

## Сучасні підходи у МРТ діагностики патології переднього відділу стопи (огляд літератури)

Радченко К.А.<sup>1</sup>✉, Гайко О.Г.<sup>1</sup>, Лучко Р.В.<sup>1</sup>

**Резюме:** Проблема больового синдрому у передньому відділі стопи є надзвичайно актуальною у медичній та соціальній сферах. Захворювання та травми стопи становлять 6-12% загального числа всіх травм та захворювань органів опорно-рухового апарату. Стаття присвячена основним діагностичним можливостям магнітно-резонансної томографії (МРТ) при патології переднього відділу стопи, визначенню показань до проведення обстеження та протоколів дослідження стопи.

**Ключові слова:** МРТ, діагностика, неврома Морттона, стопа Шарко, стрес-перелом, синовіт, зважене зображення.

### Вступ

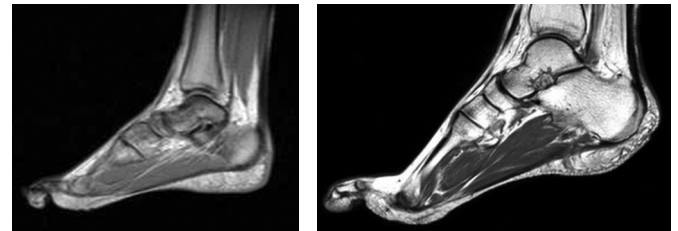
Проблема больового синдрому у передньому відділі стопи є надзвичайно актуальною у медичній та соціальній сферах у зв'язку з досить високою частотою патології та втратою працездатності і у подальшому інвалідизації хворих. Захворювання та травми стопи становлять 6-12% загального числа травм та захворювань органів опорно-рухового апарату, до 30% уражень суглобів нижніх кінцівок та до 40-60% від числа всіх уражень нижніх кінцівок [1,2].

Діагностичний пошук при больовому синдромі у передньому відділі стопи рекомендовано починати з рентгенографії та ультразвукового дослідження (УЗД), які є методами обстеження першої лінії в міжнародних протоколах лікування захворювань та травм стопи. У складних та сумнівних випадках, з метою диференційної діагностики, рекомендовано призначати більш дорогі варіанти обстеження, такі як мультиспіральна комп'ютерна томографія (МСКТ) та магнітно-резонансна томографія (МРТ). Завдяки сучасним фізико-технічним можливостям МРТ зайняла провідне місце у діагностиці пошкоджень та захворювань опорно-рухового апарату, в тому числі і стопи, оскільки дозволяє проводити одночасну оцінку кісткових та м'якотканинних структур за допомогою багатоплощинних послідовностей без впливу іонізуючого випромінювання.

Спектр показань для проведення МРТ стопи достатньо широкий: травматичні ушкодження, хронічний больовий синдром внаслідок запальних та дегенеративних змін, об'ємні утворення та інше.

**Мета дослідження** – висвітлення сучасного стану МР-діагностики найбільш поширеної патології переднього відділу стопи.

Внаслідок складної анатомічної будови МРТ стопи має свої особливості та потребує використання високопольних томографів потужністю 1,5-3 Т із застосуванням різних площин та режимів. Використання високопольних потужних томографів дає можливість деталізувати дрібні анатомічні структури вказаної ділянки, що вкрай важко виконати за допомогою апаратів з потужністю 0,5 Т (рис.1 а, б).



а)

б)

**Рис. 1.** На рис.1а представлена МР-томограма стопи у режимі T1 33 у сагітальній площині, виконана на томографі потужністю 0,5 Т; на рис. 1б: МР-томограма у режимі T1 33 у сагітальній площині, виконана на томографі потужністю 1,5 Т

Для обстеження стопи використовують два види котушок (поверхневі та твердотільні), серед яких частіше – варіант спеціалізованої жорсткої твердотільної котушки. Обстеження пацієнта виконується в положенні пацієнта на спині з фіксацією стопи під кутом 90 градусів, що дозволяє зменшити динамічні артефакти та покращити візуалізацію. Про особливості укладки стопи слід пам'ятати при направленні на МРТ хворих з наявністю переломів, контрактур та вираженого больового синдрому.

✉ <sup>1</sup> Радченко К.А., eagolubeva@ukr.net

<sup>1</sup> ДУ «Інститут травматології та ортопедії НАМН України», Київ, Україна

Найбільш часто застосовують стандартну методику, яка включає сканування у трьох основних площинах (аксіальній, корональній, сагітальній) та використання трьох основних послідовностей (зважені зображення (33) – режими T1 та T2 FSE, та послідовності з пригніченням сигналу від жиру (Pd FS, Pd TSE, Stir, Spir). Товщина зрізу може варіювати від 1 до 2,5 мм, з інтервалом 0,5 мм.

T1 FSE зображення найбільш інформативне в діагностиці кісткової патології, оскільки МРТ картина нагадує звичайний рентгенівський знімок. У режимі T1 кістки та жирова тканина візуалізуються як гіперінтенсивні структури (білого кольору), сухожилки та рідина як гіпоінтенсивні (чорного кольору), а хрящі та м'язи мають проміжну інтенсивність (сірий колір). Для пригнічення сигналу від жиру та кращого диференціювання м'яких тканин, візуалізації рідини, запальних змін і новоутворень використовують спеціальну імпульсну послідовність з жиропригніченням (Pd FS, Pd TSE, Stir, Spir). У даній послідовності усі м'якотканинні елементи та кістки візуалізуються як гіпоінтенсивні структури та тільки рідинні компоненти – як гіперінтенсивний МР-сигнал (МРС).

T2 зважене зображення схоже з T1 FSE, але рідина має гіперінтенсивний МР-сигнал (білий колір). Даний режим найбільш інформативний для візуалізації патологічних процесів зі збільшенням кількості рідини (синовіт, бурсити та інш.)

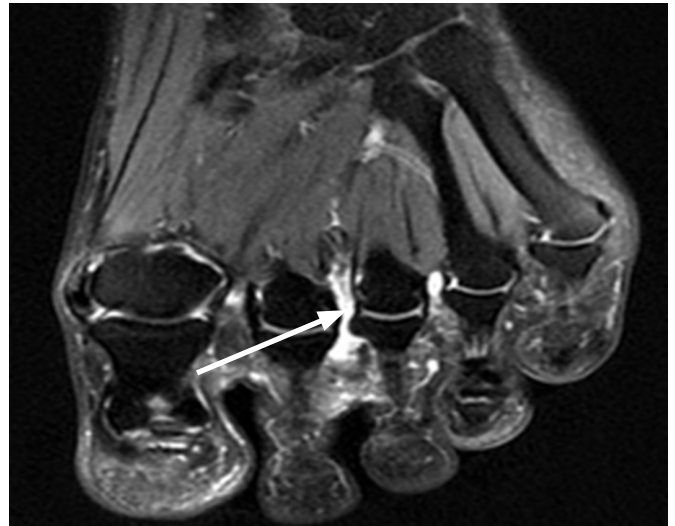
Найбільш частою причиною больового синдрому у передньому відділі стопи є істинна метатарзалгія, яка зумовлена анатомічними особливостями (диспропорція плеснових кісток), а також запальні та дегенеративні зміни, травматичні ушкодження, новоутворення та сторонні тіла.

Метатарзалгія – біль у передньому відділі стопи з локалізацією під головками плеснових кісток, обумовлений анатомічними особливостями, а саме відносним подовженням 2 або 3 плеснових кісток. Диспропорції цих кісток є причиною метатарзалгії у понад 50% випадків. [3,4]. Пацієнти скаржаться на біль по підошовній поверхні стопи в проекції 2-3 плеснових кісток, що посилюється під час фізичного навантаження. Для діагностики метатарзалгії рекомендовано виконувати навантажувальні рентгенограми в двох проекціях. МРТ дослідження при даній патології виконується для диференційної діагностики – виключення невроми Мортон, стрес-перелома, метатарзального бурсита та інших.

## Міжплесновий бурсит

Міжплесновий бурсит (метатарзальний бурсит) – локальне скупчення рідини у метатарзальній бурсі, переважно у 2-3 міжплеснових проміжках.

У деяких випадках ця патологія пов'язана з невромою Мортон. Пацієнти скаржаться на біль, припухлість, відчуття новоутворення у передньому відділі стопи [5]. УЗД є першою лінією діагностики, а МРТ частіше виконується з метою диференційної діагностики невроми Мортон, хвороби Фрайберга. На МР зображенні міжплесновий бурсит виглядає як локальне скупчення рідини у міжплесновому проміжку (рис.2), з доволі чіткими контурами. МР-сигнал аналогічний рідині, іноді з гіпоінтенсивним включеннями (ознаки проліферації).

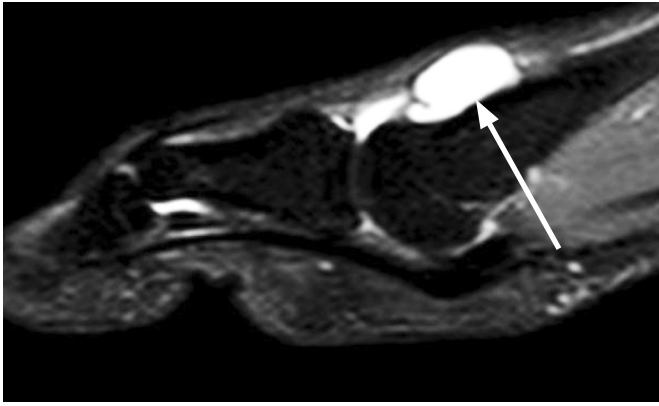


**Рис.2.** На МР-томограмі у корональній площині у режимі з жиропригніченням Pd Fs у 2 міжплесновому проміжку візуалізується локальне скупчення рідини з чіткими рівними контурами. 3 анамнезу: Ч. 25 р., скарги на біль та припухлість у передньому відділі стопи

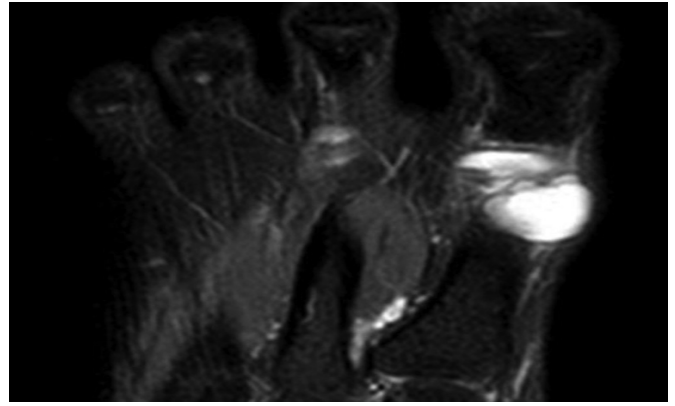
## Параартикулярні синовіальні кісти

Параартикулярні синовіальні кісти – це кісти, заповнені синовіальною рідиною, розташовані біля суглобової капсули або суміжні синовіальним футлярам сухожилків [6,7]. В основному патологія зустрічається у людей віком від 20 до 40 років, переважно жінок [8,9]. Найчастіше синовіальні кісти утворюються внаслідок дегенеративних, посттравматичних змін суглобової капсули, у пацієнтів молодого віку внаслідок функціональних перенавантажень.

На МРТ кісти виглядають як утворення округлої, овоїдної або неправильної форми з чіткими контурами, розташовані біля суглобу та пов'язані з ним тонким каналом. Кісти мають гіперінтенсивний МРС (МР-сигнал аналогічний рідині) у режимі T2 та режимі PD FS, та знижений в T1 зваженому зображенні (рис.3). Порушення цілісності стінок кісти призводить до формування перикапсулярного набряку з неправильними нечіткими контурами навколо кісти [10,11].



а)



б)

**Рис.3.** На МР-томограмі у сагітальній (а) та корональній (б) площинах у режимі PD FS параартикулярно 1-го плесно-фалангового суглобу по тильній поверхні визначається структура неправильної форми з чіткими контурами, пов'язана з порожниною суглоба, з гіперінтенсивним МРС (аналогічний рідині). З анамнезу: Ж. 27 р., скарги на новоутворення у передньому відділі стопи та відчуття дискомфорту, переважно при ходьбі.

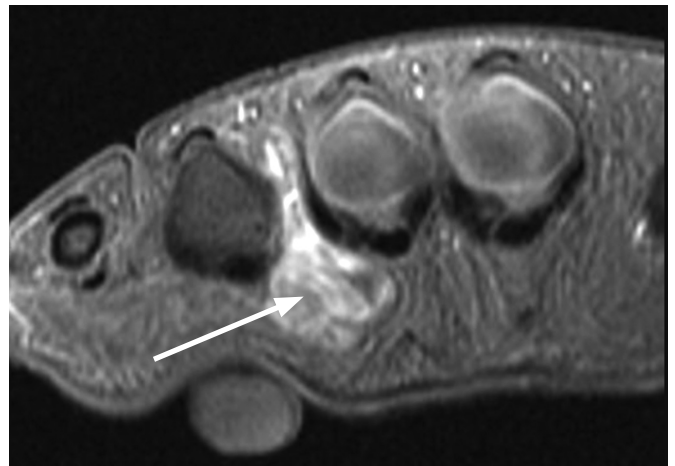
### Неврома Мортона

Неврома Мортона – локальне вузлове потовщення міжпальцевого нерва між головками плеснових кісток. У 64-91% неврома виявляється у 3-му міжплесновому проміжку (між головками 3 та 4 плеснових кісток). Зазвичай пацієнти скаргуються на біль у передній частині стопи, який поширюється від середньої частини до пальців. Патогномонічними для невроми Мортона є розлади чутливості та позитивні симптоми стиснення [1,12].

Інформативним методом діагностики невроми Мортона є ультразвукове обстеження, але у сумнівних випадках рекомендовано проведення МРТ дослідження. На МРТ неврома Мортона виглядає як веретеноподібна структура у міжплесновому проміжку, з чіткими контурами, неоднорідно гіперінтенсивним МРС на PD-FS 33, гіпоінтенсивним – на T1 33, (рис. 4, 5). Неврому Мортона необхідно диференціювати з хронічною проліферативною формою інтерметатарзального бурситу. Для цього використовують внутрішньовенне контрастне посилення: неврома гомогенно інтенсивно накопичує контраст. Також пацієнту можна рекомендувати виконати УЗД стопи.

### Підошовний фіброматоз

Підошовний фіброматоз або хвороба Ледерхорзе – фіброзне вузлове потовщення волокон підошовного апоневрозу. На сьогодні точна етіологія захворювання до кінця не вивчена [13,14]. Існують різні прояви захворювання як у вигляді поодиноких, так і множинних вузлів. Пацієнти скаргуються на хронічний біль середньої інтенсивності по підошовній поверхні стопи, відчуття ущільнення м'яких тканин. На МРТ зображеннях фіброзні

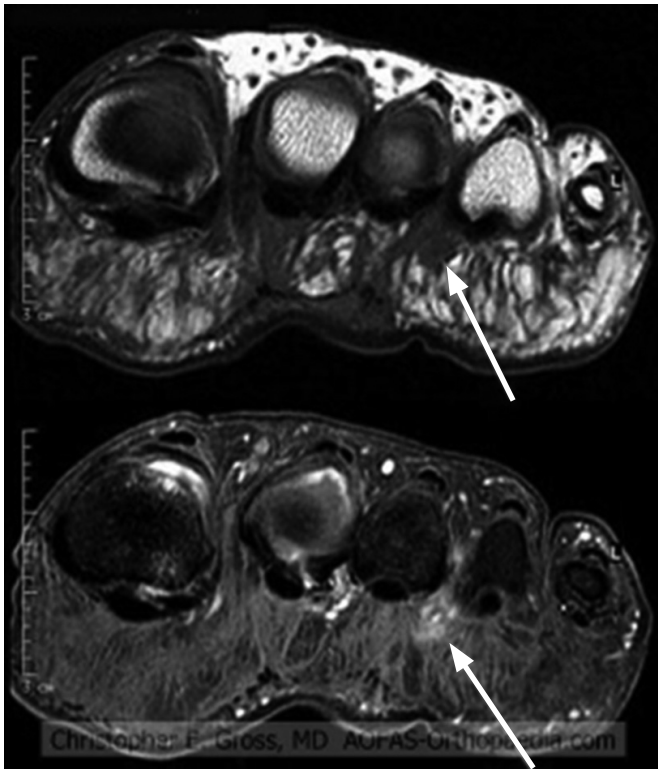


**Рис.4.** На МР-зображенні у аксіальній площині у режимі з жиропригніченням Pd FS у 3 міжплесновому проміжку визначається веретеноподібна структура з чіткими контурами, неоднорідно підвищеним МРС. З анамнезу: Ж. 45 р., скарги на пекучий біль у передньому відділі стопи

вузли візуалізуються як об'ємні утворення в ділянці підошовного апоневрозу з гіпоінтенсивним МРС у T1/T2 зважених зображеннях, ізогіпоінтенсивним у режимах з жиропригніченням, іноді спостерігається набряк м'яких тканин (рис. 6).

### Остеоартроз

Остеоартроз – одне з найпоширеніших захворювань суглобів [15,16]. Актуальною проблемою є гіпердіагностика остеоартрозу при рентгенологічному дослідженні внаслідок сумачії зображення анатомічних структур на рентгенограмі. МРТ за рахунок прямої візуалізації хряща дозволяє вияви-

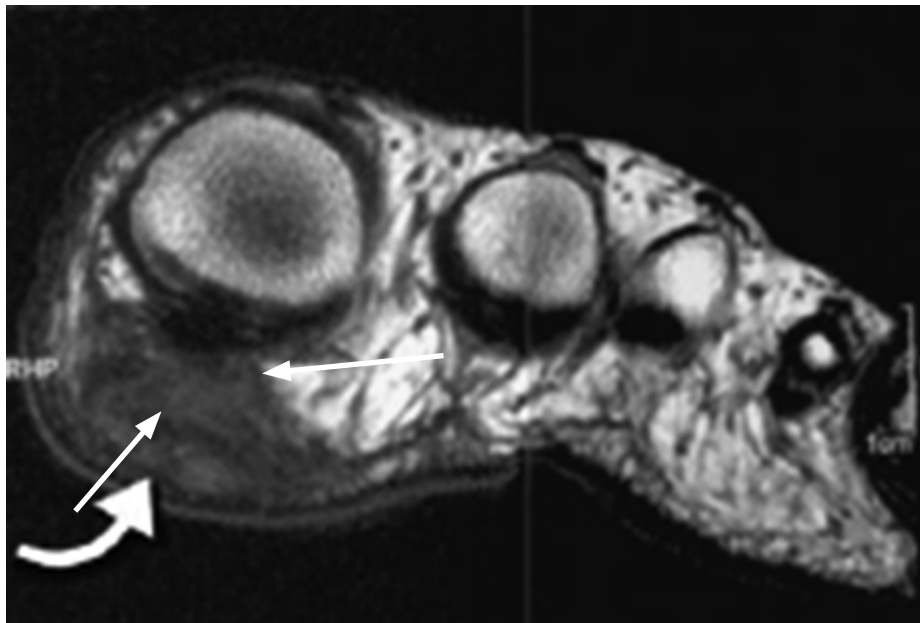


а)



б)

**Рис.5.** На МР-зображенні: в аксіальній площині візуалізується веретеноподібне утворення з чітким зниженим МРС в режимі T1 33 (рис.5 а, зверху), неоднорідним МРС у режимі PD FS (рис. 5 а, знизу). З анамнезу: Ж. 49 р., скарги на біль у ділянці 3 міжплезного проміжка та розлади чутливості суміжних поверхонь сусідніх пальців, який посилюється при навантаженні та при ходьбі у взутті. У відділенні патології стопи ДУ «ІТО НАМНУ» вилучено об'ємне утворення (рис. 5 б), гістологічно підтверджено неврому Моргана



**Рис.6.** На МР-томограмі у аксіальній площині, режим T1 Wt по підшоловній поверхні в проекції головки 1 плезнової кістки визначається гіпоінтенсивна структура з низьким МРС, неправильної форми, з нечіткими нерівними контурами. З анамнезу: Пацієнт 42 р., скарги впродовж року на відчуття ущільнення в проекції 1 плезно-фалангового суглоба, відчуття поколювання. Пацієнт прооперований у відділенні патології стопи ДУ «ІТО НАМНУ», гістологічно підтверджено хворобу Ледерхоза.

ти початкові ознаки остеоартрозу, які ще не виділи на рентгенограмі. МРТ надає можливість оцінити різноманітні зміни хряща та субхондральної кісткової тканини: стоншення, ерозії, набряк прилеглих відділів кістки [17,18]. Для оцінки змін суглобового хряща застосовують класифікацію за Outerbridge. Спочатку ця класифікація була розроблена для оцінки змін хряща надколінка при артроскопії, але потім була модифікована та розширена для усіх хондральних поверхонь.

Для оцінки ступеня тяжкості остеоартрозу в МРТ використовують класифікацію за Келлгрена – Лоуренса (Kellgren – Lourens), яка включає 4 стадії. 1 стадія: сумнівні рентгенологічні ознаки; 2 стадія: поодинокі остеофіти, незначне звуження щілини; 3 стадія: виражені остеофіти, помірне звуження щілини, субхондральний склероз, деформація поверхонь; 4 стадія: грубі остеофіти, субхондральний склероз, виражене звуження суглобової щілини, виражена деформація суглобових поверхонь (рис. 7), [19,20].

#### Хвороба Фрайберга

Хвороба Фрайберга, також відома як хвороба Келлера 2 – це остеонекроз головки 2 плеснової, іноді 3 плеснової кістки [18,21]. Для виділення стадій даної патології використовується МК-класифікація за Bragard, де 1 стадія – субхондральний склероз, сплюснення головки плеснової кістки, 2 стадія – фрагментація, деформація головки, 3

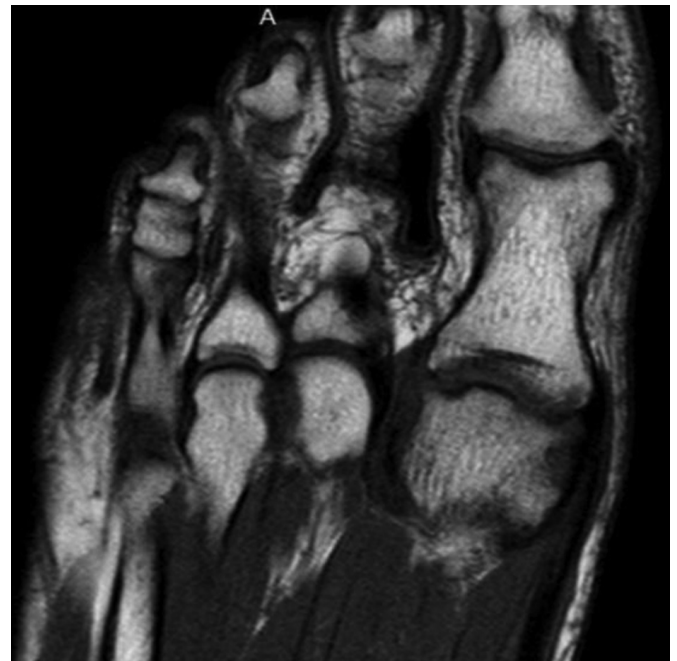
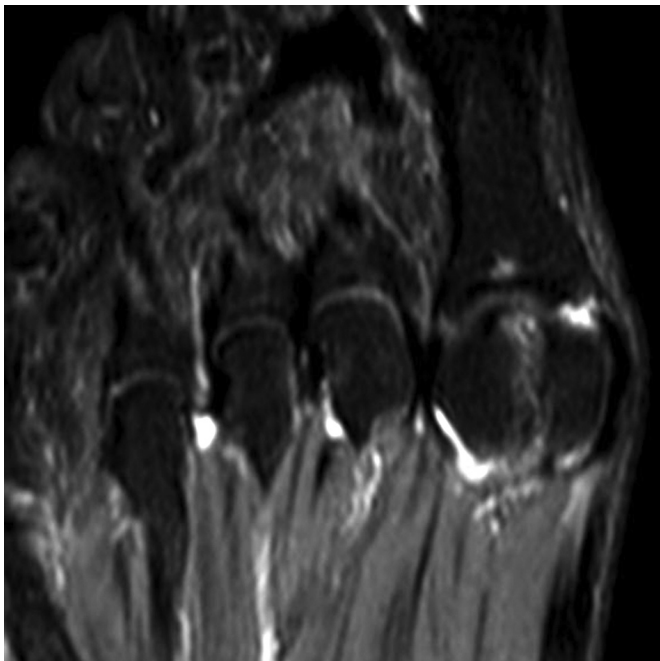
стадія – виявляється вторинний остеоартроз (звуження суглобової щілини, остеофіти, деформація суглобових поверхонь, значний субхондральний склероз) (рис. 8), [3,22]. Пацієнти скаржаться на хронічний біль та набряк, які посилюються під час навантаження, накульгування.

#### Стрес-переломи – маршеві переломи

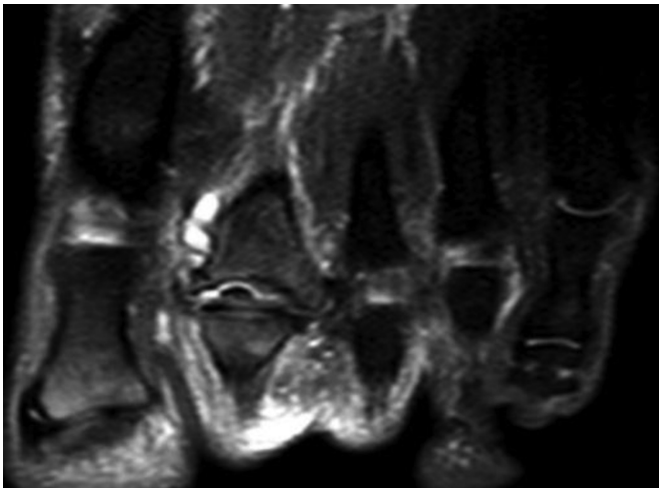
Стрес-переломи відносяться до переломів, що виникають внаслідок невідповідності міцності кістки та хронічного механічного навантаження. За даними літератури частота стресових переломів сягає 31% у військовослужбовців [1,23] та 21% у спортсменів [15,24]. МРТ має високу чутливість та специфічність (97-98%) у діагностиці стресових переломів на ранній дорентгенологічній стадії (рис. 9, 10) [25,26]. Стрес-перелом може виникати при мінімальній травмі або взагалі за її відсутності. Першою ознакою стрес-перелому є больовий синдром.

#### Запальні процеси переднього відділу стопи

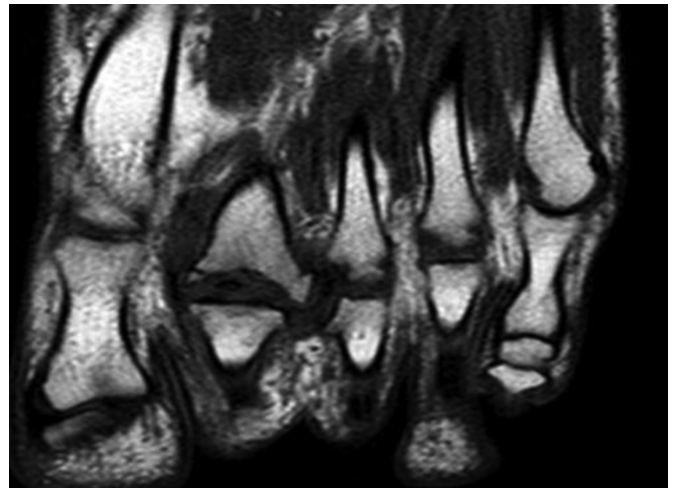
Остеомієліт стопи – запальний гнійно-некротичний процес, що розвивається у кістках та оточуючих м'яких тканинах. Данна патологія є частим ускладненням при синдромі діабетичної стопи [27]. МРТ є найбільш чутливим та специфічним методом для виявлення ускладнень як зі сторони м'яких тканин, так і кісток, візуалізації нориць та



**Рис. 7.** На МР томограмах у корональній площині режим Pd T1 Wі визначається звуження суглобової щілини 1 плесно-фалангового суглоба, суглобові поверхні загострені, по краях суглобових поверхонь дрібні крайові кісткові розростання, глибокі ділянки хондромалаяції. МР-картина відповідає остеоартрозу 2 стадії (за Kellgren – Lourens) з ділянками хондромалаяції 4 ст (за Outerbridge)



а)

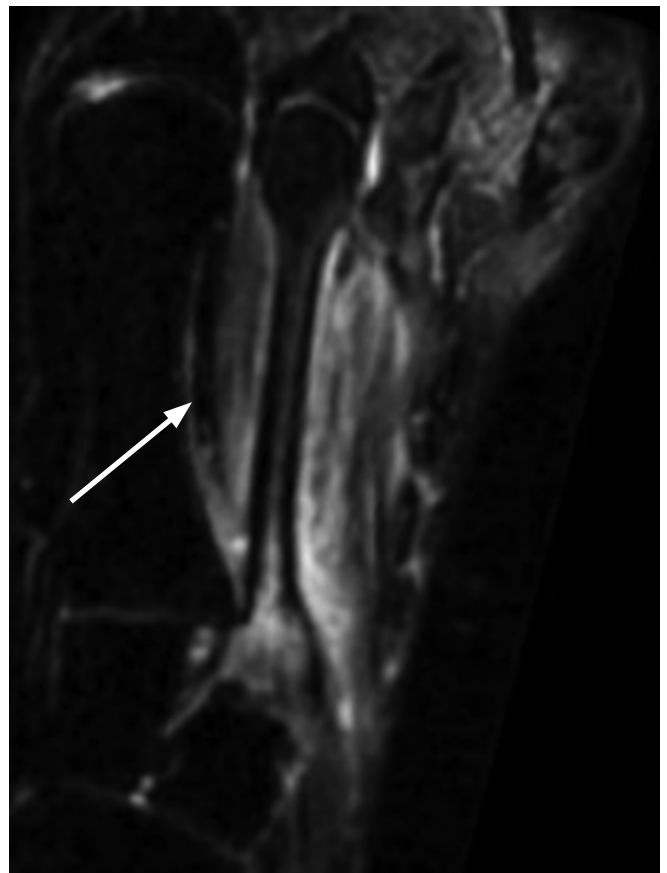


б)

**Рис. 8.** На МР-томограмах у корональній площині у режимі T1 3D (рис.8 а) та з жиропригніченням (рис.8 б) визначається сплющення та деформація, фрагментація головки 2 плеснової кістки, фрагмент повністю відшарований від основної кістки, визначаються явища значного артрозу у відповідному суглобі. З анамнезу: Ч. 38 р, скарги на набряк та біль у передньому відділі стопи

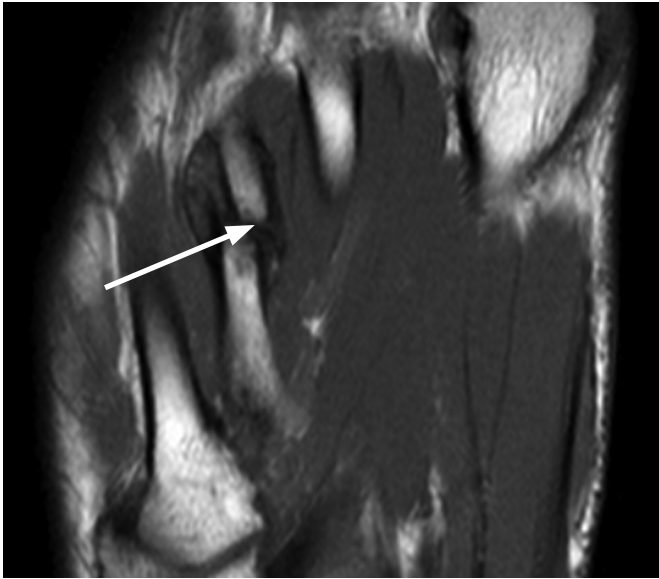


а)



б)

**Рис. 9.** На рентгенограмі стопи у прямій площині (рис. 5 а) патології не виявлено. На МР-томограм у режимі Pd FSe (рис. 5 б) в корональній площині: виражений набряк кісткового мозку 2 плеснової кістки при збереженому кортикальному шарі, а також дифузний набряк прилеглих м'яких тканин. З анамнезу, Ч. 30 років, військовослужбовець, скарги на біль та дискомфорт у передньому відділі стопи, травму заперече

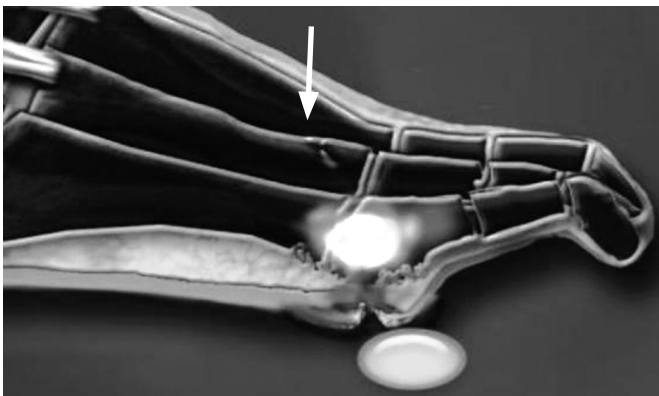


а)

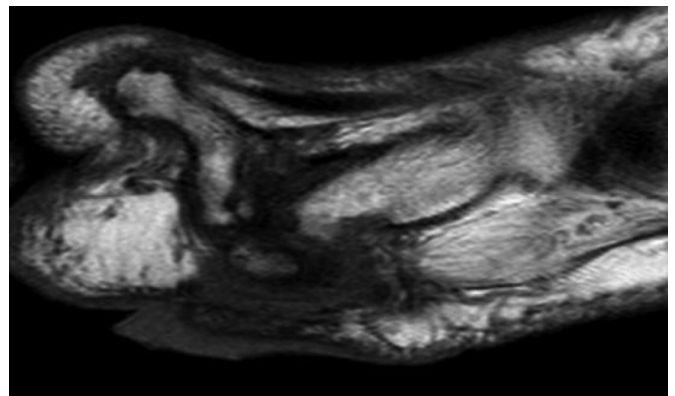


б)

**Рис. 10.** На МР-томограмі у корональній площині (рис. 10 а), у сагітальній площині (рис. 10 б) у режимах T1 Wі визначається перелом 3 плеснової кістки з помірним зміщенням фрагментів по ширині, оточений вираженим набряком м'яких тканин. З анамнезу: пацієнт 27 р., скарги на різкий біль та набряк у передньому та середньому відділах стопи, виражений набряк м'яких тканин



а)



б)

**Рис. 11.** На МР-томограмі (рис. 11 а) у сагітальній площині, режим T1 TSE визначається деструкція, остеолізіс кісток передплесно-плеснових суглобів, значний набряк м'яких тканин, норицеві ходи по підшовній поверхні.

Малюнок-схема (рис. 11 б) з сайту radiology assistant.nl. З анамнезу: Ж. 60 р., в анамнезі цукровий діабет на протязі 10 років, гнійно-некротичні зміни переднього відділу стопи по підшовній поверхні, виражений набряк м'яких тканин.

натъочників (рис.11) [28,29]. Клінічно пацієнти скаржаться на лихоманку, виражений больовий синдром, гіперемію та набряк м'яких тканин, обмеження рухів у суглобах.

### Стопа Шарко (діабетична стопа)

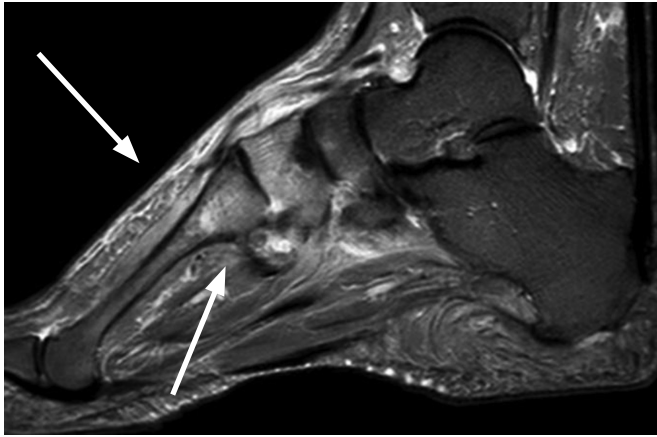
Ще одне ускладнення цукрового діабету це стопа Шарко, патологія, яка виникає на фоні діабетичної поліневропатії та ангіопатії. Зустрічається у 20-25% хворих на цукровий діабет. В умовах периферичної невропатії та ангіопатії, що є недо-

оціненими у більшості випадків, навіть незначне пошкодження призводить до хронічного запального процесу та прогресуючого остеолізісу [30,31].

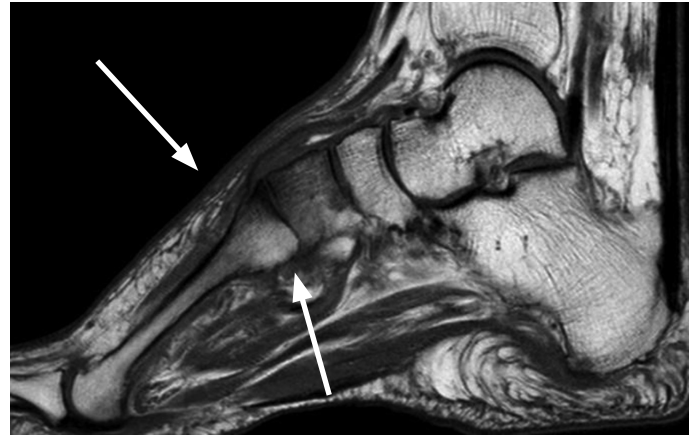
МРТ є єдиним методом діагностики, який дозволяє виявити трабекулярний набряк кісткової тканин, що дозволяє діагностувати ранні ознаки стопи Шопара, які не візуалізуються на рентгенограмі та УЗД (рис.12).

### Подагра

Один з видів кристалічної артропатії є подагра,



а)



б)

**Рис. 12.** На МР-томограмі у сагітальній площині візуалізуються обширні зони підвищення МРС у режимі з жиропригніченням (рис. 12 а), зниження - у T1 33 (рис. 12 б) у кістках, що формують передплюсноплеоснові суглоби; початкові деструктивні зміни кісток міжплюсневих суглобів. З анамнезу: Ч.47 р., з вираженим больовим синдромом та набряком у передньому відділі стопи, в анамнезі цукровий діабет.

що пов'язана з відкладенням мононатрієвої кислоти у суглобах та в параартикулярних тканинах. Основними скаргами в період загострення є почервоніння, набряк, біль переважно в суглобах нижньої кінцівки. Класично страждає перший плюсно-фаланговий суглоб [32,33]. МРТ дозволяє надати комплексну оцінку структур суглоба та оточуючих м'яких тканин (подагричні тофуси) (рис.13).

### Стороннє тіло

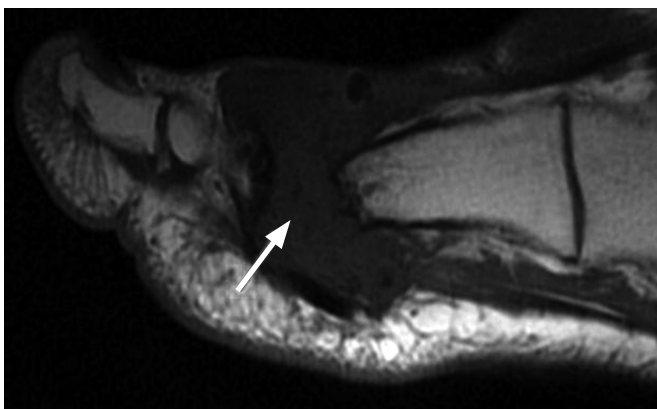
МРТ не є первинним методом вибору у пошуку сторонніх тіл в м'яких тканинах стопи. Якщо стороннє тіло виготовлено з металу, то на більшості зображень буде візуалізуватися артефакт [34,35].

Частота сторонніх тіл у ранах після травми завдяки МР дослідженню була зафіксована на рівні 1,5 % – у поверхневих шарах та 7,5% – у більш глибоких шарах рани (рис. 14), [36,37].

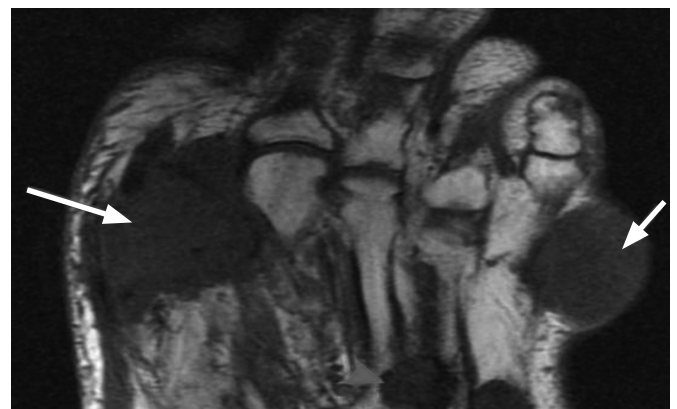
У деяких випадках на МР-зображеннях візуалізуються артефакти від металу. Більшість пацієнтів навіть не знає причини появи металевих часточок. На рис.15 наведено приклад випадкової знахідки. На МР-зображенні металеві артефакти виглядають як вогнища з гіперінтенсивним МРС у режимі з жиропригніченням.

### Гемангіома м'яких тканин

Гемангіома м'яких тканин це доброякісна судинна пухлина м'яких тканин. Складає 7% всіх



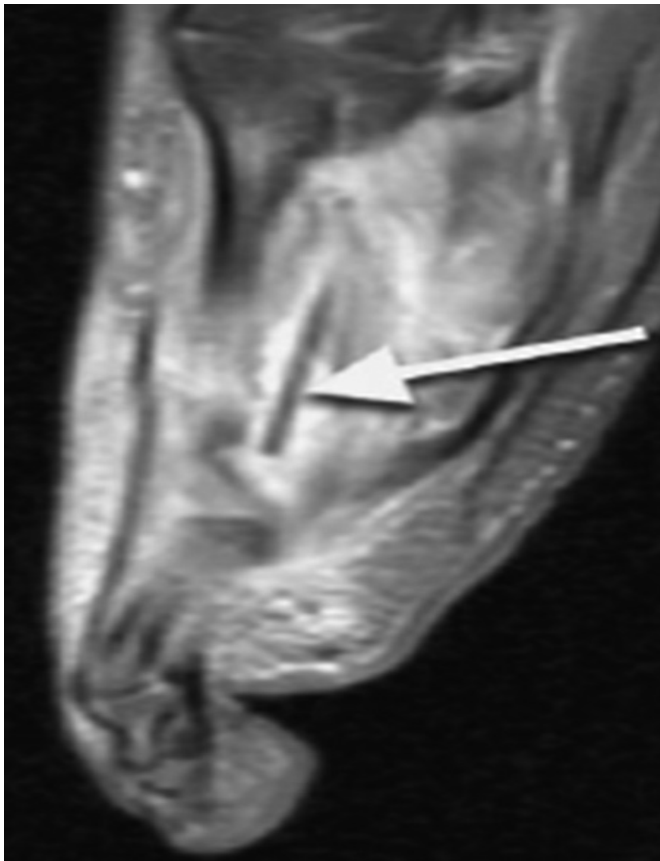
а)



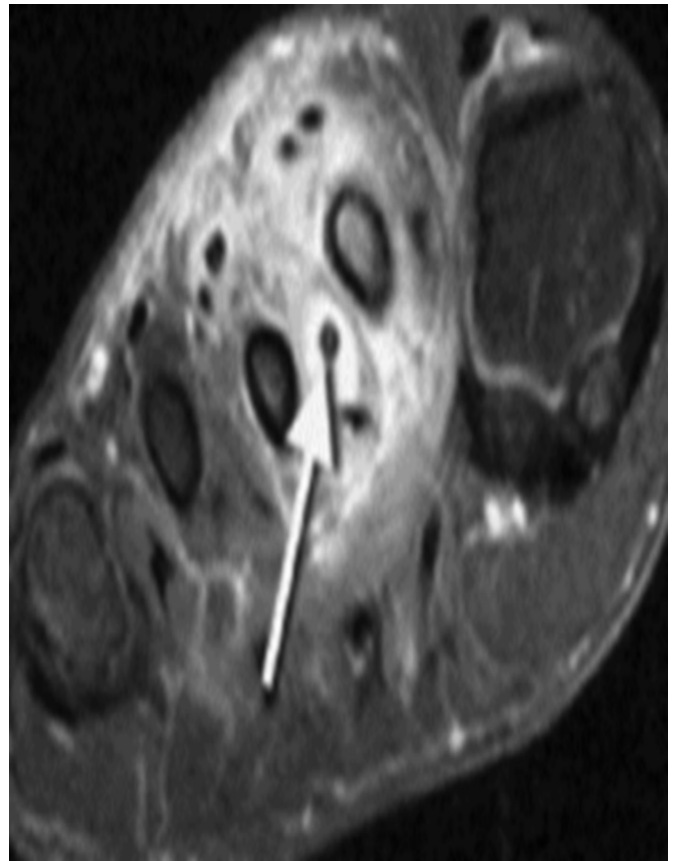
б)

**Рис.13.** На МР-томограмах у сагітальній площині (рис.13 а), у корональній площині (рис.13 б) у режимах T1 Wі візуалізуються структури з гіпоінтенсивним сигналом в усіх послідовностях в м'яких тканинах в проекції передплюсно-плюсневих суглобів та видалених 1-го та 5 плюсно-фалангового суглобів, визначаються множинні ерозії кісток передплюсни та основи плюсневих кісток. З анамнезу: Ж. 58 р., декілька років тому була проведена резекція кісток, що формують 1 плюсно-фаланговий суглоб з приводу тяжкої подагричної артропатії





а)



б)

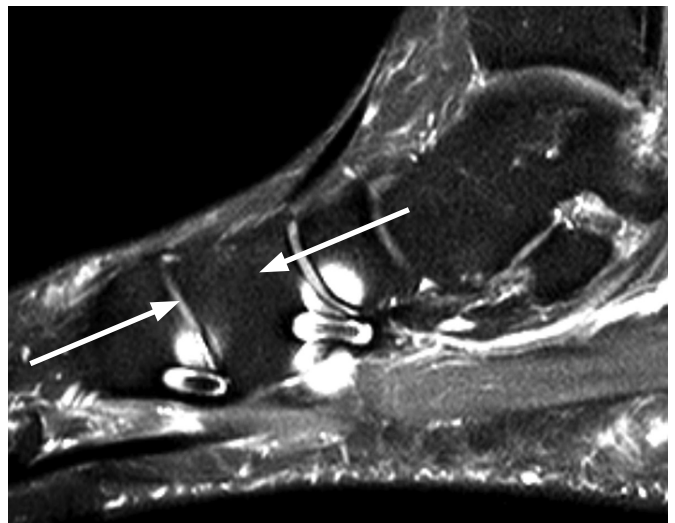
**Рис. 14.** На МР-томограмах у сагітальній площині (рис. 14 а) та аксіальній площині (рис. 14 б), режим Pd Wi визначається поширена зона набряку м'яких тканин середнього відділу стопи в проекції 2-3 плеснової кісток на фоні якої в усіх режимах візуалізується лінійна гіпоінтенсивна структура, з чіткими контурами (зубочистка). З анамнезу: Пацієнт. 8 р., виражена біль у передньому відділі стопи, особливо останній тиждень, набряк. При рентгенологічному дослідженні патологічних змін не виявлено.

доброякісних пухлин м'яких тканин [38,39]. Найбільша частота пухлини зустрічається в ранньому дитячому віці та у дітей в цілому.

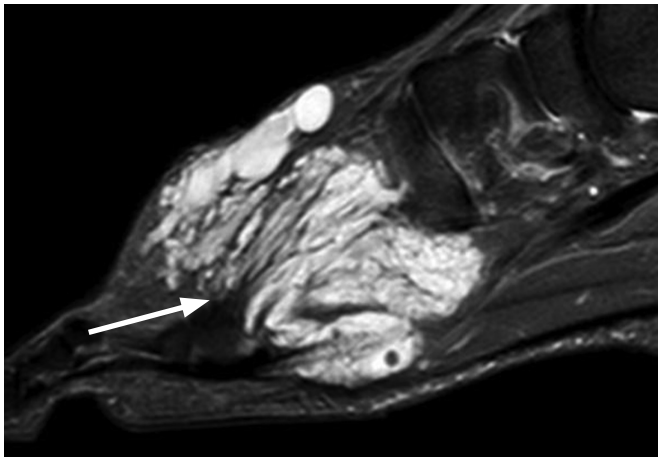
Гістологічно складається з 5 підтипів: капілярний, кавернозний, артеріовенозний, венозний та змішаний. На МР-зображеннях гемангіоми мають чіткі контури з наявністю включень /вкраплень, без ознак інвазії м'яких тканин, з високим МРС у режимі T2 та Pd Fs, підвищеним – у T1 (рис. 14).

### Заключення

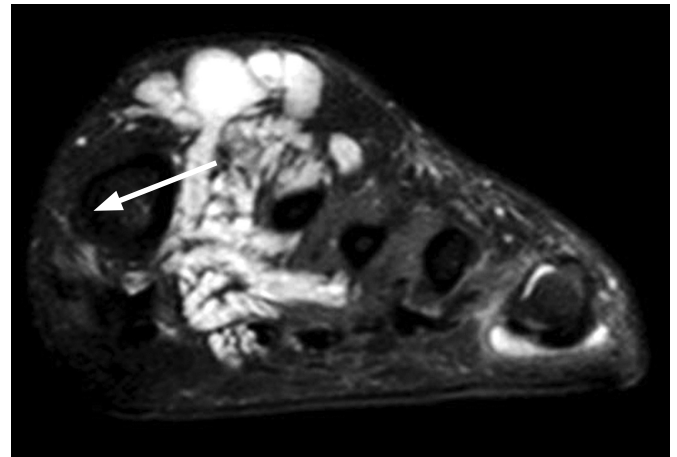
Рентгенографія та ультразвукове дослідження рекомендовані як перша лінія у діагностичному алгоритмі обстеження пацієнтів з больовим синдромом у передньому відділі стопи. МРТ є другою лінією, але має ряд переваг перед іншими методами діагностики, такими як рентгенографія, комп'ютерна томографія, сонографія, оскільки дозволяє більш чітко візуалізувати дрібні структури, комплексно оцінити стан як м'якотканинних, так і кісткових тканин стопи. Складна 3Д анатомія



**Рис.15.** На МР-томограмі у сагітальній площині, режим Pd FSE - гіперінтенсивні включення (металеві артефакти). З анамнезу: Ч. 40 р., больові відчуття у передньому відділі стопи впродовж 2 місяців.



а)



б)

**Рис. 16.** На МР-томограмах у сагітальній (рис.16 а) та аксіальній (рис.16 б) площинах, виконаних у режимі PD FS у м'яких тканинах в проекції 1 міжплезного проміжка визначається об'ємне утворення з чіткими бугристими контурами, схоже на китиці винограду, з високим МРС. З анамнезу: Ж. 43 р., пекучі болі у передньому відділі стопи протягом року. Попередній діагноз: неврома Мортон

цього сегменту кінцівки потребує використання високопольних томографів потужністю 1,5-3 Т. При стандартному МРТ дослідженні стопи використовують всі три основні площини (аксіальна, сагітальна, корональна) у режимах FS PD FSE, T1 FSE, PD FSE. МРТ, даний метод є високочутливим для візуалізації об'ємних утворень, сторонніх тіл, остеонекрозу, стрес-перелому, запальних та дегенеративних змін стопи. МРТ дозволяє виявити початкові ознаки патології на дорентгенологічній стадії.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів під час підготовки статті.

## References

1. Quinn TJ, Jacobson JA, Craig JG, van Holsbeeck MT. Sonography of Morton's Neuromas. *AJR Am J of Roentgenol.* 2000;174(6):1723-8. DOI: 10.2214/ajr.174.6.1741723.
2. Ісакова ТМ, Дьячкова ГВ. Магнітно-резонансна томографія в оцінці пошкодження зв'язок голеностопного сустава при застарелых его пошкодженнях. *Гений ортопедии.* 2009;1:65-9. Isakova TM, Dyachkova GV. Magnetic resonance imaging in the assessment of damage to the ligaments of the ankle joint in chronic injuries. *Geniy ortopedii.* 2009;1:65-9. [in Russian].
3. Ulrike Szeimies, Axel Stbler, Markus Walper. *Diagnostic Imaging of the Foot and Ankle.* 2014; DOI: 9783131764713.
4. Турчин ОА, Лябах АП. Диференційна діагностика метатарзалгії. *Ортопедія, травматологія та протезування.* 2018;4:48-52. DOI: 10.15674/0030-59872018448-52. Turchyn OA, Liabakh AP. Differential diagnosis of metatarsalgia. *Ortopediia, travmatolohiia ta protezuvannia.* 2018;4:48-52. DOI: 10.15674/0030-59872018448-52. [in Ukrainian].
5. Ganguly A, Warner J, Aniq H. Central Metatarsalgia and Walking on Pebbles: Beyond Morton Neuroma. *AJR Am J of Roentgenol.* 2018;210(4):821-33. DOI: 10.2214/AJR.17.18460.
6. Gude V, Morelli V. Ganglion cysts: pathophysiology, clinic and treatment. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2008;1(3-4):205-11. DOI: 10.1007/s12178-008-9033-4.
7. Rosenbaum Aj, Positano RG, Positano RCJ, Dines JS. Ankle impingement caused by an intraarticular plica: a report of 2 cases. *Foot Ankle Spec.* 2016;9(1):79-82. DOI: 10.1177/1938640015578515.
8. Tornburg LE. Ganglion cyst of the wrist. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999;7(4):231-8.
9. Dinato MC, Luques IU, Freitas Mde F, Pereira Filho MV, Pagnano RG. Endoscopic treatment of the posterior ankle impingement syndrome on amateur and professional athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24:1396-401. DOI: 10.1007/s00167-015-3747-9.
10. Vanhoenacker FM, Eyselbergs M, Van Hul E, Van Dyck P, De Schepper AM. Pseudotumoural soft tissue lesions of the hand and wrist: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2011;2(3):319-33. DOI: 10.1007 / s13244-011-0076.
11. Kim SH, Ha Kl. Arthroscopic treatment for impingement of the anterolateral soft tissues. *Bone joint Surg Br.* 2000;82:1019-21.
12. Витько НК, Зубанов АГ. Магнітно-резонансна анатомія голеностопного сустава и стопи: нормальная анатомия и проблема визуализации. *Радиология-практика.* 2002;3:2-14. Vitko NK, Zubanov AG. Magnetic resonance anatomy of the ankle and foot: normal anatomy and an imaging problem. *Radiologiya-praktika.* 2002;3:2-14. [in Russian].
13. Theodorou DJ, Theodorou SJ, Farooki S, Kakitsubata Y, Resnick D. Disorders of the plantar aponeurosis: a spectrum of MR imaging findings. *AJR Am J Roentgenol.* 2001;176(1):97-104. DOI: 10.2214/ajr.176.1.1760097.
14. Shah MB, Raju K, Kumar H. Revisiting Prostate Biopsy with 2014 ISUP Modified Gleason Score and Gleason grade – A Gross Section Study. *Biomedical Research and Therapy.* 2018; DOI: 10.15419/BMRAT.V5I12.511.
15. Kloppenburg M, Berenbaum F. Osteoarthritis year in review 2019: epidemiology and therapy. *Osteoarthritis and cartilage.* 2020;28(3):242-48. DOI: 10.1016/j.joca.2020.01.002.

16. Choi WJ, Lee JW, Han SH, Kim BS, Lee SK. Chronic lateral ankle instability: the effect of intra-articular lesions on clinical outcome. *Am j Sports Med.* 2008;36(11):2167-72. DOI:10.1177/0363546508319050.
17. Dimmick S, Linklater J. Ankle impingement syndromes. *Radiol Clin North Am.* 2013;51:479-510. DOI: 10.1016/j.rcl.2012.11.005.
18. Труфанов ГЕ, Пчелин ИГ, Пашникова ИС. Лучевая диагностика поврежденных гленостопного сустава и стопы. СПб:Элби-СПб; 2014, 366 с. Trufanov GYe, Pchelin IG, Pashnikova IS. Radiation diagnosis of injuries of the ankle joint and foot. SPb:Elbi-SPb; 2014, 366 s. [in Russian].
19. Kohn M, Sassoon A, Fernando N. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 2012;8:1886-93. DOI: 10.1007/s11999-016-4732-4.
20. Kwon DG, Sung KH, Chung ChY, Park MS, Kim TW, Lee SH, et al. Associations between MRI findings and symptoms in patients with chronic ankle sprain. *J Foot Ankle Surg.* 2014;53(4):411-14. DOI: 10.1053/j.jfas.2014.02.018.
21. Звездкина ЕА. Магнитно-резонансная томография голеностопного сустава. Клиническая практика. 2012;5:31-9. Zvezdkina YeA. Magnetic resonance imaging of the ankle joint. *Klinicheskaya praktika.* 2012;5:31-9. [in Russian].
22. Frost SC, Amendola A. Is stress radiography necessary in the diagnosis of acute or chronic ankle instability? *Clin J Sport Med.* 1999;9(1):40-45.
23. Milgrom C, Giladi M, Stein M, Kashtan H, Margulies JY, Chisin R, et al. Stress fractures in military recruits. A prospective study showing an unusually high incidence. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67-B(5):732-5. DOI: 10.1302/0301-620X.67B5.4055871.
24. Chang A, Miler T. Imaging of tendons. *Sport Health.* 2009;1(4):283-300.
25. Lee J K, Yao L. Stress fractures: MR imaging. In: *Radiology;* 1988:53-61.
26. Суслова О.Я. Рентгено диагностика повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата. 1989;1:16. Suslova OY. Rentgeno diagnostika of injury and pathology of skelet-muscle system. 1989;1:16.
27. Лябах АП, Міхневич ОЕ, Пятковський ВМ. Хірургічне лікування діабетичної остеоартропатії стопи в хронічній стадії. Вісник ортопедії, травматології та протезування. 2011;(3):33-37. Liabakh AP, Mikhnevych OE, Piatkovskiy VM. Surgical treatment of diabetic osteoarthropathy of the foot in the chronic stage. *Visnyk ortopedii, travmatolohii ta protezuvannia.* 2011;(3):33-37. [in Ukrainian].
28. Gold RH, Hawkins RA, Katz RD. Bacterial osteomyelitis: findings on plain radiography, CT, MR, and scintigraphy. *AJR Am J Roentgenol.* 1991;157(2):365-70.
29. Collins MS, Schaar MM, Wenger DE, Mandrekar JN. T1-weighted MRI characteristics of pedal osteomyelitis. *AJR Am J Roentgenol.* 2005;185(2):386-93. DOI: 10.2214/ajr.185.2.01850386.
30. Mautone M, Naidoo P. What the radiologist needs to know about Charcot foot. *J Med Imaging Radiat Oncol.* 2015;59(4):395-402. DOI: 10.1111/1754-9485.12325.
31. Khan V. Open journal of clinical diagnostics. Injuries of ligaments of ankle joint. 2013;3:137-41.
32. Neogi T. Clinical practice. Gout. *The New England journal of medicine.* 2011;364(5):443-52. DOI: 10.1056/NEJMcpr1001124.
33. Tourne Y, Besse J Which tests to assess the lesions? *Chronic ankle instability.* 2010;96(4):433-46.
34. Ingraham CR, Mannelli L, Robinson JD, Linnau KF. Radiology of foreign bodies: how do we image them? *Emergency radiology* 2015;22(4):425-30. DOI: 10.1007/s10140-015-1294-9.
35. Liu SH, Raskin A, Osti L, Baker C, Jacobson K, Finerman G. Arthroscopic treatment of anterolateral ankle impingement. *Arthroscopy.* 1994;10:215-18.
36. Orlinsky M, Bright AA. The utility of routine x-rays in all glass-caused wounds. *Am J Emerg Med.* 2006;24(2):233-6. DOI: 10.1016/i.aiem.2005.06.008.
37. Choi WJ, Lee JW, Han SH, Kim BS, Lee SK. Chronic lateral ankle instability: the effect of intra-articular lesions on clinical outcome. *Am J Sports Med.* 2008;36(11):2167-72. DOI:10.1177/0363546508319050.
38. Olsen KI, Stacy GS, Montag A. Soft-tissue cavernous hemangioma. *Radiographics.* 2004;24(3):849-54. DOI: 10.1148/rg.243035165.
39. Raikin SM, Cooke PH. Divot sign: a new observation in anterior of ankle. *Foot ankle Int.* 1999;20(8):525-3.

## Modern Approaches to MRI Diagnostics of Forefoot Pathology (Literature Review)

Radchenko K.A.<sup>1</sup>, Haiko O.G.<sup>1</sup>, Luchko R.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>SI «Institute of Traumatology and Orthopedics of NAMS of Ukraine», Kyiv

**Summary.** *The problem of pain in the forefoot is extremely relevant in the medical and social spheres. Diseases and injuries of the foot account for 6-12% of the total number of all injuries and diseases of the musculoskeletal system. The article is devoted to the main diagnostic capabilities of magnetic resonance imaging (MRI) for pathology of the forefoot, determining the indications for examination of the patient and protocols for examining the foot.*

**Keywords:** *MRI; diagnostics; Morton's neuroma; Charcot foot; stress fracture; synovitis; weighted image.*