

PENANGKAPAN NON-OSSEOUS TECHNETIUM-99M METHYLENE DIPHOSPHONATE (TC-99M MDP) PADA PEMERIKSAAN SIDIK TULANG

Miraz Hedi Kusumah, Erwin Affandi

Universitas Padjadjaran, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

Email: hedikusumah@gmail.com, erwin.affandi711@gmail.com

Keywords:

Non-Osseous Uptake; Tc-99m MDP; Bone Scintigraphy.

ABSTRACT

Non-osseous uptake on Tc-99m methylene diphosphonate can be caused by the processing of neoplasms, trauma, inflammatory processes, ischemic, and artifacts. Using Tc-99m MDP in bone scintigraphy imaging can show the changes in the metabolism of non-osseous lesions. Bone scintigraphy can show soft tissue lesions due to increased focal area activity. This study aimed to determine the non-osseous uptake of Tc-99m MDP in bone scintigraphy. The methods of this article were an article review of the current literature published in the last ten years until 2022 that discusses the uptake of non-osseous Tc-99m MDP on bone scintigraphy. This study found that proper identification of non-osseous uptake on bone scintigraphy can provide a diagnostic clue to the pathologic process. In conclusion, imaging of Tc-99m MDP uptake on the bone scintigraphy can provide additional information to reduce the risk of misinterpretation of bone scintigraphy results.

Kata Kunci:

Pengangkapan Non-Osseous; Tc-99m MDP; Sidik Tulang.

ABSTRAK

Penangkapan non-osseous pada pemeriksaan sidik tulang dengan menggunakan radiofarmaka Technetium-99m methylene diphosphonate (Tc-99m MDP) dapat disebabkan karena proses neoplasma, trauma, proses inflamasi, iskemik, dan artefak. Perubahan metabolisme lesi non-osseous dapat diketahui pada pencitraan sidik tulang dengan menggunakan radiofarmaka Tc-99m MDP. Lesi pada jaringan lunak dapat terlihat pada pemeriksaan sidik tulang karena adanya peningkatan aktivitas pada area fokal. Tujuan penulisan telaah pustaka ini adalah untuk mengetahui gambaran penangkapan non-osseous Tc-99m MDP pada pemeriksaan sidik tulang. Metode penelitian ini adalah tinjauan pustaka dari semua literatur mengenai penangkapan non-osseous Tc-99m MDP pada sidik tulang yang dipublikasikan dalam 10 tahun terakhir hingga tahun 2022. Hasil penelitian ini didapatkan bahwa identifikasi yang tepat dari penangkapan Tc-99m MDP pada sidik tulang dapat memberikan petunjuk diagnostik pada proses patologis. Kesimpulan dari telaah pustaka ini adalah pencitraan penangkapan non-osseous Tc-99m MDP pada pemeriksaan sidik tulang dapat memberikan informasi

How to cite:

Miraz Hedi Kusumah, Erwin Affandi (2023) Penangkapan Non-Osseous Technetium-99m Methylene Diphosphonate (Tc-99m MDP) pada Pemeriksaan Sidik Tulang, *Journal Health Sains*, 4(4). <https://doi.org/10.46799/jhs.v4i4.878>

E-ISSN:

2722-5356

Published by:

Ridwan Institute

tambahan sehingga dapat mengurangi risiko salah interpretasi dalam membaca hasil pemeriksaan sidik tulang.

Info Artikel Artikel masuk 01-04-23, Direvisi 17-04-23, Diterima 20-04-23

PENDAHULUAN

Technetium-99m methylene diphosphonate (Tc-99m MDP) umumnya digunakan pada pemeriksaan sidik tulang. Tc-99m MDP digunakan dalam pencitraan sidik tulang karena sifatnya yang stabil dalam tubuh dan *clearance* darah yang cepat (Dadgar et al., 2022). Contoh kasus pemeriksaan sidik tulang pada skeletal yaitu: osteomyelitis, proses metastasis, dan trauma (Love & Palestro, 2016), (L. Zhang et al., 2019), (Minamimoto et al., 2015).

Gambaran normal penangkapan Tc-99m MDP pada pemeriksaan sidik tulang terdapat pada tulang, kandung kemih, dan ginjal. Namun demikian, penangkapan patologis Tc-99m MDP dapat menunjukkan gambaran penangkapan non-osseous. Penangkapan non-osseous dapat ditemukan pada jaringan lunak (Mir et al., 2022), (Liu et al., 2020), (Khor et al., 2013).

Salah satu faktor yang berperan dalam peningkatan penangkapan non-osseous Tc-99m MDP adalah proses penyakit yang mengakibatkan ekspansi cairan ekstraseluler. Perbedaan visualisasi pada penangkapan radiofarmaka yang terdapat di jaringan lunak menunjukkan perubahan cairan ekstraseluler regional (Liu et al., 2020).

Konsentrasi Tc-99m MDP secara langsung berhubungan dengan aliran darah dan vaskularisasi. Peningkatan vaskularisasi dan permeabilitas vaskuloner berperan dalam peningkatan penangkapan non-osseous pada Tc-99m MDP. Adanya senyawa vasoaktif mengakibatkan perubahan permeabilitas kapiler. Sedangkan neovaskularisasi merupakan faktor tambahan yang menyebabkan akumulasi Tc-99m MDP pada jaringan (Şahin et al., 2014).

Pada keadaan tertentu, mekanisme pasti dari penangkapan non-osseous Tc-99m MDP belum diketahui dengan pasti. Obstruksi, anomali dan disfungsi dari traktus urinarius dapat terlihat dari pencitraan Tc-99m MDP (Wright & Sharma, 2015). Akumulasi dari Tc-99m MDP di luar skeletal tubuh mempunyai implikasi diagnostik praktis dan mengindikasikan adanya penyakit sistemik (Şahin et al., 2014). Pengenalan dari berbagai jenis penangkapan non-osseous Tc-99m MDP dapat meningkatkan nilai diagnostik dari pemeriksaan sidik tulang (Bermo et al., 2018). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran penangkapan non-osseous Tc-99m MDP pada pemeriksaan sidik tulang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode literature review atau studi kepustakaan. Telaah pustaka pada studi ini menggunakan mesin pencari referensi dari pubmed NCBI. Kami mencari artikel berbahasa Inggris dari Pubmed. Kata kunci yang digunakan dalam penelusuran pustaka adalah non-osseous atau extraosseous, Tc-99m methylene

diphosphonate, bone scintigraphy atau bone scan. Referensi yang digunakan dibatasi 10 tahun terakhir, yaitu tahun 2012-2022.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL PENELITIAN

Kami mendapatkan artikel sesuai kriteria inklusi yang berkaitan dengan gambaran penangkapan non-ossous pada pemeriksaan sidik tulang. Artikel tersebut berupa penelitian, *case-report*, dan *systematic review*.

PEMBAHASAN

Mekanisme Penangkapan Non-Osseus Tc-99m MDP

Perubahan metabolisme pada lesi non-osseus dapat diketahui pada pencitraan sidik tulang dengan menggunakan radiofarmaka Tc-99m MDP. Radiofarmaka Tc-99m MDP berdifusi dari vaskular ke ruang ekstra selular pada penyuntikan intravena. Aktivitas osteoblast menyebabkan ikatan radiofarmaka Tc-99m MDP dengan substansi anorganik (kalsium hidroksiapatite, kalsium fosfat dan kalsium karbonat (Wale et al., 2015).

Penangkapan Tc-99m MDP yang meningkat dapat disebabkan oleh berbagai proses penyakit akibat difusi cairan ekstra selular. Fase awal dari konsentrasi Tc-99m MDP pada jaringan normal berhubungan dengan vaskularisasi. Peningkatan penangkapan Tc-99m MDP berhubungan dengan peningkatan perfusi regional karena difusi pasif pada jaringan yang mengalami inflamasi contohnya pada bursitis. Sebaliknya penurunan penangkapan Tc-99m MDP terjadi pada proses avaskular contohnya nekrosis pada rongga abses. Peningkatan perfusi saja tidak menghasilkan uptake yang tinggi pada jaringan lunak seperti pada proses inflamasi, trauma dan neoplasma meskipun aliran darah regional merupakan faktor penentu dari penangkapan Tc-99m MDP (Shao et al., 2019), (Torres et al., 2021).

Konsentrasi Tc-99m MDP pada jaringan normal berbanding lurus dengan kadar kalsium yang terkandung didalamnya, dengan konsentrasi tinggi pada tulang (14%-24%) dan konsentrasi rendah pada otot (0.005% kalsium). Proses penangkapan oleh Tc-99m MDP pada jaringan tulang yang normal hampir sama dengan jaringan lunak. Peningkatan kalsium pada infark miokard atau kerusakan otot skeletal terlihat pula pada pemeriksaan sidik tulang Tc-99m MDP. Kalsium di luar jaringan tulang berhubungan dengan kolagen, osteoid, miofibril dan substrat organik yang lain. Methylene diphosphonate bertindak sebagai ligan yang menyerap masuk ke dalam kalsium jaringan, menempatkan Tc-99m MDP pada fase mineral tanpa interaksi substrat organik secara signifikan (Zhong et al., 2015).

Aviditas Tc-99m MDP terhadap jaringan lunak dapat ditentukan dari konsentrasi kalsium jaringan secara absolut. Faktor reaktivitas dari diphosphonate terhadap deposit kalsium dapat ditentukan oleh ion metalik, area permukaan kristalin dan rasio molar kalsium-fosfat. Tempat yang sering mengalami kalsifikasi terjadi pada rasio molar CA:PO₄ yang rendah dan pada permukaan area yang luas. Penangkapan non-osseus dari

Penangkapan Non-Osseous Technetium-99m Methylene Diphosphonate (Tc-99m MDP) pada Pemeriksaan Sidik Tulang

Tc-99m MDP dihasilkan oleh deposit magnesium dan kalsium fosfat serta konsentrasi zat besi yang tinggi pada jaringan lunak. Technetium-99m terpisah dengan methylene diphosphonate pada keadaan peningkatan kadar besi pada jaringan. Proses penangkapan non-osseus juga dapat terjadi karena adanya ekstrasvasi hem ke dalam jaringan lunak sehingga menghasilkan keadaan yang berlebihan zat besi. Proses tersebut menggambarkan jaringan lunak yang abnormal (Zhong et al., 2015).

Tiga jam setelah penyuntikan Tc-99m MDP, ditemukan dosis radiofarmaka berada dalam jaringan lunak sebesar 2%-10%. Jumlah penangkapan radiofarmaka dipengaruhi oleh fungsi ginjal dan status hidrasi yang sangat menurunkan clearance darah dan *clearance* pada jaringan lunak. Keadaan lesi simetris memegang peranan penting dalam deteksi abnormalitas penangkapan non-osseus yang terdapat pada pemeriksaan tulang dalam keadaan patologis (Verma et al., 2016).

Interprestasi Pencitraan

Lesi pada jaringan lunak dapat terlihat pada pemeriksaan sidik tulang karena adanya peningkatan aktivitas pada area fokal. Deteksi abnormalitas membutuhkan pencitraan dengan kualitas baik, proyeksi tambahan dan pemeriksaan secara teliti. Penyesuaian kontras dan penguatan warna secara digital diperlukan untuk membedakan antara penangkapan normal dan abnormal (Verma et al., 2016).

Akumulasi dari Tc-99m MDP pada jaringan payudara pada umumnya bervariasi namun bersifat uniform dan simetris, sedangkan pada hasil pencitraan jaringan lunak lainnya tampak samar-samar.(Orcajo-Rincon et al., 2022) Timbulnya kalsifikasi pada kartilago dan pembuluh darah dapat dipengaruhi oleh proses usia sehingga tidak disamakan dengan aktivitas abnormal dari jaringan lunak.(Minamimoto et al., 2015), (Shen et al., 2014).

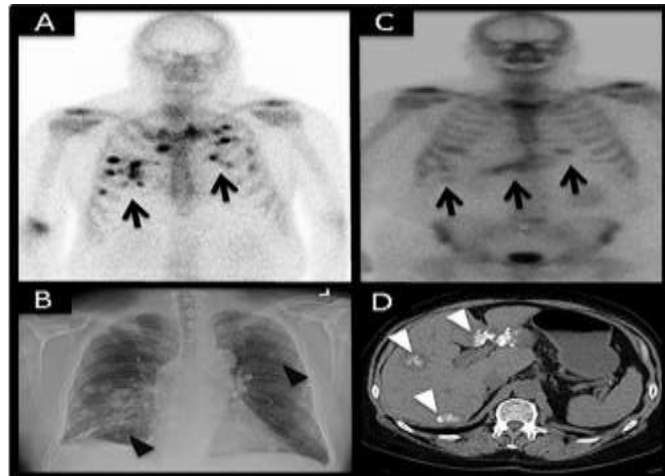
Jenis-Jenis Penangkapan Non-Osseus

Neoplasma

Penangkapan Tc-99m MDP dapat ditimbulkan dari berbagai proses neoplasma jinak dan keganasan.(Torres et al., 2021),(Sun et al., 2020),(Pirayesh et al., 2013) Neoplasma jinak yang ditandai oleh massa juxtaarticular yang terdiri dari kalsium fosfat merupakan tumor calcinosis.(Asokendaran & Lenzo, 2016),(Sha et al., 2019) Tumor ini berupa nodul yang mengalami kalsifikasi pada jaringan lunak sekitar persendian. Nodul ini dapat membesar dan menimbulkan keluhan nyeri. Deposit garam kalsium terutama pada daerah sendi besar seperti pinggul, bahu, siku tangan, serta pergelangan tangan atau kaki. Kapsul jaringan penyambung dengan permukaan berlobulasi mengelilingi massa tumor. Deposit dari kalsium periartikular dapat dilihat dengan ketiadaan kalsifikasi vaskular atau visceral dalam keadaan normokalsemia dan fungsi ginjal normal. Metode untuk mendeteksi adanya lesi dan menghitung jumlah lesi dapat dilakukan dengan pemeriksaan sidik tulang (Sonavane et al., 2013). Peningkatan penangkapan Tc-99m MDP oleh massa yang mengalami kalsifikasi dapat terlihat pada pemeriksaan tersebut. (Itani et al., 2017), (An et al., 2015).

Lesi primer atau metastasis ganas dapat mengakumulasi Tc-99m MDP akibat dari kalsifikasi tumor. Tumor primer yang banyak menangkap Tc-99m MDP yaitu kanker payudara, karsinoma hepatoseluler, osteosarkoma, neuroblastoma, sarkoma, dan glioma. Metastasis jaringan lunak diketahui mengalami kalsifikasi dan mengakumulasi Tc-99m MDP termasuk osteosarkoma, ovarium berlendir dan tumor gastrointestinal, neuroblastoma, serta kanker payudara dan paru-paru (Gambar. 1A-D) (Shen et al., 2014).

Gambar 1. Pencitraan sidik tulang pada neoplasma



Pencitraan sidik tulang anterior pada pasien dengan riwayat reseksi osteosarkoma sebelumnya yang menunjukkan penangkapan fokus yang banyak di dalam paru-paru (panah) (A) disebabkan oleh kalsifikasi metastasis nodul (tanda panah) pada radiografi dada (B). Pencitraan sidik tulang anterior (C) pada pria berusia 68 tahun dengan adenokarsinoma usus besar yang menunjukkan penangkapan fokus di kuadran kanan atas (panah) yang sesuai dengan kalsifikasi metastasis lesi (tanda panah) pada CT (D).

Inflamasi/infeksi

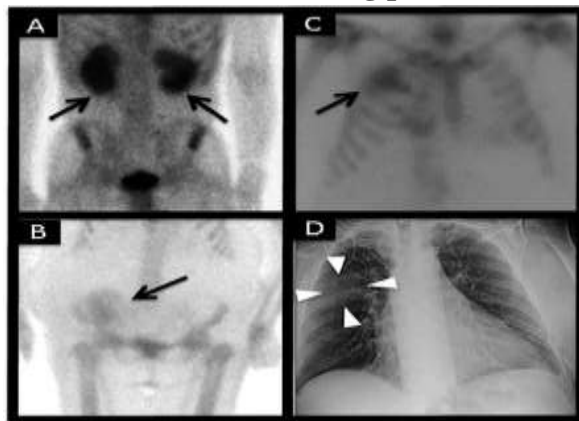
Bursitis sering muncul secara spontan karena proses pergesekan yang berlebihan atau infeksi. Pada awal kondisi akut, bursa membengkak karena adanya cairan serosa dan mukoid. Selama proses inflamasi berlangsung, presipitat “pasir” kalsium berkembang dalam cairan bursa. Kalsifikasi dan hiperemia pada bursa sendi yang mengalami inflamasi menimbulkan deposit radiofarmaka pada tempat tersebut (Kousik & Ram, 2021). Deposit kristal didalam persendian menimbulkan hiperemia pada sinovial, edema, dan proliferasi yang merupakan tanda dari crystalline arthropathies. Peningkatan perfusi regional dan peningkatan permeabilitas sehingga ekstrasvasasi Tc-99m MDP kedalam interstitial sinovial yang mengalami edema. Kemudian Tc-99m MDP terikat pada kalsium dan kristal urat (Kousik & Ram, 2021).

Pembentukan abses menghasilkan infiltrasi neutrofil ke jaringan sekitarnya dan eksudasi plasma secara akut. Proses hiperemia dan edema lokal pada tepi dari abses menimbulkan peningkatan difusi Tc-99m MDP kedalam abses dan tertahan didalam jaringan lunak. Sebagai alternatif, abses kronik kurang menimbulkan respon eksudatif.

Tampak dinding dari jaringan granulasi bersifat sirkumskripta dengan area fokal yang mengalami nekrosis. Tc-99m MDP terdeposit pada daerah nekrosis yang mengalami kalsifikasi atau sebagai hasil proliferasi jaringan fibrosa (Kousik & Ram, 2021).

Radiofarmaka Tc-99m MDP dapat terakumulasi pada penyakit granulomatosa kronis atau infeksi tidak aktif, kemungkinan disebabkan oleh mikro atau makrokalsifikasi. Tc-99m MDP dapat terakumulasi juga pada peradangan non infeksi. Tc-99m MDP yang terakumulasi di lokasi infeksi aktif kemungkinan terkait dengan peningkatan aliran darah, peningkatan permeabilitas kapiler, dan perubahan metabolisme kalsium. Contohnya adalah penangkapan di dalam kulit selulitis, di dalam paru-paru karena pneumonia (Gambar.2C, D) (Bermo et al., 2018).

Gambar 2. Pencitraan sidik tulang pada inflamasi/infeksi



Pencitraan sidik tulang anterior abdomen pada pria berusia 47 tahun dengan kanker paru-paru (A) menunjukkan retensi radiofarmaka difus yang ditandai di dalam ginjal (panah). Pencitraan sidik tulang anterior abdomen dan panggul (B) menunjukkan bagian kanan bawah kuadran kanan bawah (panah) yang sesuai dengan transplantasi ginjal yang diketahui. Sidik tulang anterior gambar dada pada pria berusia 60 tahun (C) yang menunjukkan penyerapan di lobus kanan atas (tanda panah) terkait dengan pneumonia dan konsolidasi yang terlihat pada radiografi dada (tanda panah) (D).

Iskemia

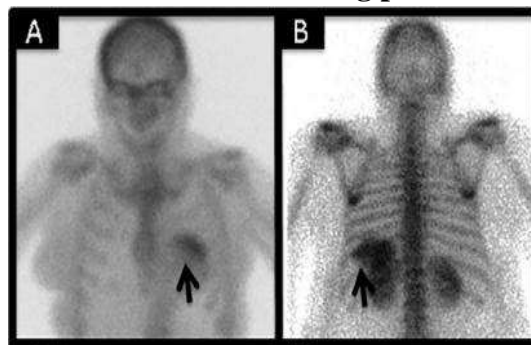
Penyakit *sickle cell*, penyakit *sickle cell*-hemoglobin C, dan anemia hemolitik umumnya disebabkan oleh kelainan pada lien. Mikrotrombosis menyebabkan terjadinya kongesti pasif dan pembesaran pada organ. Selanjutnya pada jaringan yang mengalami hipoksia terjadi infark secara progresif dan deposit dari hemosiderin dan kalsium yang mempunyai afinitas terhadap penangkapan Tc-99m MDP. Penangkapan pada hati dan infark pada otak meskipun jarang, mempunyai mekanisme yang hampir sama (Caobelli et al., 2013), (Kannivelu et al., 2013).

Dampak iskemik terhadap membran selular mengakibatkan terjadinya influk kalsium secara cepat ke intraselular, yang berpresipitasi sebagai garam didalam mitokondria. Protein yang mengalami denaturasi selanjutnya bertindak sebagai substrat

untuk deposit kalsium. Tc-99m MDP juga dapat terdeposit pada sel otot yang rusak atau yang mati jika masih terdapat aliran darah yang tersisa. Sepuluh persen dari perfusi normal diperlukan untuk menghantarkan Tc-99m MDP pada jaringan infark sehingga dapat menghasilkan pencitraan (Delaney et al., 2021). Setelah 7-10 hari, lokasi yang mengalami infark tidak lagi mempunyai ikatan terhadap Tc-99m MDP. Tc-99m pyrophosphate mempunyai ikatan yang lebih baik dari Tc-99m MDP terhadap jaringan infark sehingga merupakan pemeriksaan utama pada infark (Bermo et al., 2018).

Jaringan yang mengalami infark/iskemik memiliki jumlah kalsium intraseluler yang tinggi yang disimpan ke dalam mitokondria; jaringan ini kemudian dapat menangkap Tc-99m MDP. Sebagai contoh, penumpukan Tc-99m MDP dapat dilihat dalam kondisi infark miokard karena pelepasan kalsium dari miosit yang mati (Gambar. 3A). Penyebab serupa lainnya dari penangkapan MDP miokard termasuk amiloidosis jantung, angina tidak stabil, gagal jantung kongestif. Penumpukan MDP Tc-99m juga dapat dilihat di dalam lien yang mengalami infark pada pasien dengan anemia sel sabit (Gambar. 3B) (Kannivelu et al., 2013).

Gambar 3. Pencitraan sidik tulang pada iskemia/infark



Pencitraan sidik tulang anterior (A) yang menunjukkan penangkapan Tc-99m MDP miokard fokal (panah) pada pasien berusia 69 tahun dengan kanker paru-paru yang mengalami infark miokard akut. Pencitraan sidik tulang posterior (B) pada pasien penyakit sel sabit yang menunjukkan penangkapan TC-99m MDP lien yang menyebar (panah) yang berhubungan dengan infark lien kronis.

Trauma

Stres cedera pada otot, membran interosseous, atau tendon dapat muncul apabila mendapat beban berlebihan akibat aktivitas fisik secara abnormal dan berulang ulang (Abe et al., 2019),(Saxena et al., 2017),(Verrall & Dolman, 2016). Influk kalsium, inflamasi, dan edema pada daerah yang mengalami cedera menyebabkan akumulasi lokal oleh Tc-99m MDP (Kim et al., 2017),(Govaert et al., 2017). Pada sidik tulang, seluruh otot yang mengalami cedera dapat nampak pada pencitraan. Konsentrasi radiofarmaka secara maksimal muncul pada 48 jam pertama setelah cedera (Mandegaran et al., 2019),(Manganaro et al., 2019). Penangkapan radiofarmaka pada fascia dan tendon bersifat fokal dan terbatas pada lesi cedera. Pada proses hematoma post-trauma terjadi

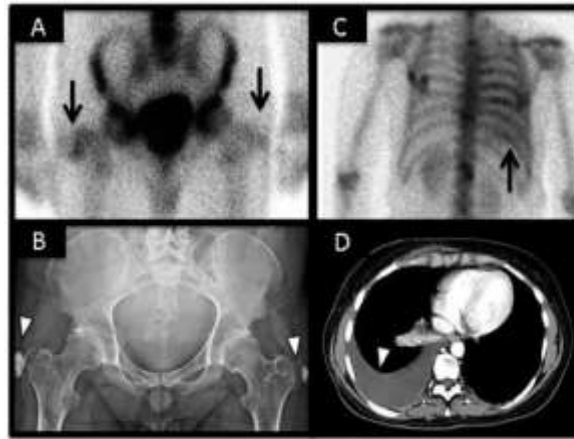
pertumbuhan kapiler-kapiler dan migrasi fibroblast secara cepat. Di dalam gumpalan darah (clot) terdapat hemosiderin dan kalsium presipitat. Lokalisasi Tc-99m MDP pada lokasi hemoragi bergantung dari derajat hiperemia dan jumlah deposit zat besi dan garam kalsium (Heindel et al., 2014).

Heterotopic ossification (HO) merupakan pembentukan tulang baru secara reaktif, yang muncul pada jaringan lunak setelah terjadinya trauma. Keberadaan tulang pada jaringan lunak merupakan keadaan yang tidak normal (Mujtaba et al., 2019),(Ghanem et al., 2020),(R. Zhang et al., 2018). Kondisi yang muncul pada jaringan yang sakit seperti pada tumor ini, perlu dibedakan dengan kalsifikasi metastatik pada keadaan hiperkalsemia dan kalsifikasi distrofi. Pembentukan HO juga harus dibedakan dengan pembentukan tulang pada tumor osteosarcoma dan osteochondroma. Ada dua jenis HO, yaitu bentuk yang didapatkan (acquired) dan bentuk yang diturunkan (herediter) namun bersifat jarang. Bentuk yang didapatkan (acquired) dari HO sering muncul setelah trauma muskuloskeletal (trauma secara langsung, fraktur dan tindakan ortopedik seperti *total hip arthroplasty*) dan penyebab neurogenik (trauma medula spinalis, cedera otak). Bentuk yang diturunkan yang sangat jarang adalah myositis ossificans progresif (Cheon & Yoo, 2022), (Jiang et al., 2015). Patogenesis dari ossifikasi jaringan lunak yang “sakit” dapat membedakannya dengan kalsifikasi pada daerah metastatik dan distrofi pada jaringan lunak. Patogenesis HO diduga terjadi karena perubahan dari sel primitif yang berasal dari sel mesenkim yang muncul pada jaringan penyambung dan otot, menjadi sel osteogenik diduga sebagai patogenesis terjadinya HO. Di dalam lesi, osteoblast bergabung dengan proliferasi fibroblast membentuk tulang lamelar. Tc-99m terikat erat pada tulang yang aktif secara metabolik dalam satu minggu setelah terjadi cedera. Sebagai tulang ektopik yang matur, penangkapan sidik tulang terbatas dan lebih rendah intensitasnya dibandingkan tulang yang normal. Pencitraan secara serial dapat mendeteksi maturasi, dimana saat itu merupakan saat yang tepat untuk melakukan eksisi. Pembentukan HO juga merupakan komplikasi fraktur, dislokasi, dan trauma tumpul pada muskular. Pada pasien yang mengalami kelemahan neurologik, pembentukan tulang heterotopik dapat terjadi pada jaringan lunak sekitar sendi dan otot (Bermo et al., 2018).

Gangguan pada drainase limfatik menimbulkan edema interstitial dan ekspansi regional ke kompartemen cairan ekstra selular. Proliferasi jaringan fibrosa secara normal muncul sebagai respon limfedema yang persisten. Seringkali sidik tulang pasien yang menjalani reseksi pembuluh kelenjar limfe aksila memberikan gambaran limfedema pada extremitas atas (Eberl et al., 2022).

Pembentukan HO dikaitkan dengan riwayat trauma sebelumnya atau imobilisasi yang lama. Osifikasi jaringan lunak berkembang menjadi pembentukan tulang yang matang sehingga dapat membatasi mobilitas, tergantung pada lokasi dan tingkat keparahannya (Gambar 4) (Bermo et al., 2018).

Gambar 4. Pencitraan sidik tulang pada trauma



Pencitraan sidik tulang anterior panggul pada pria berusia 37 tahun (A) yang menunjukkan penangkapan Tc-99m MDP di dalam paha (panah) yang sesuai dengan kalsifikasi heterotopik jinak (tanda panah) pada radiografi panggul (B). Pencitraan sidik tulang posterior dada pada wanita berusia 36 tahun dengan kanker payudara (C) yang menunjukkan penangkapan difus di dalam hemithoraks posterior kanan (panah) sesuai dengan efusi pleura kanan (tanda panah) pada CT (D).

Artefak

Artefak dapat menunjukkan kemiripan dengan abnormalitas jaringan lunak. Artefak yang umum disebabkan oleh kesalahan persiapan radiofarmaka, administrasi Tc-99m MDP yang kurang baik, teknik pencitraan yang tidak tepat (Kumar et al., 2017). Penangkapan artefak Tc-99m MDP dapat menyebabkan dilematis diagnosa. Artefak yang bersifat teknis dibagi berdasarkan penyebabnya:

Radiofarmaka

Kesalahan dalam persiapan radiofarmaka dapat mengubah biodistribusi Tc-99m sehingga menyebabkan penangkapan jaringan lunak. Pengaruh udara yang masuk kedalam vial reaksi menghasilkan Tc-99m (TcO₄⁻) yang tidak tereduksi maupun terikat pada MDP. Distribusi pertechetate bebas (TcO₄⁻) mirip dengan iodine dan chlorine yaitu pada tiroid, mukosa gaster, pleksus koroid. Penyebab yang lain adalah pengeluaran atau kebocoran alumunium melalui eluat generator, pemakaian solusio dextrosa, jika dalam persiapan tidak dipakai dalam jangka waktu lama, jika pada campuran reaksi PH terlalu tinggi atau tidak sesuai. Kondisi lain yang harus diperhatikan adalah medikasi pasien yang dapat mengubah distribusi komponen Tc-99m phosphatase, contohnya diphosphonates sebagai pengobatan osteoporosis dapat menurunkan penangkapan radiofarmaka pada tulang. (Parihar et al., 2022), (Lou et al., 2017).

Teknik penyuntikan

Abnormalitas pada sidik tulang dapat terjadi karena adanya ekstrasvasi dari lokasi penyuntikan Tc-99m MDP. Pemberian marker pada lokasi injeksi dapat

menghindari adanya ekstrasvasi. Tekanan dan gerakan selama injeksi bolus dapat dengan mudah mengubah posisi jarum dari vena sehingga menyebabkan terjadinya ekstrasvasi radiofarmaka ke jaringan lunak sekitar. Lokasi injeksi sering mempertahankan dosis kecil dari administrasi Tc-99m MDP. Infiltrasi subcutaneus secara signifikan pada regio antekubiti dapat menimbulkan penangkapan kelenjar getah bening aksila karena ekstrasvasi Tc-99m MDP sebagian dikeluarkan melalui pembuluh limfe. Sebagai tambahan, lokasi penyuntikan radiofarmaka sering tidak tampak dari pencitraan, khususnya pada lengan dan pergelangan tangan (Parihar et al., 2022).

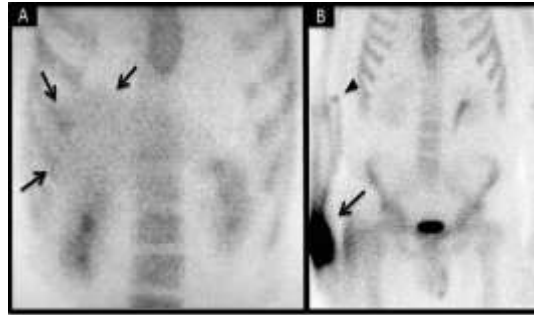
Kesalahan yang terjadi terkait teknik injeksi adalah kebocoran arteri dan penyuntikan radiofarmaka intra arterial. Setelah penyuntikan intra arterial, bagian distal dari distribusi arteri akan menampakkan penangkapan jaringan lunak. Sebagai contoh injeksi Tc-99m MDP ke dalam arteri radius menghasilkan penangkapan pada seluruh sisi lateral tangan serta pergelangan tangan (Bermo et al., 2018),(Gholami & Jafaripour, 2022).

Teknik pencitraan

Teknik pencitraan sangat penting dalam membedakan penangkapan dari jaringan lunak atau tulang. Peningkatan penangkapan Tc-99m MDP oleh jaringan lunak dapat muncul jika pada kamera gamma terjadi kesalahan peak untuk photon Tc-99m. Jika energi window untuk Thallium-201 (68-83 keV), Xenon-133 (81 keV) atau Cobalt-57 (122 keV) digunakan, Compton scatter dari Tc-99m (140 keV) dicitrakan dalam gambar resultant. Keberadaan dari radionuklida yang mempunyai energi photon yang lebih tinggi dari Tc-99m juga menciptakan aktivitas difus pada jaringan lunak. Malfungsi dari alat kamera, kesalahan dari *flood correction map* dapat menimbulkan penangkapan non-osseus radiofarmaka sidik tulang. Namun hal yang sering terjadi adalah pergerakan pada pasien yang dapat menimbulkan gambaran struktur yang kabur pada pencitraan yang mirip dengan penangkapan pada jaringan lunak. Artefak karena pergerakan memerlukan rekonstruksi pada pemeriksaan *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT) (Soundararajan et al., 2013). Kemudian yang harus diperhatikan adalah superposisi dari lengan tangan terhadap abdomen maupun pelvis. Klinisi sebaiknya memonitor selama proses pemeriksaan sidik tulang dan memeriksa kembali gambar pencitraan sebelum pasien meninggalkan lokasi pemeriksaan (Biaassoni et al., 2015).

Persiapan radiofarmaka yang tidak memadai mengakibatkan peningkatan jumlah technetium sehingga terdapat penumpukan abnormal di dalam tiroid dan lambung. Kelebihan aluminium dalam elute dari generator Tc-99m menyebabkan pembentukan koloid, dengan partikel koloid berlabel radioaktif yang disuntikkan kemudian terperangkap oleh retikuloendotelial menyebabkan penangkapan difus di hepar yang lebih besar daripada lien (Gambar 5) (Biaassoni et al., 2015).

Gambar 5. Artefak pada sidik tulang



Pencitraan sidik tulang anterior di atas abdomen (A) menunjukkan peningkatan difus penangkapan radionuklida di dalam hepar (panah) sebagai akibat dari ion aluminium yang berlebihan dalam eluat. Pencitraan sidik tulang anterior pada pria berusia 55 tahun dengan mastositosis (B) menunjukkan penangkapan fokus di dalam nodus epitroklear kanan (tanda panah) terkait dengan ekstrasvasi radionuklida di jaringan lunak lengan bawah dan tangan kanan (panah).

KESIMPULAN

Identifikasi yang tepat dari penangkapan Tc-99m MDP pada sidik tulang dapat memberikan petunjuk diagnostik pada proses patologis. Gambaran penangkapan non-osseus Tc-99m MDP pada pemeriksaan sidik tulang dapat memberikan informasi tambahan sehingga dapat mengurangi risiko salah interpretasi dalam membaca hasil pemeriksaan sidik tulang.

BIBLIOGRAFI

- Abe, K., Hashiguchi, H., Sonoki, K., Iwashita, S., & Takai, S. (2019). Tarsal navicular stress fracture in a young athlete: A case report. *Journal of Nippon Medical School*, 86(2), 122–125.
- An, Y. S., Suh, C. H., Jung, J. Y., & Kim, H. A. (2015). Role of bone scan in the assessment of polymyositis/dermatomyositis. *Clinical Rheumatology*, 34(4), 699–706.
- Asokendaran, M., & Lenzo, N. (2016). Laxative related primary hyperphosphatemic tumoral calcinosis identified by bone scintigraphy. *World Journal of Nuclear Medicine*, 15(03), 200–202.
- Bermo, M., Behnia, S., Fair, J., Miyaoka, R. S., & Elojeimy, S. (2018). Review of Extraskelletal Activity on Tc-99m Methylene Diphosphonate Bone Scintigraphy and Value of Cross-Sectional and SPECT-CT Imaging Correlation. *Current Problems in Diagnostic Radiology*, 47(5), 324–332.
- Biassoni, L., Easty, M., & Sinha, C. (2015). Technetium-99m-pertechnetate scintigraphy in children with symptomatic Meckel's diverticulum. *Nuclear Medicine Communications*, 36(4), 406–407.
- Caobelli, F., Paghera, B., Pizzocaro, C., & Guerra, U. P. (2013). Extrasosseous myocardial uptake incidentally detected during bone scan: Report of three cases and a systematic literature review of extrasosseous uptake. *Nuclear Medicine Review*, 16(2), 82–87.
- Cheon, M., & Yoo, J. (2022). A Case Report of a Gluteus Hematoma Detected on 99mTc-

- MDP Bone Scan. *Diagnostics*, 12(6), 10–13.
- Dadgar, H., Norouzbeigi, N., Jokar, N., & Zareizadeh, J. (2022). *Comparison of 18 F-NaF Imaging , 99m Tc-MDP Scintigraphy , and 18 F-FDG for Detecting Bone Metastases.*
- Delaney, F. T., Dempsey, P., Welaratne, I., Buckley, B., O’Sullivan, D., & O’Connell, M. (2021). Incidental cardiac uptake in bone scintigraphy: increased importance and association with cardiac amyloidosis. *BJR/case Reports*, 7(3), 20200161.
- Eberl, M., Fersing, C., Guillemard, S., Ilonca, D., Guiu, S., & Deshayes, E. (2022). *Unusual Focal Lung Uptake without CT Abnormality on a Bone Scan : What Might It Mean ?* 10–13.
- Ghanem, M. A., Dannoon, S., & Elgazzar, A. H. (2020). The added value of SPECT-CT in the detection of heterotopic ossification on bone scintigraphy. *Skeletal Radiology*, 49(2), 291–298.
- Gholami, A., & Jafaripour, I. (2022). Specific pattern of bone scan as a result of unintentional-intraarterial injection into the ulnar artery. *Caspian Journal of Internal Medicine*, 13(2), 439–441.
- Govaert, G. A., Ijpma, F. F., McNally, M., McNally, E., Reininga, I. H., & Glaudemans, A. W. (2017). Accuracy of diagnostic imaging modalities for peripheral post-traumatic osteomyelitis – a systematic review of the recent literature. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 44(8), 1393–1407.
- Heindel, W., Gübitz, R., Vieth, V., Weckesser, M., Schober, O., & Schäfers, M. (2014). The diagnostic imaging of bone metastases. *Deutsches Ärzteblatt International*, 111(44), 741–747.
- Itani, M., Matesan, M., Behnia, S., & Elojeimy, S. (2017). Calciphylaxis on bone scan: correlation between molecular and cross-sectional findings. *Radiology Case Reports*, 12(1), 175–178.
- Jiang, R. F., Zhang, L., Cheng, B., Huang, Z., Li, D. L., Wang, M. M., Lu, X. T., Zhang, Y. X., & Cao, W. (2015). Increased uptake of Tc-99m-methylene diphosphonate in the jaw. *Clinical Imaging*, 39(6), 1068–1072.
- Kannivelu, A., Padhy, A. K., Srinivasan, S., & Ali, S. Z. (2013). Extrasosseous uptake of technetium-99m methylene diphosphonate by an acute territorial cerebral infarct in a classical biodistribution pattern. *Indian Journal of Nuclear Medicine*, 28(4), 240–242.
- Khor, L. K., Tan, K. B., Loi, H. Y., & Lu, S. J. (2013). Nephrogenic systemic fibrosis in a patient with renal failure demonstrating a “reverse superscan” on bone scintigraphy. *Clinical Nuclear Medicine*, 38(3), 203–204.
- Kim, C., Lee, S. J., Kim, J. Y., Hwang, K. T., & Choi, Y. Y. (2017). Comparative Analysis of 99mTc-MDP Three-Phase Bone Scan with SPECT/CT and 99mTc-HMPAO-Labeled WBC SPECT/CT in the Differential Diagnosis of Clinically Suspicious Post-traumatic Osteomyelitis. *Nuclear Medicine and Molecular Imaging*, 51(1), 40–48.
- Kousik, V., & Ram, S. (2021). Suprapatellar bursitis presenting as unilateral “Hot” patella sign on 99mTc-methylene diphosphonate skeletal scintigraphy. *World Journal of Nuclear Medicine*, 20(04), 408–410.
- Kumar, N., Verma, S., Singh, R. K. R., Datta, D., Kheruka, S. C., & Gambhir, S. (2017). Contamination, a major problem in nuclear medicine imaging: How to investigate, handle, and avoid it. *Journal of Nuclear Medicine Technology*, 45(3), 241–242.
- Liu, S., Xie, J., Yu, F., Cai, H., Wu, F., Zheng, H., Ma, C., Lv, Z., & Wang, H. (2020).

- 99mTc-methylene diphosphonate uptake in soft tissue tumors on bone scintigraphy differs between pediatric and adult patients and is correlated with tumor differentiation. *Cancer Management and Research*, 12, 2449–2457.
- Lou, J., Wen, G., Dong, K., & Zhang, Y. (2017). Early monitoring of osteoporosis treatment response by technetium-99m-methylene diphosphonate bone scan. *Nuclear Medicine Communications*, 38(10), 854–857.
- Love, C., & Palestro, C. J. (2016). Nuclear medicine imaging of bone infections. *Clinical Radiology*, 71(7), 632–646.
- Mandegar, R., Dhillon, S., & Jen, H. (2019). Beyond the bones and joints: A review of ligamentous injuries of the foot and ankle on 99mTc-MDP-SPECT/CT. *British Journal of Radiology*, 92(1104).
- Manganaro, M. S., Millet, J. D., Brown, R. K. J., Viglianti, B. L., Wale, D. J., & Wong, K. K. (2019). The utility of bone scintigraphy with SPECT/CT in the evaluation and management of frostbite injuries. *British Journal of Radiology*, 92(1094).
- Minamimoto, R., Loening, A., Jamali, M., Barkhodari, A., Mosci, C., Jackson, T., Obara, P., Taviani, V., Gambhir, S. S., Vasanaawala, S., & Iagaru, A. (2015). Prospective comparison of 99mTc-MDP scintigraphy, combined 18F-NaF and 18F-FDG PET/CT, and whole-body MRI in patients with breast and prostate cancer. *Journal of Nuclear Medicine*, 56(12), 1862–1868.
- Mir, K. B., Fatima, S., Batoool, S., Marwat, N., Faheem, M., & Ammar, A. (2022). Extrasosseous soft tissue uptake-in Multiple Myeloma. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 72(7), 1454–1455.
- Mujtaba, B., Taher, A., Fiala, M. J., Nassar, S., Madewell, J. E., Hanafy, A. K., & Aslam, R. (2019). Heterotopic ossification: Radiological and pathological review. *Radiology and Oncology*, 53(3), 275–284.
- Orcajo-Rincon, J., Muñoz-Langa, J., Sepúlveda-Sánchez, J. M., Fernández-Pérez, G. C., Martínez, M., Noriega-Álvarez, E., Sanz-Viedma, S., Vilanova, J. C., & Luna, A. (2022). Review of imaging techniques for evaluating morphological and functional responses to the treatment of bone metastases in prostate and breast cancer. *Clinical and Translational Oncology*, 24(7), 1290–1310.
- Parihar, A. S., Schmidt, L. R., Crandall, J., Dehdashti, F., & Wahl, R. L. (2022). Adverse clinical events at the injection site are exceedingly rare following reported radiopharmaceutical extravasation in patients undergoing 99m Tc-MDP whole body bone scintigraphy: A 12-year experience . *Journal of Nuclear Medicine*, jnumed.122.264994.
- Pirayesh, E., Rakhshan, A., Amoui, M., Rakhsha, A., Poor, A. S., & Assadi, M. (2013). Metastasis of femoral osteosarcoma to the abdominal wall detected on 99m Tc-MDP skeletal scintigraphy. *Annals of Nuclear Medicine*, 27(5), 478–480.
- Şahin, E., Elboğa, U., & Kalender, E. (2014). An incidental finding of extrasosseous uptake in technetium 99m methylene diphosphonate bone scintigraphy: Uterine leiomyoma. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 45(2), 141–143.
- Saxena, A., Behan, S. A., Valerio, D. L., & Frosch, D. L. (2017). Navicular Stress Fracture Outcomes in Athletes: Analysis of 62 Injuries. *Journal of Foot and Ankle Surgery*, 56(5), 943–948.
- Sha, Y., Hong, K., Liew, M. K. M., Lum, J. L., & Wong, R. C. W. (2019). Juxta-articular tumoral calcinosis associated with the temporomandibular joint: A case report and concise review. *BMC Oral Health*, 19(1), 1–7.
- Shao, F., Li, N., Xie, P., Li, Y., & Zhang, H. (2019). *Increased Muscular MDP Activity*

- in the Lower Extremities Caused by Multiple Arterial Thromboses*. 44(2), 2018–2020.
- Shen, Y. Y., Wu, Y. C., Kao, C. H., & Hsieh, T. C. (2014). Huge primary soft tissue sarcoma of the breast on bone scan. *Clinical Nuclear Medicine*, 39(1), 99–101.
- Sonavane, S. T., Marwah, A., Shah, H., & Jaiswar, R. (2013). Abnormal extraosseous activity in both lungs and stomach in pre-transplant 99mTc-MDP bone scan disappearing after renal transplant. *Indian Journal of Nuclear Medicine*, 28(3), 165–167.
- Soundararajan, R., Naswa, N., Sharma, P., Karunanithi, S., Nazar, A. H., Das, K. J., Bal, C., Malhotra, A., & Kumar, R. (2013). SPECT-CT for characterization of extraosseous uptake of 99mTc-methylene diphosphonate on bone scintigraphy. *Diagnostic and Interventional Radiology*, 19(5), 405–410.
- Sun, G., Zhang, Y. X., Liu, F., & Tu, N. (2020). Whole-body magnetic resonance imaging is superior to skeletal scintigraphy for the detection of bone metastatic tumors: A meta-analysis. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 24(13), 7240–7252.
- Torres, L. P., Hernandez, M. A., Avellaneda, T. M., & Ramírez, A. I. G. (2021). Findings in bone scintigraphy with [99mTc] Tc-MDP of a mandibular ameloblastic carcinoma. *Nuclear Medicine Review*, 24(1), 27–28.
- Verma, S., Kumar, N., Kheruka, S. C., & Gambhir, S. (2016). Extraosseous 99mTc-methylene diphosphonate uptake on bone scan: Unusual scenario. *Indian Journal of Nuclear Medicine*, 31(4), 280–282.
- Verrall, G., & Dolman, B. (2016). Deducing a mechanism of all musculoskeletal injuries. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 6(2), 174–182.
- Wale, D. J., Wong, K. K., Savas, H., Kandathil, A., Piert, M., & Brown, R. K. J. (2015). Extraosseous findings on bone scintigraphy using fusion SPECT/CT and correlative imaging. *American Journal of Roentgenology*, 205(1), 160–172.
- Wright, C. L., & Sharma, A. (2015). Unusual appearance for urinary bladder obstruction detected with 99mTc-MDP bone scintigraphy. *Clinical Nuclear Medicine*, 40(12), 967–968.
- Zhang, L., He, Q., Zhou, T., Zhang, B., Li, W., Peng, H., Zhong, X., Ma, L., & Zhang, R. (2019). Accurate characterization of 99mTc-MDP uptake in extraosseous neoplasm mimicking bone metastasis on whole-body bone scan: Contribution of SPECT/CT. *BMC Medical Imaging*, 19(1).
- Zhang, R., Dong, F., Meng, Z., & Tan, J. (2018). Multiple heterotopic ossification of the intestine detected by 99mTc-MDP bone scan in a patient with primary peritoneal cancer. *Clinical Nuclear Medicine*, 43(10), 749–751.
- Zhong, Z. A., Peck, A., Li, S., VanOss, J., Snider, J., Droscha, C. J., Chang, T. A., & Williams, B. O. (2015). 99mTC-Methylene diphosphonate uptake at injury site correlates with osteoblast differentiation and mineralization during bone healing in mice. *Bone Research*, 3, 1–8.

Copyright holder:

Miraz Hedi Kusumah, Erwin Affandi (2023)

First publication right:
Jurnal Health Sains

This article is licensed under:

