

SCINTIGRAFIA OSOASĂ LA COPII

Elena Tataroi

IMSP Institutul Mamei și Copilului

Introducere în Scintigrafia Osoasă

Scintigrafia osoasă este o tehnică de imagistică medicală utilizată în principal în domeniul medicinei nucleare, care permite evaluarea stării sistemului musculo-scheletic prin utilizarea unor radiofarmaceutice. Această metodă se bazează pe principiul captării radioizotopilor de către țesuturile osoase, oferind informații valoroase despre activitatea metabolică a oaselor.

Semnificația în Medicina Nucleară

În medicina nucleară, scintigrafia osoasă joacă un rol esențial în diagnosticarea afecțiunilor locomotorii, având capacitatea de a evidenția leziuni osoase care pot să nu fie vizibile prin alte tehnici imagistice, cum ar fi radiografiile sau tomografiile computerizate. Aceasta permite nu doar detectarea leziunilor, ci și evaluarea severității și extinderii acestora. Utilizarea scintigrafiei osoase este deosebit de importantă în pediatrie, unde leziunile pot fi mai greu de diagnosticat din cauza particularităților anatomice și fiziologice ale copiilor.

Avantajele Utilizării Scintigrafiei Osoase

Scintigrafia osoasă aduce numeroase avantaje în diagnosticarea afecțiunilor locomotorii la copii: **Sensibilitate Ridicată:** Această tehnică este extrem de sensibilă la modificările precoce ale metabolismului osos, permițând detectarea fracturilor, inflamațiilor, tumorilor și altor afecțiuni în stadii incipiente. **Evaluarea Difuză:** Permite evaluarea întregului schelet într-un singur studiu, ceea ce este util în cazurile de metastaze sau afecțiuni sistemice. **Informații Funcționale:** Scintigrafia oferă informații nu doar despre structura osoasă, ci și despre funcția acesteia, prin măsurarea activității osteoblastice și osteoclaste.

Sensibilitate și Specificitate. Deși scintigrafia osoasă este o metodă foarte sensibilă, sensibilitatea sa nu este întotdeauna însoțită de o specificitate ridicată. Aceasta înseamnă că, în timp ce tehnica poate detecta o gamă largă de anomalii, rezultatele pot fi nespecifice. Astfel, leziunile identificate prin scintigrafie pot necesita evaluări suplimentare, cum ar fi tomografia computerizată (CT) sau imagistica prin rezonanță magnetică (RMN), pentru a

determina natura exactă a anomaliilor observate. Comparativ cu aceste tehnici, scintigrafia are avantajul unei expuneri reduse la radiații și al unei evaluări mai rapide a întregului sistem osos. Aceste aspecte subliniază importanța scintigrafiei osoase ca metodă complementară în diagnosticul afecțiunilor locomotorii la copii, oferind o abordare holistică în evaluarea sănătății osoase.

Tehnica și Protocolul de Executare a Scintigrafiei Osoase

Pregătirea pacientului este esențială pentru obținerea unor rezultate optime în timpul scintigrafiei osoase. Înainte de procedură, medicul va discuta cu părinții despre importanța examinării și despre pașii care trebuie urmați. Este important ca pacientul să fie bine hidratat pentru a facilita eliminarea radiofarmaceuticului din organism.

Instrucțiuni Preliminare:

- Hidratare: Pacientul trebuie să bea suficiente lichide înainte de procedură.
- Informații despre alergii: Medicul trebuie să fie informat despre eventualele alergii la substanțe radioactive sau medicamente.
- Îndepărtarea obiectelor metalice: Este recomandat ca pacientul să nu poarte bijuterii sau obiecte metalice în zona examinată.

Dozarea Radiofarmaceuticului. Radiofarmaceuticul utilizat în scintigrafia osoasă este tehnетиu-99m metilen difosfonat (Tc-99m MDP). Doza administrată variază în funcție de greutatea corporală a copilului, dar de obicei se situează între 5-10 mCi (millicurie). Acesta se administrează intravenos, iar distribuția sa în organism se realizează rapid, având loc în special în zonele cu activitate osteogenică crescută.

Etapale Procedurii. Scintigrafia osoasă se desfășoară în următoarele etape:

1. Administrarea Radiofarmaceuticului: Se efectuează o injecție intravenoasă de Tc-99m MDP.
2. Așteptarea: După injecție, pacientul trebuie să aștepte între 2-4 ore pentru ca radiofarmaceuticul să se acumuleze în țesuturile osoase.
3. Realizarea Imaginilor: Imaginile sunt obținute folosind o cameră gamma. Acestea pot include:
 - Faza Vasculară: Imagini dinamice pentru a evalua fluxul sanguin.
 - Faza de Țesut Moale: Imagini statice care se obțin imediat după injecție.
 - Faza Scheletică: Imagini întârziate realizate la 2-4 ore după injecție.

Obținerea Imaginilor. Imaginile sunt obținute prin intermediul unei camere gamma care detectează radiațiile emise de Tc-99m MDP. Este crucial ca pacientul să rămână nemișcat pe durata scanării pentru a evita artefactele în imagini. În funcție de protocolul utilizat, se pot realiza scanări la nivelul întregului schelet sau doar în zonele de interes.

Interpretarea imaginilor scintigrafice se bazează pe identificarea zonelor cu acumulare crescută sau scăzută de radiofarmaceutic. Aceste zone pot indica prezența unor afecțiuni, cum ar fi:

- Fracturi: Acumulare crescută în zonele afectate.
- Inflamații: Zone cu activitate osteogenică crescută.
- Tumori: Focare anormale de absorbție.

Evaluarea imaginilor trebuie realizată de un specialist în medicină nucleară care va corela rezultatele cu datele clinice și istoricul pacientului pentru un diagnostic corect.

Indicațiile Scintigrafiei Osoase

Scintigrafia osoasă este o metodă de imagistică medicală esențială pentru evaluarea diverselor afecțiuni locomotorii, iar indicațiile pentru utilizarea acestei tehnici sunt variate. Acestea pot fi împărțite în mai multe categorii, fiecare având specificitățile sale în ceea ce privește diagnosticarea:

1. Traume

Traumele sunt una dintre cele mai frecvente indicații pentru scintigrafia osoasă, deoarece aceasta oferă o evaluare detaliată a fracturilor care pot fi ascunse. Printre tipurile de fracturi identificate prin scintigrafie se numără:

- Fracturi oculte: Acestea sunt fracturi care nu sunt evidente în radiografii, dar pot fi detectate prin modificările fluxului sanguin și activitatea osteogenică crescută.
- Fracturi de compresie vertebrală: Este important să se facă distincția între fracturile traumatice și cele osteoporotice.
- Fracturi de stres: Acestea apar adesea la sportivi și sunt cauzate de stresul repetat asupra osului.

2. Inflamații

Scintigrafia osoasă este deosebit de utilă în evaluarea inflamațiilor, care pot afecta integritatea sistemului musculo-scheletic. Aceasta poate include:

- Artrita: Inflamația articulațiilor poate fi evidențiată prin captarea crescută a radiofarmaceuticului în zonele afectate.

- Osteomielita: Infecțiile osoase se manifestă printr-o absorbție crescută în toate cele trei faze de scanare.
- Sindromul de durere regională complexă (CRPS): Scintigrafia poate ajuta la identificarea inflamației și a vascularizării crescute.

3. Boli Metabolice

Boli metabolice ale oaselor pot fi, de asemenea, diagnosticate prin scintigrafie. Exemple includ:

- Osteoporoza: Scintigrafia poate demonstra activitatea osteogenică crescută în zonele afectate.
- Hiperparatiroidism: Această afecțiune provoacă o resorbție osoasă crescută, care poate fi observată în imaginile scintigrafice.
- Osteomalacie: Modificările metabolice ale oaselor sunt reflectate printr-o captare anormală a radiofarmaceuticului.

4. Formațiuni Benigne

Scintigrafia osoasă este, de asemenea, utilizată pentru a evalua formațiunile benigne, cum ar fi:

- Chisturile osoase: Acestea pot prezenta captare variabilă în funcție de stadiul lor.
- Tumorile benigne: Leziuni precum hemangiomul sau osteomul osteoid pot fi identificate prin modificările specifice de captare.

Importanța Modificărilor Fluxului Sanguin și Activității Osteogene. Modificările fluxului sanguin și activitatea osteogenică sunt indicatori critici în diagnosticarea afecțiunilor osoase. O captare crescută a radiofarmaceuticului indică o activitate metabolică crescută, care poate fi asociată cu inflamație sau leziuni. Prin urmare, evaluarea acestor parametri în scintigrafie oferă informații valoroase pentru formularea unui diagnostic corect și pentru planificarea tratamentului adecvat.

Afecțiuni Traumate și Modificări Scintigrafice

Fracturile traumatice reprezintă una dintre cele mai frecvente afecțiuni pentru care scintigrafia osoasă este utilizată, având o sensibilitate crescută în detectarea acestora. Printre tipurile de fracturi care pot fi identificate se numără:

- Fracturi oculte: Aceste fracturi nu sunt vizibile în radiografii, dar scintigrafia poate revela modificări ale activității metabolice osoase, indicând prezența unei leziuni.
- Fracturi de compresie vertebrală: Distanțarea între fracturile traumatice și cele cauzate de osteoporoză este crucială, iar scintigrafia poate oferi informații esențiale în acest sens.

- Fracturi de stres: Acestea sunt adesea observate la sportivi și pot fi inițial greu de depistat prin radiografii simple. Scintigrafia osoasă are o sensibilitate mai mare în detectarea acestor leziuni.

Detectarea Fracturilor prin Scintigrafie. Scintigrafia osoasă poate detecta fracturile în primele 72 de ore după traumatism, iar modificările scintigrafice pot deveni evidente chiar și în cazul pacienților vârstnici. Acest lucru este esențial pentru gestionarea timpurie a leziunilor. De exemplu, în cazul fracturilor de scafoid, studiile au arătat o sensibilitate de 97,8% și o specificitate de 93,5%, variind în funcție de studii.

Semnificația Rezultatelor Scintigrafice. Rezultatele scintigrafice sunt esențiale pentru a evalua stadiul de vindecare al fracturilor. Gradul de absorbție a radiofarmaceuticului în zonele afectate indică activitatea osteogenică și capacitatea de recuperare a osului. De exemplu:

- Apropierea de leziune: Acumularea crescută în zona fracturii sugerează o activitate metabolică crescută, semnificând procesul de vindecare.
- Lipsa absorbției: Zonele cu absorbție scăzută pot indica probleme de perfuzie sau necroză.

Studii recente au evidențiat importanța scintigrafiei în evaluarea fracturilor. De exemplu, un studiu a demonstrat că scintigrafia poate identifica fracturile de stres în stadii incipiente, cu o sensibilitate mai mare decât radiografiile simple. De asemenea, în cazul fracturilor de compresie vertebrală, scintigrafia poate distinge între leziunile osteoporotice și cele traumatiche, având un rol vital în managementul pacientului.

Concluzii

Scintigrafia osoasă se dovedește a fi un instrument valoros în diagnosticarea și evaluarea fracturilor traumatice, oferind informații esențiale despre starea osului și eficiența tratamentului. Detectarea precoce a modificărilor osoase prin scintigrafie permite o intervenție timpurie, ceea ce este crucial pentru recuperarea pacienților, în special în cazul celor tineri, unde leziunile pot avea un impact semnificativ asupra dezvoltării normale.

Boli Metabolice și Afecțiuni Benigne în Contextul Scintigrafiei. Scintigrafia osoasă joacă un rol crucial în diagnosticarea bolilor metabolice și a afecțiunilor benigne, având capacitatea de a evidenția modificările metabolice asociate cu turnover-ul osos crescut. Această metodă imagistică este esențială în evaluarea unor afecțiuni precum osteodistrofia renală, hiperparatiroidismul și alte tulburări metabolice.

Osteodistrofia renală este o afecțiune care apare în contextul bolilor renale cronice, caracterizată prin modificări ale metabolismului mineral și osos. Scintigrafia osoasă poate evidenția:

- Captarea crescută a radiofarmaceuticului în zonele cu activitate osteogenică crescută, indicând o resorbție osoasă accelerată.
- Modificări în structura osoasă, care pot fi corelate cu deficiențele de vitamina D și hiperfosfatemie, frecvent întâlnite în această afecțiune.

Prin utilizarea scintigrafiei, medicii pot evalua impactul terapiei asupra sănătății osoase a pacienților cu insuficiență renală, facilitând astfel ajustarea tratamentului.

Hiperparatiroidismul primar sau secundar duce la o activitate osteoclastică crescută, care afectează integritatea osului. Scintigrafia osoasă este utilă în:

- Identificarea leziunilor osoase cauzate de resorbția osteoclastică, care se manifestă printr-o captare crescută a radiofarmaceuticului în zonele afectate.
- Evaluarea extinderii bolii, ajutând la diferențierea între formele primare și secundare ale afecțiunii. Această metodă oferă o imagine de ansamblu asupra metabolismului osos, esențială pentru gestionarea pacienților cu hiperparatiroidism.

Alte Boli Metabolice. Scintigrafia osoasă este, de asemenea, relevantă în diagnosticul altor tulburări metabolice, cum ar fi:

- Osteomalacia: Sensitivitatea crescută a scintigrafiei permite detectarea absorbției osoase anormale, asociată cu deficiențele de vitamina D. Acest lucru poate indica o rezistență crescută a osului la mineralizare.
- Boli de depozit: În cazul afecțiunilor de depozit, cum ar fi osteopetroza sau boala Paget, scintigrafia poate arăta modificări caracteristice ale metabolismului osos.

Afecțiuni Benigne. În plus față de bolile metabolice, scintigrafia este extrem de eficientă în evaluarea formațiunilor benigne. Aceasta include:

- Chisturi osoase: Captarea radiofarmaceuticului variază în funcție de tipul de chist, având o importanță diagnostică în evaluarea stării acestora.
- Tumori benigne: Leziuni precum hemangiomul sau osteomul osteoid pot fi identificate printr-o captare anormală a radiofarmaceuticului.

Semnificația Diagnosticului. Scintigrafia oferă informații valoroase despre activitatea metabolică a osului, permițând astfel medicilor să identifice nu doar afecțiunile existente, ci și să monitorizeze evoluția acestora. Evaluarea detaliată a captării radiofarmaceuticului ajută la corelarea modificărilor

observate cu simptomele clinice, facilitând un diagnostic precis și o intervenție timely.

În concluzie, scintigrafia osoasă este un instrument esențial în diagnosticarea bolilor metabolice și a afecțiunilor benigne, oferind o abordare cuprinzătoare în evaluarea sănătății osoase a pacienților, în special în pediatrie.

Detectarea Leziunilor Tumorale prin Scintigrafie. Scintigrafia osoasă se dovedește a fi o tehnică esențială în identificarea leziunilor tumorale, atât primare, cât și metastatice, oferind informații valoroase pentru diagnosticarea precoce și managementul afecțiunilor oncologice la copii.

Rolul Scintigrafiei în Identificarea Leziunilor Tumorale. Scintigrafia permite evaluarea activității metabolice a țesutului osos, având capacitatea de a detecta leziuni care nu sunt vizibile prin alte metode imagistice. Această metodă se bazează pe utilizarea radiofarmaceuticului Tc-99m MDP, care se acumulează în zonele cu activitate osteogenică crescută, caracteristică tumorilor. Detectarea precoce a acestor leziuni este crucială, deoarece permite intervenția timpurie și îmbunătățește prognosticurile pacienților.

Tipuri de Tumori Identificate prin Scintigrafie. Scintigrafia osoasă este utilizată pentru a identifica o varietate de tumori, inclusiv:

Tumori benigne:

- **Osteomul osteoid:** Această tumoră benignă se caracterizează printr-o captare intensă a radiofarmaceuticului, fiind adesea localizată în oasele lungi.
- **Chisturile osoase:** Aceste formațiuni pot prezenta o captare variabilă, iar scintigrafia poate ajuta la determinarea stării lor și a potențialului de complicații.
- **Hemangiomul:** Aceste tumori vasculare benigne sunt adesea detectate printr-o captare crescută, în special în coloana vertebrală.

Tumori maligne:

- **Osteosarcomul** este o tumoră osoasă primară frecventă la adolescenți și tineri, care se prezintă cu o captare semnificativă în zona afectată.
- **Ewing sarcoma:** De asemenea, o tumoră primară, aceasta poate fi identificată prin captarea crescută a radiofarmaceuticului
- **Metastaze osoase:** Scintigrafia este extrem de utilă în detectarea metastazelor în oase, mai ales în cazul cancerului mamar, de prostată și pulmonar. Metastazele apar adesea ca zone cu captare crescută, ceea ce indică activitate osteogenică asociată cu boala.

Abordarea Cazurilor Complexe. În cazul leziunilor tumorale complexe, scintigrafia poate necesita corelarea cu alte tehnici imagistice, cum ar fi tomografia computerizată (CT) sau imagistica prin rezonanță magnetică (RM).

Aceste metode suplimentare oferă detalii anatomice și ajută la evaluarea extinderii tumorii sau a metastazelor. Procesul de fuziune a imaginilor CT sau RM cu scintigrafia (SPECT/CT) permite o localizare mai precisă a leziunilor, îmbunătățind astfel diagnosticarea și planificarea tratamentului.

Concluzie. Scintigrafia osoasă este o metodă valoroasă în diagnosticarea leziunilor tumorale la copii, oferind o evaluare detaliată a activității osoase. Sensibilitatea sa ridicată la modificările metabolice face ca această tehnică să fie esențială în depistarea timpurie a tumoralelor, facilitând intervențiile terapeutice rapide și eficiente. Scintigrafia osoasă reprezintă un instrument valoros în diagnosticul și managementul afecțiunilor locomotorii la copii, oferind o evaluare detaliată a leziunilor osoase. Această metodă permite detectarea precoce a fracturilor, inflamațiilor și tumorilor, aspecte esențiale în asigurarea unui tratament adecvat și eficient. Sensibilitatea ridicată a scintigrafiei, combinată cu capacitatea sa de a evalua întregul schelet într-un singur studiu, subliniază importanța acestei tehnici în practica clinică pediatrică.

Perspective. Dezvoltările tehnologice viitoare în domeniul imagisticii nucleare pot îmbunătăți și mai mult eficiența scintigrafiei osoase. Inovații precum îmbunătățirea calității imaginilor prin tomografie computerizată cu emisie de foton unic (SPECT) și utilizarea radiofarmaceuticelor mai avansate ar putea spori specificitatea diagnostică. De asemenea, integrarea inteligenței artificiale în interpretarea imaginilor scintigrafice ar putea facilita identificarea anomaliilor, reducând riscul de erori umane. Aceste progrese au potențialul de a transforma modul în care afecțiunile locomotorii sunt diagnosticate și gestionate, contribuind la îmbunătățirea asistenței medicale pentru pacienții pediatri. Prin urmare, continuarea cercetărilor în acest domeniu este esențială pentru optimizarea tratamentelor și pentru creșterea calității vieții copiilor afectați de astfel de afecțiuni.

Bibliografie

1. Fogelman, Ignac. *Bone Scanning in Clinical Practice*. Springer Science & Business Media, 2012.
2. Freeman, Leonard M., and M. Donald Blaufox. *Pediatric Nuclear Medicine*. 1975.
3. Hahn, Klaus, et al. *Atlas of Bone Scintigraphy in the Developing Paediatric Skeleton*. Springer Science & Business Media, 2012.
4. Kleinman, Paul K. *Diagnostic Imaging of Child Abuse*. 1998.