

# Аналіз показників трьохфазової остеосцинтиграфії при ураженнях кульшових і колінних суглобів різного генезу

П.О. Король<sup>1,2</sup>, М.М. Ткаченко<sup>1</sup>

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця<sup>1</sup>  
Київська міська клінічна лікарня № 12<sup>2</sup>

Набуває значної актуальності питання захворюваності кульшових та колінних суглобів [1, 2, 6]. Це пов'язано, по-перше, з інтенсифікацією статичного навантаження на дані суглоби, а по-друге з погіршенням демографічної ситуації в Україні та збільшення частки осіб пенсійного віку, які складають основний масив хворих з ураженнями кульшових та колінних суглобів [5, 9].

Вивчається діагностична роль сучасних додаткових методів візуалізації патології кульшових та колінних суглобів у пацієнтів, яким планується ендопротезування [7, 9, 10].

Стандартної рентгенографії кульшових та колінних суглобів, комп'ютерної томографії та загальнообов'язкових аналізів в передопераційному періоді недостатньо для виявлення ступеню запального процесу [7, 8, 10]. Тому з метою діагностики дистрофічно-дегенеративних та запальних процесів кульшових та колінних суглобів в клінічній практиці активно використовують метод остеосцинтиграфії [1, 8].

Кількісна характеристика процесів у вогнищах патологічної фіксації радіофармпрепарату (РФП) може надавати важливу інформацію для оптимізації ендопротезування кульшових та колінних суглобів [4]. Дані параметри дозволяють отримати трьохфазову остеосцинтиграфію (3-ф ОСГ), яка включає ангіографічну (АФ) та ранню статичну фази (РСФ), що виконуються одразу після введення РФП. Такий режим виконання ОСГ не потребує додаткових матеріальних витрат та не підвищує променеве навантаження на пацієнта.

**Мета** – провести аналіз показників 3-ф ОСГ при ураженнях кульшових і колінних суглобів різного генезу.

## Матеріал і методи дослідження

3-ф ОСГ проводилась за стандартним протоколом [3, 10]: вимірювання на гамма-камері загальної активності РФП в шприці перед введенням препарату; вимірювання на гамма-камері активності в шприці і, що залишилась після введення РФП. **I етап** – АФ. Проводилась одразу після внутрішньовенного болюсного введення 370–555 МБк РФП, що здійснювалось після розташування пацієнта під детектором гамма-камери для візуалізації зони інтересу. Використовувався низькоенергетичний коліматор загального призначення, матриця кадру – 64x64 піксел. Динамічний запис зображення проводився протягом 120 с із експозицією 1 кадр за 2 секунди. **II етап** – РСФ; виконувалась в статичному режимі одразу після закінчення збору АФ. Матриця кадру – 128x128 піксел, збір інформації протягом 120 с. **III етап** – відстрочена статична фаза (ВСФ). Проводилась через 2-4 год. після введення РФП, виконувалась в статичному режимі. Матриця кадру – 128x128 піксел, збір інформації протягом 120 с.

Після отримання сцинтиграфічної інформації за представленим протоколом проводився якісний та кількісний аналіз отриманих даних кожного обстеження. Якісний аналіз полягав у реєстрації вогнищ патологічної фіксації РФП в структурах опорно-рухового апарату, визначенні їх кількості, локалізації, форми, розмірів, відносної інтенсивності накопичення препарату у вогнищах. Також враховували наявність артефактів, пов'язаних з апаратурним спотворенням сигналу, несиметричним розташуванням тіла пацієнта відносно робочої площини детектору гама-камери. Кількісний аналіз параметрів кінетики РФП в кіст-

ковій тканині полягав у визначенні питомого накопичення, затримки (ретенції) препарату, а також коефіцієнтів асиметрії рахунку радіоактивності у вогнищах відносно симетричних неушкоджених ділянок.

Наступним етапом всім пацієнтам проводили стандартну планарну ОСГ.

Цифрові дані обробляли методом варіаційної статистики з використанням пакету статистичних програм SPSS v10.0.5 for Windows та визначали: вірогідність розбіжностей середніх показників між групами, що порівнюються; коефіцієнт кореляції між групами, що порівнювались. Дані вважались вірогідними при  $p < 0,05$ .

### Результати дослідження та їх обговорення.

3-ф ОСГ проведена 207 пацієнтам з ушкодженнями кульшових та колінних суглобів різного генезу, якими заплановане ендопротезування, з яких 112 жінок та 95 чоловіків, віком від 21 до 75 років. Середній вік обстежуваних пацієнтів становив  $55,6 \pm 9,2$  років.

В досліджувану групу увійшли 68 хворих з деформуючим остеоартрозом, 52 – з аваскулярним некрозом, 46 – з ревматоїдним артритом та 41 пацієнт з післятравматичним остеоартрозом кульшових та колінних суглобів.

Після отримання зображень та проведення стандартних операцій комп'ютерної обробки діагностичної інформації, проводили візуальну оцінку досліджуваних зон. У кожного з хворих виявили одну або декілька ділянок підвищеної фіксації РФП, загальна їх кількість дорівнювала 392.

Ділянки локалізувались переважно в проекціях структур суглобового комплексу кульшових та колінних суглобів, а також в проекції проксимальних ділянок стегнової та великогомілкової кісток. Їх первинне визначення проводилось на зображенні III-го етапу 3-ф ОСГ (ВСФ), тобто при максимальному контрастуванні кісткової тканини. Форма, розміри та інтенсивність візуалізації ділянок варіювали в широких межах.

Природа кожного з осередків була чітко визначена за результатами клініко-інструментальних (вивчення анамнезу, об'єктивного статусу, лабораторних даних) та променевих (конвенційна рентгенографія, КТ, МРТ) методів, підтверджена повторними сцинтиграфічними обстеженнями. З метою аналізу інформації усі вогнища розподілили на групи, які розташували в порядку наростання інтенсивності ушкоджень кісткової тканини, агресивності патологічних змін: 1-ша група – аваскулярний некроз; 2-га група – дегенеративно-дистрофічні зміни суглобових структур; 3-тя група – післятравматичні ураження суглобів; 4-та група – інфекційно-запальні ураження суглобів (табл.).

Аналіз отриманих даних включав побудову ангиографічної кривої та обчислення середніх значень кінетичних показників АФ, РСФ та ВСФ.

Коефіцієнт відносного накопичення ( $P_r$ ) в АФ, який відповідав артеріальному притоку в досліджуваній осередок, підвищувався в кожній з наступних груп відносно попередньої (у 1-й групі він становив  $2,76 \pm 0,28$  імп/см<sup>2</sup>, у 2-й групі –  $3,12 \pm 0,54$  імп/см<sup>2</sup>, у 3-й групі –  $4,31 \pm 0,63$  імп/см<sup>2</sup>, у 4-й групі –  $5,19 \pm 0,41$  імп/см<sup>2</sup>). Така динаміка свідчила про підвищення загального артеріального притоку відповідно активності метаболічних процесів в осередку.

Кутовий коефіцієнт ( $\alpha$ ) характеризував пік ангиографічної кривої у фазу рівноважної концентрації, або швидкість фіксації РФП у перші хвилини після його потрапляння у вогнище. Для всіх видів патологічних вогнищ цей показник перевищував значення контрольної групи, але статистично достовірних його відмінностей у різних групах не визначалось.

Початкова ордината ( $b$ ) характеризувала об'єм крові, що постачався у вогнище. Цей показник корелював з питомим максимальним накопиченням РФП на I-му етапі ОСГ, оскільки відображував приток артеріальної крові у досліджуваній осередок. Відмічалось поступове підвищення середнього значення  $b$  у кожній наступній групі.

#### Розподіл патологічних вогнищ у компонентах суглобів в залежності від їх природи.

Показник	1-ша група	2-га група	3-тя група	4-та група	Усього
Кількість вогнищ	97	131	88	76	392
Відсоток (%)	24,7	33,4	22,5	19,4	100

Площа під ангиографічною кривою ( $F_{I\Sigma}$ ) характеризувала інтегральну перфузію ділянки, що встановлювалась після завершення венозного відтоку. Ми розглядали її лише за другу хвилину АФ, коли вона повністю включала фазу рівноважної концентрації.  $F_{I\Sigma}$  була помірно збільшена у вогнищах при асептичних некрозах та деформуючих остеоартрозах ( $108,65 \pm 11,35$  та  $109,19 \pm 12,67$  імп  $\times$  с, відповідно) і значно збільшена у вогнищах при післятравматичних остеоартрозах та ревматоїдних артритах ( $134,38 \pm 19,72$  та  $165,52 \pm 14,15$  імп  $\times$  с, відповідно) порівняно з контрольною групою ( $81,45 \pm 15,87$  імп  $\times$  с).

При аналізі параметрів АФ встановлено, що найбільш динамічно змінювались коефіцієнт відносного накопичення РФП ( $P_1$ ) та площа під ангиографічною кривою ( $F_{I\Sigma}$ ) – ці параметри прогресивно збільшувались у кожній наступній групі відносно попередньої, що свідчило про підвищення артеріального притоку та інтегрального кровонаповнення в ділянках пропорційно інтенсивності ушкоджень та агресивності патологічних змін. Показник асиметрії характеризував активність кровотоку, тканинного кровонаповнення та накопичення РФП у патологічному вогнищі порівняно з симетричною неушкодженою ділянкою. В контрольній групі асиметрія не перевищувала значення похибки. В той же час, вона мала тенденцію до підвищення у кожній з наступних груп. При асептичних ураженнях асиметрія була відносно невисокою в усі фази обстеження. Наслідком активних метаболічних змін при деформуючих остеоартрозах, післятравматичних артрозах та ревматоїдних артритах було значне підвищення фіксації РФП у таких осередках порівняно з симетричними ділянками. Максимальне значення асиметрії фіксації РФП в АФ визначалось при ревматоїдних артритах, що свідчило про інтенсивніший приток крові в такі вогнища порівняно із симетричною неушкодженою ділянкою. При ревматоїдних артритах максимальна асиметрія також відмічалась у ВСФ, що свідчило про інтенсивну фіксацію препарату в них. В РСФ, яка характеризувала переважно м'якотканинний компонент, відмічалось зменшення асиметрії у 2-й, 3-й та 4-й групах вогнищ.

Показник питомого накопичення РФП ( $F$ ) характеризував інтенсивність фіксації препарату у вогнищі, нормовану на площу та введену активність. При аналізі даних РСФ та ВСФ

3-ф ОСГ виявлено зниження питомого накопичення ( $F_{II} > F_{III}$ ) у вогнищах при асептичних артритах, аналогічно контрольній групі, що свідчило про незначні відхилення активності метаболічних перетворень в них від нормального процесу ремодуляції кісткової тканини. При активних деформуючих остеоартрозах, у післятравматичних та ревматоїдних вогнищах вимивання РФП не відбувалось, тому питома накопичення препарату підвищувалась з плином часу ( $F_{II} < F_{III}$ ). Значення коефіцієнту відносного накопичення ( $P$ ), що відображував абсолютну кількість препарату у вогнищі незалежно від введеної активності, у II та III фази мали тенденцію, аналогічну показнику  $F$ .

Показник індексу ретенції ( $Ir$ ) кількісно характеризував затримку препарату в тканинах суглобу. В осередках при асептичних некрозах  $Ir$  був від'ємним – у ВСФ інтенсивність фіксації препарату була меншою, ніж у РСФ. Проте, ретенція РФП у вогнищах при деформуючих та післятравматичних остеоартрозах та ревматоїдному артриті була достовірно вищою і становила  $18,59 \pm 5,6\%$ ,  $14,95 \pm 6,64\%$  та  $33,49 \pm 3,99\%$ , відповідно ( $p < 0,05$ ).

## Висновки

Підвищення інтенсивності кровотоку при деформуючих, післятравматичних остеоартрозах та ревматоїдному артриті в ангиографічну фазу вказувало на інтенсифікацію артеріального кровопостачання таких вогнищ внаслідок активного запалення, впливу інфекційного агента, тощо. Інтегральна перфузія ділянок з дегенеративно-дистрофічними змінами та остеонекрозом перевищувала показники контрольної групи за рахунок гіперемії, тканинного набряку та впливу медіаторів запалення. У вогнищах ревматоїдного артрити кровонаповнення тканин було значно більшим за рахунок підвищення проникності судин внаслідок дії інфекційних агентів, активації факторів резорбції та синтезу мінеральних компонентів, ангиогенезу.

## Література

1. Касаткин Ю.Н. Остеосцинтиграфия при системных поражениях опорно-двигательного аппарата: параметры нормы, проблемы ви-

зуализации и анализа / Ю. Н. Касаткин, В. В. Поцыбина, Д. И. Левчук // Радиология-практика. – 2003. – №3. – С. 3134-3137.

2. Король П. А. Роль остеосцинтиграфии в дифференциальной диагностике воспалительных процессов коленных суставов / П. А. Король, М. Н. Ткаченко // Фундаментальные и прикладные науки сегодня. – 2014. – Том. 1. – С. 53-55.

3. Михайлов М. К. Дифференциальная рентгенодиагностика. Учебное пособие / М. К. Михайлов, Г. И. Володина, Е. К. Ларюкова. – КГИУВ, 2008. – 123 с. Тажединов И.Т. Обобщенная оценка диагностических возможностей радионуклидных исследований / И. Т. Тажединов, Ж. Н. Абдрахмалов, У. К. Джалмукашев [ и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 1999. – Т.44, №3. – С. 41-45.

4. Advantages and limitations of imaging the musculoskeletal system by conventional radiological, radionuclide and hybrid modalities / S. Vijayanathan, S. Butt, G. Gnanasegaran [ et al.] // Semin. Nucl. Med. – 2009. – Vol. 39, № 6. – P. 357-360.

5. Alazraki N. P. Radionuclide imaging in the evaluation of infections and inflammatory disease / N. P. Alazraki // Radiol. Clin. North. – 1993. – Vol. 31, № 4. – P. 783-794.

6. Collier B. D. Skeletal nuclear medicine / B. D. Collier, I. Fogelman, L. Rosenthal. – St. Louis: Mosby-Year Book, Inc., 1996. – 491 p.

7. Leslie W. D. Nuclear medicine / W. D. Leslie, I.D. Greenberg. – Georgetown, Texas: Landes Bioscience, 2003. – 400 p.

8. Rheumatoid arthritis: nuclear medicine state-of-the-art imaging / P. H. Rosado-de-Castro, S. A. Lopes de Souza, D. Alexandre [et al.] // World J. Orthop. – 2014. – Vol. 5, № 3. – P. 312-318.

9. The bone scan / A. I. Brenner, J. Koshy, J. Morey [et al.] // Semin. Nucl. Med. – 2012. – Vol. 42, № 1. – P. 11-26.

### АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ТРЬОФАЗОВОЇ ОСТЕОСЦИНТИГРАФІЇ ПРИ УРАЖЕННЯХ КУЛЬШОВИХ І КОЛІННИХ СУГЛОБІВ РІЗНОГО ГЕНЕЗУ

*П.О. Король, М.М. Ткаченко*

**Мета** – провести аналіз показників трьохфазної остеосцинтиграфії (3-ф ОСГ) при ура-

женнях кульшових і колінних суглобів різного генезу.

**Матеріали та методи.** 3-ф ОСГ проводили за стандартним протоколом в три етапу: I етап – агіографічна фаза, II етап – рання статична фаза, III етап – відстрочена статична фаза.

**Результати.** При аналізі параметрів ангиографічної фази встановлено, що найбільш динамічно змінювались коефіцієнт відносного накопичення РФП ( $P_1$ ) та площа під ангиографічною кривою ( $F_{1\Sigma}$ ). В результаті аналізу даних ранньої та відстроченої статичних фаз 3-ф ОСГ виявлено зниження питомого накопичення ( $F_{II} > F_{III}$ ) у вогнищах при асептичних артритах, при активних деформуючих остеоартрозах. У післятравматичних вогнищах та вогнищах при ревматоїдних артритах вимивання РФП не відбувалось, тому питоме накопичення препарату підвищувалась з плином часу ( $F_{II} < F_{III}$ ). В осередках при асептичних некрозах Iг був від'ємним – у відстроченій статичній фазі інтенсивність фіксації препарату була меншою, ніж у ранній статичній фазі.

**Висновки.** Підвищення інтенсивності кровотоку при деформуючих, післятравматичних остеоартрозах та ревматоїдному артриті в ангиографічну фазу вказувало на інтенсифікацію артеріального кровопостачання таких вогнищ внаслідок активного запалення, впливу інфекційного агента. У вогнищах ревматоїдного артриту кровонаповнення тканин було значно більшим за рахунок підвищення проникності судин внаслідок дії інфекційних агентів, активації факторів резорбції та синтезу мінеральних компонентів, ангиогенезу.

**Ключові слова:** трьохфазова остеосцинтиграфія, асептичний некроз, деформуючий остеоартроз, ревматоїдний артрит.

### АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРЕХФАЗНОЙ ОСТЕОСЦИНТИГРАФИИ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ТАЗОБЕДРЕННЫХ И КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА

*П.А. Король, М.Н. Ткаченко*

**Цель** – провести анализ параметров трехфазной остеосцинтиграфии (3-ф ОСГ) при поражении тазобедренных и коленных суставов различного генеза.

**Материал и методы.** 3-ф ОСГ проводили по стандартному протоколу в три этапа: I этап – ангиографическая фаза, II этап – ранняя статическая фаза, III этап – отсроченная статическая фаза.

**Результаты.** При анализе параметров ангиографической фазы установлено, что наиболее динамично изменялись коэффициент относительного накопления РФП ( $P_1$ ) и площадь под ангиографической кривой ( $F_{1\Sigma}$ ). В результате анализа данных ранней и отсроченной статических фаз 3-ф ОСГ выявлено снижение удельного накопления ( $F_{II} > F_{III}$ ) в очагах при асептических артритах, при активных деформирующих осеоартрозах. В посттравматических и ревматоидных очагах вымывания РФП не происходило, поэтому удельное накопление препарата повышалось с течением времени ( $F_{II} < F_{III}$ ). В очагах при асептических некрозах Ir был отрицательный – в отсроченной статической фазе интенсивность фиксации препарата была меньшей, чем в ранней статической фазе.

**Выводы.** Повышение интенсивности кровотока при деформирующих, посттравматических осеоартрозах и ревматоидном артрите в ангиографическую фазу указывало на интенсификацию артериального кровенаполнения таких очагов вследствие активного воспаления, воздействия инфекционного агента. В очагах ревматоидного артрита кровенаполнение тканей было значительно большим за счет повышения проницаемости сосудов вследствие действия инфекционных агентов, активации факторов резорбции и синтеза минеральных компонентов, ангиогенеза.

**Ключевые слова:** трехфазная остеосцинтиграфия, асептический некроз, деформирующий артроз, ревматоидный артрит.

## ANALYSIS OF THE THREE-PHASE BONE SCINTIGRAPHY AT HIP AND KNEE JOINTS LESIONS OF DIFFERENT GENESIS

*P. Korol, M. Tkachenko*

**Aim** – to analyze the parameters of the three-phase bone scintigraphy in patients with lesions of the hip and knee joints of various origins.

**Material and methods.** Bone scintigraphy was performed according to standard protocol in three stages: I stage - angiographic phase II stage - early static phase III stage - delayed static phase.

**Results.** In the analysis phase angiographic parameters revealed that the most rapidly changing coefficients of relative accumulation indicator ( $P_1$ ) and the area under the angiographic ( $F_{1\Sigma}$ ) curve. The analysis of parameters of early and delayed static phases scintigraphy showed a reduction in the share of accumulation ( $F_{II} > F_{III}$ ) in the centers under aseptic arthritis, with osteoarthritis of active deformation. In post-traumatic and rheumatoid foci washout of the indicator did not occur, so the specific accumulation of the drug increases with time ( $F_{II} < F_{III}$ ). In the centers under aseptic necrosis Ir was negative - in the delayed phase of the static strength of the drug fixation was smaller than in the early static phase.

**Conclusion.** Increased blood flow intensity during deforming, post-traumatic osteoarthritis and rheumatoid arthritis in angiographic phase indicated the intensification of arterial blood supply such foci due to active inflammation, exposure to an infectious agent. The foci of rheumatoid arthritis hyperemia of tissues was significantly greater by increasing the vascular permeability due to the action infectious than agents activating factors resorption and synthesis of mineral components of angiogenesis.

**Key Words:** three-phase bone scintigraphy, aseptic necrosis, deforming arthrosis, rheumatoid arthritis.

### Патенти

#### СПОСІБ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ЖІНОЧОЇ ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ

110397; Григоренко В.М., Білоголовська В.В., Ромащенко О.В., Косюхно М.О.

Спосіб візуалізації жіночої передміхурової залози полягає у ультразвуковому дослідженні тканини, причому проводять дослідження зони жіночої передміхурової залози, параретральних залоз, точки G з використанням ультрасонографічної діагностичної системи експертного класу в режимі сірої шкали та кольорового доплерівського картування з визначенням доплерометричних індексів на попередньо закатеризованому сечовому міхурі та введеному в піхву спеціальному балоні, заповненому гелем.