки процессов репарации [12].

Состояние пораженного мыщелка бедра до и после лечения оценивали рентгенологически, используя классификацию J. Bedouell (1988) [13].

С помощью рентгенографии по расположению очагов поражения определяли объем поражения костной ткани, используя классификацию B. R. Cahill (1985) (рис. 1) [14]. Согласно данной классификации, мыщелки бедра подразделяются на 5 сегментов в переднезадней проекции и на 3 зоны – в боковой.

После определения зоны поражения и измерения ее размеров определяли площадь поражения посредством умножения ширины дефекта (B) при переднезадней проекции на его длину (L) в боковой проекции и объем поражения посредством умножения полученной площади на его высоту (H) в одной из этих двух проекций (рис. 1). В каждом случае с помощью рентгенограммы в переднезадней проекции (при полном разгибании в коленном суставе или при сгибании под углом 30°) определяли ширину поражения, а затем выбирали больший диаметр. Схема определения площади поражения суставной поверхности (S, см^2) и распространенности остеонекроза (объема поражения) (V, см^3) мыщелков бедренной кости представлена на рис. 2.

Магнитно-резонансная томография (МРТ). МРТ выполнялась для определения точной локализации, величины очага поражения, а также стабильности диссеканта, определения качества покровного хряща и оценки результатов лечения [16–18].

МРТ-исследование выполняли на базе кабинета магнитно-резонансной томографии РНПЦТО и анализировали результаты обследования пациентов. Аппаратурное обеспечение представляло собой магнитно-резонансный томограф Gyroscan Intera фирмы Philips (мощность магнитного поля – 1 тесла), исследование проводилось в T2FFE cor (корональном), T2FFE sag, T2SPIR sag и T2TSE sag (сагиттальных) режимах [19].

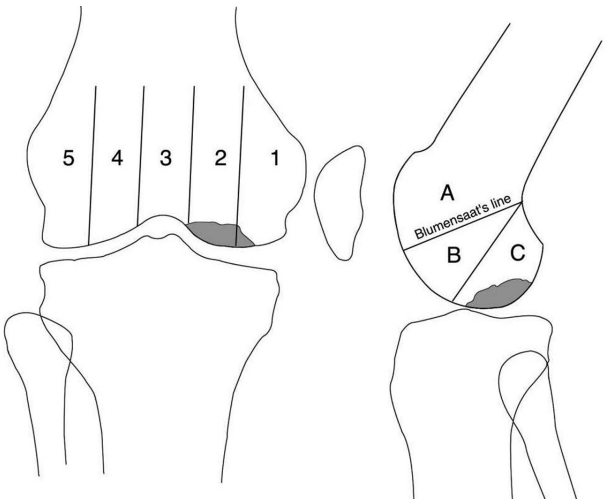

Рис. 1. Рентгенологическая классификация зон поражения коленного сустава (по B. R. Cahill, 1985): *1*, *2* – медиальный тибиофеморальный отдел; *3* – вырезка (notch); *4*, *5* – латеральный тибиофеморальный отдел. *A* – кверху и кнаружи от линии Blumensaat (линия Blumensaat – вспомогательная линия, проведенная через зону уплотнения кости в межмыщелковой ямке (fossa intercondilaris); межмыщелковая линия бедра в норме должна проецироваться на нижний полюс надколенника) [15]; *B* – между линией Blumensaat и С-зоной; *C* – мыщелковая зона, граничащая с задним кортикальным слоем

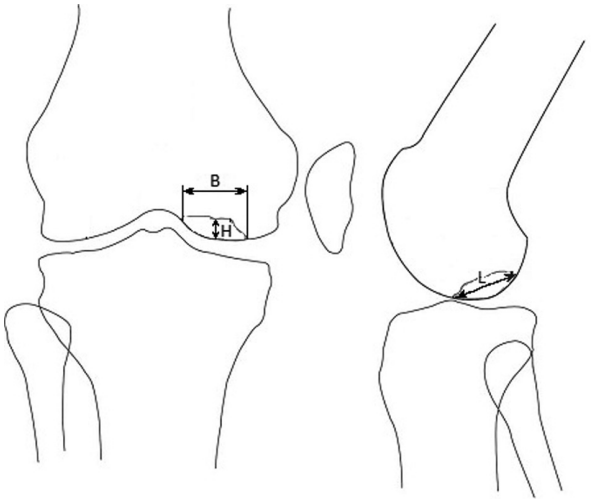

Рис. 2. Схема определения площади поражения суставной поверхности и распространенности остеонекроза (объема поражения) мыщелков бедренной кости [13]. *B* – ширина, *L* – длина, *H* – высота

Рентгеновская компьютерная томография (РКТ). На базе кабинета компьютерной томографии РНПЦТО выполняли РКТ-исследования на односрезовом спиральном рентгеновском компьютерном томографе Somatom Emotion фирмы Siemens с толщиной среза от 1 до 3 мм и реконструкцией с зернами Кёрнеля 70–80 и анализировали результаты обследования пациентов. Выбор оптимального среза осуществляли с помощью программы мультипланарной реконструкции (MPR). При исследовании коленного сустава строили следующие реконструкции: корональную, сагиттальную, аксиальную. Измерения, выбор необходимых срезов и их обработку выполняли с помощью программы E-FILM, ROGAN и других программ, позволяющих обрабатывать данные поглощения рентгеновского излучения. Программное обеспечение позволяло выполнять объемные 3D реконструкции. 3D реконструкцию изображения коленного сустава использовали с целью визуализации очагов деструкции, определения более четкой локализации свободно лежащих костно-хрящевых тел, уточнения степени поражения и деформации мыщелков бедренной кости, а также характера поражения различных отделов мыщелков, в том числе и определения субхондральных кист в случаях, когда рентгенологические данные не давали полноценного представления.

Полученные данные обследования сравнивали с показателями дооперационного состояния пациентов.

Статистическую обработку материалов работы проводили с использованием программ Microsoft Excel и программы STATISTICA 6.0. Значимость различий между количественными показателями пациентов обеих групп оценивали непараметрическими методами (*U*-тест Mann–Whitney), так как контрольная группа была небольшой и составляла 18 человек. Частотные показатели оценивали с помощью точного критерия Фишера. Количественные показатели представлены в виде среднего значения ± стандартное отклонение. Уровень статистической значимости исследования определен нами как $p < 0{,}05$.

Результаты и их обсуждение. Изучено влияние различного вида остеоперфораций субхондральной кости на изменение объема патологического очага при РО в двух группах. В первой группе (95 случаев) использовали разработанный нами дифференцированный подход к выбору способа хирургического лечения, во второй (18 случаев) группе выполняли только неглубокую

перфорацию (МФ) субхондральной кости в очаге поражения. С целью оценки результатов влияния различного вида остеоперфораций субхондральной кости использовали данные рентгенографии, РКТ и МРТ.

У пациентов обеих групп на момент начала лечения имелись приблизительно равные объемы поражения. В первой группе (Var1) показатель объема поражения до операции в среднем составил 3,15 ± 1,7 см^3. Во второй группе (Var2) объем поражения до начала лечения в среднем был меньше – 2,3 ± 0,98 см^3. *U*-тест Mann–Whitney (p = 0,05) свидетельствует о том, что показатели у пациентов обеих групп на момент обследования и начала лечения были статистически схожи, что отражено на рис. 3.

Изучены также показатели объема поражения (V, см^3) в исследуемой и контрольной группах в зависимости от количества случаев в процентах (%).

На III стадии заболевания в опытной группе в 30 (31,5 %) случаях объем поражения составил 109,84 см^3 (31,4 % от общего объема поражения), а в контрольной группе на этой же стадии заболевания в 2 (11,1 %) случаях объем поражения составил 4 см^3 (9,5 % от общего объема поражения). На VI стадии количество случаев в опытной группе составило 65 (68,5 %) с общим объемом поражения 239,91 см^3 (68,6 %), в контрольной группе – 16 (88,9 %) с объемом поражения 38,086 см^3 (90,5 %). Результаты анализа представлены в таблице.

Зависимость показателей объема поражения у пациентов опытной и контрольной групп от количества случаев (в абсолютных числах) до операции

Рентгенологическая стадия заболевания	К-во случаев		Объем поражения, см^3	
	Опытная группа	Контрольная группа	Опытная группа	Контрольная группа
I	–	–	–	–
II	–	–	–	–
III	30 (31,5 %)	2 (11,1 %)	109,84 (31,4 %)	4 (9,5 %)
IV	65 (68,5 %)	16 (88,9 %)	239,91 (68,6 %)	38,086 (90,5 %)

Изучена также динамика показателей объема поражения у пациентов опытной и контрольной групп до и через 12 мес. после оперативного лечения. В опытной группе, включающей АТ и АТП, хирургическое лечение позволило уменьшить объем поражения, закрыв локальные дефекты хряща, с 3,1 до 1,9 см^3. Его среднее значение через 1 год после операции составило 1,9 ± 1,58 см^3, что позволило уменьшить величину дефекта субхондральной кости и покровного хряща практически в 1,6 раза (рис. 4).

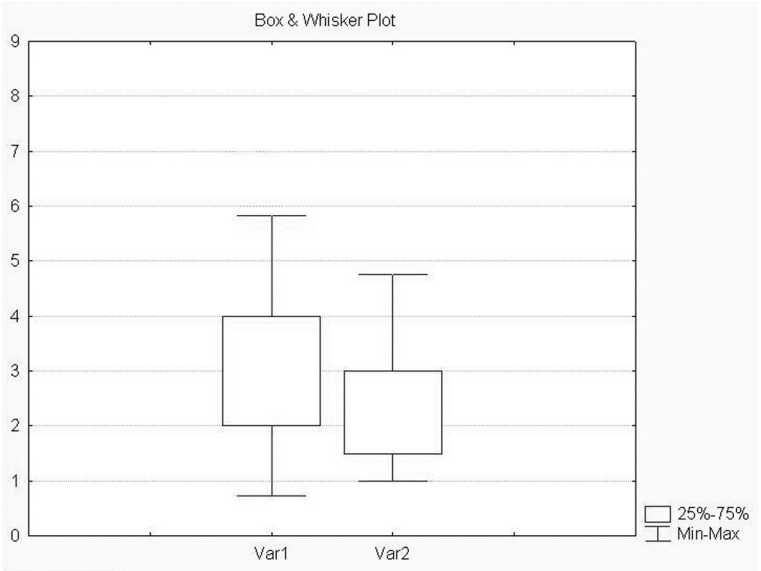

Рис. 3. Статистическая схожесть показателей пациентов опытной и контрольной групп на момент начала лечения (*U*-тест Mann–Whitney, p = 0,05)

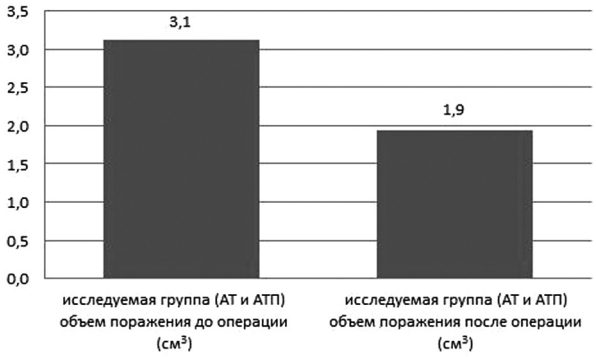

Рис. 4. Динамика показателя объема поражения у пациентов опытной группы (АТ и АТП) до и после операции

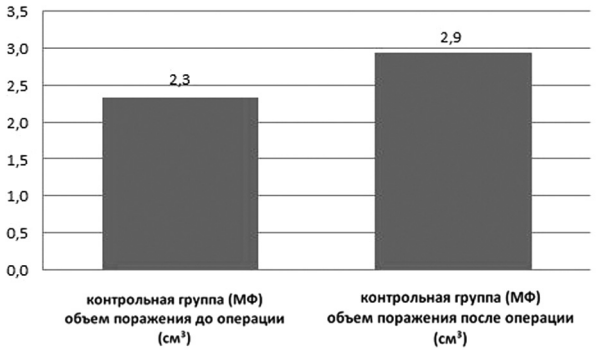

Рис. 5. Динамика показателя объема поражения в контрольной группе (МФ) до и после операции

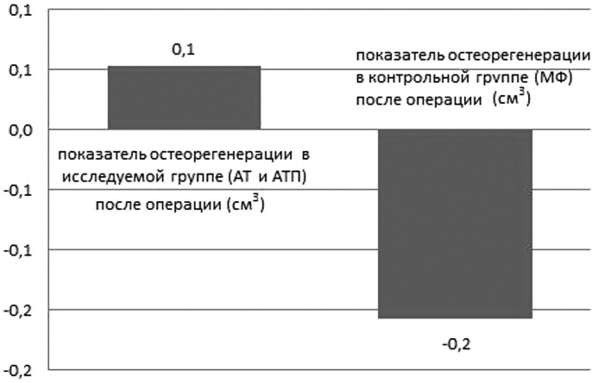

Рис. 6. Динамика показателя остеорегенерации у пациентов опытной (АТ и АТП) и контрольной (МФ) групп после операции (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0$)

В контрольной группе, где выполняли неглубокое МФ очага деструкции, через 12 мес. выявлено увеличение объема дефекта по сравнению с начальным дооперационным показателем на 0,6 см^3 (рис. 5). При сравнительном анализе видно, что в контрольной группе динамика послеоперационных изменений значительно хуже, чем в первой (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}002$). Таким образом, МФ субхондральной кости в отличие от глубокой туннелизации не останавливает развитие патологического процесса.

При анализе показателей пациентов опытной группы отмечено уменьшение объема поражения за счет активизации процессов хондро- и остеорегенерации. Это выражалось в виде восстановления или отстройки субхондральной поддерживающей структуры и способствовало закрытию локальных дефектов кости по отношению к суставному хрящу в необходимой пропорции. Показатель остеорегенерации у пациентов опытной группы составил +0,1 см^3 (положительное значение) по сравнению таковым в контрольной группе, где этот же показатель составил –0,2 см^3 (отрицательное значение). Среднее значение составило $-0{,}2 \pm 0{,}37$ см^3. Как показано на рис. 6, метод, применяемый в опытной группе (АТ и АТП), стимулирует процессы остеорегенерации и позволяет закрывать дефект за счет регенерации костной структуры. В то же время метод, применяемый в контрольной группе (МФ), в большинстве случаев не активизирует процессы остеорегенерации. Показатели в контрольной группе значительно хуже, чем в первой (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0$).

В процессе исследования изучена динамика показателя хондрорегенерации у пациентов опытной и контрольной групп после операции, заключающаяся в уменьшении объема поражения суставной поверхности за счет регенерации хрящевой ткани. Показатель хондрорегенерации у пациентов опытной группы составил 1,9 см^3, что практически в 1,5 раза меньше показателя в контрольной группе, который через 1 год составил в среднем $2{,}8 \pm 1{,}02$ см^3 (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}004$) (рис. 7). У пациентов обеих групп получены положительные значения показателя хондрорегенерации. Однако для достижения оптимального эффекта хирургического лечения РО необходимо получение в соответствующих пропорциях как остеорегенерата, так и хондрорегенерата. Показатели хондрорегенерации в контрольной группе значительно лучше, чем в опытной (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}004$). Тест показывает, что имеются существенные различия после лечения, связанные с применением глубоких и поверхностных методов остеоперфораций.

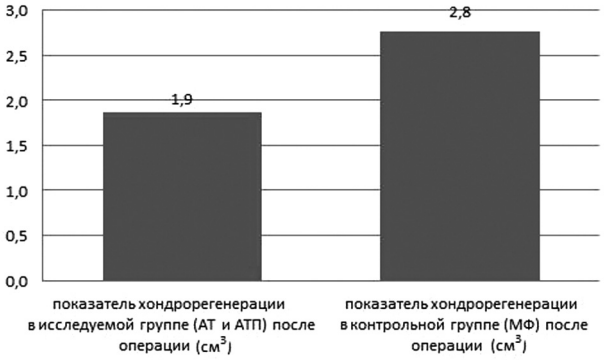

Рис. 7. Динамика показателя хондрорегенерации у пациентов опытной (АТ и АТП) и контрольной (МФ) групп после операции (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}004$)

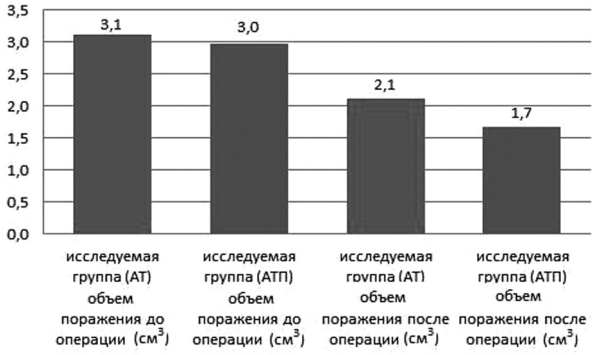

Рис. 8. Показатели объема поражения, отражающие динамику преимущества разработанной методики (АТП) по сравнению с существующей (АТ) (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}000156$)

Чтобы показать различия между существующим методом глубокой перфорации субхондральной кости АТ и разработанным нами АТП (перфорация с пенетрацией субхондральной костной пластинки) после их разделения на две опытные подгруппы, нами определены показатели объема поражения до и после операции. В первой подгруппе (АТ) (57 случаев) показатель объема поражения до операции составил 3,1 ± 2,66 см^3, во второй (АТП) (38 случаев) – 3,0 ± 2,16 см^3 (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}147$), что указывает на их схожесть в подгруппах и на возможность их статистического исследования с последующим анализом полученных данных. После хирургического лечения показатель объема поражения в первой подгруппе составил 2,1 ± 2,41 см^3, во второй – 1,7 ± 1,35 см^3 (*U*-тест Mann–Whitney, $p = 0{,}000156$), что несомненно указывает на имеющиеся различия после применения этих двух методов стимуляции костного мозга. В результате нами показана более высокая эффективность разработанной методики лечения АТП по сравнению с существующей АТ (рис. 8).

Выводы

1. Разработанные методы глубокой остеоперфорации субхондральной кости, примененные у пациентов опытной группы, позволили вызвать стимуляцию процессов остеорегенерации в очаге поражения мыщелка бедра при рассекающем остеохондрите (показатель остеорегенерации составил +0,1 см^3). В контрольной группе, где был использован метод неглубокого микрофрактурирования патологического очага, процессы остеорегенерации или не наблюдались, или были слабо выражены (показатель остеорегенерации составил –0,2 см^3).

2. Проведенные исследования достоверно показали, что глубокая туннелизация пораженной костной ткани при рассекающем остеохондрите мыщелков бедра коленного сустава вызывает в очаге поражения сбалансированные процессы остео- и хондрорегенерации, которые способствуют восстановлению конгруэнтности суставных поверхностей. Неглубокое микрофрактурирование субхондральной костной пластинки приводит только к поверхностному закрытию очага деструкции хондроидной тканью, без активизации процессов остеорегенерации в пораженном мыщелке бедра.

Литература

1. *Hunter W.* // Philos Trans. R. Soc. (Lond.) Vol. 42B. P. 514–521, 1743.

2. *Jakob R., Gautier E.* // Swiss Surg. 1998. Vol. 4. P. 269–310.

3. *Löhnert J., Ruhnau K., Gossen A.* et al. Autologe Chondrozytentransplantation (ACT) im Kniegelenk. – Arthroskopie. 1999. Vol. 12. P. 34–42.

4. *Pappas A. M.* // Clin. Orthop. 1981. Vol. 158. P. 59–69 [Context Link].

5. *Clanton T. O., De Lee J. C.* // Clin. Orthop. 1982. Vol. 167. P. 50–64 [Context Link].

6. *Ong B. C., Sekiya J. K., Harner C. D.* Primary repair of osteochondritis dissecans in the knee. Textbook of Arthroscopy. Philadelphia, PA: Elsevier, 2004. P. 581–591.
7. *Wall E., Von Stein D.* // Orthop. Clin. North Am. 2003. N 34. P. 341–353.
8. *Crawford D. C., Safran M. R.* // J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2006. Vol. 14. P. 90–100.
9. *Cahill B. R., Berg B. C.* // Am. J. Sports Med. 1983. Vol. 11. P. 329–335.
10. *Cahill B. R.* // J. Am. Acad. Orthop. Surg. 1995. Vol. 3. P. 237–247.
11. *Schenck R. C.* // J. Bone Joint Surg. Am. 1996. Vol. 78A. P. 439–456.
12. *Rodegerdts U., Gleissner B.* // Orthop. Praxis. 1979. Vol. 8. P. 612–622.
13. *Bedouelle J.* L'osteochondrite disséquante des condyles fémoraux chez l'enfant et l'adolescent. Cahiers d'enseignement de la S. OF. C. O. T, Conférences d'enseignement, Exp. Scient Fr. Paris, 1988. P. 61–73.
14. *Cahill B.* // Clin. Sports Med. 1985. Vol. 4. P. 367–384.
15. *Blumensaat C.* // Chir. Orthop. 1938. Bd. 31. S. 149.
16. *Jerosch J., Lahm A., Castro WHM., Assheuer J.* // Sportverletz Sportschad. 1992. Bd. 6. S. 14–19.
17. *Uhl M., Herget G., Altehoefer C.* // Arthroskopie. 2001. Bd. 14. S. 109–113.
18. *Recht M., Bobic V., Burstein D.* et al. // Clin. Orthop. 2001. Vol. 391S. P. 379–396.
19. *Loredo R., Sanders T. G.* // Clin. Sports Med. 2001. Vol. 20. P. 134–147.

B. V. MALUK, O. L. EISMONT, A. V. BELETSKY, A. V. BORISOV, A. S. PERESADA

SUBCHONDRAL BONE OSTEOPERFORATION ON THE PROCESSES OF CHONDRO- AND OSTEOREGENERATION IN OSTEOCHONDRITIS DISSECANS OF THE FEMORAL CONDYLES

Summary

The research results on chondro- and osteoregeneration in the destruction focus in osteochondritis dissecans of the femoral condyles after the application of different type-perforation of the subchondral bone are presented. It was established that the developed methods of deep osteoperforation of the subchondral bone, used in the experimental group of patients, allowed one to cause the stimulation of osteoregeneration processes in the lesion focus of the femoral condyle (index of osteoregeneration constituted +0.1 cm^3). In the control group, where the method of non-deep microfracturing of the lesion was applied, the processes of osteoregeneration were not observed, or slightly expressed (index of osteoregeneration constituted –0.2 cm^3). The fulfilled research showed that deep tunnelisation of a damaged bone tissue in osteochondritis dissecans of the femoral condyles of the knee joint causes in the lesion well balanced processes of osteoregeneration and chondroregeneration, which contribute the reconstruction of the joint shape. Non-deep microfracturing of the subchondral bone plate leads only to a superficial closure of the destructive focus by a chondrous tissue without the activation of osteoregeneration processes in the damaged femoral condyle.