

дити до зниження щільності кісткової тканини та зменшення її міцності, тобто, до розвитку остеопорозу [2, 3]. Незважаючи на гостроту проблеми, патогенез тироїдної остеопатії ще остаточно не з'ясований.

Метою нашого дослідження стало вивчення мінеральної щільності кісткової тканини і основних біохімічних маркерів кісткового метаболізму в жінок з компенсованим та декомпенсованим гіпотиреозом у постменопаузі. Обстежено 64 жінки у постменопаузі віком 45–65 років.

До першої групи включено 26 жінок із декомпенсованим гіпотирозом унаслідок хронічного аутоімунного тиреоїдиту (АІТ). До другої — 18 хворих з компенсованим гіпотирозом на фоні АІТ, які приймають L-тироксин. Контрольну групу склали 20 жінок аналогічного віку без тиреоїдної патології.

Усім хворим було проведено клінічне обстеження, УЗД щитоподібної залози, досліджено рівень тироїдних гормонів (вільний тироксин, трийодтиронін та тиреотропний гормон гіпофіза, титр антитіл до тиропероксидази), остеокальцин у сироватці крові за допомогою тест-наборів фірми Immunotech (Франція) радіоімунологічним методом.

Досліджено рівень кальцію в крові і сечі, фосфору в крові, проведена кількісна ультразвукова денситометрія. Результати статистично опрацьовані за допомогою програми Microsoft Excel.

У середньому 82 % жінок з гіпотирозом страждають від постменопаузального остеопенічного синдрому, який уражує, в першу чергу, трабекулярні кісткові структури [4, 5].

У хворих на декомпенсований гіпотироз (1-ша група) рівень остеокальцину в порівнянні з контролем є вірогідно зниженим $13,30 \pm 1,04$ мг/мл, при нормі $15-46$ мг/мл, поряд із цим у хворих з компенсованим гіпотирозом (2-га група) величина цього біохімічного маркера була в межах норми ($p < 0,05$). Біохімічне дослідження не виявило змін концентрації в сироватці крові загального кальцію, порівняно з показниками контрольної групи, але відмічалася підвищення екскреції кальцію з сечею: $14,85 \pm 1,22$ ммоль/добу — у хворих із некомпенсованим гіпотирозом при нормі $10,30 \pm 1,23$ ммоль/добу ($p < 0,05$). Рівень фосфору в сироватці крові був у нормі в 1-й і в 2-й групі хворих і складав $1,03 \pm 0,20$ ммоль/л, при нормі $0,75 \pm 1,60$ ммоль/л. У деяких хворих після 60 років спостерігалася тенденція до підвищення рівня фосфору. За даними ультразвукової денситометрії зміни в кістковій тканині відмічалися у всіх хворих. Виявлено вірогідне зниження рівнів показників швидкості поширення ультразвуку та індексу міцності кісткової тканини: $1556,0 \pm 2,2$ м/с та $62,0 \pm 4,3$ у хворих, та $1598,0 \pm 6,2$ і $106,0 \pm 3,1$ — в контрольній групі. Зміни величин цих показників у 1-й та 2-й групі статистично не відрізнялися.

На підставі аналізу змін маркерів кісткового ремоделювання не встановлено зниження інтенсивності кісткового обміну.

Отже, постменопаузальна гіпоестрогенія, декомпенсований гіпотироз, наявність тироїдектомії в анамнезі сприяють розвитку раннього і вираженого постменопаузального остеопорозу.

Остеокальцин, один з найважливіших неколагенових протеїнів у кістковому матриксі, є об'єктивним біохімічним маркером кісткових втрат при первинному гіпотирозі в постменопаузі і раніше на 3–6 міс., ніж денситометрія, інформує про порушення кісткового метаболізму.

Література

1. Подорога О.І. / *Международ. эндокринолог. журн.* – 2006. – № 1. – С. 100–102.
2. Олійник В.А., Поворознюк В.В., Теренова Г.М. / *Эндокринолог.* – 2002. – Т. 7, № 2. – С. 257–273.
3. Morimura T., Tsunekawa K., Kasahara T. et al. / *Endocrinol.* – 2005. – Vol. 15. – P. 533–560.
4. Кудрина Е.А., Курочкина И.В. / *Акуш. и гинекол.* – 2003. – № 4. – С. 7–10.
5. Murphy E., Williams G.R. / *J. Clin. Endocrinol.* – 2004. – Vol. 61. – P. 285–298.

В.І. Чобан, Г.В. Цвігун, Ю.О. Ярмолюк,
Р.Г. Красільников, О.І. Гречаник, Д.П. Ніколюк

Головний військово-медичний клінічний центр,
Київ

Перспективи використання сцинтиграфії з міченими фосфатами у виявленні осифікованої гематоми при травматичних ушкодженнях нижніх кінцівок

The prospects of scintigraphy with labeled phosphates to reveal ossified hematomas at traumas of the lower extremities

Summary. The purpose of the work was to determine the diagnostic capabilities of scintigraphy with phosphates to reveal hematomas and complications at traumas of the lower extremities at complex investigation with modern technologies of radiation diagnosis. Scintigraphy of the bone system with phosphate compounds labeled with ^{99m}Tc 29 was performed in patients with hematomas of lower extremities together with ultrasound, MR, and x-ray investigation. It was established that scintigraphy, ultrasound, MRI and x-ray images of hematoma were different and depended on the time and complications. The changes of the complications were analyzed (hematoma ossification) in the initial period, the periods of immature and mature ossification. Temporal parameters of the complications (hematoma ossification) in the initial period, the period of immature and mature ossification at various types of complications were established. Bone scan with labeled phosphates proved to be the most effective method of radiation diagnosis of early hematoma ossification. Scintigraphic manifestation of the pathology was observed earlier than at other methods of radiation diagnosis.

Key words: ossified hematoma, bone scan, radiopharmaceutical.

Резюме. Цель работы — определить диагностические возможности сцинтиграфии с фосфатами РФП в выявлении гематомы и осложнений при травмах нижних конечностей в комплексном исследовании современных технологий лучевой диагностики. Сцинтиграфию костной системы с фосфатными соединениями, мечеными ^{99m}Tc , 29 больным с гематомами нижних конечностей проводили в комплексе с ультразвуковыми, магнитнорезонансными и рентгенологическими исследованиями. Установлено, что сцинтиграфические, ультразвуковые, магнитнорезонансные, рентгенологические изображения гематомы различны в

зависимости от времени и осложнений. Проанализированы изменения осложненной (оссификация гематомы) в начальном периоде, периодах незрелого и зрелого оссификата. Установлены временные параметры выявления раннего осложнения (оссификация) при использовании различных методов лучевой диагностики.

Наибольшей эффективностью в выявлении ранней оссификации гематомы из применяемых лучевых методов диагностики отличается остеосцинтиграфия с мечеными фосфатами. Сцинтиграфическая манифестация патологии проявлялась раньше других методов лучевой диагностики.

Ключевые слова: оссифицированная гематома, остеосцинтиграфия, радиофармпрепарат.

Ключові слова: осифікована гематома, остеосцинтиграфія, радіофармпрепарат.

Поширення травматизму визначає проблему медичної допомоги пацієнтам з травматичними ушкодженнями м'яких тканин як одну з найбільш актуальних та складних проблем у системі охорони здоров'я. Часто травм зазнають військовослужбовці. У структурі всіх ушкоджень післятравматичні гематоми складають 1,07 %, з них 47 % — гематоми стегна [1, 2]. Відомо, що мікроскопічно вже на 4-ту добу після травми в регенераті визначаються кісткові балки, а в неліквованих хворих з гематомами нижніх кінцівок в 68 % випадків вже через 3 тижні після травми спостерігаються ознаки осифікації [3, 4].

Існує декілька факторів, які сприяють утворенню ускладнень — це пізні звернення пацієнтів по медичну допомогу, неповноцінне обстеження та неадекватне лікування. Значна кількість публікацій пов'язана з позаскелетним остеогенезом [5–9]. За даними літератури 60–75 % гетеротопічних осифікацій є післятравматичними, з них 45 % — у нижніх кінцівках [4, 5, 10]. А.А. Корж основним методом лікування післятравматичних осифікатів вважає операційний, а основною причиною виникнення рецидивів — раннє видалення осифікату. Він доводить, що найбільш оптимальним терміном для видалення осифікату є 4–6 місяців після травми.

Показання до операційного лікування хворих з післятравматичними осифікатами: 1) обмеження рухів у суглобі; 2) наявність невропатії, каузалгії; 3) значні розміри осифікату при легкому та безпечному хірургічному доступі; 4) підозра на малігнізацію осифікату. За даними літератури у хворих, оперованих через 1–2,5 місяця після травми, відсоток рецидивів склав 56 %, в термін від 3 до 6 місяців — 18 %, а від 1 до 3 років — 17 % [4, 11].

Суттєва роль у діагностиці пухлинних і непухлинних новоутворів кістяка належить радіонуклідному методу, який відбиває патофізіологічні аспекти даних процесів [12–15]. Застосування фосфатичних РФП, що інтенсивно включаються в уражені м'якотканинні структури, які перебувають у процесі кісткоутворення, дозволяє оцінити ступінь активності процесу [16, 17].

Метою даного дослідження стало визначення діагностичних можливостей сцинтиграфії з фосфатними РФП у виявленні гематоми і ускладнень при травмах нижніх кінцівок у комплексному застосуванні сучасних технологій променевої діагностики.

Нами обстежено 29 хворих із травматичним ушкодженням м'яких тканин стегна. Методику виконували в 2 етапи: перший (ангіографічний) у фазі кровотоку протягом 240 секунд після внутрішнього введення 500 мБк ^{99m}Tc -пірофосфату з отриманням сумарного сцинтиграфічного кадра. Другий (статичний) — у фазі оптимального співвідношення між накопиченням РФП у м'яких тканинах скелета і кістках через 3–4 години.

Збір інформації розпочинали одночасно з ін'єкцією РФП, яку вводили внутрішньо, болюсно. На серії кадрів одержували динаміку накопичення РФП в органах і тканинах організму. При опрацюванні інформації одержували криві, які відображували концентрацію препарату, що характеризує біохімічні процеси в організмі. Таким чином, поєднання методик дозволило отримувати інформацію, зокрема, і про метаболізм різноманітних утворень у скелеті, з наступним поетапним відтворенням результатів дослідження. Зони інтересу будували в осередках накопичення радіофармпрепарату над ушкодженою та неушкодженою симетричними ділянками.

Кількісна оцінка першого етапу дослідження протягом 240 с відображувала перфузію РФП, візуалізовану на кривих активність/час. У нормі виділялися фази кровотоку: артеріального припливу протягом 6 с, мікроциркуляторного кровотоку — 6–12 с, венозного відтоку — з 12-ї с від початку дослідження. Часова градація чітко відтворювалася тільки при строго болюсному введенні РФП, що збігається з даними ангіографії. В фазі венозного відтоку продовжували відтворення пасажу радіофармпрепарату до 240 с, з виконанням сумарного статичного зображення, кров'яного пулу; при наборі сумарно 300000 імпульсів, що є найкращим у такому режимі, дозволило одержати зображення м'яких тканин з осередками гіперфіксації РФП.

На другому етапі дослідження (3–4 години по тому) виконували остеосцинтиграфію, що відтворювала зміни кісткової тканини. Характеризуючи якісні параметри відстроченої остеосцинтиграфії, слід вказати на наявність різного ступеня інтенсивності осередкового накопичення РФП у м'яких тканинах і кістках. Опрацювання результатів другого етапу дослідження включало контрастування, згладжування, визначення ізорозрахункових рівнів, виділення зон інтересу з подальшою побудовою гістограм. Наступним критерієм оцінки патологічних процесів були кількісні параметри опрацювання осередків: фон з обчислення відсотка накопичення РФП, порівняно з симетричною ділянкою нормальної кісткової тканини, спостереження, в яких величина цього показника перевищувала 25 %, вважали позитивним. При цьому осередки гіперфіксації РФП від 125 до 150 % оцінювали як слабо виражені, 150–200 % — як помірні, понад 200 % — виражені.

Аналізуючи м'якотканинні осередки із зони інтересу підвищеного накопичення РФП, у фазі кровотоку, виявляли зміни пасажу залежно від активності процесу.

На початку ангиографічної стадії фаза артеріального припливу на максимумі піку болюсної величини переходила у венозну фазу, не відтворюючи мікроциркуляторну. Активність венозної фази перевищувала артеріальну до 70 с і визначалася кривою різко обтураційного типу. Паралельно досліджувана симетрична ділянка в зоні інтересу без осередкового накопичення РФП визначалася чіткими фазами артеріального припливу, мікроциркуляторного кровотоку і венозного відтоку в незмінній часовій градації до 48 с (рис. 1, 2).



Рис. 1.

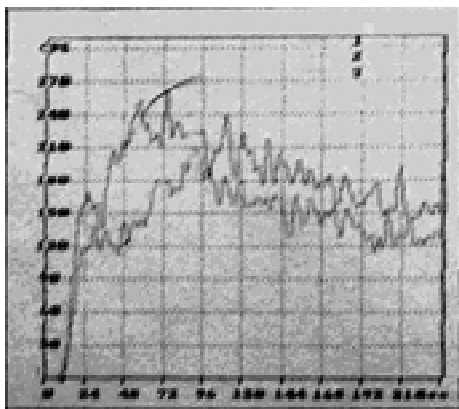


Рис. 2.

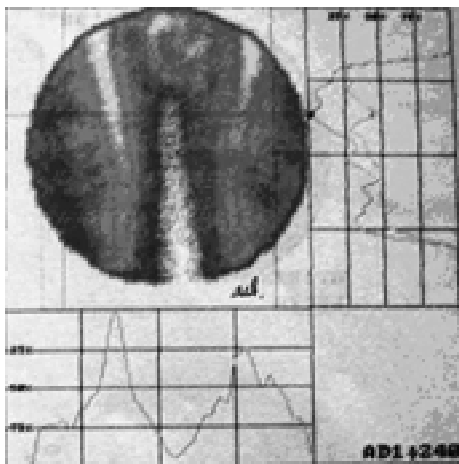


Рис. 3.

При профільному скануванні ділянок ушкодженої і неушкодженої тканин із визначенням ізорозрахункових рівнів РФП констатували збільшення його на 2 рівні в ділянці ушкодженої тканини (рис. 3).

Подальше дослідження хворих з м'якотканинними ушкодженнями і започаткованими ознаками осифікованої гематоми у більшості хворих на остеосцинтиграмах виражено високим осередковим рівнем накопичення РФП 500–700 % (рис. 4).

При дослідженні в динаміці через 1,5–2 міс. виявилось, що у хворих осередкове накопичення РФП ще досить значне, а це характерно для активного процесу, але вже зменшене відносно першого (базового) дослідження, однак у групі хворих таке зменшення статистично невірогідне ($350 \pm 23,4$, $p > 0,05$) (рис. 5).

Подальше дослідження в динаміці (через 3–4 міс.) виявило осередки накопичення РФП, що характеризується слабо вираженим активним процесом і є статистично вірогідно зменшеним відносно останнього дослідження у хворих всієї групи ($133 \pm 6,3$, $p < 0,05$) (рис. 6).

Однак у 2 хворих через 4 місяці практично не відбулося зменшення накопичення РФП відносно базового дослідження (через 1,5 місяця), що мотивувало підозру на можливу малігнізацію осифікату.

Крім радіологічних досліджень, для діагностики осифікату використовували рентгенологічні ультразвукові та магнітнорезонансні дослідження. Кожен із методів використовували за показаннями у строго специфічних клінічних ситуаціях для уточнення діагнозу. Рентгенологічні дослідження проводили на апараті SIREGRAF D-3, фірми Siemens. Для кращої візуалізації м'якотканинних структур використовували м'яке випромінювання (до 50 кВ) без застосування фільтрів і касет з підсилюючими екранами. При цьому експозиція складала 70–150 мАс, а фокусна відстань — 60 см.

Застосовуючи м'яке рентгенівське випромінювання, визначали початкову осифікацію. В результаті проведених обстежень у 18 пацієнтів рентгенологічна картина організованої гематоми в термінах до 3 тижнів (рис. 7) була в 3 варіантах — у вигляді:

- 1) візерунково-тяжистого малюнка;
- 2) декількох ділянок ущільнення неправильної форми з нечіткими контурами;
- 3) тяжів неправильної форми та різної товщини вздовж поверхневої фасції.

При рентгенологічному обстеженні в термін від 3 до 8 тижнів (рис. 8) виявляли відсутність структурного малюнку м'язів, а також незначну кількість одиничних острівців осифікації з нечіткими контурами та «хмароподібні» тіні неправильної форми. Через 3–3,5 міс. після травми в осифікаті з'являлася замикаюча пластинка, контури його ставали більш чіткими. В термін 5–6 міс. (рис. 9) осифікат стабілізувався, закінчував свій розвиток і не міняв своєї форми, розмірів та щільності. Зрілість осифікату оцінювали за наявністю в останньому склеротичної кайми.

У всіх випадках, коли вдавалося виявити пухлиноподібний новоутвір проводили диференціальну діагностику не лише на підставі рентгенологічних даних.

Ультрасонографічне дослідження у 23 хворих проводили в режимі реального часу на апараті Logic 500, фірми General Electric, США. Для огляду м'яких тканин використовували лінійні ультразвукові датчики с перемінною частотою (5–12 МГц), що дозволяло візуалізувати пошкодження як глибоких так і поверхневих шарів. В залежності від часу хворих із гемато-

мами розподілили на 3 групи. У потерпілих за 1–3 доби після травми при УЗД в більшості випадків виявлялося гіпо- чи анехогенне обмежене утворення з чіткими межами (рис. 10).

У випадках ушкодження апоневрозу гематома поширювалася за межі травмованої ділянки і залишалася непоміченою. З огляду на це у сумнівних випадках ультрасонографію виконували через 1–2 доби. При виявленні порожнини гематоми визначали її локалізацію відносно зовнішніх шарів, об'єм, поширення, межі.

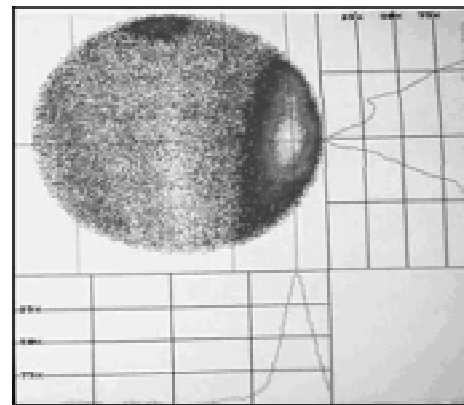
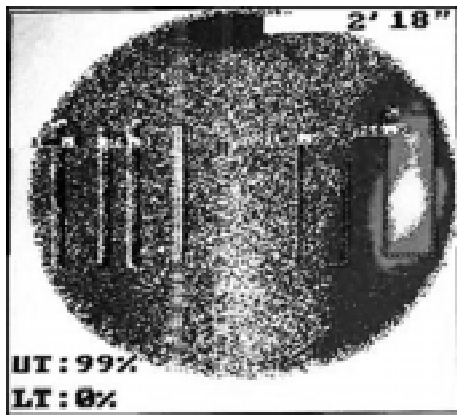


Рис. 4.

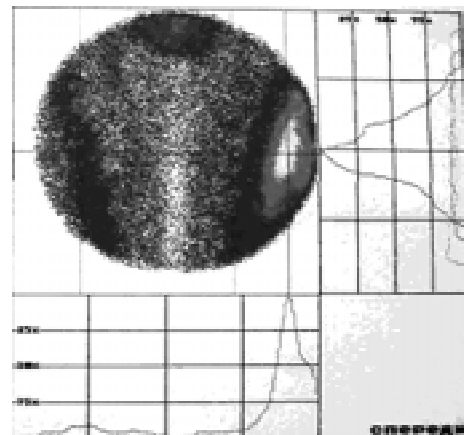
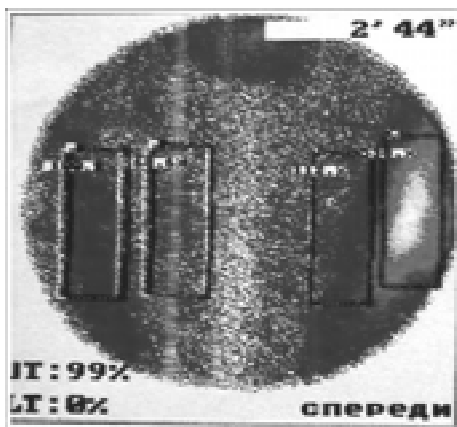


Рис. 5.

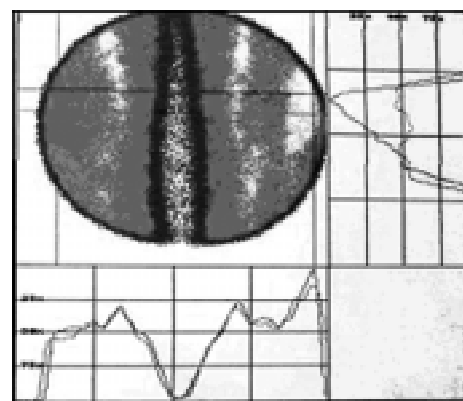
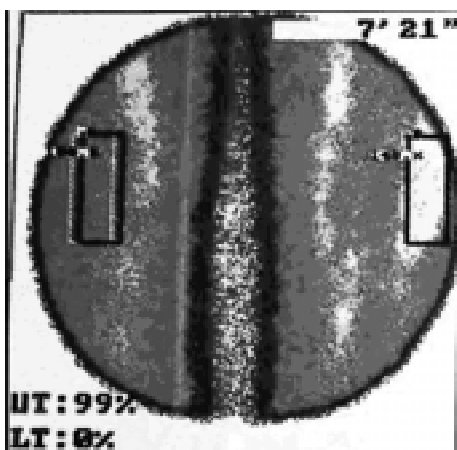


Рис. 6.

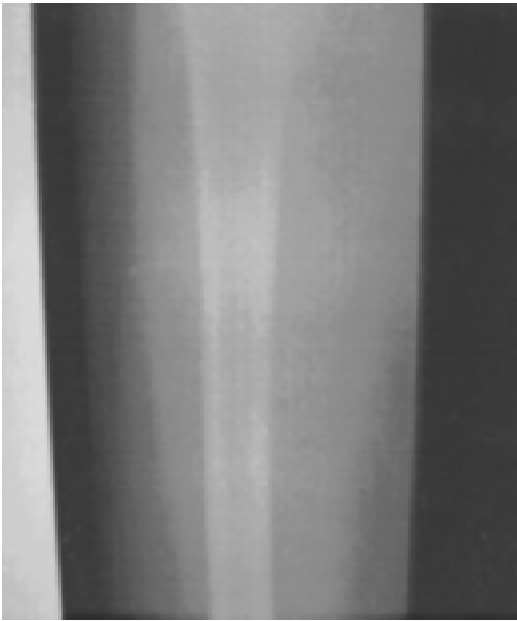


Рис. 7.

Сонографічно у 8 хворих на 4-ту та 10-ту добу та в 7 хворих на 11-ту та 21-шу добу (рис. 11) гематома виглядала як новоутвір, який перевищував за своєю ехогенністю навколишню нормальну м'язову тканину з чітким або нечітким контуром, відмежованим від навколишніх тканин. У новоутворі визначалися додаткові ехосигнали, зумовлені продуктами організації, що вказували на ознаки початкової осифікації м'язових волокон.

Магнітнорезонансну томографію виконували на магнітнорезонансному томографі Vektra фірми General Electric, США, з потужністю магнітного поля 0,5 Тл у 3 взаємно перпендикулярних проекціях з використанням спеціальної котушки (Knee) поверхневого типу. Дослідження виконували за спеціальною програмою, яка включала отримання T1-зважених зображень у режимі градієнтного ECHO з 3-вимірним методом збору сигналу (VOL/T1/FFE) в сагітальній та коронарній проекціях (час ехо — 13 мс, час повторень — 37 мс, кут спинів — 45°, поле огляду 180 × 180 мм, розмір матриці 256 × 256, кількість зрізів 5, товщина зрізів — 5 мм, крок — 10 мм).

Крім цього дослідження виконували в режимі STIR з пригніченням сигналу жирової тканини в сагітальній та коронарній проекціях (час повторень 1500 мс, час інверсії — 140 мс, поле огляду 200 × 200, розмір матриці 256 × 256, кількість зрізів 19, товщина зрізу — 5 мм, крок — 5 мм). За допомогою даних, отриманих після виконання МРТ, розраховували об'єм гематоми за методом L.D. Lwnsford, за формулою: $V = S \times L$, де S — сума площ усіх зрізів, L — товщина кроку.

Дослідження було виконано у 8 потерпілих основної групи та 6 хворих контрольної групи. МРТ надавала інформацію про структуру, розміри, локалізацію післятравматичної гематоми у різні терміни після травми, визначала зміни в навколишніх м'язових тканинах,

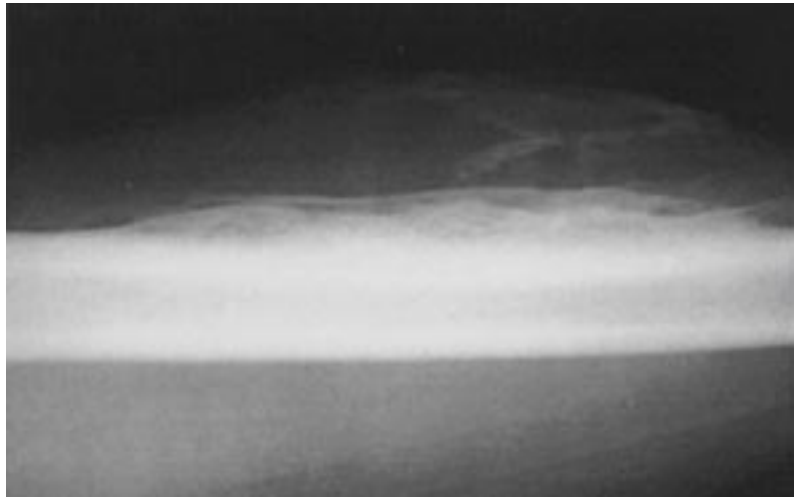


Рис. 8.

топографічні взаємовідношення в межах сегмента кінцівки. На МРТ-томограмах інтенсивність сигналу від гематоми залежала від її давності та змінювалася від гіперінтенсивної на 1-шу добу до гіпоінтенсивної на 2-гу (рис. 12) і поверталася знову до гіперінтенсивної до кінця тижня, тривала до 3 тижнів з поступовим переходом через місяць до гіпоінтенсивної. Такі зміни виникали за рахунок перетворення гемоглобіну в оксигемоглобін, а потім у деоксигемоглобін, метгемоглобін і гемосидерин з феритином. Гостра гематома мала сигнал середньої і низької інтенсивності на T1- і T2-зважених зображеннях, як і жир. Тому використовували програми із заглушенням жиру від крові. Слід пам'ятати, що за рахунок підкровлювання гематоми спостерігали неоднорідність інтенсивності сигналу. На T2-зважених зображеннях підгострі гематоми гіпоінтенсивні.

При застарілих гематомах в термін 16 діб через конвертацію заліза з метгемоглобіну в гемосидерин і феритин стінки мали низьку інтенсивність і на T1- і T2-зважених зображеннях виглядали як гіпоінтенсивне «хало» (рис. 13, поздовжній зріз).

Аналіз вираженості змін при МРТ показав схожу характеристику залежності змін при УЗД. Зміни, виявлені при МРТ, взаємопов'язані з вираженістю набряку сегмента, рівнем підфасціального тиску та вираженістю обмежень рухів. Дещо вищий рівень взаємозв'язку клінічних параметрів з виявленими змінами при МРТ відносно виявлення патологічних змін при УЗД свідчив про вищу діагностичну цінність МРТ.

Отже, остеосцинтиграфія з міченими фосфатами надавала інформацію про локалізацію, розміри, структуру осифікованої гематоми, зафіксувала явище осифікації на 5–10-й день після травми, та визначила термін незрілого (30–40-й день) і зрілого (90–100-й день) осифікату.



Рис. 9.



Рис. 12.

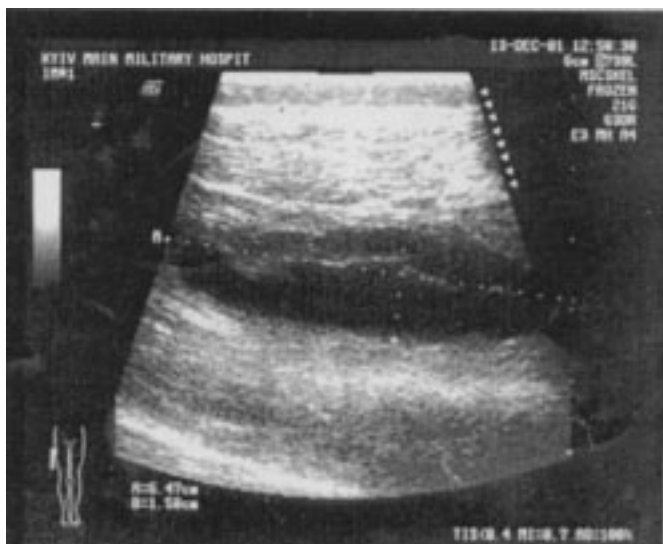


Рис. 10.



Рис. 13.

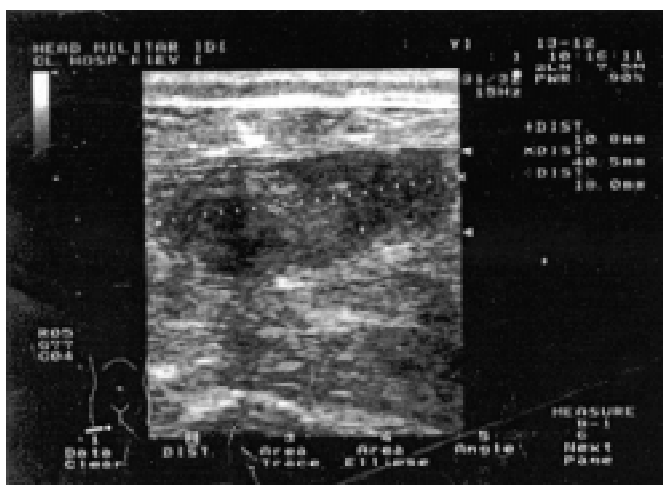


Рис. 11.

Зміни показників накопичення радіофармпрепарату в динаміці в зоні гематоми свідчать про активність регіонарних метаболічних процесів, що може бути використано в комплексній діагностиці аж до визна-

чення процесу малігнізації і оцінки ефективності проведеного лікування.

Рентгенологічні дослідження на ранніх термінах (до 3 тижнів) після травми м'яких тканин малоінформативні. Контури і зрілість осифікату можливо визначити через 5–6 місяців.

Сонографічні дослідження визначали локалізацію, об'єм гематоми, давність патологічних змін, і за 20 днів після травми виявляли ознаки початкової осифікації.

Використання МРТ дало змогу визначити структуру, розміри, локалізацію післятравматичної гематоми, зміни в навколишніх тканинах, топографічні взаємовідношення в межах сегмента кінцівки, термін

ї існування, виявити ознаки осифікації на 16-ту добу після травми.

Використання остеосцинтиграфії з остеотропними РФП відкриває додаткові перспективи для своєчасної діагностики осифікованої гематоми, а у випадках поєднання з УЗД та МРТ є найбільш ефективною діагностичною комбінацією.

Остеосцинтиграфія сприяє побудові оптимального алгоритму лікування хворих на осифіковані гематоми, а саме визначення доцільності операційного лікування.

Література

1. Андреева Т.М., Огрызко Е.В., Рузько И.А. // *Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Пирогова.* – 2007. – № 2. – С. 59–63.
2. Лаврентьев А.В. *Комплексный подход к лечению сложных поврежденных нижних конечностей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук.* – СПб, 1998. – 21 с.
3. Корж А.А., Дедух Н.В. // *Ортопед., травматол. и протезир.* – 2004. – № 4. – С. 89–93.
4. Кухарчук А.Л., Радченко В.В., Сирман В.М. // *Укр. мед. часопис.* – 2004. – № 5–6. – С. 99–107.
5. Корж А.А. *Гетеротопические травматические оссификации.* – М., 1963. – 270 с.
6. Жуков Б.Н., Шлыков Ю.Г. // *Вестн. хирург.* – 1969. – № 11. – С. 136–137.
7. Овсянкин Н.А., Никитюк И.Е. // *Вестн. ревматол. и ортоп.* – 2001. – № 3. – С. 8–12.
8. Zanetti M., Hodle J. // *Eur. J. Radiol.* – 2000. – Vol. 35. – P. 119–125.
9. Schweitzer M.N. // *J. Syllabus. Musculoskeletal Diseases.* – 2001. – P. 84–88.
10. Кукуруз Я.С. // *Клин. хирург.* – 1977. – № 2. – С. 64–65.
11. Кричевский А.Л., Водянов А.М., Сулим Н.И. *Компенсационная травма конечности.* – М.: Медицина, 1995. – 134 с.
12. Завадовская В.Д. и соавт. // *Мед. радиол. и радиац. безопасн.* – 2009. – Т. 54, № 3. – С. 68–76.
13. Лазар А.П., Кундін В.Ю., Миронова О.В., Камінська А.Л. // *УРЖ.* – 2005. – Т. XIII, вип. 3. – С. 469–471.
14. Мечев Д.С. *Радіонуклідні методи дослідження опорно-рухового апарату // Променева діагностика.* – К.: Орбіс, 2002. – Т. 11. – С. 223–228.
15. Reinartz P., Schaffeldt I., Sabrs O. et al. // *Промен. діагн. та тер.* – 2001. – № 1. – С. 63–69.
16. Белозер В.И., Константинов К.М., Ефимов А.Т. // *Ортопед. и травматол.* – 1989. – № 1. – С. 56–57.
17. Свешников А.А. // *Мед. радиол.* – 1985. – № 6. – С. 62–66.