

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto100047>

Эффективность методик декомпрессии очага некроза в лечении ранних стадий аваскулярного некроза головки бедренной кости

М.А. Панин^{1,2}, Н.В. Загородний², А.В. Бойко², А.С. Петросян¹¹ Городская клиническая больница № 17, Москва, Россия;² Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. В отношении методов хирургического лечения ранних стадий аваскулярного некроза (АВН) головки бедренной кости не существует единого мнения. Наиболее широко применяется декомпрессия очага некроза в различных вариациях, эффективность которых обсуждается.

Цель. Оценка эффективности классической декомпрессии очага некроза и декомпрессии с использованием чрескожного раздвижного лезвия с комбинированной пластикой костного дефекта.

Материалы и методы. В исследование были включены 50 пациентов. Критерии включения: декомпрессия очага некроза при АВН головки бедренной кости при I–II стадиях и возможность оценки эффективности хирургического лечения по истечении 12 мес. В зависимости от метода декомпрессии пациенты были разделены на 2 группы. В группу 1 вошли 25 пациентов, которым была выполнена декомпрессия с использованием чрескожного раздвижного лезвия и комбинированной костной пластикой. Группу 2 составили пациенты, которым выполнялась классическая декомпрессия очага некроза. Группы были сопоставимы по всем основным клиническим характеристикам. Эффективность оперативных вмешательств оценивалась через 12 мес путем сравнения до- и послеоперационной оценки функционального состояния тазобедренного сустава по шкале Харриса и интенсивности болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ). Основным критерием неэффективности декомпрессии АВН головки бедренной кости считали необходимость выполнения тотального эндопротезирования тазобедренного сустава.

Результаты. Через 12 мес после хирургического лечения АВН головки бедренной кости у пациентов группы 1 средняя оценка по шкале Харриса составила 63,9, у пациентов группы 2 — 74,1 (против 59,1 и 63,9 до операции соответственно); оценки по ВАШ составили 2,7 в обеих группах (против 5,5 и 4,8 до операции соответственно). В связи с сохранением болевого синдрома и прогрессированием остеонекроза головки бедренной кости до стадии субхondрального перелома 3 пациентам (12%) из группы 1 и 4 пациентам (16%) группы 2 проведено тотальное эндопротезирование. Различия между группами статистически незначимы.

Заключение. Декомпрессия очага некроза является эффективным методом лечения I и II стадий АВН головки бедренной кости, значительно снижая интенсивность болевого синдрома и несколько улучшая функциональные характеристики тазобедренного сустава. Исследования в данном направлении должны быть продолжены с привлечением большего числа профильных пациентов, с проведением анализа эффективности других суставосберегающих хирургических методик.

Ключевые слова: остеонекроз; аваскулярный некроз; головка бедренной кости; декомпрессия; костная аутопластика.

Как цитировать:

Панин М.А., Загородний Н.В., Бойко А.В., Петросян А.С. Эффективность методик декомпрессии очага некроза в лечении ранних стадий аваскулярного некроза головки бедренной кости // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 1. С. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto100047>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto100047>

Efficacy of necrosis decompression techniques in the treatment of early stages of avascular necrosis of the femoral head

Mikhail A. Panin^{1, 2}, Nikolay V. Zagorodniy², Andrey V. Boiko², Armenak S. Petrosyan¹

¹ City Clinical Hospital N 17, Moscow, Russia;

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: There is no consensus on the methods of surgical treatment of early stages of avascular necrosis (AVN) of the femoral head. Decompression of the necrotic zone in different variations is the most widely used, but the effectiveness of it is debated.

AIM: We evaluated the effectiveness of classic decompression of the necrotic zone and decompression using a percutaneous expandable reamer combined with bone graft.

MATERIAL AND METHODS: Fifty patients were included in our study. The inclusion criteria were decompression of the necrotic zone in AVN of the femoral head at stages I–II and the possibility of assessing the effectiveness of surgical treatment after 12 months. Depending on the method of decompression, the patients were divided into two groups. Group 1 included 25 patients who underwent decompression using a percutaneous expandable reamer combined with bone graft. Group 2 consisted of patients who underwent classic decompression of the necrosis area. The groups were comparable in all major clinical characteristics. The efficacy of surgical interventions was assessed after 12 months by comparing pre- and postoperative assessment of the functional state of the hip joint using the Harris Hip Score and the intensity of pain syndrome using the visual analog score (VAS). The main criterion for ineffectiveness of AVN decompression of the femoral head was the need for total hip arthroplasty.

RESULTS: Twelve months after surgical treatment of femoral head AVN, group 1 patients average Harris Hip Score was 63.9, group 2 patients average Harris Hip Score was 74.1 (versus 59.1 and 63.9 before surgery, respectively); VAS was 2.7 in both groups (versus 5.5 and 4.8 before surgery, respectively). Three patients (12%) from group 1 and four patients (16%) from group 2 underwent total hip arthroplasty, to persisting pain syndrome and progression of osteonecrosis of the femoral head to the subchondral fracture stage. The differences between the groups were statistically insignificant.

CONCLUSION: Decompression of the necrosis zone is an effective method of treatment of stages I and II of AVN of the femoral head, significantly reducing the intensity of pain syndrome and slightly improving the functional characteristics of the hip joint. Studies in this direction should be continued with the involvement of more profiled patients and with the analysis of the effectiveness of other joint-preserving surgical techniques.

Keywords: osteonecrosis; avascular necrosis; femoral head; decompression; bone graft.

To cite this article:

Panin MA, Zagorodniy NV, Boiko AV, Petrosyan AS. Efficacy of necrosis decompression techniques in the treatment of early stages of avascular necrosis of the femoral head. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(1):57–64. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto100047>

АКТУАЛЬНОСТЬ

Согласно существующим классификациям, выделяют преколлаптоидные стадии аваскулярного некроза (ABH) головки бедренной кости и стадии, сопровождающиеся субхондральным переломом головки (ARCO, Ficat and Arlet, Steinberg и др.). Общепринятым является мнение, что на любой стадии ABH может применяться консервативное лечение (нестероидные противовоспалительные средства (НПВС), физиотерапия, бисфосфонаты, антикоагулянты и проч.), как изолированно, так и в комплексе с хирургическим вмешательством. Безальтернативным методом лечения поздних стадий ABH является эндопротезирование тазобедренного сустава [1]. В то же время в отношении методов хирургического лечения преколлаптоидных стадий единое мнение в профессиональном сообществе не сформировано, однако наиболее широко в качестве суставосберегающей операции применяются различные варианты декомпрессии очага некроза (core decompression). Целесообразность декомпрессии очага некроза была доказана в 60–70-х годах XX века французскими исследователями P. Ficat и J. Arlet. Установлено, что в основе патоморфологических проявлений ABH лежат внутрикостная гипертензия, интрамедуллярный венозный стаз, впоследствии прогрессирующий отек, приводящий к некрозу остецитов и костного мозга. Этими же авторами в 1972 году было показано, что декомпрессия очага некроза (осевое рассверливание зоны некроза) приводит к снижению внутрикостного давления и замедлению прогрессирования некроза, вследствие чего снижается интенсивность болевого синдрома [2, 3].

Существует классическая («чистая») декомпрессия, в конце XX века дополненная использованием васкуляризованных и неаваскуляризованных трансплантатов [4]. В XXI веке благодаря развитию технологий в ортопедическую практику активно внедряются новые хирургические инструменты для декомпрессии очага некроза, а также расширяется спектр средств для восстановления васкуляризации и регенерации костной ткани [5].

Данные в отношении различных методик декомпрессии противоречивы, некоторые авторы отдают предпочтение методикам, дополненным костной пластикой.

Для подтверждения или опровержения вышеуказанных данных нами предпринято собственное исследование, целью которого явилась оценка эффективности классической («чистой») декомпрессии очага некроза и декомпрессии с использованием чрескожного раздвижного лезвия с комбинированной пластикой костного дефекта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ретроспективное исследование были включены 50 пациентов с остеонекрозом головки бедренной кости в преколлаптоидных стадиях (ARCO I и II стадии). Помимо I или II стадии ABH и проведенной декомпрессии критерием включения стала также возможность оценки эффективности хирургического лечения через 12 мес.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и деперсонализированное использование данных их медицинской документации. Этическими комитетами ГБУЗ ГKB № 17 департамента здравоохранения г. Москвы и Российского университета дружбы народов проведение данного исследования было одобрено.

Всем пациентам была выполнена декомпрессия очага некроза: классическая («чистая») декомпрессия очага некроза и декомпрессия с использованием чрескожного раздвижного лезвия с комбинированной пластикой костного дефекта. В зависимости от метода хирургического вмешательства пациенты были разделены на 2 группы.

Основную группу (группу 1) составили 25 пациентов, которым была выполнена декомпрессия с костной пластикой. Группу 2 (группу сравнения) составили пациенты, которым выполнялась классическая декомпрессия путем туннелизации.

Краткая клиническая характеристика пациентов обеих групп представлена в табл. 1.

В группе 1 из 25 пациентов мужчин было 20, женщин — 5; в группе 2 — 19 и 6 соответственно. Средний возраст пациентов в группах, так же как и их гендерный состав, достоверно не отличался. Средний возраст пациентов в группе 1 составил $38,25 \pm 4,9$ года, в группе 2 — $42,24 \pm 5,1$ года.

Поскольку известно, что в развитии ABH головки бедра определенную роль играет масса тела пациента с точки

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов двух групп
Table 1. Clinical characteristics of patients in the two groups

Показатель	Группа 1 (костная пластика), n=25	Группа 2 (туннелизация), n=25	p
Мужчины, n (%)	20 (80)	19 (76)	>0,05
Женщины, n (%)	5 (20)	6 (24)	>0,05
Средний возраст, годы	$38,25 \pm 4,9$	$42,24 \pm 5,1$	>0,05
Индекс массы тела, кг/м ²	$28,77 \pm 7,4$	$27,59 \pm 6,8$	>0,05
ARCO I стадия, n (%)	5 (20)	4 (16)	>0,05
ARCO II стадия, n (%)	20 (80)	21 (84)	>0,05

зрения нагрузки на тазобедренный сустав, нами были сопоставлены величины индекса массы тела (ИМТ) у пациентов обеих групп. У пациентов группы 1 ИМТ в среднем составил $28,77 \pm 7,4$ кг/м², группы 2 — $27,59 \pm 6,8$ кг/м².

Структура преколлаптоидных стадий АВН у пациентов обеих групп также достоверно не отличалась: ARCO I стадии выявлена у 20% пациентов группы 1 и у 16% пациентов группы 2.

Таким образом, сопоставление основных клинических характеристик пациентов двух групп не выявило достоверных различий.

Ключевые этапы операции у пациентов группы 1 представлены на рис. 1.

Доступ к зоне некроза и его парциальное удаление были осуществлены при помощи чрескожного раздвижного лезвия. Костная пластика в головке бедренной кости выполнялась при помощи губчатого ауотрансплантата из проксимального отдела ипсилатеральной

голени, канал шейки бедренной кости был заполнен жидким самозастывающим трансплантатом из сульфата кальция.

В группу 2 (группа сравнения) вошли 25 пациентов, оперативное вмешательство которым ограничилось классической декомпрессией очага некроза. У пациентов данной группы количество направлений каналов для декомпрессии и их число (от 3 до 5) определялись на этапе предоперационного планирования и зависели от размера и локализации очага некроза по данным магнитно-резонансной томографии (МРТ) (рис. 2).

Хирургические вмешательства пациентам обеих групп выполнялись в положении пациента на спине на ортопедическом столе под контролем электронно-оптического преобразователя.

В послеоперационном периоде всем пациентам с избыточной массой тела давались рекомендации по его снижению. Назначались НПВС, антикоагулянты,

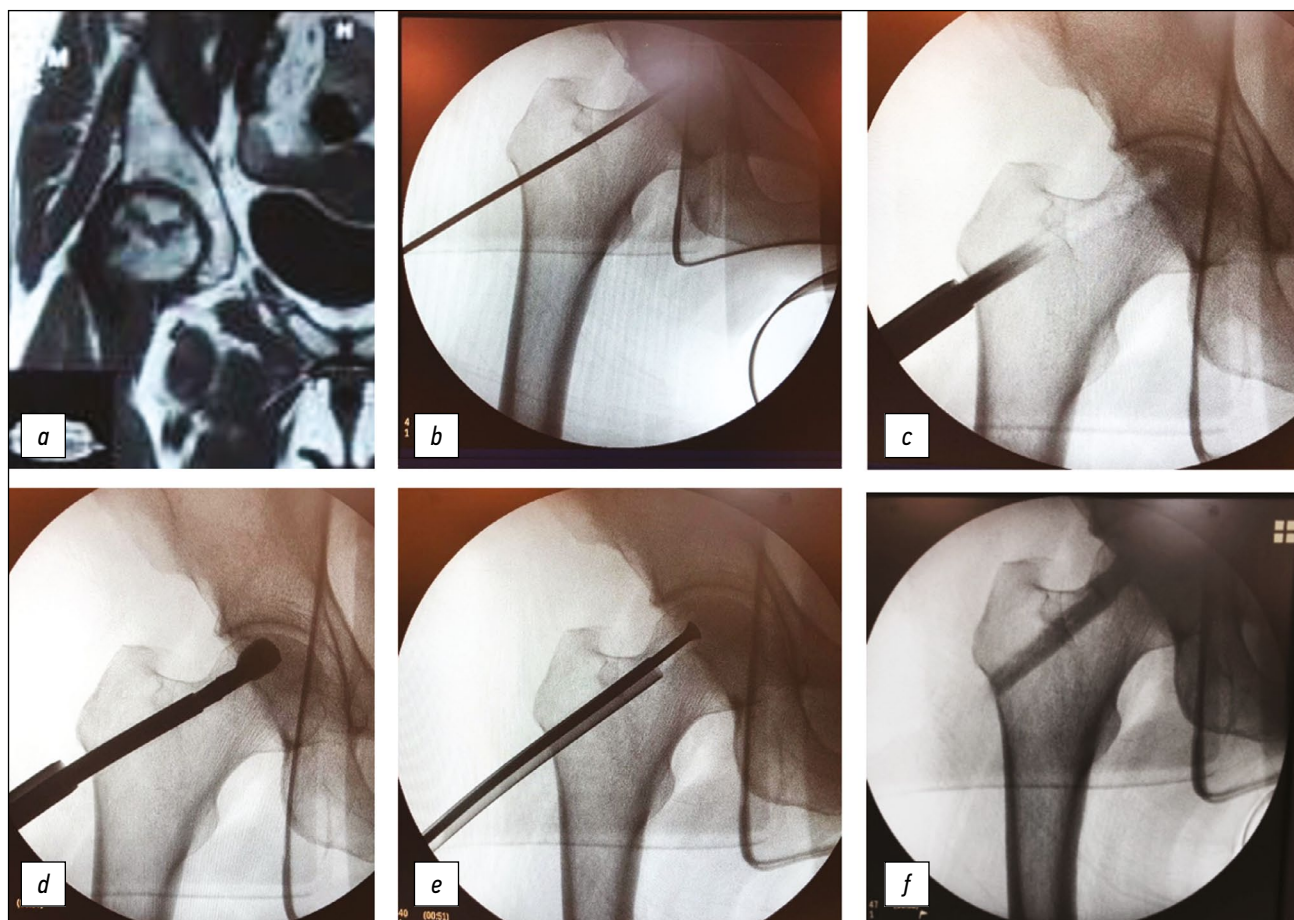


Рис. 1. Этапы операции декомпрессии очага некроза с использованием чрескожного раздвижного лезвия с комбинированной пластикой костного дефекта. *a* — магнитно-резонансная томограмма аваскулярного некроза головки бедренной кости II стадии; *b* — установка направляющей спицы в центр зоны некроза (положение определяется в результате предоперационного планирования); *c* — рассверливание по спице; *d* — удаление некроза при помощи раздвижного лезвия; *e* — замещение дефекта в головке губчатой аутокостью; *f* — заполнение канала шейки бедренной кости жидким трансплантатом из сульфата кальция.

Fig. 1. Stages of core decompression using a percutaneous expandable reamer combined with the bone graft. *a* — MRI of avascular necrosis of the femoral head in stage II; *b* — installation of a guide wire in the center of the necrosis zone (the position is determined by preoperative planning); *c* — drilling along the wire; *d* — removal of the necrosis using an expandable reamer; *e* — filling of the defect in the head with cancellous autologous bone; *f* — filling the femoral neck canal with a liquid graft of calcium sulfate.

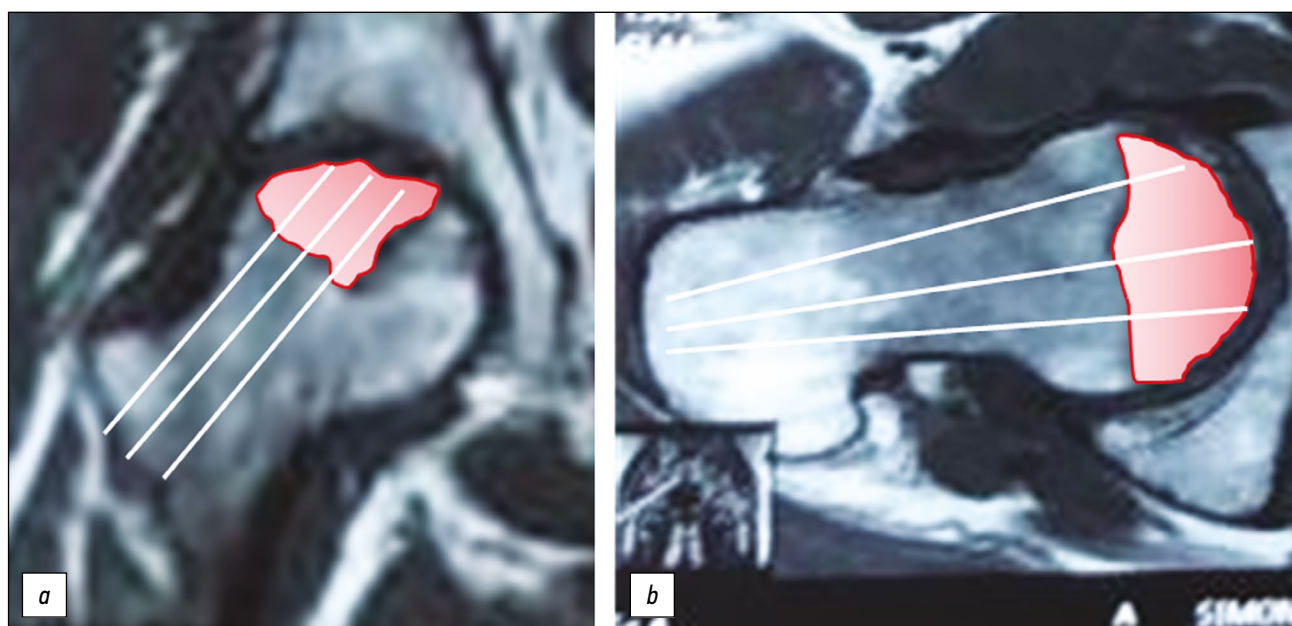


Рис. 2. Предоперационное планирование декомпрессии очага некроза у пациента II группы. *a* — фронтальная проекция; *b* — аксиальная проекция.

Fig. 2. Preoperative planning of core decompression in group II patient. *a* — frontal view; *b* — axial view.

бисфосфонаты курсами. По качественному составу препаратов, а также по числу пациентов, принимавших их, группы достоверно не различались.

Эффективность оперативных вмешательств оценивалась через 12 мес после операции путем сравнения до- и послеоперационной оценки функционального состояния тазобедренного сустава по шкале Харриса и визуальной аналоговой шкале (ВАШ) боли. Также учитывалась частота тотального эндопротезирования тазобедренного сустава, свидетельствующая о неэффективности предшествовавших лечебных мероприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Перед операцией оценка по шкале Харриса у пациентов группы 1 составляла 59,13 балла, в группе сравнения была несколько выше — 63,94, различия статистически недостоверны ($p > 0,05$). По результатам оценки ВАШ группы также были сопоставимы: в группе 1 данный показатель составил 5,5 балла, в группе 2 — 4,76.

У подавляющего большинства пациентов как 1-й, так и 2-й группы хирургическое лечение остеонекроза оказалось эффективным (через 12 мес). Средний показатель по шкале Харриса у пациентов обеих групп повысился, что свидетельствовало об улучшении функционального состояния тазобедренного сустава. Интенсивность болевого синдрома (средняя оценка по ВАШ) после операции снизилась почти вдвое. Динамика данных показателей до и после операции у пациентов двух групп представлена на рис. 3 и 4.

Как следует из данных, представленных на рис. 3 и 4, статистически значимых различий между группами

по шкале Харриса и ВАШ в до- и послеоперационном периодах не выявлено.

В связи с сохранением болевого синдрома и прогрессированием остеонекроза головки бедренной кости до стадии субхондрального перелома 3 пациентам (12%) из группы 1 (декомпрессия + костная пластика) и 4 пациентам (16%) группы 2 (классическая туннелизация) проведено эндопротезирование тазобедренного сустава.

ОБСУЖДЕНИЕ

В большинстве литературных источников эффективность декомпрессии очага некроза оценивается по количеству пациентов, которым не потребовалось эндопротезирование тазобедренного сустава [6–8]. Эффективность «чистой» декомпрессии в настоящем исследовании достигла 84%. По данным F.P. Castro и R.L. Barrack, эффективность «чистой» декомпрессии через 3 года составила 73,5% [9]. По данным H.G. Simank и соавт., сравнивших результаты лечения ранних стадий нетравматического остеонекроза головки бедренной кости методами «чистой» декомпрессии и межвертельной остеотомии, выживаемость головки бедра через 6 лет после декомпрессии составила 78% [10]. Вероятно, более высокая доля эффективности данного метода лечения в нашем исследовании (84 против 73,5 и 78%) можно объяснить меньшим периодом наблюдения за пациентами (12 мес против 3 и 6 лет).

В отношении эффективности декомпрессии очага некроза с применением специального инструментария и использования различных вариантов костной

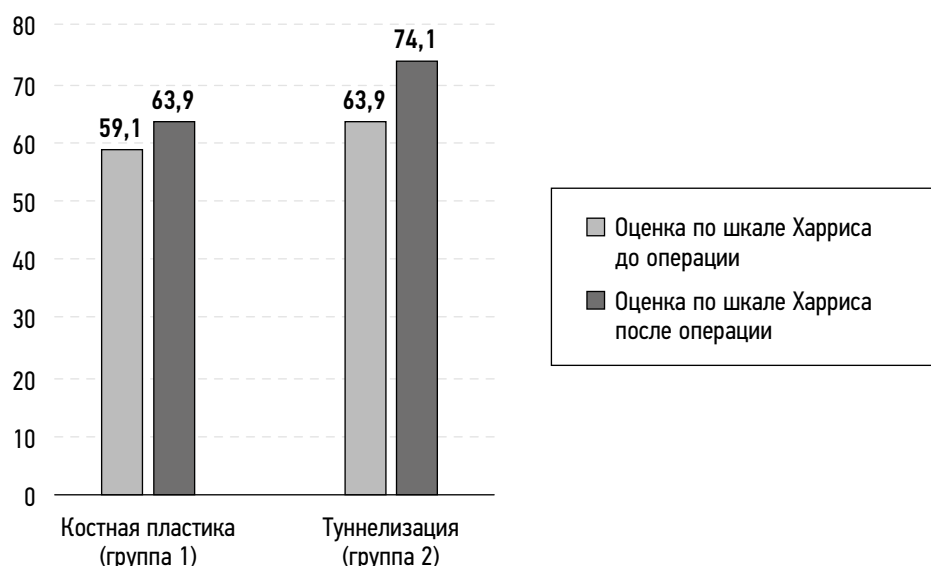


Рис. 3. Оценка по шкале Харриса до и после операции у пациентов групп 1 и 2.

Fig. 3. Harris Hip Score before and after surgery in patients in groups I and II.

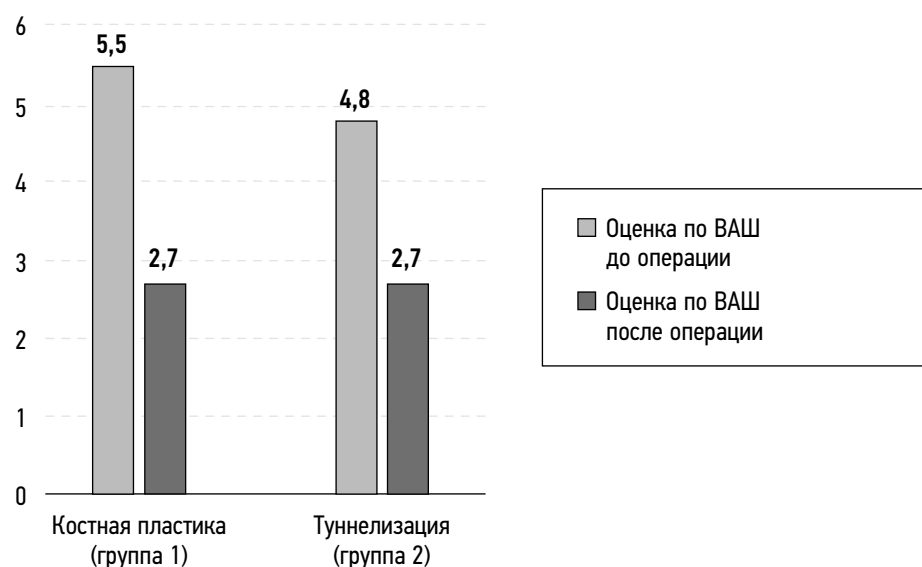


Рис. 4. Оценка по визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ) до и после операции у пациентов групп 1 и 2.

Fig. 4. Preoperative and postoperative VAS score of patients in groups I and II.

пластики дефекта головки шейки бедренной кости литературные данные довольно противоречивы. В 2015 году T. Classen и соавт. отметили низкую эффективность (67% через 29 мес) использования расширяющегося сверла с пластикой дефекта головки и шейки бедра сульфатом кальция [8]. Авторами сделан вывод, что применение данной методики не обладает преимуществами по сравнению с классической туннелизацией. Эта же группа исследователей в дальнейшем использовала тот же метод декомпрессии, но с замещением дефекта головки собственной губчатой костью [11], и пришла к выводу, что применение аутоотрансплантата более эффективно в сравнении с сульфатом или фосфатом кальция. Эффективность подобной методики (группа 1), использовавшейся в данном исследовании, составила 88%.

В ходе исследования мы рассчитывали продемонстрировать большую эффективность использования чрескожного раздвижного лезвия с комбинированной пластикой костного дефекта в сравнении с «чистой» декомпрессией. Однако достоверных различий в эффективности получено не было: 88% (группа 1) и 84% (группа 2). Вероятно, это можно объяснить малым размером выборок пациентов. Для достоверной оценки эффективности различных методик необходима более тщательная оценка объема и локализации очага некроза, которые не всегда учитываются при диагностике. Как известно, стадия II АВН по классификации ARCO включает множество различных подтипов по размеру и локализации очага некроза, что практически никогда не принимается во внимание при определении тактики лечения. Возможно, неэффективность

декомпрессии у ряда больных объясняется гиподиагностикой. Иногда по данным МРТ диагностируется стадия II АВН, при этом компьютерная томография позволяет в ряде случаев визуализировать симптом полумесяца (отслойка хряща головки бедра), т. е. диагностировать стадию III АВН, при которой декомпрессия, как правило, неэффективна [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, преколлаптоидные стадии АВН требуют более пристального внимания и индивидуального подхода. Исследования в этом направлении должны быть продолжены, возможно, целесообразна разработка новых классификаций тяжести АВН отдельно в рамках преколлаптоидных стадий.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFO

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили

финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: М.А. Панин — координация участников исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование; Н.В. Загородний — разработка концепции и дизайна исследования; А.В. Бойко — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста; А.С. Петросян — интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

Authors contribution. M.A. Panin — coordination of study participants, interpretation and analysis of the obtained data, editing; N.V. Zagorodniy — development of the concept and design of the study; A.V. Boiko — material collection and processing, research, text writing; A.S. Petrosyan — interpretation and analysis of the obtained data, editing. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Не указан.

Funding source. Not specified.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Шумский А.А., и др. Лечение асептического некроза головки бедренной кости. Клинические рекомендации // Научно-практическая ревматология. 2020. Т. 58, № 6. С. 637–645. doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645
2. Arlet J., Ficat P., Lartigue G. Mode of onset of primary osteonecrosis of the femoral head. (Stage I. Uncomplicated). Study of 20 cases histologically verified by punch biopsy // *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 1968. Vol. 35, N 5. P. 239–249. (In French).
3. Arlet J., Ficat P., Lartigue G., Tran M.A. Clinical research on intraosseous pressure in the upper femoral metaphysis and epiphysis in humans. Application to the diagnosis of ischemia and necrosis // *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 1972. Vol. 39, N 11. P. 717–723. (In French).
4. Steinberg M.E. Core decompression of the femoral head for avascular necrosis: indications and results // *Can J Surg.* 1995. Vol. 38, Suppl 1. P. S18–S24.
5. Панин М.А., Загородний Н.В., Абакиров М.Д., и др. Декомпрессия очага некроза головки бедренной кости. Обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28, № 1. С. 65–76. doi: 10.17816/vto59746
6. Veillette C.J., Mehdi H., Schemitsch E.H., McKee M.D. Survivorship analysis and radiographic outcome following tantalum rod insertion for osteonecrosis of the femoral head // *J Bone Joint Surg Am.* 2006. Vol. 88, Suppl 3. P. 48–55. doi: 10.2106/JBJS.F.00538

7. Liu Y., Yan L., Zhou S., et al. Tantalum rod implantation for femoral head osteonecrosis: survivorship analysis and determination of prognostic factors for total hip arthroplasty // *Int Orthop.* 2016. Vol. 40, N 7. P. 1397–407. doi: 10.1007/s00264-015-2897-1
8. Classen T., Warwas S., Jäger M., Landgraeber S. Two-year follow-up after advanced core decompression // *J Tissue Eng Regen Med.* 2017. Vol. 11, N 4. P. 1308–1314. doi: 10.1002/term.2056
9. Castro F.P., Barrack R.L. Core decompression and conservative treatment for avascular necrosis of the femoral head: A meta-analysis // *Am J Orthoped (Belle Mead NJ).* 2000. Vol. 29, N 3. P. 187–194.
10. Simank H.G., Brocai D.R., Brill C., Lukoschek M. Comparison of results of core decompression and intertrochanteric osteotomy for nontraumatic osteonecrosis of the femoral head using Cox regression and survivorship analysis // *J Arthroplasty.* 2001. Vol. 16, N 6. P. 790–794. doi: 10.1054/arth.2001.23580
11. Landgraeber S., Warwas S., Claßen T., Jäger M. Modifications to advanced core decompression for treatment of avascular necrosis of the femoral head // *BMC Musculoskelet Disord.* 2017. Vol. 18, N 1. P. 479. doi: 10.1186/s12891-017-1811-y
12. Barille M.F., Wu J.W., McMahon C.J. Femoral head avascular necrosis: a frequently missed incidental finding on multidetector CT // *Clin Radiol.* 2014. Vol. 69, N 3. P. 280–285. doi: 10.1016/j.crad.2013.10.012

REFERENCES

1. Torgashin AN, Rodionova SS, Shumsky AA, et al. Treatment of aseptic necrosis of the femoral head. Clinical guidelines. *Rheumatology Science and Practice.* 2020;58(6):637–645. (In Russ). doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645
2. Arlet J, Ficat P, Lartigue G. Mode of onset of primary osteonecrosis of the femoral head. (Stage I. Uncomplicated). Study of 20 cases histologically verified by punch biopsy. *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 1968;35(5):239–249. (In French).

3. Arlet J, Ficat P, Lartigue G, Tran MA. Clinical research on intraosseous pressure in the upper femoral metaphysis and epiphysis in humans. Application to the diagnosis of ischemia and necrosis. *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 1972;39(11):717–723. (In French).
4. Steinberg ME. Core decompression of the femoral head for avascular necrosis: indications and results. *Can J Surg.* 1995;38 Suppl 1:S18–S24.
5. Panin MA, Zagorodniy NV, Abakirov MD, et al. Core decompression of the femoral head. Literature review. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2021;28(1):65–76. (In Russ). doi: 10.17816/vto59746
6. Veillette CJ, Mehdi H, Schemitsch EH, McKee MD. Survivorship analysis and radiographic outcome following tantalum rod insertion for osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88 Suppl 3:48–55. doi: 10.2106/JBJS.F.00538
7. Liu Y, Yan L, Zhou S, et al. Tantalum rod implantation for femoral head osteonecrosis: survivorship analysis and determination of prognostic factors for total hip arthroplasty. *Int Orthop.* 2016;40(7):1397–407. doi: 10.1007/s00264-015-2897-1
8. Classen T, Warwas S, Jäger M, Landgraeber S. Two-year follow-up after advanced core decompression. *J Tissue Eng Regen Med.* 2017;11(4):1308–1314. doi: 10.1002/term.2056
9. Castro FP, Barrack RL. Core decompression and conservative treatment for avascular necrosis of the femoral head: a meta-analysis. *Am J Orthoped (Belle Mead NJ).* 2000;29(3):187–194.
10. Simank HG, Brocai DR, Brill C, Lukoschek M. Comparison of results of core decompression and intertrochanteric osteotomy for nontraumatic osteonecrosis of the femoral head using Cox regression and survivorship analysis. *J Arthroplasty.* 2001;16(6):790–794. doi: 10.1054/arth.2001.23580
11. Landgraeber S, Warwas S, Claßen T, Jäger M. Modifications to advanced core decompression for treatment of avascular necrosis of the femoral head. *BMC Musculoskelet Disord.* 2017;18(1):479. doi: 10.1186/s12891-017-1811-y
12. Barille MF, Wu JW, McMahon CJ. Femoral head avascular necrosis: a frequently missed incidental finding on multidetector CT. *Clin Radiol.* 2014;69(3):280–285. doi: 10.1016/j.crad.2013.10.012

ОБ АВТОРАХ

***Арменак Серёжаевич Петросян**, канд. мед. наук, врач — травматолог-ортопед; адрес: Россия, 119620 г. Москва, улица Волынская, дом 7; eLibrary SPIN: 4040-1407; e-mail: armenak.p@gmail.com

Михаил Александрович Панин, канд. мед. наук, врач — травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-7892>; eLibrary SPIN: 5834-3500; e-mail: panin-mihail@yandex.ru

Николай Васильевич Загородний, чл.-корр. РАН, д-р мед. наук, проф., врач — травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>; eLibrary SPIN: 6889-8166; e-mail: zagorodniy51@mail.ru

Андрей Викторович Бойко, аспирант, врач — травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7829-2045>; eLibrary SPIN: 4543-7879; e-mail: boiko120393@gmail.com

AUTHORS INFO

***Armenak S. Petrosyan**, MD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; address: 7, Volynskaya str., 119620, Moscow, Russia; eLibrary SPIN: 4040-1407; e-mail: armenak.p@gmail.com

Mikhail A. Panin, MD, Cand. Sci. (Med.), traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-7892>; eLibrary SPIN: 5834-3500; e-mail: panin-mihail@yandex.ru

Nikolay V. Zagorodniy, corresponding member of Russian Academy of Sciences, MD, Dr. Sci. (Med.), professor, traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6736-9772>; eLibrary SPIN: 6889-8166; e-mail: zagorodniy51@mail.ru

Andrey V. Boiko, post-graduate student, traumatologist-orthopedist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7829-2045>; eLibrary SPIN: 4543-7879; e-mail: boiko120393@gmail.com

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author