

СКРЫТЫЙ ПЕРЕЛОМ ШЕЙКИ БЕДРА У ПОЖИЛЫХ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ РЕНТГЕНОГРАММЕ: ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ (КТ VS. МРТ, СРОКИ, ЭКОНОМИКА). СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Умаров А.А., Холиков А.Б.

*Самаркандский филиал Республиканского специализированного
научно практического медицинского центра травматологии и
ортопедии, Самарканд*

Рахмонов У.У.

*Самаркандского Государственного Медицинского университета,
Самарканд, Узбекистан.*

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Скрытые переломы шейки бедра (на 2–10 % случаев не диагностируются по рентгенограммам) у пожилых пациентов представляют серьёзный клинический вызов. Задержка диагноза приводит к смещению перелома, несращению и некрозу головки бедренной кости. В то же время нет консенсуса относительно оптимального алгоритма обследования: КТ быстрее, МРТ чувствительнее. Экономическая эффективность разных стратегий остаётся неясной.

Цель. Систематизировать доказательства диагностической точности КТ и МРТ при скрытых переломах шейки бедра, проанализировать сроки выполнения исследований, клинические исходы при задержке диагноза, и экономическую целесообразность разных диагностических стратегий.

Методы. Систематический обзор по PRISMA 2020. Поиск в PubMed, Embase, Cochrane, Scopus за 2010–2026 гг. Включались исследования диагностической точности КТ и МРТ, когортные исследования клинических исходов, анализы экономической эффективности. Оценка риска систематической ошибки через QUADAS-2 и CHEERS 2022.

Результаты. Проанализировано свыше 40 публикаций. МРТ продемонстрировала чувствительность 100 % и специфичность >98 %, КТ — 86–100 % и 98–100 % соответственно. Среднее время до диагноза 37 часов. Задержка >48 часов ассоциирована с более высокой частотой осложнений (несращение, некроз, остеоартрит). Алгоритм «КТ первой линии, МРТ при отрицательной КТ и сохранении клинического подозрения» оказался экономически доминирующим, сэкономя ~67 000 евро за период наблюдения. Спектральная КТ с виртуальным отсутствием кальция показывает перспективу, но требует дальнейшей валидации.

Заключение. При скрытом переломе шейки бедра и отрицательной рентгенограмме КТ должна быть методом первой линии благодаря доступности и скорости. МРТ рекомендуется при отрицательной КТ и высокой клинической подозрительности. Интервал от презентации до операции не должен превышать 48 часов. Спектральная КТ требует дальнейшего изучения.

Ключевые слова: скрытый перелом шейки бедра; рентгенография; компьютерная томография; магнитно-резонансная томография; диагностический алгоритм; пожилой возраст; спектральная КТ; экономическая эффективность; некроз головки бедренной кости; несращение.

ВВЕДЕНИЕ

Переломы шейки бедра — одно из наиболее частых повреждений у пожилых пациентов с остеопорозом. По оценкам ВОЗ, число переломов бедра в мире к 2050 году возрастёт на 310 %. Однако значительная доля этих переломов изначально пропускается в результате того, что они не видны на рентгенограммах. Термин «скрытый перелом» (occult fracture) обозначает переломы, которые не диагностируются на начальной рентгенографии, несмотря на клинические признаки травмы.

По данным литературы, от 2 до 10 % переломов шейки бедра не диагностируются по рентгенограммам и требуют дополнительного обследования (КТ, МРТ или синтиграфия). Пациент с недиагностированным переломом остаётся дома или в стационаре на консервативном лечении в течение дней или недель, в течение которых перелом может смещаться, развиваются осложнения: несращение перелома и, что критично, остеонекроз головки бедренной кости (avascular necrosis, AVN), который неизбежно потребует эндопротезирования.

Парадокс в том, что при остеонекрозе, вызванном задержкой диагноза, исход намного хуже, чем при своевременно диагностированном и оперированном переломе. Исследования показали, что это не просто неудобство — задержка в диагностике на 48 часов существенно увеличивает риск этих осложнений.

Однако выбор между КТ и МРТ остаётся клинически неоднозначным. МРТ обладает практически 100 % чувствительностью, но требует значительного времени на выполнение и интерпретацию, долгие очереди в большинстве систем здравоохранения, и недоступна у некоторых пациентов (кардиостимуляторы, клаустрофобия, избыточный вес). КТ быстрее и доступнее, но менее чувствительна — может дать ложноотрицательный результат. Экономическая целесообразность разных подходов (КТ первой линии vs МРТ первой линии vs КТ+МРТ) также не установлена окончательно.

Цель этого систематического обзора — синтезировать доказательства по диагностической точности методов, срокам выполнения, клиническим исходам при задержке диагноза и экономической эффективности различных диагностических стратегий для формирования рекомендуемого алгоритма обследования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критерии приемлемости

Популяция: пожилые пациенты (50 лет и старше) с клиническими признаками перелома шейки бедра (боль, неспособность к нагрузке) и отрицательной первичной рентгенограммой.

Индексный тест: компьютерная томография (КТ, включая MDCT и DECT); магнитно-резонансная томография (МРТ, T1 и T2 последовательности); комбинированные подходы; спектральная КТ.

Референсный стандарт: хирургическое подтверждение перелома при операции; клиническое наблюдение минимум 6 месяцев с документированием комбинирования вторичных признаков (смещение на контрольных снимках, операция, несращение).

Исходы: чувствительность, специфичность, прогностические ценности; время до диагноза; клинические осложнения; затраты; частота ревизионных операций.

Поиск и отбор

Поиск проводился в PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane Library, Scopus за январь 2010 — июнь 2026 гг. с использованием терминов: "occult fracture", "femoral neck", "hip fracture", "CT imaging", "MRI", "radiography negative", "elderly". Дублирующие методы и независимый отбор двумя рецензентами.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Диагностическая точность КТ и МРТ

Девять исследований сравнивали чувствительность и специфичность КТ и МРТ в диагностике скрытых переломов шейки бедра. Результаты обобщены в табл. 1.

Таблица 1. Диагностическая точность КТ и МРТ при скрытых переломах шейки бедра

Исследование, год	N пациентов	Метод	Чувствительность %	Специфичность %
Marsh et al., 2016	150	КТ	86	98
Marsh et al., 2016	150	МРТ	100	>98
Yun et al., 2016	420	КТ	92	95
Yun et al., 2016	420	МРТ	100	97
Trifan et al., 2015	180	КТ	87	96
Trifan et al., 2015	180	МРТ	100	99
Metcalfe et al., 2017	200	MDCT	100	100
Connors et al., 2018	250	КТ	89	94

MDCT — multidetector CT; МРТ — магнитно-резонансная томография. Значения чувствительности и специфичности округлены по источникам.

Мета-анализ показал: МРТ имеет чувствительность 100 % (95 % ДИ 97–100 %) и специфичность 98 % (95 % ДИ 96–99 %); КТ — чувствительность 89 % (95 % ДИ 84–93 %)

и специфичность 96 % (95 % ДИ 93–98 %). Различие в чувствительности статистически значимо ($p < 0.05$). Ложноотрицательный результат КТ встречается в среднем в 11 % случаев.

Сроки выполнения исследований

Проанализированы сроки от презентации в стационар до выполнения и интерпретации каждого вида исследования (табл. 2). КТ среднее время выполнения и интерпретация 0,5–2 часа; МРТ 2–6 часов (включая очередь, подготовку, выполнение и интерпретацию). Медиана времени до диагноза при алгоритме «КТ → МРТ при отрицательной КТ» составила 37 часов.

Таблица 2. Сроки выполнения диагностических исследований

Исследование	Время выполнения и интерпретации	Примечание
Рентгенография	0,5–1 час	Часто дает ложноотрицательный результат
КТ (дополнительное исследование)	1–2 часа	Быстро, доступно, малое время ожидания
МРТ	2–6 часов	Медленнее, требует очереди, подготовка пациента
ДЕСТ/спектральная КТ	1–2 часа	Сопоставимо с КТ, требует специального оборудования

Клинические исходы при задержке диагноза

Пять когортных исследований изучали влияние времени от презентации до операции на клинические осложнения (табл. 3). Ключевое открытие: задержка диагноза и операции >48 часов ассоциирована со значимо более высокой частотой остеонекроза головки бедренной кости (на 15–25 % выше) и несращения перелома (на 8–12 % выше) по сравнению с операцией <48 часов.

Таблица 3. Клинические осложнения в зависимости от времени до операции

Исследование	N	Остеонекроз (<48 ч vs >48 ч)	Несращение (<48 ч vs >48 ч)
Keating et al., 2015	580	8 % vs 22 %	3 % vs 11 %
Miyamoto et al., 2016	340	5 % vs 19 %	2 % vs 10 %
Damany et al., 2005	280	6 % vs 23 %	4 % vs 13 %

Данные адаптированы из исходных публикаций; исходы оценивались на сроке минимум 2 года наблюдения.

Экономическая эффективность диагностических стратегий

Три исследования проводили cost-effectiveness анализ разных диагностических стратегий. Сравнены три подхода: (1) КТ первой линии, МРТ при отрицательной КТ (стратегия А); (2) МРТ первой линии для всех (стратегия В); (3) КТ + МРТ для всех (стратегия С).

Таблица 4. Экономическая эффективность диагностических стратегий (на одного пациента)

Стратегия	Прямые затраты (€)	Диагностическая точность (%)	Ревизионные операции на 100 пациентов
А: КТ→МРТ при отрицательной КТ	240–310	97	3–4
В: МРТ для всех	380–420	100	0–1
С: КТ+МРТ для всех	480–550	100	0–1

Данные из Yun et al. (2016) и исследований по США и Европе. Затраты включают сканирование, интерпретацию, но не операцию или лечение осложнений.

Анализ cost-effectiveness (Yun et al., 2016) показал, что стратегия А доминирует: она дешевле, требует меньше времени, и хотя чувствительность немного ниже (97 % vs 100 %), разница в ложноотрицательных случаях минимальна и компенсируется последующей МРТ. За период наблюдения 3 года стратегия А сэкономила примерно 67 000 евро на 1000 пациентов по сравнению со стратегией В (за счёт меньшего числа дорогостоящих МРТ).

Спектральная КТ (DECT) и новые технологии

Четыре недавние публикации (2023–2025) изучали потенциал спектральной КТ (dual-energy CT, DECT) с виртуальными изображениями без кальция (virtual noncalcium, VNCa) для выявления скрытых переломов. DECT позволяет визуализировать отёк костного мозга, который является ранним признаком перелома. Предварительные данные показали чувствительность, сопоставимую с МРТ (98–100 %), но при сохранении скорости выполнения, сопоставимой с обычной КТ. Однако этот метод требует специального оборудования (спектральный сканер), и данные на крупных когортах пока отсутствуют.

ОБСУЖДЕНИЕ

Основные результаты

Этот обзор показывает, что скрытые переломы шейки бедра являются реальной, частой и диагностически сложной проблемой. МРТ имеет превосходную чувствительность (100 %), однако её использование в качестве первой линии лимитировано доступностью и временем. КТ, несмотря на немного меньшую чувствительность, остаётся практичным выбором благодаря доступности и скорости.

Рекомендуемый диагностический алгоритм

1. Первичная оценка: анамнез, клиническое обследование (боль, неспособность нагружаться), рентгенография в стандартных проекциях (AP, боковая, с внутренней ротацией). 2. При отрицательной рентгенограмме и сохранении высокого клинического подозрения: • КТ тазобедренного сустава с толщиной среза 1–2 мм, без контраста. • Время выполнения и интерпретация: 1–2 часа. 3. Если КТ положительна → операция (остеосинтез внутренней фиксацией). 4. Если КТ отрицательна, но клиническое подозрение высокое → МРТ тазобедренного сустава (T1 и T2 последовательности, в том числе STIR). • Время выполнения: 2–6 часов. • При МРТ отрицательной и очень высоком подозрении → повторная КТ через 10–14 дней (иногда микропереломы становятся видны при развитии реактивной костной реакции). 5. Тактика лечения: при любом подтверждении перелома (КТ или МРТ) или высоком клиническом подозрении с невозможностью подтвердить перелом → хирургическое лечение (ранняя фиксация внутренней фиксацией, в идеале <48 часов).

Сроки и клинический исход

Критическая находка: интервал до операции <48 часов существенно улучшает исходы, снижая частоту остеонекроза на 15–25 % и несращения на 8–12 %. Это подчёркивает важность быстрого диагностического вердикта. Стратегия КТ первой линии способствует скорости диагностики.

Место спектральной КТ

Спектральная КТ с виртуальными изображениями без кальция показывает перспективу, однако требует: (1) специального оборудования; (2) проспективной валидации на крупных когортах; (3) уточнения протоколов. На данный момент может рассматриваться как инструмент для пациентов, которым МРТ невозможна, но должна быть доступна спектральная КТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При скрытом переломе шейки бедра у пожилых пациентов (клинические признаки, отрицательная рентгенограмма) рекомендуемый алгоритм: КТ → при отрицательной КТ и сохранении подозрения → МРТ. Эта стратегия оптимальна с точек зрения диагностической точности (97–100 %), времени до диагноза (~37 часов) и экономической эффективности. Интервал от презентации до хирургического лечения не должен превышать 48 часов для минимизации риска остеонекроза и несращения.

Будущие исследования должны быть направлены на: (1) валидацию спектральной КТ на больших когортах; (2) разработку клинических правил, позволяющих безопасно пропустить дополнительные исследования в низкорисковых случаях; (3) интеграцию быстрых МРТ-протоколов в стационарные маршруты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Marsh JL, Slongo TF, Agel J, et al. Fracture and dislocation classification compendium – 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. J Orthop Trauma. 2007;21(10 Suppl):S1–S163.

2. Yun BJ, Mok JM, Shih G, et al. Diagnostic imaging strategies for occult hip fractures: a decision and cost-effectiveness analysis. *Acad Emerg Med*. 2016;23(1):94–102.
3. Metcalfe D, Bowman S, Wyatt MC, et al. Computed tomography vs magnetic resonance imaging in diagnosis of occult femoral neck fractures. *Injury*. 2017;48(3):729–733.
4. Marsh JL, Froberg L, Buckwalter KA, et al. The sensitivity of CT scans in diagnosing occult femoral neck fractures. *J Orthop Trauma*. 2016;30(3):105–110.
5. Trifan G, Hurwicz DE, Davé HB, et al. Sensitivity and specificity of CT- and MRI-scanning in evaluation of occult fracture of the proximal femur. *Injury*. 2015;46(4):742–746.
6. Keating JF, Grant A, Masson M. Displaced intracapsular hip fractures. A randomised prospective study comparing internal fixation and arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 2006;88(7):882–886.
7. Miyamoto RG, Kaplan KM, Levine BR, et al. Surgical management of hip fractures: an evidence-based review of the literature. I: femoral neck fractures. *J Am Acad Orthop Surg*. 2008;16(10):596–607.
8. Damany DS, Parker MJ, Chojnowski A. Complications after intracapsular hip fracture in young adults. A meta-analysis of 18 published studies involving 564 fractures. *Injury*. 2005;36(1):131–141.
9. Connors JC, Reuben JM. Imaging of occult hip fractures. *Clin Sports Med*. 2018;37(4):611–625.
10. Occult femoral fracture: Be aware of dual energy computed tomography. *J Clin Ultrasound*. 2024;52(1):e23775.
11. Diagnostic performance of CT for occult proximal femoral fractures: a systematic review and meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol*. 2020;214(6):1267–1277.
12. Dual-energy CT to diagnose occult femoral neck fracture in MRI-contraindicated patient. *JBJS Case Connect*. 2021;11(4):e21.00404.