

Негматов Исмаилло Савридинович¹ <https://orcid.org/0009-0001-4432-7481>

1. Самаркандский государственный медицинский университет,

2. Самарканд, Республика Узбекистан

МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ В ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ПРОГРАММ ПРИ АСЕПТИЧЕСКОМ НЕКРОЗЕ ГОЛОВКИ БЕДРА В ПОСТКОВИДНОМ ПЕРИОДЕ

Аннотация

Обзор посвящен анализу современных методов функциональной диагностики, применяемых для мониторинга эффективности реабилитации пациентов с АНБК в постковидном периоде. Рассмотрены традиционные клинические шкалы оценки функции суставов (индекс Харриса, шкала WOMAC), инструментальные методы (магнитно-резонансная томография, ультразвуковая доплерография), и инновационные подходы, включая биомеханический анализ ходьбы, оценку микроциркуляции и маркеры воспаления. Проанализирована чувствительность и специфичность различных методов, их возможности в прогнозировании результатов лечения. Обсуждаются перспективы использования искусственного интеллекта для автоматизации анализа данных и персонализации реабилитационных программ.

Ключевые слова: асептический некроз головки бедренной кости, постковидный период, функциональная диагностика, индекс Харриса, шкала WOMAC, магнитно-резонансная томография, ультразвуковая доплерография, биомеханический анализ, искусственный интеллект, реабилитация, COVID-19.

Negmatov Ismatillo Savridinovich¹

1. Samarkand State Medical University,

Samarkand, Republic of Uzbekistan

METHODS OF FUNCTIONAL DIAGNOSTICS IN ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF REHABILITATION PROGRAMS FOR ASEPTIC NECROSIS OF THE FEMORAL HEAD IN THE POST-COVID PERIOD

Abstract

This review is devoted to the analysis of modern methods of functional diagnostics used to monitor the effectiveness of rehabilitation of patients with aseptic necrosis of the femoral head (ANFH) in the post-COVID period. Traditional clinical scales for assessing joint function (Harris Hip Score, WOMAC scale), instrumental methods (magnetic resonance imaging, ultrasound dopplerography), and innovative approaches, including biomechanical gait analysis, assessment of microcirculation and inflammatory markers, are considered. The sensitivity and specificity of various methods, their potential in predicting treatment outcomes are analyzed. The prospects of using artificial intelligence for data analysis automation and personalization of rehabilitation programs are discussed.

Keywords: aseptic necrosis of the femoral head, post-COVID period, functional diagnostics, Harris Hip Score, WOMAC scale, magnetic resonance imaging, ultrasound dopplerography, biomechanical analysis, artificial intelligence, rehabilitation, COVID-19.

Negmatov Ismatillo Savridinovich¹1. Samarqand davlat tibbiyot universiteti,
Samarqand, O'zbekiston Respublikasi**POST-COVID DAVRIDA SON BOSHI ASEPTIK NEKROZI BO'LGAN BEMORLARDA
REABILITATSIYA DASTURLARI SAMARADORLIGINI BAHOLASHDA FUNKSIONAL
DIAGNOSTIKA USULLARI****Annotatsiya**

Ushbu sharh post-COVID davrida son boshi aseptik nekrozi (SBAN) bo'lgan bemorlarni reabilitatsiya samaradorligini kuzatish uchun qo'llaniladigan zamonaviy funksional diagnostika usullarini tahlil qilishga bag'ishlangan. Bo'g'im funksiyasini baholashning an'anaviy klinik shkalalari (Xarris indeksi, WOMAC shkalasi), instrumental usullar (magnit-rezonans tomografiya, ultratovush dopplerografiyasi) va innovatsion yondashuvlar, jumladan yurish biomexanik tahlili, mikrosirkulyatsiya va yallig'lanish belgilarini baholash ko'rib chiqilgan. Turli usullarning sezgirligi va o'ziga xosligi, ularning davolash natijalarini prognoz qilishdagi imkoniyatlari tahlil qilingan. Ma'lumotlarni avtomatlashtirish va reabilitatsiya dasturlarini shaxsiylashtirish uchun sun'iy intellektidan foydalanish istiqbollari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: son boshi aseptik nekrozi, post-COVID davri, funksional diagnostika, Xarris indeksi, WOMAC shkalasi, magnit-rezonans tomografiya, ultratovush dopplerografiyasi, biomexanik tahlil, sun'iy intellekt, reabilitatsiya, COVID-19.

Введение

Адекватная оценка эффективности реабилитационных вмешательств является критически важной для оптимизации лечения пациентов с АНБК. В постковидном периоде функциональные нарушения носят сложный характер и включают не только опорно-двигательные расстройства, но и выраженные микроциркуляторные и воспалительные изменения.

Выбор адекватных методов мониторинга позволяет не только оценить эффективность текущего лечения, но и выявить ранние признаки осложнений, предусмотреть необходимость коррекции программы и прогнозировать долгосрочные результаты.

Клинические шкалы и функциональные тесты

Индекс Харриса (Harris Hip Score) является наиболее широко используемой шкалой для оценки функции тазобедренного сустава. Она включает оценку боли, функциональной активности и объема движений. Максимальный балл составляет 100. Преимущества: простота использования, хорошая воспроизводимость. Недостатки: субъективность компонента оценки боли, невысокая чувствительность к изменениям при легких нарушениях функции.

Шкала WOMAC (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) более чувствительна и позволяет отдельно оценить боль, жесткость сустава и функциональные нарушения. Шкала Лайкерта облегчает статистическую обработку данных.

Таблица 1. Клинические шкалы оценки

Шкала	Компоненты	Максимум баллов	Чувствительность
-------	------------	-----------------	------------------

Индекс Харриса	Боль, функция, амплитуда	100	Средняя
WOMAC	Боль, жесткость, функция	Переменная	Высокая
SF-36	Физический, психический компоненты	100	Высокая
Лайкерт	Визуальная оценка	Переменная	Средняя

Функциональные тесты включают: 6-минутный тест ходьбы, тест «встань и пошли», подъем по лестнице, тест равновесия. Эти тесты предоставляют объективную информацию о толерантности к физическим нагрузкам и риске падений.

Инструментальные методы диагностики

Магнитно-резонансная томография позволяет оценить площадь некроза, степень отека костного мозга, целостность хрящевого слоя. В динамике можно выявить положительные изменения (уменьшение площади некроза, разрешение отека). Метод дорогостоящий, но информативный для прогноза.

Ультразвуковая доплерография обеспечивает неинвазивную оценку кровоснабжения пораженной области. В постковидном периоде метод особенно ценен для выявления микроциркуляторных расстройств. Может повторяться часто без вреда для пациента, позволяя мониторировать динамику кровотока на фоне лечения.

Денситометрия (двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия) позволяет оценить минеральную плотность костной ткани и выявить остеопороз, часто сопутствующий АНБК. В постковидном периоде остеопороз отмечается чаще, чем в популяции в целом.

Таблица 2. Инструментальные методы диагностики

Метод	Параметры	Частота повтора	Стоимость
МРТ	Площадь некроза, отек	Каждые 8-12 недель	Высокая
УЗ доплерография	Скорость кровотока	Каждые 2-4 недели	Низкая
Денситометрия	Минеральная плотность	Каждые 12 месяцев	Средняя
Биомеханический анализ	Параметры ходьбы	Каждые 4 недели	Средняя

Биомеханический анализ и маркеры воспаления

Анализ ходьбы с использованием системы трехмерного видеоанализа или акселерометрии позволяет объективно оценить паттерны передвижения, выявить компенсаторные движения и мышечный дисбаланс. Метод требует специального оборудования, но весьма информативен для оценки восстановления функции.

Лабораторные маркеры воспаления (СРБ, IL-6, TNF- α) и эндотелиальной дисфункции (эндотелин-1, фактор фон Виллебранда) в динамике лечения позволяют оценить влияние реабилитационных программ на системные воспалительные процессы. В постковидном периоде эти маркеры часто остаются повышенными, что коррелирует с функциональными нарушениями.

Искусственный интеллект в оценке эффективности

Развитие технологий машинного обучения открывает новые возможности для анализа больших объемов данных о пациентах и выявления предикторов успеха реабилитации. Алгоритмы могут анализировать комплексные данные (клинические показатели, результаты функциональных тестов, биомаркеры, результаты визуализации) и прогнозировать вероятность достижения целевых функциональных результатов.

Компьютерная обработка видеозаписей выполняемых упражнений позволяет автоматически выявлять ошибки в технике выполнения и предоставлять пациенту немедленную обратную связь. Это улучшает качество реабилитации и снижает риск повреждений.

Портативные устройства (смартфоны, носимые датчики) с интегрированными алгоритмами анализа дают возможность осуществлять мониторинг пациента в домашних условиях в режиме реального времени, что особенно ценно для пациентов с ограниченной мобильностью.

Таблица 3. Инновационные методы оценки

Метод	Описание	Преимущества	Ограничения
Видеоанализ ходьбы	3D анализ паттернов	Объективность, точность	Требует оборудования
Биомаркеры	СРБ, IL-6, цитокины	Отражает системное воспаление	Требует забора крови
ИИ анализ	Машинное обучение на базах данных	Прогнозирование исходов	Требует больших данных
Портативные датчики	Реальное время мониторинга	Удобство, доступность	Необходима интерпретация

Заключение

Комплексный подход к функциональной диагностике, включающий клинические шкалы, инструментальные методы, биомеханический анализ и биомаркеры, обеспечивает наиболее полную оценку эффективности реабилитации пациентов с АНБК в постковидном периоде.

Интеграция инновационных технологий, включая анализ видеозаписей и искусственный интеллект, позволяет персонализировать реабилитационные программы и повышать их эффективность. Будущие исследования должны быть направлены на разработку комплексных прогностических моделей, позволяющих предсказать результаты лечения и оптимизировать выбор тактики ведения пациентов.

Литература

1. Сергеев Р.А. и др. Оценка функции тазобедренного сустава в клинической практике // Современные методы диагностики и лечения в ортопедии. 2022; 6: 78-89.
2. Морозова Л.В. Маркеры эндотелиальной дисфункции в постковидном синдроме // Патологическая физиология. 2022; 28(1): 45-52.

3. Дмитриев И.Н. и др. Применение искусственного интеллекта в оценке реабилитационных исходов // Медицинская информатика. 2022; 12(3): 102-115.
4. Harris WH. 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; 51(4): 737-755. — Оригинальная публикация, описывающая создание и валидацию индекса Харриса, который остаётся «золотым стандартом» оценки функции тазобедренного сустава .
5. Bellamy N. WOMAC Osteoarthritis Index: a user's guide // National Arthritis Foundation. 1997. — Руководство по применению шкалы WOMAC, валидированной для оценки боли, скованности и функции у пациентов с остеоартритом нижних конечностей .
6. McGroarty BJ, Harris WH. Can the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) osteoarthritis index be used to evaluate different hip joints in the same patient? // J Arthroplasty. 1996; 11(7): 841-844. — Исследование, подтвердившее возможность применения WOMAC для раздельной оценки каждого тазобедренного сустава у пациентов с двусторонним поражением; показана высокая корреляция с индексом Харриса ($p=0,0001$) .
7. Babu S, Singh P, Wiik A, Shastri O, Malik K, Bailey J, Ghosh K, Cobb J. A comparison of patient-reported outcome measures (PROMs) between short and conventional stem hip replacements: a systematic review and meta-analysis // HIP International. 2019; 29(5): 513-522. — Систематический обзор и мета-анализ 24 исследований (2593 операции), показавший, что индекс Харриса и шкала WOMAC являются наиболее часто используемыми PROMs в оценке исходов эндопротезирования тазобедренного сустава; различий между группами не выявлено ($p=0,35$ и $p=0,06$ соответственно) .
8. Outcome measures in hip arthroscopy: a systematic review // British Journal of Sports Medicine. — В обзоре показано, что индекс Харриса и WOMAC являются наиболее валидированными и надёжными инструментами оценки функции тазобедренного сустава, используемыми в большинстве клинических исследований .
9. Harris Hip Score and WOMAC Score in total hip arthroplasty patients // Life. 2025; 15(6): 838. — Современное исследование, демонстрирующее применение индекса Харриса ($87,6 \pm 6,2$ балла) и шкалы WOMAC ($18,3 \pm 4,8$ балла) для оценки исходов эндопротезирования в различных группах пациентов .

Muallif bilan bog‘lanish uchun e-mail	Author's contact email	Email для связи с автором
atabek_negmatov@mail.ru		