

П. О. КОРОЛЬ^{1,2}, М. М. ТКАЧЕНКО¹

ДІАГНОСТИЧНА РОЛЬ ОСТЕОСЦИНТИГРАФІЇ У РАНЬОМУ ПРОГНОЗУВАННІ ПАРАЕНДОПРОТЕЗНИХ УСКЛАДНЕНЬ ПРИ ЕНДОПРОТЕЗУВАННІ КУЛЬШОВИХ ТА КОЛІННИХ СУГЛОБІВ

¹Національний медичний університет ім. О. О. Богомольця;²Київська міська клінічна лікарня № 12 <p.korol@online.ua>

Протягом 10 років вивчали діагностичну роль трифазової остеосцинтиграфії (3-ф ОСГ) у ранньому прогнозуванні параендопротезних ускладнень у хворих з дегенеративно-дистрофічними та інфекційно-запальними захворюваннями кульшових і колінних суглобів. За допомогою 3-ф ОСГ оцінювали кінетичні радіонуклідні параметри включення і розподілу радіофармпрепарату (РФП) в проекції уражених суглобів. Визначено, що кінетика остеотропних РФП у вогнищах фіксації уражених суглобів при інфекційно-запальних процесах характеризується превалюванням ретенції та питомого накопичення препарату в ранній і відстроченій статичній фазі 3-ф ОСГ порівняно з вогнищами фіксації РФП при дегенеративно-дистрофічних ураженнях, що корелює з відмінностями деструктивно-репаративних процесів у них. За результатами аналізу кінетичних параметрів розроблено радіонуклідну модель динаміки включення і розподілу РФП при септичних та асептичних ураженнях суглобів.

Ключові слова: остеосцинтиграфія; кульшові та колінні суглоби; ендопротезування; параендопротезні ускладнення.

Вступ. Останніми десятиріччями актуальними є питання захворюваності на дистрофічно-дегенеративну патологію кульшових і колінних суглобів [3, 4]. Це пов'язано, по-перше, з інтенсифікацією статичного навантаження на дані суглоби, по-друге – з погіршенням демографічної ситуації в Україні та збільшенням частки осіб пенсійного віку, які є основним масивом хворих з ураженнями кульшових та колінних суглобів [1, 3].

Тотальне ендопротезування – революція в лікуванні дегенеративно-дистрофічних захворювань і травм кульшових і колінних суглобів. Завдяки даному методу лікування у хворих швидко відновлюється працездатність і вони повертаються до повноцінного життя [8]. Ендопротезування кульшових та колінних суглобів при їх патологічній нестабільності є провідним методом ортопедичної корекції, що дозволяє значно покращити якість життя [9]. Інтенсивний розвиток ендопротезування кульшових суглобів поряд з високим реабілітаційним потенціалом даної операції супроводжується збільшенням кількості випадків глибокої інфекції під час хірургічного втручання, що становить, за даними вітчизняних та закордонних авторів, від 0,3 до 1 % при первинному ендопротезуванні і понад 4 % – при ревізійному [5, 10]. Лікування інфекційних ускладнень після зазначених операцій – процес тривалий, що потребує застосування дорогих лікарських засобів і матеріалів [7].

Питання лікування пацієнтів, у яких розвинулось параендопротезне ускладнення після ендопротезування кульшових та колінних суглобів, і надалі залишаються актуальною темою для дискусій серед фахівців. Раніше вважали неприпустимим імплантувати ендопротез в уражену інфекцією ділянку [3]. Однак розвиток розуміння септичного процесу, пов'язаного з імплантами, а також прогрес в хірургічній техніці зробили можливим успішне ендопротезування за даних умов. Більшість хірургів вважають, що видалення компонентів ендопротезу та ретельна хірургічна обробка рани є важливим етапом лікування хворого [9, 10]. Однак щодо найефективнішого інструментального методу в ранній діагностиці

гострих параендопротезних ускладнень при ендопротезуванні кульшових та колінних суглобів поки немає єдиної думки.

Мета дослідження – визначити діагностичну роль трифазової остеосцинтиграфії (3-ф ОСГ) у ранньому прогнозуванні параендопротезних ускладнень кульшових та колінних суглобів.

Матеріали і методи. В основу дослідження покладено результати ретроспективних даних клінічних та інструментальних методів досліджень, проведених за період з 2005 по 2015 рр. Основну групу становили 455 пацієнтів з ураженням кульшових та колінних суглобів різного генезу (274 жінки та 181 чоловік віком від 17 до 85 років). Середній вік обстежених – $(57,2 \pm 12,4)$ року. Середній вік жінок $(51,7 \pm 11,3)$ року, чоловіків – $(61,4 \pm 11,3)$ року. Загальна кількість осіб контрольної групи – 102, з них 62 жінки та 40 чоловіків віком від 25 до 73 років, середній вік – $(58,3 \pm 9,3)$ року. Контрольну групу становили пацієнти, у яких не було скарг та клінічних симптомів, характерних для ураження кульшових і колінних суглобів.

Усім пацієнтам 3-ф ОСГ проводили за стандартним протоколом [2, 6]:

- I етап – ангиографічна фаза (АФ); проводили відразу після внутрішньовенного болюсного введення 600–800 МБк ^{99m}Tc -метилендифосфонату (^{99m}Tc -MDP);
- II етап – рання статична фаза (РСФ); виконували в статичному режимі відразу після закінчення АФ, збір інформації тривав 120 с;
- III етап – відстрочена статична фаза (ВСФ); проводили через 2–4 год після введення радіофармпрепарату (РФП), виконували в статичному режимі.

Після отримання зображень та проведення стандартних операцій комп'ютерної обробки діагностичної інформації проводили візуальну оцінку досліджуваних зон. У кожного хворого виявили одну або декілька ділянок підвищеної фіксації РФП, загальна їх кількість становила 592. Ділянки локалізувались переважно в проєкціях структур суглобових комплексів кульшових та колінних суглобів, а також проксимальних ділянок стегнової і великогомілкової кісток. Форма, розміри й інтенсивність візуалізації ділянок варіювали в широких межах. Природу кожного з вогнищ було чітко визначено за результатами клініко-інструментальних (вивчення анамнезу, об'єктивного статусу, лабораторних даних) та променеви (рентгенографія, комп'ютерна томографія – КТ, ультразвукове дослідження – УЗД, магнітно-резонансна томографія – МРТ) методів, підтверджено повторним сцинтиграфічним дослідженнями. З метою аналізу інформації усі вогнища розподілено на групи, розташовані за підвищенням інтенсивності ушкоджень кісткової тканини, агресивності патологічних змін: I група – аваскулярний некроз; II – деформуючий остеоартроз; III – посттравматичний остеоартроз; IV – ревматоїдний артрит (РА).

У хворих кожної групи обчислено радіонуклідні параметри включення та розподілу РФП у патологічних вогнищах:

- F – питоме максимальне накопичення РФП у вогнищі 3-ф ОСГ;
- P – коефіцієнт відносного накопичення у вогнищі 3-ф ОСГ;
- A – асиметрія накопичення РФП 3-ф ОСГ у патологічному вогнищі та симетричній неушкодженій ділянці;
- параметри квазілінійної апроксимації фази рівноважної концентрації ангиографічної кривої (a – кутовий коефіцієнт; b – початкова ордината);
- F_{Σ} – площа під ангиографічною кривою;
- Ir – індекс ретенції (%).

Результати досліджень, проведених при виконанні цієї роботи, статистично оброблено з використанням пакету статистичних програм IBM SPSS Statistics Base v.22.

Результати та їх обговорення. Згідно з результатами аналізу радіонуклідних показників АФ, РСФ та ВСФ було виявлено закономірності фіксації РФП в динаміці в патологічних вогнищах суглобових структур різної природи. Так, підвищення інтенсивності кровообігу при деформуючому остеоартрозі, посттравматичних процесах та РА в АФ вказувало на інтенсифікацію артеріального кровопостачання цих вогнищ внаслідок активного запалення, впливу інфекційного агента або підвищеної остеолітичної активності. Інтегральна перфузія ділянок з дегенеративно-дистрофічними змінами та остеонекрозом перевищувала показники контрольної групи за рахунок гіперемії, тканинного набряку і впливу медіаторів запалення; у вогнищах РА кровонаповнення тканин було значно більшим за рахунок підвищення проникності судин, внаслідок дії інфекційних агентів, активації факторів резорбції та синтезу мінеральних компонентів, ангиогенезу.

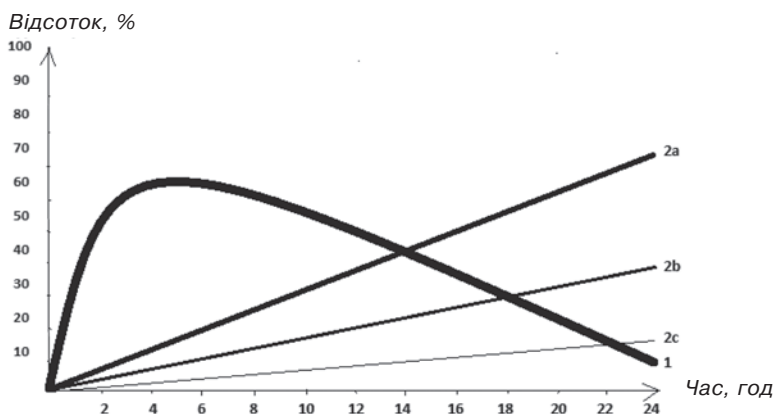
Вимивання РФП з різних за природою ділянок також мало відмінні риси: функція аваскулярних вогнищ була аналогічною нормальній кістковій тканині, не затримуючи препарату. Ретенція РФП підвищувалась при посттравматичному остеоартрозі та РА, що свідчило про високу екстракційну здатність цих вогнищ. Асиметрія фіксації РФП у патологічному вогнищі та симетричній неушкодженій ділянці також була вищою для III і IV груп, що свідчило про більш інтенсивну затримку препарату в них.

З метою визначення достовірності різниці отриманих кінетичних показників для вогнищ різної природи проаналізовано співвідношення статистичної імовірності їх різниці в групах досліджуваних вогнищ. Кожний параметр порівнювали з аналогічним у своїй групі. За результатами статистичного аналізу слід зазначити, що аваскулярні вогнища достовірно відрізнялись від вогнищ при деформуючому та посттравматичному артросі лише за показниками індексу ретенції й асиметрії фіксації у ВСФ; в АФ не відмічалось суттєвих відмінностей для цих груп вогнищ. Параметри ангиограм артритичних вогнищ також не мали істотних відмінностей від інших вогнищ, окрім ділянок при РА. F_{12} для IV групи достовірно перевищувала показники контрольної, I та II груп вогнищ ($P < 0,05$); при посттравматичному остеоартрозі цей показник, незважаючи на високе середнє значення, істотно не відрізнявся від інших вогнищ, за винятком контрольної групи. Коефіцієнт відносного накопичення РФП в АФ також мав достовірні відмінності для РА порівняно з контрольною, I та II групами вогнищ ($P < 0,05$). Для IV та решти груп достовірно відрізнялись значення питомого накопичення РФП у РСФ ($P < 0,05$) і ВСФ ($P < 0,05$). Важливим було також визначення індексу ретенції, що мав достовірні відмінності у вогнищах деформуючого та посттравматичного остеоартрозу, РА ($P < 0,05$). Асиметрія накопичення РФП у патологічному вогнищі та симетричній неушкодженій ділянці у ВСФ достовірно різнилась в усіх групах вогнищ, крім III та IV. Цей показник в АФ статистично достовірно був вищим для РА, а у РСФ показники у групах між собою статистично не різнились. Загалом найвища кількість достовірно відмінних показників в усіх трьох фазах відмічалась між вогнищами при РА та ділянками при асептичному некрозі і деформуючому остеоартрозі, при цьому більш інформативними виявились показники статичних фаз. Параметри АФ мали суттєві відмінності лише у групах з максимально різниці метаболічними процесами – в асептичних вогнищах та вогнищах при РА.

Підсумовуючи отримані результати, можемо дійти висновку, що обчислення кількісних показників кінетики РФП на різних етапах 3-ф ОСГ дозволило визначити статистично достовірні відмінності метаболічних змін при вогнищевих ураженнях в суглобових структурах. Тим самим підвищено диференційно-діагностичні можливості радіонуклідного методу дослідження хворих при ендопротезуванні кульшових та колінних суглобів.

За результатами аналізу кінетичних показників 3-ф ОСГ розроблено радіонуклідну модель “dual time-point imaging” динаміки включення та розподілу РФП

при інфекційно-запальних і асептичних дистрофічно-дегенеративних ураженнях суглобів (рисунок).



Радіонуклідна модель «dual time-point imaging» динаміки включення та розподілу РФП при інфекційно-запальних і асептичних дистрофічно-дегенеративних ураженнях суглобів:

1 – деформуючий остеоартроз (асептичний); 2a – ревматоїдний артрит (гостра фаза); 2b – ревматоїдний артрит (підгостра фаза); 2c – ревматоїдний артрит (хронічна фаза)

Згідно з даною моделлю, в ранній статичній фазі 3-ф ОСГ спостерігається поступове збільшення відсотка включення і розподілу РФП в дистрофічно-дегенеративних та інфекційно-запальних вогнищах. Підвищення накопичення індикатору в інфекційно-запальних вогнищах та ділянках деформуючого остеоартрозу обумовлено збільшенням інтенсивності кровообігу в АФ, що вказує на інтенсифікацію артеріального кровопостачання таких вогнищ внаслідок активного запалення, впливу інфекційного агента або підвищеної остеобластичної активності.

Найбільш показовим був аналіз параметрів відстроченої статичної фази 3-ф ОСГ – через добу після введення РФП. За даними аналізу, при деформуючому остеоартрозі відбувалась швидка елімінація радіологічного індикатору з патологічного вогнища у зв'язку з активним вимиванням РФП, внаслідок зниження кровопостачання тканин ділянки – ретенційний «провал».

Слід зазначити, що у вогнищах РА, навпаки, спостерігалось поступове збільшення відсотка накопичення індикатору у вогнищі, що обумовлено інтенсифікацією інтегральної перфузії цих ділянок, за рахунок підвищення проникності судин, внаслідок дії інфекційних агентів, активації факторів резорбції та синтезу мінеральних компонентів, ангиогенезу.

Таким чином, за результатами оцінки кінетичних параметрів 3-ф ОСГ ранньої та відстроченої статичних фаз, шляхом аналізу кривих «активність–час» радіонуклідної моделі «dual time point imaging» у пацієнтів з асептичним процесом можливе проведення ендопротезування без ризику виникнення параендопротезних ускладнень, тоді як при діагностуванні септичного процесу (за даними мікробіологічної верифікації) в ділянці ураженого суглоба спостерігається експоненціальний ріст кривої радіонуклідної моделі «активність–час». Пацієнтам даної групи з метою запобігання виникненню імплантасоційованих ускладнень бажано проводити курс антибактеріального лікування, згідно з чутливістю збудника до антибіотиків, без виконання ендопротезування на даному етапі.

Висновки. Збільшення показників артеріального притоку та інтегральної перфузії при 3-ф ОСГ відбувається у вогнищах гіперфіксації РФП при інфекційно-запальних процесах за рахунок інтенсифікації в них остеобластичної активності та ангиогенезу порівняно з дегенеративно-дистрофічними вогнищами фіксації РФП. Кінетика остеопротезних РФП у вогнищах фіксації уражених кульшових і колінних суглобів при інфекційно-запальних процесах характеризується превалюванням

ретенції та питомого накопичення препарату в ранній статичній і відстроченій статичній фазах 3-ф ОСГ порівняно з вогнищами фіксації РФП при деформуючому остеоартрозі, що корелює з відмінностями деструктивно-репаративних процесів у них. Практичне застосування радіонуклідної моделі «dual time point imaging» сприяє ранньому виявленню параендопротезних ускладнень у післяопераційному періоді, зменшенню кількості ревізійних ендопротезувань та скороченню терміну реабілітаційно-відновлювальних заходів після ендопротезування.

Список літератури

1. Вишняков А. Е. Современные взгляды на лучевые методы диагностики асептического некроза головки бедренной кости // *Международ. мед. журн.* – 2006. – № 1. – С. 107–111.
2. Касаткин Ю. Н., Поцыбина В. В., Левчук Д. И. Остеосцинтиграфия при системных поражениях опорно-двигательного аппарата: параметры нормы, проблемы визуализации и анализа // *Радиология-практика.* – 2003. – № 3. – С. 3134–3137.
3. Корж А. А., Кулиш Н. И., Танькут В. А. Современные взгляды на эндопротезирование и перспективы развития мобилизующих операций на тазобедренном суставе // *Ортопедия, травматология и протезирование.* – 2005. – № 2. – С. 1–5.
4. Мечев Д. С., Щербина О. В. Радіонуклідні методи дослідження скелета: роль в клінічній практиці // *Радіол. вісн.* – 2011. – Т. 38, № 1. – С. 23–25.
5. Свешников А. А., Самчуков М. С. Ранняя диагностика дегенеративно-дистрофических изменений в тазобедренном суставе радионуклидными методами // *Ортопедия, травматология, протезирование.* – 1988. – № 10. – С. 70–73.
6. Korol P., Tkachenko M. Diagnostic parameters of bone scintigraphy for knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis // *East Eur. Scientific J.* – 2016. – N 10. – P. 38–39.
7. Pellegrino T., Petretta M., Cantoni V. et al. Relationship between WBC scintigraphy with Tc99m HMPAO-labeled leucocytes and clinical outcome in patients with suspected prosthetic joint infection // *Eur. J. Nucl. Med.* – 2017. – Vol. 44 (Suppl. 2). – P. 256.
8. Schlenkhoff C., Mantovani P., Randau T. et al. The value of 99m Tc bone scintigraphy in detecting a low grade infection of a total hip or knee arthroplasty // *Eur. J. Nucl. Med.* – 2017. – Vol. 44 (Suppl. 2). – P. 855.
9. Stuchin S. A. Anatomic diameter femoral heads in total hip arthroplasty: a preliminary report // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2008. – Vol. 90 (Suppl. 3). – P. 52–56.
10. Vadi S. K., Chouhan D. K., Gorla A. K. et al. Potential adjunctive role of radiosynovectomy in primary synovial osteochondromatosis of the knee: a case report // *Nuclear Med. and Molecular imaging.* – 2017. – Vol. 51, N 3. – P. 252–255.
1. Vishnyakov A. E. Sovremennyye vzglyady na lucheveye metody diagnostiki asepticeskogo nekroza golovki bedrennoj kosti // *Mezhdunar. med. zhurn.* – 2006. – № 1. – S. 107–111 (in Rus.).
2. Kasatkin Yu. N., Pocybina V. V., Levchuk D. I. Osteoscintigrafiya pri sistemnyh porazheniyah oporno-dvigatel'nogo apparata: parametry normy, problemy vizualizacii i analiza // *Radiologiya-praktika.* – 2003. – № 3. – S. 3134–3137 (in Rus.).
3. Korzh A. A., Kulish N. I., Tan'kut V. A. Sovremennyye vzglyady na ehndoprotezirovaniye i perspektivy razvitiya mobilizuyushchih operacij na tazobedrennom sustave // *Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye.* – 2005. – № 2. – S. 1–5 (in rus.).
4. Mechev D. S., Shcherbina O. V. Radionuklidni metodi doslidzhennya skeletu: rol' v klinichnij praktici // *Radiol. visn.* – 2011. – T. 38, № 1. – S. 23–25 (in Ukr.).
5. Sveshnikov A. A., Samchukov M. S. Rannyyaya diagnostika degenerativno-distroficheskikh izmenenij v tazobedrennom sustave radionuklidnymi metodami // *Ortopediya, travmatologiya, protezirovaniye.* – 1988. – № 10. – S. 70–73 (in Rus.).

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ОСТЕОСЦИНТИГРАФИИ В РАННЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПАРАЭНДОПРОТЕЗНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННЫХ И КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ

П. А. Король, М. Н. Ткаченко (Киев)

На протяжении 10 лет изучали диагностическую роль трёхфазовой остеосцинтиграфии (3-ф ОСГ) в раннем прогнозировании параэндопротезных осложнений у больных с дегенеративно-

дистрофическими и инфекционно-воспалительными заболеваниями тазобедренных и коленных суставов. При помощи 3-ф ОСГ оценивали кинетические радионуклидные параметры включения и распределения радиофармпрепарата (РФП) в проекции поражённых суставов. Выявлено, что кинетика остеотропных РФП в очагах фиксации поражённых суставов при инфекционно-воспалительных процессах характеризуется преобладанием ретенции и удельного накопления препарата в ранней и отсроченной статической фазе 3-ф ОСГ по сравнению с очагами фиксации РФП при дегенеративно-дистрофических поражениях, что коррелирует с отличиями деструктивно-репаративных процессов в них. По результатам анализа кинетических параметров разработано радионуклидную модель динамики включения и распределения РФП при септических и асептических поражениях суставов.

Ключевые слова: остеосцинтиграфия; тазобедренные и коленные суставы; эндопротезирование; параэндопротезные осложнения.

DIAGNOSTIC ROLE OF BONE SCINTIGRAPHY IN EARLY PROGNOSIS
OF PARAENDOPROSTHETIC COMPLICATIONS IN ARTHROPLASTY
OF HIP AND KNEE JOINTS

P. Korol^{1,2}, *M. Tkachenko*¹ (Kiev, Ukraine)

¹Bohomolets National Medical University; ² Kiev Clinical City Hospital #12

For 10 years, we studied the diagnostic role of three-phase bone scintigraphy (3-f BS) in the early prognosis of paraendoprosthetic complications in patients with degenerative-dystrophic and infectious-inflammatory diseases of the hip and knee joints. Using 3-f BS, the kinetic radionuclide parameters of inclusion and distribution of radiopharmaceutical (RP) in the projection of affected joints were evaluated. It was determined that the kinetics of osteotropic RP in the foci of fixation of affected joints in infectious and inflammatory processes is characterized by the predominance of retention and specific accumulation of the drug in the early and delayed static phase of 3-f BS in comparison with foci of fixing RP in degenerative-dystrophic lesions, which correlates with the differences destructively-reparative processes in them. According to the results of the analysis of the kinetic parameters, a radionuclide model of the dynamics of inclusion and distribution of RP in septic and aseptic joint lesions has been developed.

Key words: bone scintigraphy; hip and knee joints; arthroplasty; parapendoprosthetic complications.