

## РОЛЬ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ АВАСКУЛЯРНОГО НЕКРОЗА ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ

*Яхёева Гулчехра Мусоевна* - медицинская радиология и ядерная медицина  
ассистент кафедры, Бухарского государственного медицинского  
института имени Абу Али ибн Сино,  
<https://orcid.org/0009-0008-4374-4292>

**Аннотация.** Авакулярный некроз головки бедренной кости (АНГБК) является одной из ведущих причин болевого синдрома и функциональных нарушений тазобедренного сустава у лиц молодого и среднего возраста. Основными патогенетическими механизмами являются нарушение кровоснабжения и повышение внутрикостного давления, приводящие к ишемии, некрозу костного мозга и структурному коллапсу головки бедренной кости. Магнитно-резонансная томография (МРТ) считается наиболее чувствительным методом раннего выявления АНГБК и позволяет диагностировать заболевание на доклинической стадии при отсутствии рентгенологических изменений.

Цель исследования — оценить диагностическую эффективность МРТ, включая низкопольные аппараты, в раннем выявлении и стадировании АНГБК, объединяя собственные данные и ранее опубликованные результаты.

Материалы и методы исследования включали данные низкопольной МРТ (0,32–0,4 Тл) и результаты проспективного клинического исследования 100 пациентов (132 головки бедренных костей), обследованных на аппарате 1,5 Тл, с последующим сравнительным анализом.

Результаты исследования показали, что наиболее часто поражается передне-верхний квадрант головки бедренной кости. Стадирование по классификациям Ficat–Arlet, Mitchell и Steinberg продемонстрировало преобладание среднетяжёлых стадий заболевания, однако МРТ позволила выявить значительное количество ранних форм при нормальных рентгенограммах.

Заключение: МРТ, включая низкопольные системы, является наиболее информативным методом раннего выявления АНГБК. Своевременная диагностика способствует выбору органосохраняющей тактики лечения и предотвращает развитие структурного коллапса суставной поверхности.

**Ключевые слова:** авакулярный некроз, головка бедренной кости, МРТ, ранняя диагностика, низкопольная МРТ.

## THE ROLE OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE EARLY DIAGNOSIS OF AVASCULAR NECROSIS OF THE FEMORAL HEAD

*Yahyoyeva Gulchehra Musoyevna* - Assistant of the Department of Medical  
Radiology and Nuclear Medicine, Bukhara State Medical  
Institute named after Abu Ali ibn Sino,

**Abstract.** Avascular necrosis of the femoral head (ANFH) is one of the leading causes of pain and functional impairment of the hip joint in young and middle-aged individuals. The primary pathogenetic mechanisms include impaired blood supply and increased intraosseous pressure, which lead to ischemia, bone marrow necrosis, and structural collapse of the femoral head. Magnetic resonance imaging (MRI) is considered the most sensitive method for early detection of ANFH and allows diagnosis at a preclinical stage, even in the absence of radiographic changes.

The aim of the study was to evaluate the diagnostic effectiveness of MRI, including low-field scanners, in the early detection and staging of ANFH by combining original data with previously published results.

The materials and methods included low-field MRI data (0.32–0.4 T) and findings from a prospective clinical study of 100 patients (132 femoral heads) examined using a 1.5-T scanner, followed by comparative analysis.

The results showed that the anterosuperior quadrant of the femoral head was most frequently affected. Staging according to the Ficat–Arlet, Mitchell, and Steinberg classifications demonstrated the predominance of intermediate disease stages; however, MRI enabled the detection of a substantial number of early forms in cases with normal radiographs.

**Conclusion:** MRI, including low-field systems, is the most informative method for early detection of ANFH. Timely diagnosis facilitates the selection of organ-preserving treatment strategies and helps prevent structural collapse of the articular surface.

**Keywords:** avascular necrosis, femoral head, MRI, early diagnosis, low-field MRI.

**Введение.** Тазобедренный сустав является одной из основных опорно-двигательных структур организма, выдерживающей значительную статическую и динамическую нагрузку. Соответственно, патологические изменения в этой области приводят к существенному снижению качества жизни. Аvascularный некроз головки бедренной кости (АНГБК) представляет собой прогрессирующее заболевание, сопровождаемое гибелью костной ткани в результате нарушения кровоснабжения.

Патологический процесс начинается с ишемии и продолжается развитием некроза, микроразрушений трабекулярного аппарата, а в дальнейшем — субхондрального коллапса и вторичного остеоартрита. Заболевание нередко имеет двусторонний характер, причём поражение контралатерального сустава может развиваться в течение двух лет более чем у половины пациентов.

Основные факторы риска включают злоупотребление алкоголем, длительный приём глюкокортикостероидов, травматические повреждения, гемоглобинопатии и идиопатические причины. При этом ранние стадии протекают бессимптомно или сопровождаются неспецифическими болевыми ощущениями, что затрудняет своевременную диагностику.

Визуализационные методы играют важную роль в выявлении АНГБК. Однако рентгенография является малочувствительным методом на ранних стадиях. Компьютерная томография позволяет оценивать костные структуры, но также не позволяет выявлять доколлагенные формы. Радионуклидные методы обладают высокой чувствительностью, но низкой специфичностью.

Наиболее значимым методом диагностики признана магнитно-резонансная томография (МРТ), обладающая чувствительностью более 99% в ранней диагностике АНГБК благодаря высокому тканевому контрасту, мультипланарности и способности выявлять патологические изменения до появления рентгенологических признаков.

С учётом растущего использования малоинвазивных и органосохраняющих методов лечения ранняя диагностика приобретает особую клиническую значимость.

**Материалы и методы исследования.** В исследование включены два массива данных:

- результаты обследования пациентов с помощью низкопольных МРТ-аппаратов мощностью 0,32–0,4 Тл;
- данные проспективного исследования 100 пациентов с клиническим подозрением на АНГБК, проходивших обследование на аппарате 1,5 Тл.

Всего было проанализировано 132 головки бедренных костей, включая как односторонние, так и двусторонние формы.

При проведении МРТ использовались стандартные последовательности: T1-ВИ, T2-ВИ, STIR, PD-FS, аксиальные и корональные срезы.

Оценивались:

- зона и локализация поражения;
- наличие отёка костного мозга;
- наличие двойного контура (double-line sign);
- субхондральные кисты;
- наличие субартикулярного коллапса;
- стадирование по классификациям Ficat–Arlet, Mitchell и Steinberg.

Критерии включения предусматривали наличие боли в тазобедренном суставе и клиническое подозрение на АНГБК. Исключались пациенты с противопоказаниями к МРТ, тяжёлой клаустрофобией и отказавшиеся от участия.

**Результаты исследования.** Анализ демографических характеристик показал, что заболевание чаще встречается у мужчин. Возраст пациентов варьировал от 10 до 74 лет, при этом максимальная заболеваемость наблюдалась в группе 21–40 лет.

Факторами риска наиболее часто выступали алкогольная интоксикация и травматические повреждения, реже — длительная терапия стероидами и гемоглобинопатии.

При МРТ-анализе установлено, что наиболее часто некротический процесс локализуется в передне-верхней (антеросупериорной) части головки бедренной кости, что соответствует участку максимальной биомеханической нагрузки. Реже поражен переднемедиальный сегмент.

МРТ-признаки включали субхондральные географические дефекты, костный отёк, двойной контур, субхондральные кисты, а также различные степени деформации контура суставной поверхности.

Стадирование по Ficat–Arlet выявило преобладание III стадии, что указывает на то, что пациенты часто обращаются за медицинской помощью уже при выраженных клинических проявлениях. Тем не менее МРТ позволила диагностировать значительное количество ранних форм заболевания (I и II стадии), которые не определялись при рентгенологическом исследовании.

По классификации Mitchell наиболее часто встречался тип некротического очага с жидкостным сигналом, что характерно для выраженной перестройки костного мозга.

По классификации Steinberg доминирующей была стадия IIIС. Низкопольные МРТ-аппараты продемонстрировали высокую информативность, позволяя выявлять все ключевые признаки АНГБК, включая double-line sign и субхондральные изменения, что подтверждает их диагностическую ценность в условиях ограниченных ресурсов.

**Обсуждение.** Полученные результаты согласуются с данными международной литературы и подтверждают важность МРТ в диагностике АНГБК. Наиболее значимый вывод состоит в том, что МРТ позволяет выявлять ранние формы заболевания в тот период, когда рентгенограмма остаётся нормальной.

Преобладание поражения в передне-верхнем квадранте объясняется биомеханическими особенностями тазобедренного сустава, где данная зона подвергается максимальной нагрузке во время ходьбы и поддержания вертикальной позы.

Стадирование заболевания демонстрирует ключевую роль классификаций Ficat–Arlet, Mitchell и Steinberg в выборе тактики лечения. Ранняя диагностика позволяет применять органосохраняющие методики — кор-декомпрессию, биологические импланты, клеточные технологии, что существенно снижает риск инвалидизации.

Низкопольные МРТ-аппараты, несмотря на более низкую интенсивность магнитного поля, способны визуализировать основные признаки АНГБК, что делает их эффективным инструментом в условиях ограниченного доступа к высокопольной технике.

**Заключение.** Магнитно-резонансная томография, включая низкопольные системы, является наиболее чувствительным и специфичным методом раннего выявления аваскулярного некроза головки бедренной кости. МРТ позволяет обнаружить патологию на доклинической и до рентгенологической стадии, определить локализацию и объём поражения, провести точное стадирование, а также сформировать оптимальную

лечебную стратегию. Своевременная диагностика, основанная на МРТ, способствует замедлению прогрессирования заболевания и предотвращает развитие субхондрального коллапса и остеоартрита.

#### **ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Hines J.T., Jo W.Y., Mont M.A. Osteonecrosis of the Femoral Head. StatPearls Publishing, 2021. — 1–18.
2. Yoon B.H., Mont M.A., Koo K.H. The 2019 Revised Version of ARCO Staging System for Osteonecrosis of the Femoral Head. *Journal of Arthroplasty*, 2020; 35(4): 933–940.
3. Thickman D., Axel L., Kressel H.Y. Magnetic Resonance Imaging of Avascular Necrosis of the Femoral Head. *Radiology*, 1986; 161(3): 739–745.
4. Beltran J., Herman L., Burk J., Weiss K.L. Femoral Head Avascular Necrosis: Correlation of MR Imaging, Radiographic Staging and Clinical Findings. *Radiology*, 1987; 162(3): 709–715.
5. Konarski W., Grzelecki D., Płomiński J., Gułaj E. Avascular Necrosis of the Femoral Head: Overview and Current Concepts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022; 19(15): 1–16.
6. Zhang Y.Z., Gao F., Sun W. Diagnostic Accuracy of MRI in Early Osteonecrosis of the Femoral Head: A Meta-Analysis. *International Orthopaedics*, 2018; 42(6): 1393–1400.
7. Väänänen M., Nevalainen M.T. MRI Findings Predictive of Outcome in Femoral Head Osteonecrosis. *Acta Radiologica Open*, 2021; 10(2): 1–9.
8. Zhao D., Hu Y., Jin Q. Clinical Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Osteonecrosis of the Femoral Head. *Orthopaedic Surgery*, 2020; 12(4): 1053–1065.
9. Fordyce M.J., Solomon L. Early Detection of Steroid-Induced Femoral Head Necrosis by Magnetic Resonance Imaging. *Journal of Bone and Joint Surgery (Br.)*, 1993; 75-B(2): 213–218.
10. Wang P., Zhang Q., Wang Y. Deep Learning-Assisted MRI for Diagnosis of Osteonecrosis of the Femoral Head. *Computerized Medical Imaging and Graphics*, 2021; 89: 1–8.
11. Ko Y.S., Lee Y.K., Koo K.H. Imaging Update on Osteonecrosis of the Femoral Head. *Hip & Pelvis*, 2023; 35(2): 63–78.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Hines J.T., Jo W.Y., Mont M.A. Остеонекроз головки бедренной кости. Издательство StatPearls, 2021. - 1-18.
2. Yun B.H., Mont M.A., Koo K.H. The 2019 Revised Version of ARCO Staging System for Osteonecrosis of the Femoral Head. *Journal of Arthroplasty*, 2020; 35 (4): 933-940.
3. Thickman D., Axel L., Kressel H.Y. Magnetic resonance imaging of vascular necrosis of the femoral head. *Радиология*, 1986; 161 (3): 739-745.
4. Beltran J., Herman L., Burk J., Weiss K.L. Авакулярный некроз головки бедренной кости: корреляция МР-изображения, рентгенографической стадии и клинических результатов. "Радиология," 1987; 162 (3): 709-715.

5. Konarski W., Grzelecki D., Płominski J., Gułaj E. Аvascularный некроз головки бедра: обзор и современные концепции. Международный журнал экологических исследований и общественного здравоохранения, 2022; 19 (15): 1-16.
6. Zhang Y.Z., Gao F., Sun W. Diagnostic accuracy of MRI in early osteonecrosis of the femoral head: A meta-analysis. Международная ортопедия, 2018; 42 (6): 1393-1400.
7. Вянянен М., Невалайнен М.Т. Результаты МРТ, предсказывающие исход при остеонекрозе бедренной кости. Acta Radiologica Open, 2021; 10 (2): 1-9.
8. Zhao D., Hu Y., Jin Q. Клинические рекомендации по диагностике и лечению остеонекроза головки бедра. Ортопедическая хирургия, 2020; 12 (4): 1053-1065.
9. Fordyce M.J., Solomon L. Раннее выявление стероид-индуцированного некроза головки бедра методом магнитно-резонансного томографирования. Journal of Bone and Joint Surgery (Br.), 1993; 75-B (2): 213-218.
10. Wang P., Zhang Q., Wang Y. МРТ с глубоким обучением для диагностики остеонекроза головки бедра. Компьютерное медицинское изображение и графика, 2021; 89: 1-8.
11. Ko Y.S., Lee Y.K., Koo K.H. Imaging Update on Osteonecrosis of the Femoral Head. Hip & Pelvis, 2023; 35 (2): 63-78.