ЦИФРОВЫЕ РЕНТГЕНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ШИРИНЫ СУСТАВНОЙ ЩЕЛИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПРИ КОКСАРТРОЗЕ И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Автор: Рашидова Гулрухсорбегим Саидкамол кизи, магистрант по специальности «Медицинская радиология», Ургенчский государственный медицинский институт.

Научный руководитель: Айтимова Гульсанам Юсуповна, PhD, старший преподаватель, Ургенчский государственный медицинский институт.

Аннотация. В статье обобщены и проанализированы данные отечественной и зарубежной литературы о цифровых рентгенометрических показателях ширины суставной щели тазобедренного сустава и их значении в диагностике коксартроза. Рассмотрены нормативные значения ширины суставной щели и их зависимость от пола и возраста, методика измерения в верхнелатеральном, апикальном и медиальном отделах, а также влияние условий рентгенографии на результаты. Проведён сравнительный анализ количественных критериев коксартроза, основанных на минимальной ширине суставной щели (≤ 1,5; ≤ 2,0; ≤ 2,5 мм), и оценены их диагностическая информативность, воспроизводимость и прогностическое значение. Показано, что минимальная ширина суставной щели является наиболее надёжным и воспроизводимым рентгенометрическим критерием коксартроза, а её цифровое измерение с калибровкой масштаба позволяет объективизировать диагностику, стадирование и динамическое наблюдение. Обоснована необходимость учёта половых различий при выборе пороговых значений и разработки региональных нормативов.

Ключевые слова: коксартроз, остеоартрит тазобедренного сустава, ширина суставной щели, минимальная ширина суставной щели, цифровая рентгенография, рентгенометрия, диагностические критерии.

Abstract. The article summarises and analyses published data on digital radiographic parameters of hip joint space width and their value in diagnosing coxarthrosis. Normal joint space width values and their dependence on sex and age, measurement technique at the superolateral, apical and medial sites, and the influence of radiographic conditions are reviewed. Quantitative definitions of coxarthrosis based on minimum joint space width (≤ 1.5, ≤ 2.0 and ≤ 2.5 mm) are compared in terms of diagnostic accuracy, reproducibility and prognostic value. Minimum joint space width proves to be the most reliable and reproducible radiographic criterion of coxarthrosis, and its calibrated digital measurement makes diagnosis, staging and follow-up more objective. Sex-specific thresholds and regional reference values are needed.

Keywords: coxarthrosis, hip osteoarthritis, joint space width, minimum joint space width, digital radiography, radiometry, diagnostic criteria.

Введение

Коксартроз (остеоартрит тазобедренного сустава) — одно из наиболее распространённых дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов и ведущая причина хронической боли, ограничения подвижности и инвалидизации лиц старшего возраста. По данным исследования глобального бремени болезней, остеоартрит тазобедренного и коленного суставов входит в число основных причин лет, прожитых с нарушением здоровья [1].

Основным морфологическим субстратом коксартроза является прогрессирующая деградация суставного хряща, которая на рентгенограмме проявляется сужением рентгеновской суставной щели. Поэтому ширина суставной щели (ШСЩ) рассматривается как косвенный, но наиболее доступный показатель толщины хряща [2, 6]. Классическая шкала Kellgren–Lawrence учитывает сужение щели, остеофиты, субхондральный склероз и деформацию головки бедренной кости [3], а в отечественной практике широко применяется классификация Н.С. Косинской [4]. Обе классификации описывают сужение щели качественно («сомнительное», «умеренное»,

«значительное»), имеют ограниченную чувствительность к небольшим изменениям и заметную межэкспертную вариабельность [5].

Переход к цифровой рентгенографии и системам архивирования и передачи изображений (PACS) сделал возможным прямое количественное измерение ШСЩ с калибровкой масштаба, увеличением изображения и повторным анализом без дополнительной лучевой нагрузки. Вместе с тем в литературе используются разные точки измерения, условия съёмки и пороговые значения, что затрудняет сравнение результатов и их применение в клинической практике.

Цель обзора — обобщить и проанализировать данные литературы о цифровых рентгенометрических показателях ширины суставной щели тазобедренного сустава, их нормативных и пороговых значениях, а также их диагностической и прогностической значимости при коксартрозе.

Материал и методы

Поиск литературы проводили в базах данных PubMed/MEDLINE, Scopus, Google Scholar и eLIBRARY.ru. Использовали ключевые слова и их сочетания на русском и английском языках: «коксартроз», «остеоартрит тазобедренного сустава», «ширина суставной щели», «рентгенометрия», «hip osteoarthritis», «joint space width», «minimum joint space», «radiographic definition», «reproducibility». Учитывали публикации с 1957 г. (год появления классификации Kellgren–Lawrence) по 2025 г.

В анализ включали оригинальные исследования, систематические обзоры и методические работы, в которых приводились количественные значения ШСЩ тазобедренного сустава у здоровых лиц или пациентов с коксартрозом, описывалась методика измерения либо оценивались валидность, воспроизводимость и прогностическое значение рентгенометрических критериев. Исключали работы, посвящённые исключительно МРТ, КТ или ультразвуковой оценке хряща, а также публикации без количественных данных. В итоговый обзор включено 20

источников, отражающих ключевые этапы развития рентгенометрии тазобедренного сустава.

Нормативные значения ширины суставной щели

Норма ШСЩ тазобедренного сустава у взрослых составляет в среднем около 4 мм, однако её индивидуальная вариабельность велика. M. Lequesne и соавт. проанализировали 223 рентгенограммы таза (446 суставов) у 127 женщин и 96 мужчин со средним возрастом 51,3 года и установили, что ШСЩ в апикальном отделе составляет 4,19 ± 0,92 мм при диапазоне от 2 до 7 мм [7]. Авторы также описали вариабельность формы щели и её архитектуры, что важно при выборе точки измерения.

P. Lanyon и соавт. изучили минимальную ШСЩ (мин-ШСЩ) у 276 женщин и 257 мужчин без боли в тазобедренных суставах и без структурных изменений (0 стадия) [8]. У мужчин во всех возрастных группах щель была шире, чем у женщин (4,19 мм против 3,85 мм; разница 0,34 мм). У женщин выявлено прогрессирующее возрастное сужение щели: разница между группами 45–54 и 75–84 лет составила 0,36 мм, тогда как у мужчин достоверных возрастных изменений не обнаружено. Авторы показали, что снижение порога диагностики коксартроза у женщин с ≤ 2,5 мм до ≤ 2,2 мм уменьшает расчётную распространённость заболевания с 10,6 до 5,6 %.

Влияние пола, возраста, антропометрических показателей и параметров строения вертлужной впадины на ШСЩ у лиц без артроза подтверждено и в других популяционных исследованиях [9, 10]. Эти данные свидетельствуют о том, что единый порог для всех групп может приводить к гипердиагностике коксартроза у пожилых женщин, а нормативы целесообразно устанавливать с учётом пола, возраста и популяционных особенностей. Для населения Центральной Азии такие нормативы в доступной литературе представлены недостаточно.

Методика цифровой рентгенометрии

Точки измерения. ШСЩ определяют как расстояние между кортикальным контуром головки бедренной кости и краем субхондральной пластинки вертлужной впадины. В литературе используются три стандартные точки: верхнелатеральная (у латерального края крыши впадины), апикальная (на вертикали через центр головки) и верхнемедиальная [7]. P. Croft и соавт. измеряли щель в латеральном, верхнем и аксиальном отделах и ввели понятие минимальной ширины суставной щели — кратчайшего расстояния между краем головки и вертлужной впадиной [13]. Именно мин-ШСЩ стала основным количественным показателем в последующих исследованиях.

Условия съёмки. На измеряемую ШСЩ влияют положение пациента, ротация бедра и центрация рентгеновского пучка. T. Conrozier и соавт. показали, что положение пациента при съёмке изменяет рентгеновскую ширину щели при коксартрозе [11]. Поэтому при динамическом наблюдении рекомендуется выполнять рентгенограмму таза в прямой проекции в одинаковом положении (предпочтительно стоя), со стандартной внутренней ротацией стоп и постоянным фокусным расстоянием.

Инструменты измерения. В ранних работах щель измеряли на плёнке лупой со шкалой с ценой деления 0,1–0,5 мм или штангенциркулем; при этом воспроизводимость составляла около ±0,5 мм [8]. Цифровая рентгенография позволяет калибровать масштаб по объекту известного размера, увеличивать изображение и выполнять измерения программными инструментами PACS. Разработаны также полуавтоматические и автоматические алгоритмы, которые определяют контуры головки и впадины и рассчитывают ШСЩ по всей нагрузочной зоне [12]. Такие методы уменьшают влияние субъективного выбора точки измерения.

Производные показатели. Помимо абсолютных значений, по цифровым изображениям могут рассчитываться относительные индексы: отношение ШСЩ в верхнелатеральном и медиальном отделах (характеризует направление миграции головки) и межсторонний индекс — отношение мин-

ШСЩ поражённого и контралатерального суставов. Их диагностическое значение требует дальнейшего изучения, однако они полезны для описания типа и асимметрии поражения.

Количественные критерии и пороговые значения

В эпидемиологических и клинических исследованиях пороговые значения мин-ШСЩ для диагностики коксартроза варьируют от 1,5 до 4,0 мм [14]. Наиболее часто используемые критерии представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рентгенометрические критерии коксартроза по данным литературы

Источник	Обследованные	Критерий	Комментарий
Kellgren, Lawrence, 1957 [3]	Популяционная выборка	Стадия ≥ II по совокупности признаков	Сужение щели оценивается качественно
Croft и соавт., 1990 [13]	Мужчины, рентгенограммы таза	Мин-ШСЩ: ≤ 2,5 мм — умеренное, ≤ 2,0 мм — промежуточное, ≤ 1,5 мм — выраженное сужение [16]	Мин-ШСЩ признана лучшим рентгенологическим критерием для эпидемиологических исследований
Lanyon и соавт., 2003 [8]	533 лица без боли и структурных изменений	Для женщин предложен порог ≤ 2,2 мм вместо ≤ 2,5 мм	Учёт половых различий снижает гипердиагностику
Jacobsen и соавт., 2004 [14]	Copenhagen City Heart Study, 4151 человек	Мин-ШСЩ ≤ 2,0 мм независимо от других признаков	Порог обоснован распределением ШСЩ в популяции
Reijman и соавт., 2004 [16]	Открытая популяция пожилых лиц (Роттердам)	Сравнение стадии Kellgren–Lawrence, мин-ШСЩ и шкалы Croft	Оценены валидность и воспроизводимость трёх определений

Критерий ≤2,5 мм обладает большей чувствительностью и подходит для скрининга, тогда как пороги ≤ 2,0 и ≤ 1,5 мм более специфичны и характеризуют выраженное сужение. Выбор порога должен определяться задачей исследования и учитывать пол и возраст обследуемых [8].

Диагностическая информативность, воспроизводимость и прогностическое значение

Диагностическая информативность. В исследовании P. Croft и соавт. мин-ШСЩ оказалась показателем, наиболее тесно связанным с другими рентгенологическими признаками артроза. Наряду с общей качественной оценкой и толщиной субхондрального склероза она лучше других показателей предсказывала боль в тазобедренном суставе [13]. Сужение суставной щели входит и в клинико-рентгенологические критерии коксартроза Американской коллегии ревматологии [20].

Систематический анализ семи определений коксартроза, выполненный M. Reijman и соавт., показал, что мин-ШСЩ обладает наибольшей внутри- и межэкспертной надёжностью и наиболее сильной связью с болью и ограничением внутренней ротации бедра [15]. Систематический обзор D. Chu Miow Lin и соавт. подтвердил валидность и чувствительность к изменениям метрического измерения ШСЩ при коксартрозе [17].

Воспроизводимость. Измерения ШСЩ воспроизводятся лучше, чем оценка остеофитов, склероза и кист [13]. Полуколичественная шкала Kellgren–Lawrence, напротив, характеризуется заметной межэкспертной вариабельностью, особенно на ранних стадиях [5]. Цифровая калибровка и увеличение изображения позволяют дополнительно снизить погрешность измерения по сравнению с плёночной рентгенографией.

Локализация сужения. Наиболее частым рентгенологическим вариантом коксартроза является верхний (верхнелатеральный) тип сужения с миграцией головки вверх и кнаружи; медиальный тип встречается реже [19]. Поэтому измерение в верхнелатеральном и апикальном отделах обычно наиболее информативно, а медиальная точка дополняет его при атипичном течении.

Прогностическое значение. Уменьшение мин-ШСЩ является основным рентгенологическим критерием прогрессирования. В восьмилетнем наблюдении пожилых женщин N. Lane и соавт. использовали изменение ШСЩ для оценки рентгенологического прогрессирования коксартроза [18].

Скорость сужения суставной щели (хондрометрия) предложена M. Lequesne как количественный показатель течения заболевания и эффективности лечения [6].

Ограничения метода и перспективы

ШСЩ остаётся косвенным показателем толщины хряща: рентгенография не отображает сам хрящ и не выявляет его ранних изменений, доступных МРТ. Результат измерения зависит от положения пациента, ротации бедра и центрации пучка [11], а на ранних стадиях значения у пациентов и здоровых лиц частично перекрываются [7, 8]. Отсутствие единых пороговых значений и стандартизированных протоколов съёмки затрудняет сравнение данных разных исследований.

Перспективными направлениями являются стандартизация протоколов цифровой рентгенографии тазобедренного сустава, внедрение автоматизированных алгоритмов измерения ШСЩ [12], в том числе на основе методов искусственного интеллекта, разработка половых и возрастных нормативов для отдельных популяций, включая население Центральной Азии, а также сочетание рентгенометрии с клиническими показателями при оценке прогрессирования.

Заключение

Ширина суставной щели — наиболее доступный количественный рентгенологический показатель состояния хряща тазобедренного сустава; в норме у взрослых она составляет в среднем около 4 мм при выраженной индивидуальной вариабельности, у мужчин щель шире, а у женщин с возрастом отмечается её физиологическое сужение.

Минимальная ширина суставной щели является наиболее надёжным, воспроизводимым и клинически значимым рентгенометрическим критерием коксартроза и основным показателем его прогрессирования.

Наиболее употребительные пороговые значения мин-ШСЩ — ≤ 2,5 мм (скрининг), ≤ 2,0 мм и ≤ 1,5 мм (выраженное сужение); для женщин обоснован более низкий порог.

Цифровая рентгенометрия с калибровкой масштаба и стандартизированным положением пациента повышает объективность диагностики, стадирования и динамического контроля коксартроза и дополняет классификации Kellgren–Lawrence и Н.С. Косинской.

Актуальной задачей остаётся разработка региональных нормативов ШСЩ с учётом пола и возраста и внедрение автоматизированных методов измерения.

Список литературы

1. Cross M., Smith E., Hoy D. et al. The global burden of hip and knee osteoarthritis: estimates from the Global Burden of Disease 2010 study // Ann. Rheum. Dis. — 2014. — Vol. 73, № 7. — P. 1323–1330.
2. Altman R.D., Gold G.E. Atlas of individual radiographic features in osteoarthritis, revised // Osteoarthritis Cartilage. — 2007. — Vol. 15, Suppl. A. — P. A1–A56.
3. Kellgren J.H., Lawrence J.S. Radiological assessment of osteo-arthrosis // Ann. Rheum. Dis. — 1957. — Vol. 16, № 4. — P. 494–502.
4. Косинская Н.С. Дегенеративно-дистрофические поражения костно-суставного аппарата. — Л.: Медгиз, 1961. — 196 с.
5. Günther K.P., Sun Y. Reliability of radiographic assessment in hip and knee osteoarthritis // Osteoarthritis Cartilage. — 1999. — Vol. 7, № 2. — P. 239–246.
6. Lequesne M. Chondrometry. Quantitative evaluation of joint space width and rate of joint space loss in osteoarthritis of the hip // Rev. Rhum. Engl. Ed. — 1995. — Vol. 62, № 3. — P. 155–158.

7. Lequesne M., Malghem J., Dion E. The normal hip joint space: variations in width, shape, and architecture on 223 pelvic radiographs // Ann. Rheum. Dis. — 2004. — Vol. 63, № 9. — P. 1145–1151.
8. Lanyon P., Muir K., Doherty S., Doherty M. Age and sex differences in hip joint space among asymptomatic subjects without structural change: implications for epidemiologic studies // Arthritis Rheum. — 2003. — Vol. 48, № 4. — P. 1041–1046.
9. Goker B., Sancak A., Arac M. et al. The radiographic joint space width in clinically normal hips: effects of age, gender and physical parameters // Osteoarthritis Cartilage. — 2003. — Vol. 11, № 5. — P. 328–334.
10. Jacobsen S., Sonne-Holm S., Søballe K. et al. Factors influencing hip joint space in asymptomatic subjects. A survey of 4151 subjects of the Copenhagen City Heart Study: the Osteoarthritis Substudy // Osteoarthritis Cartilage. — 2004. — Vol. 12, № 9. — P. 698–703.
11. Conrozier T., Lequesne M.G., Tron A.M. et al. The effects of position on the radiographic joint space in osteoarthritis of the hip // Osteoarthritis Cartilage. — 1997. — Vol. 5, № 1. — P. 17–22.
12. Gordon C.L., Wu C., Peterfy C.G. et al. Automated measurement of radiographic hip joint-space width // Med. Phys. — 2001. — Vol. 28, № 2. — P. 267–277.
13. Croft P., Cooper C., Wickham C., Coggon D. Defining osteoarthritis of the hip for epidemiologic studies // Am. J. Epidemiol. — 1990. — Vol. 132, № 3. — P. 514–522.
14. Jacobsen S., Sonne-Holm S., Søballe K. et al. Radiographic case definitions and prevalence of osteoarthrosis of the hip: a survey of 4151 subjects in the Osteoarthritis Substudy of the Copenhagen City Heart Study // Acta Orthop. Scand. — 2004. — Vol. 75, № 6. — P. 713–720.
15. Reijman M., Hazes J.M., Koes B.W. et al. Validity, reliability, and applicability of seven definitions of hip osteoarthritis used in epidemiological studies: a

systematic appraisal // Ann. Rheum. Dis. — 2004. — Vol. 63, № 3. — P. 226–232.

16. Reijman M., Hazes J.M., Pols H.A. et al. Validity and reliability of three definitions of hip osteoarthritis: cross sectional and longitudinal approach // Ann. Rheum. Dis. — 2004. — Vol. 63, № 11. — P. 1427–1433.
17. Chu Miow Lin D., Reichmann W.M., Gossec L. et al. Validity and responsiveness of radiographic joint space width metric measurement in hip osteoarthritis: a systematic review // Osteoarthritis Cartilage. — 2011. — Vol. 19, № 5. — P. 543–549.
18. Lane N.E., Nevitt M.C., Hochberg M.C. et al. Progression of radiographic hip osteoarthritis over eight years in a community sample of elderly white women // Arthritis Rheum. — 2004. — Vol. 50, № 5. — P. 1477–1486.
19. Ledingham J., Dawson S., Preston B. et al. Radiographic patterns and associations of osteoarthritis of the hip // Ann. Rheum. Dis. — 1992. — Vol. 51, № 10. — P. 1111–1116.
20. Altman R., Alarcón G., Appelrouth D. et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hip // Arthritis Rheum. — 1991. — Vol. 34, № 5. — P. 505–514.