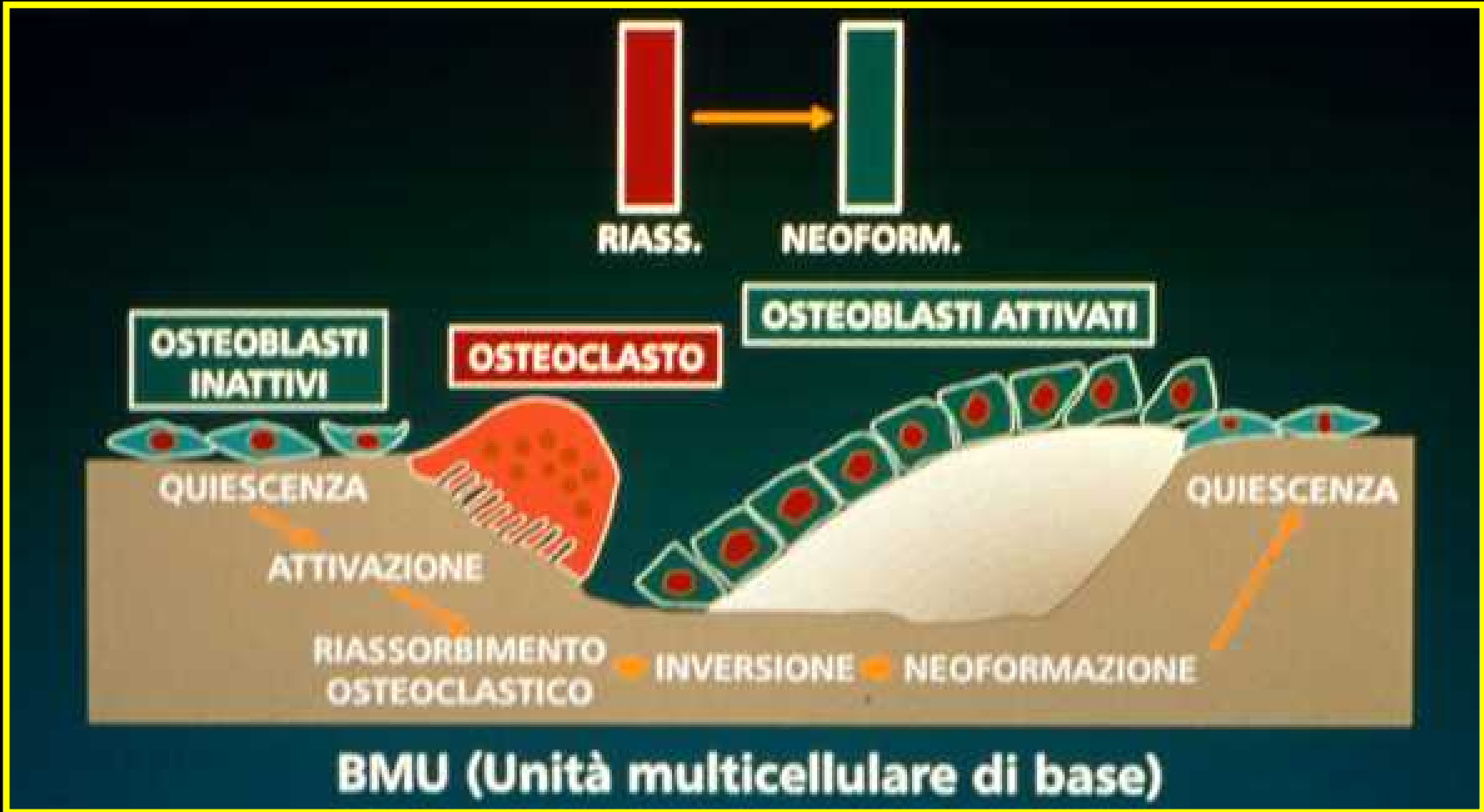


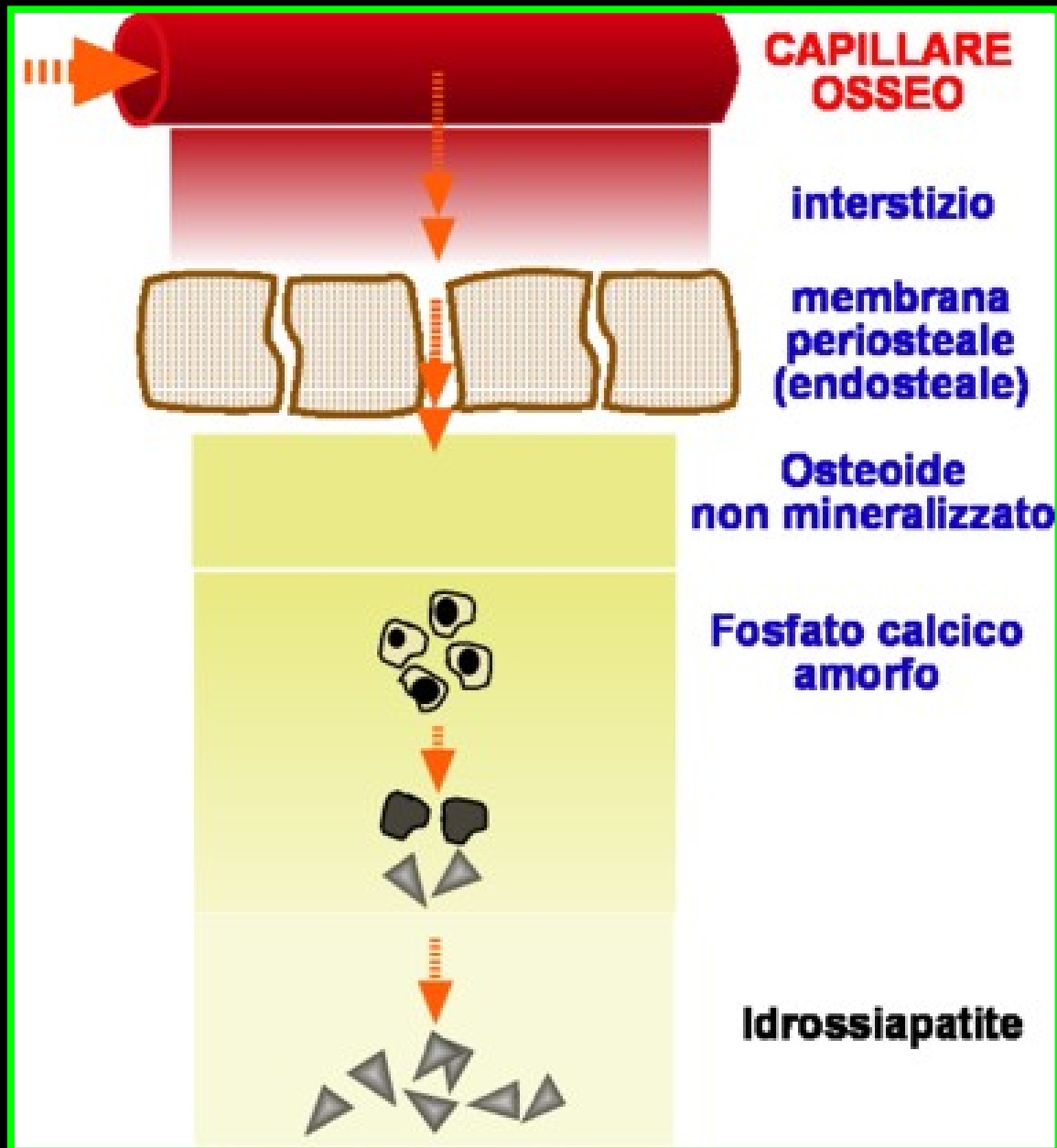
Scintigrafia scheletrica

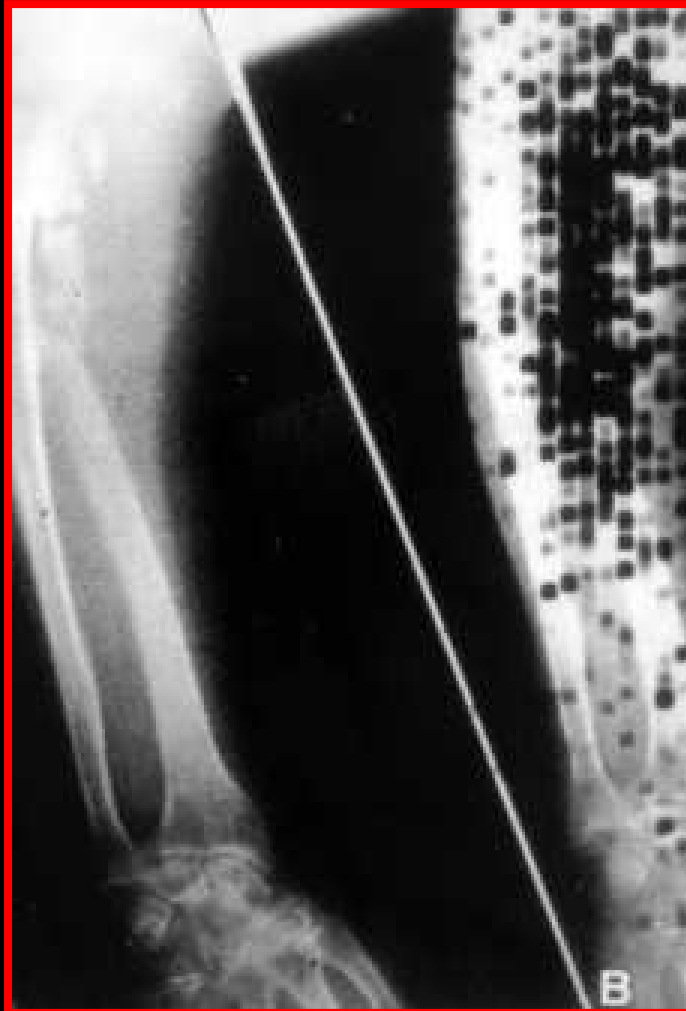
- **E' una delle indagini medico-nucleare più comuni.**
- **Utilizza alcuni radiofarmaci che si concentrano nell'osso in modo proporzionale alla vascolarizzazione e all'attività osteoblastica.**
- **Valuta il grado di attività metabolica dello scheletro e riconosce le lesioni che provocano alterazioni focali del turnover osseo.**
- **Esplora contemporaneamente tutti i distretti scheletrici, in breve tempo, con bassa dosimetria e con elevata sensibilità diagnostica.**
- **Metodica semplice, non invasiva, di basso costo.**

RADIOFARMACI

- Metodica utilizzata da più di 30 anni, durante i quali sono stati proposti molti radiofarmaci, come il Calcio (^{47}Ca) o suoi analoghi cationici (^{85}Sr , $^{87\text{m}}\text{Sr}$, ^{131}Ba , $^{135\text{m}}\text{Ba}$), terre rare (^{153}Sm , ^{157}Dy , ^{171}Er) chelate con HEDTA, l'anione fluoruro (^{18}F), e infine fosfati e fosfonati marcati con $^{99\text{m}}\text{Tc}$.
- Vengono attualmente utilizzati i Polifosfati marcati con $^{99\text{m}}\text{Tc}$, che possono presentare il legame inorganico P-O-P o il legame organico P-C-P.
- Capostipite degli inorganici è il Pirofosfato, che tuttavia viene oggi usato per applicazioni diverse dalla scintigrafia ossea, a causa di un certo suo tropismo per l'Emoglobina e per i tessuti necrotici (polimiosite, infarto del miocardio).





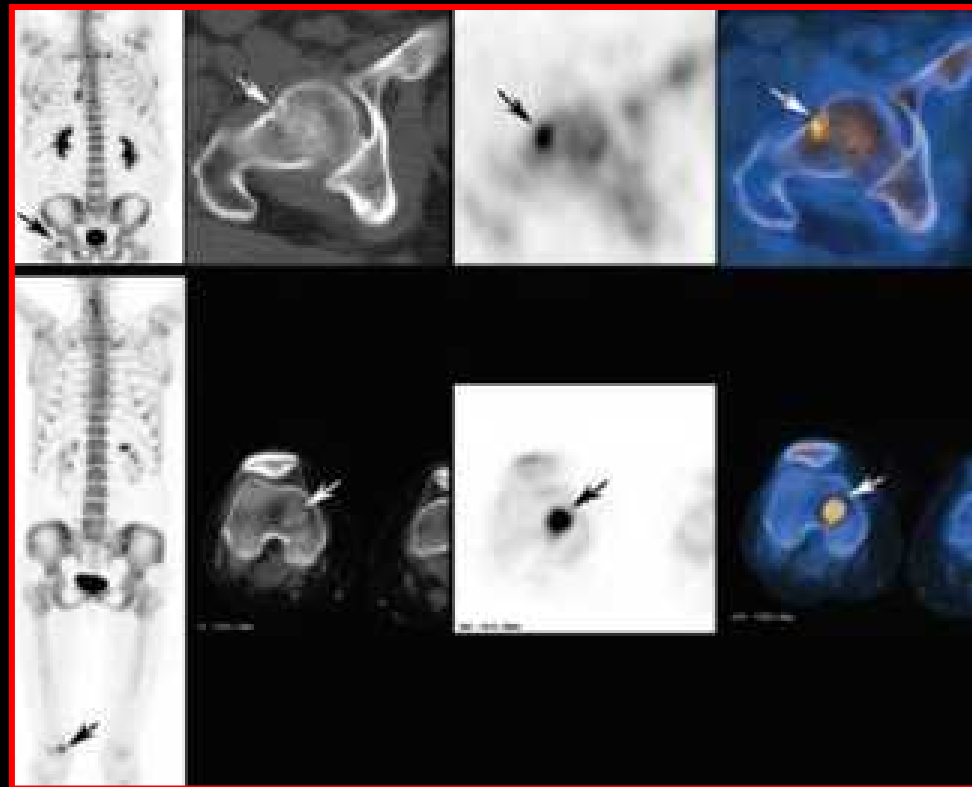


1961

^{85}Sr

Gamma **360 KeV**
880 KeV

$T_{1/2}$ **64 giorni**



***Even-Sapir et al.
J Nucl Med 2004;45:272-8***

Attualmente i difosfonati organici sono i radiofarmaci più largamente utilizzati per lo studio scintigrafico dell'osso, a causa della loro efficacia, economia, bassa dosimetria, e ampia disponibilità.

Metilene-difosfonato (MDP)

Idrossi-etilene-difosfonato (HEDP)

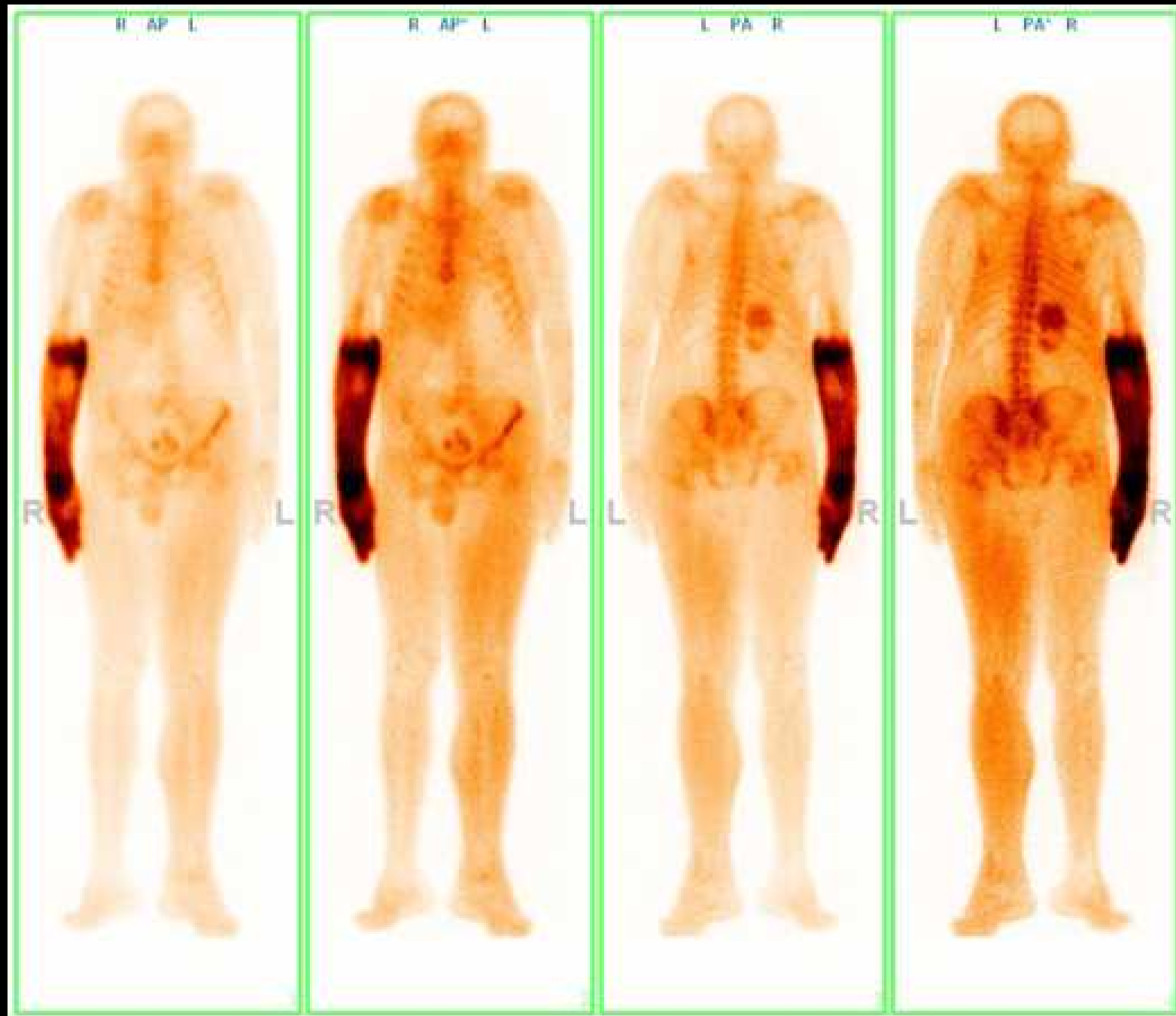
Idrossi-metilene-difosfonato (HMDP)

Dicarbossi-propano-difosfonato (DPD)

Caratteristiche che rendono i fosfati organici preferibili rispetto agli inorganici:

- **Legame P-C-P più stabile e non suscettibile di idrolisi enzimatica in vivo da parte della pirofosfatasi.**
- **Bassa affinità con le proteine plasmatiche, quindi più rapida clearance renale.**
- **Assenza di legame significativo con i globuli rossi.**

- **Dopo iniezione e.v., il ^{99m}Tc -Difosfonato si lega per circa il 50% allo scheletro.**
- **Il restante 50% viene eliminato per via urinaria nelle prime 4-6 ore.**
- **Il miglior rapporto tra l'attività ossea e l'attività nei tessuti molli si ottiene circa 3 ore dopo l'iniezione.**
- **Tale tempo può risultare più lungo in caso di ridotta funzione renale.**



Il principale meccanismo di legame dei fosfati sull'osso è il **chemioadsorbimento** che avviene per mezzo di legami chimici nelle regioni di flessione e di dislocazione sulla superficie dei cristalli di idrossiapatite.

Lo stagno e il ^{99m}Tc vengono idrolizzati e si legano all'osso, o separatamente o combinati sotto forma di idrossido di stagno e diossido di tecnezio.

Le grandi superfici di idrossiapatite idratata, presenti ad esempio nei centri di crescita o nelle lesioni ossee metabolicamente attive, facilitano il chemioadsorbimento e quindi concentrano maggiormente il radiofarmaco.

Entità della captazione ossea dei fosfonati

- **Attività metabolica:** è il fattore più importante; la fissazione è proporzionale al grado di turnover osseo.
- **Flusso ematico:** indispensabile per l'arrivo del radiofarmaco. La captazione è ridotta nelle regioni ipoperfuse. In caso di aumento patologico del flusso ematico, la captazione aumenta ma non in misura lineare: ad es., un flusso aumentato di 3-4 volte aumenta la captazione del 30-40%.
- **Tono simpatico:** regola il flusso capillare distrettuale.

Tecnica

- Il radiofarmaco (700-800 MBq) è iniettato e.v.; non è necessario il digiuno.
- Il paziente viene quindi idratato ed invitato a urinare frequentemente, al fine di ridurre il tempo di permanenza del radiofarmaco in vescica.
- Per una qualità ottimale, le immagini sono acquisite > 2-3 ore dalla somministrazione del radiofarmaco, per permettere la massima concentrazione scheletrica combinata con riduzione della radioattività in circolo e nei tessuti molli ("fondo").

Scintigrafia trifasica

I) Prima fase (perfusoria): contemporaneamente alla somministrazione del radiofarmaco viene acquisita una serie di immagini sequenziali, per evidenziare il primo transito del radiofarmaco nel distretto esplorato.

II) Seconda fase (all'equilibrio ematico): 10-15 minuti dopo l'iniezione viene acquisita l'immagine relativa alla distribuzione del radiofarmaco omogeneamente distribuito nella circolazione ematica e negli spazi extracellulari.

III) Terza fase (tardiva): 2-3 ore dopo l'iniezione si acquisisce l'abituale scintigrafia corporea totale o distrettuale.

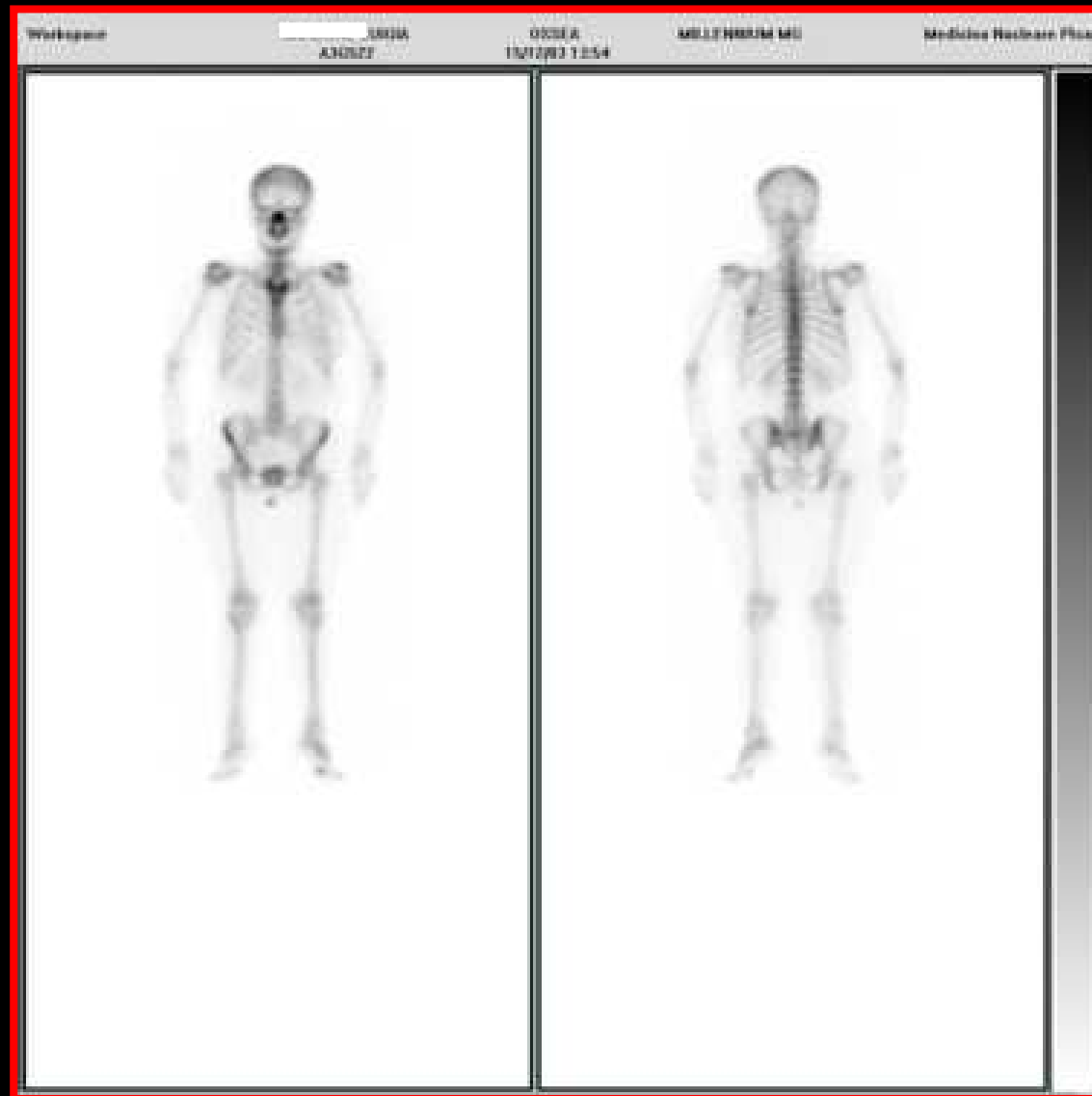
Richieste più comuni

- **Stadiazione di neoplasie:**
 - **tumori con frequenti metastasi scheletriche;**
 - **valutazione della risposta alla terapia;**
 - **localizzazione dei siti da biopsiare.**
- **Valutazione di neoplasie primitive dell'osso:**
 - **estensione della lesione scheletrica primaria;**
 - **metastasi in altri distretti scheletrici/molli.**
- **Malattie infettivo/infiammatorie scheletriche.**
- **Perfusione e vitalità ossea (es., trapianti ossei).**
- **Follow-up di artroprotesi (anca, ginocchio).**
- **Fratture occulte non Rx-percepibili (es., fratture da stress, traumi sportivi).**
- **Ricerca di lesioni da maltrattamento.**

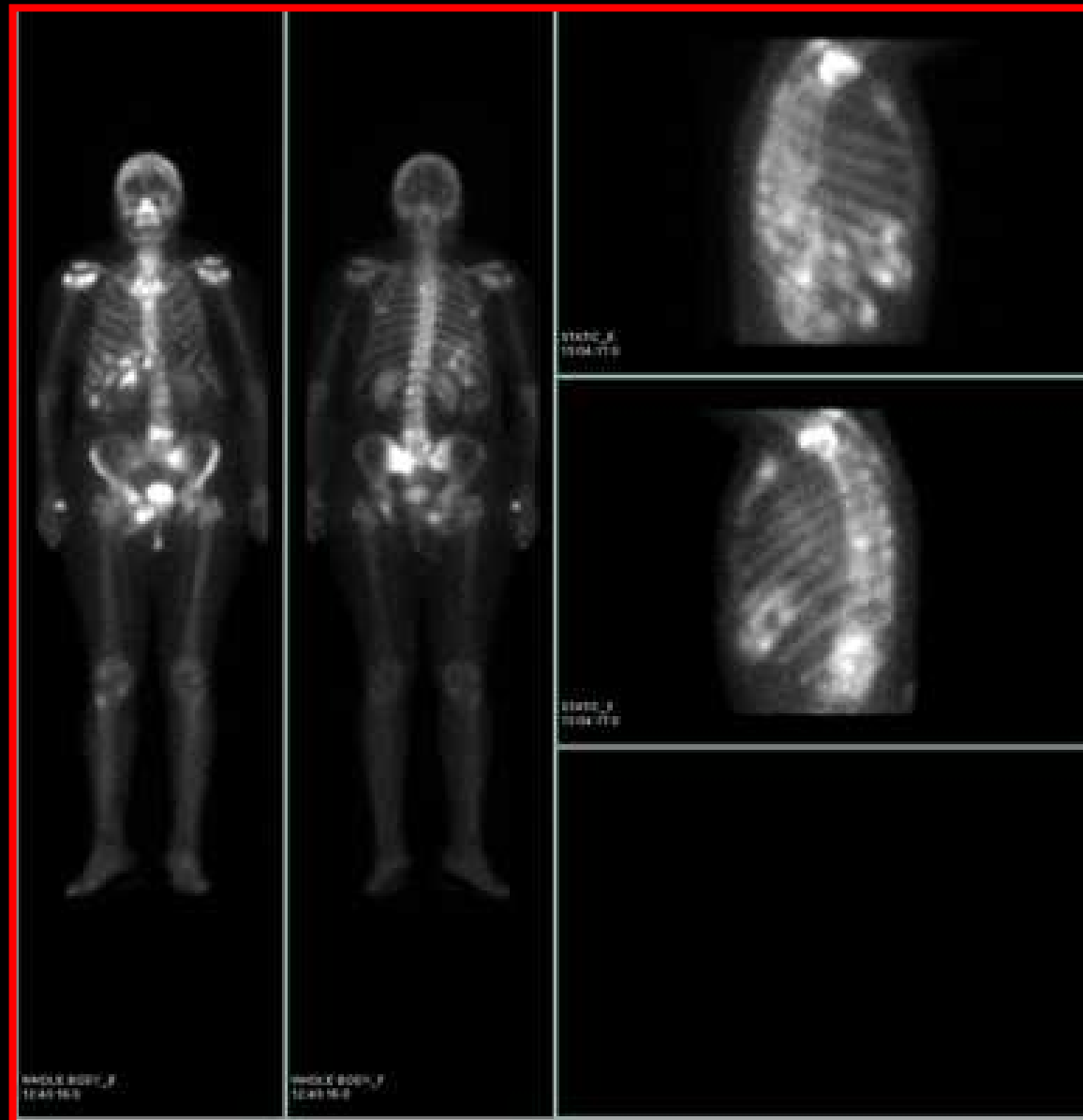
Scintigrafia ossea normale



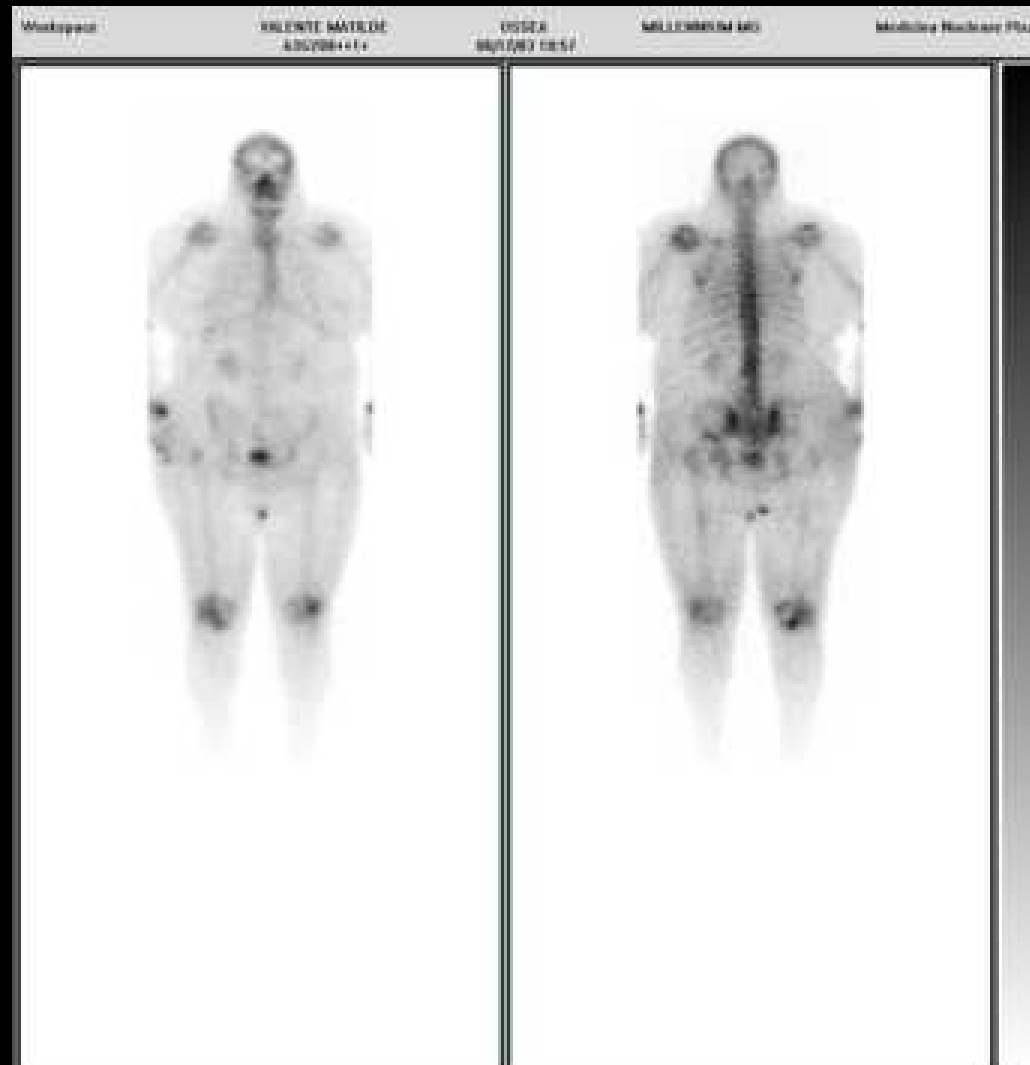
Scintigrafia ossea "normale"



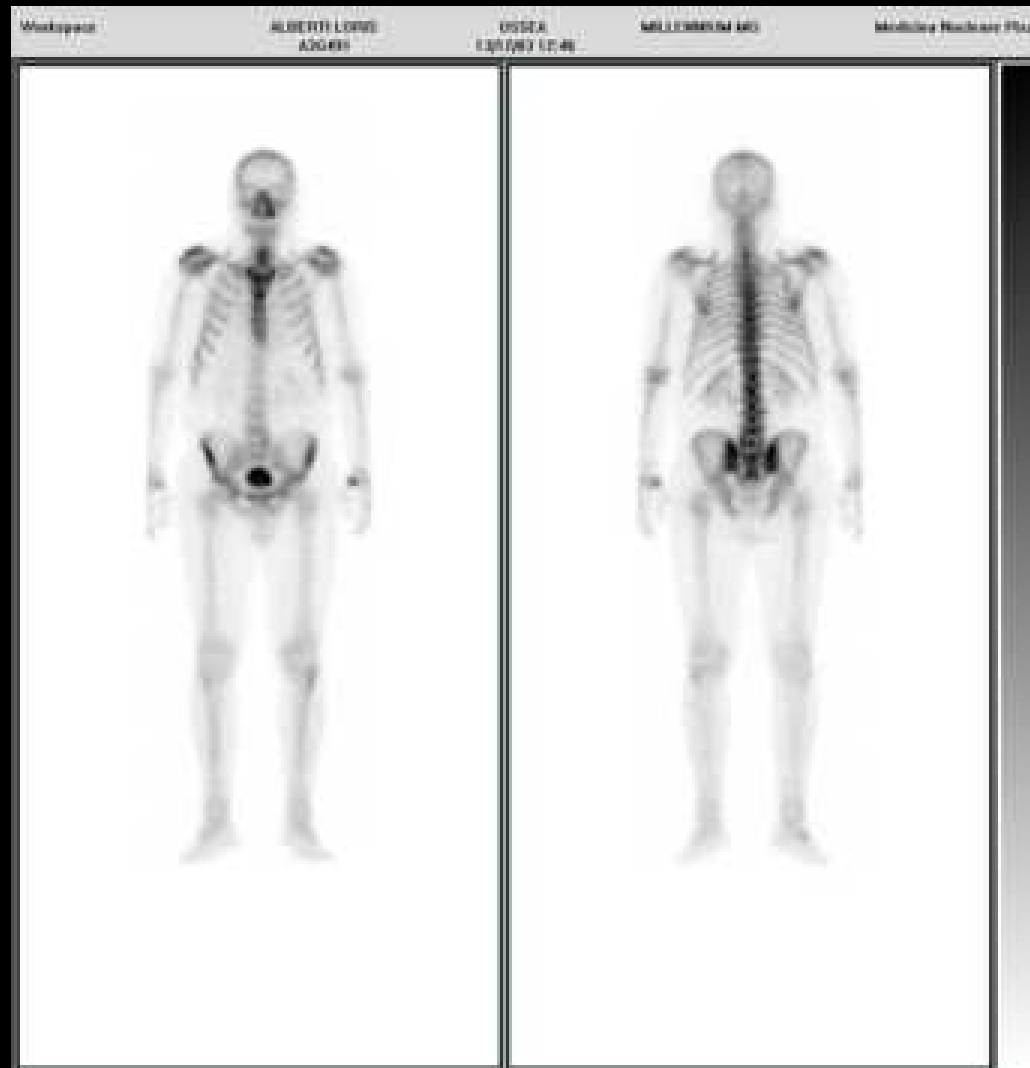
Scintigrafia con ^{99m}Tc -MDP



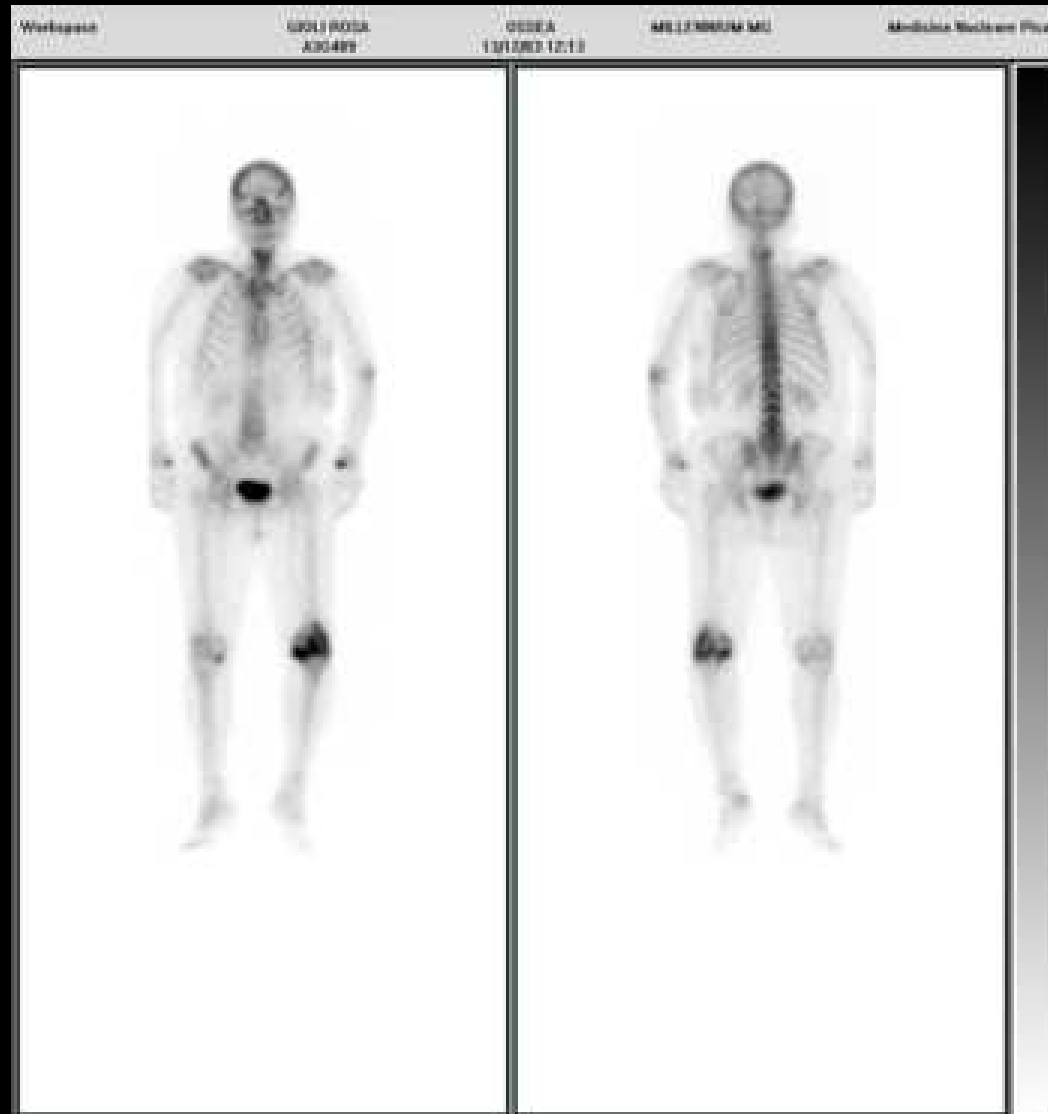
Attenuazione da parte dei tessuti molli



Patologia flogistico-degenerativa



Gonartrosi e rizartrrosi



Principali applicazioni cliniche:

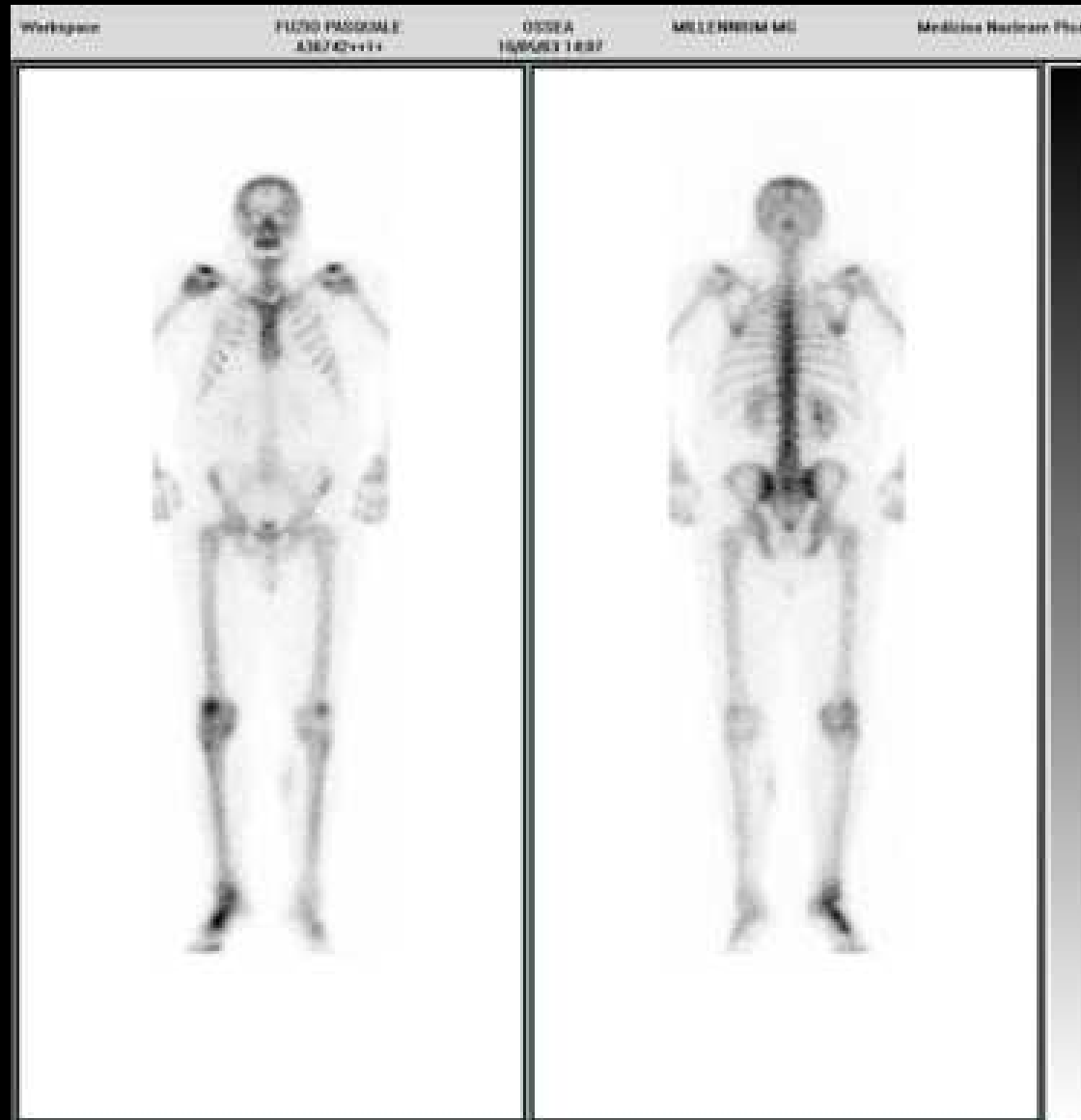
1) Patologia Neoplastica:

- Neoplasie primitive maligne
- Lesioni metastatiche
- Tumori benigni (osteoma osteoide)

2) Patologia non neoplastica:

- Fratture traumatiche
- Malattia di Paget
- Necrosi avascolare
- Algodistrofia simpatico-riflessa
- Artroprotesi
- Osteomielite
- Patologia flogistico-degenerativa
- Malattie Metaboliche

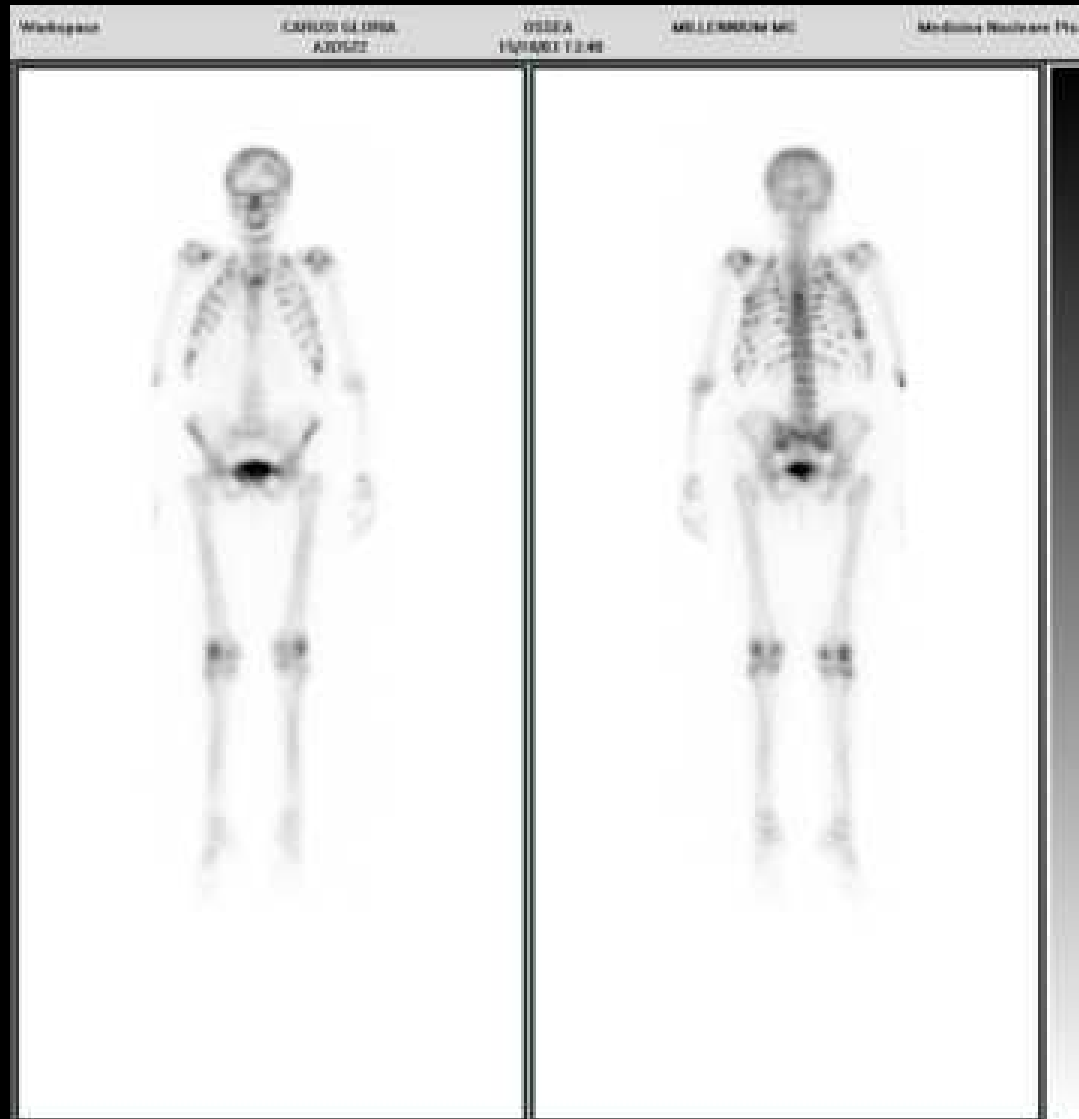
Algodistrofia simpatico-riflessa



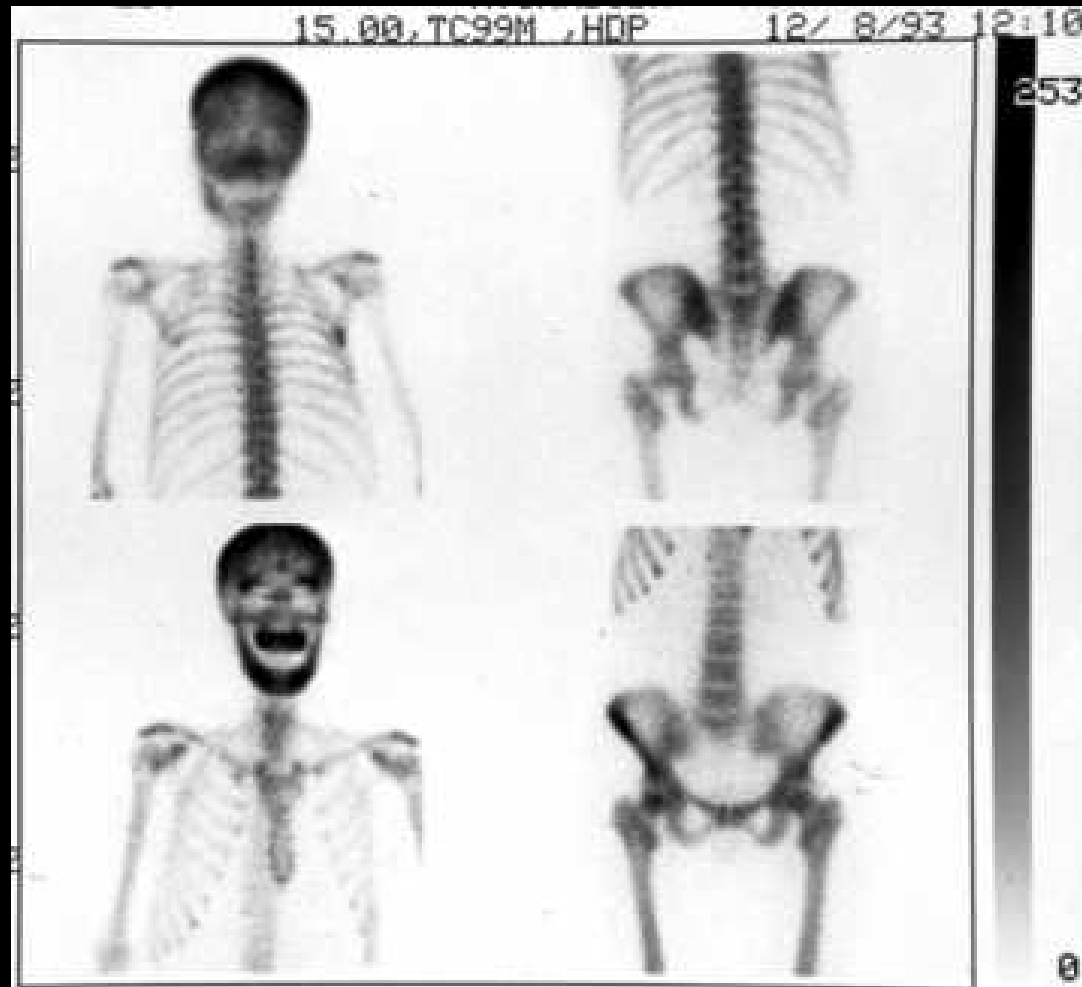
Frattura traumatica



Malattie metaboliche: Osteomalacia



Iperparatiroidismo

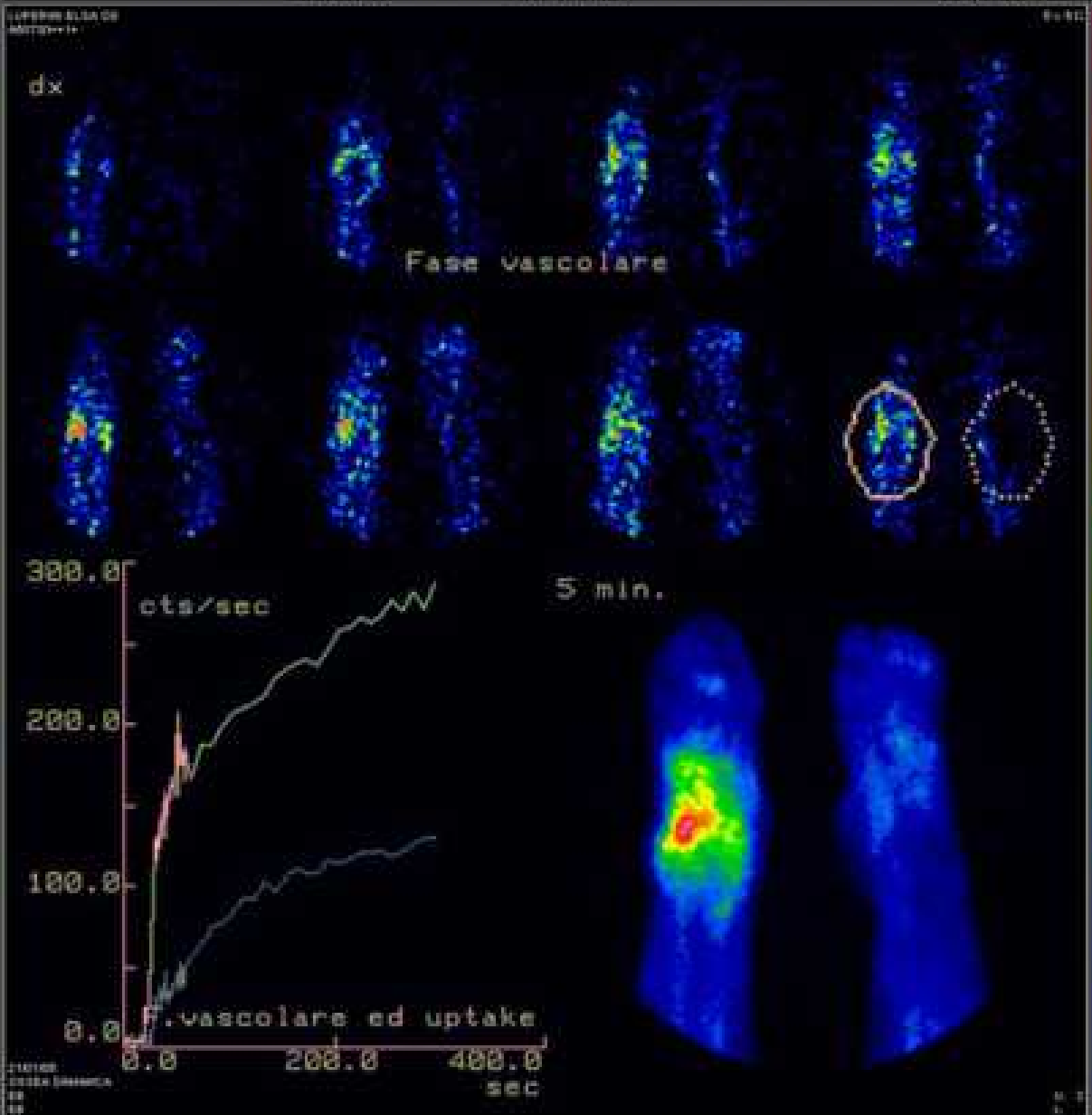


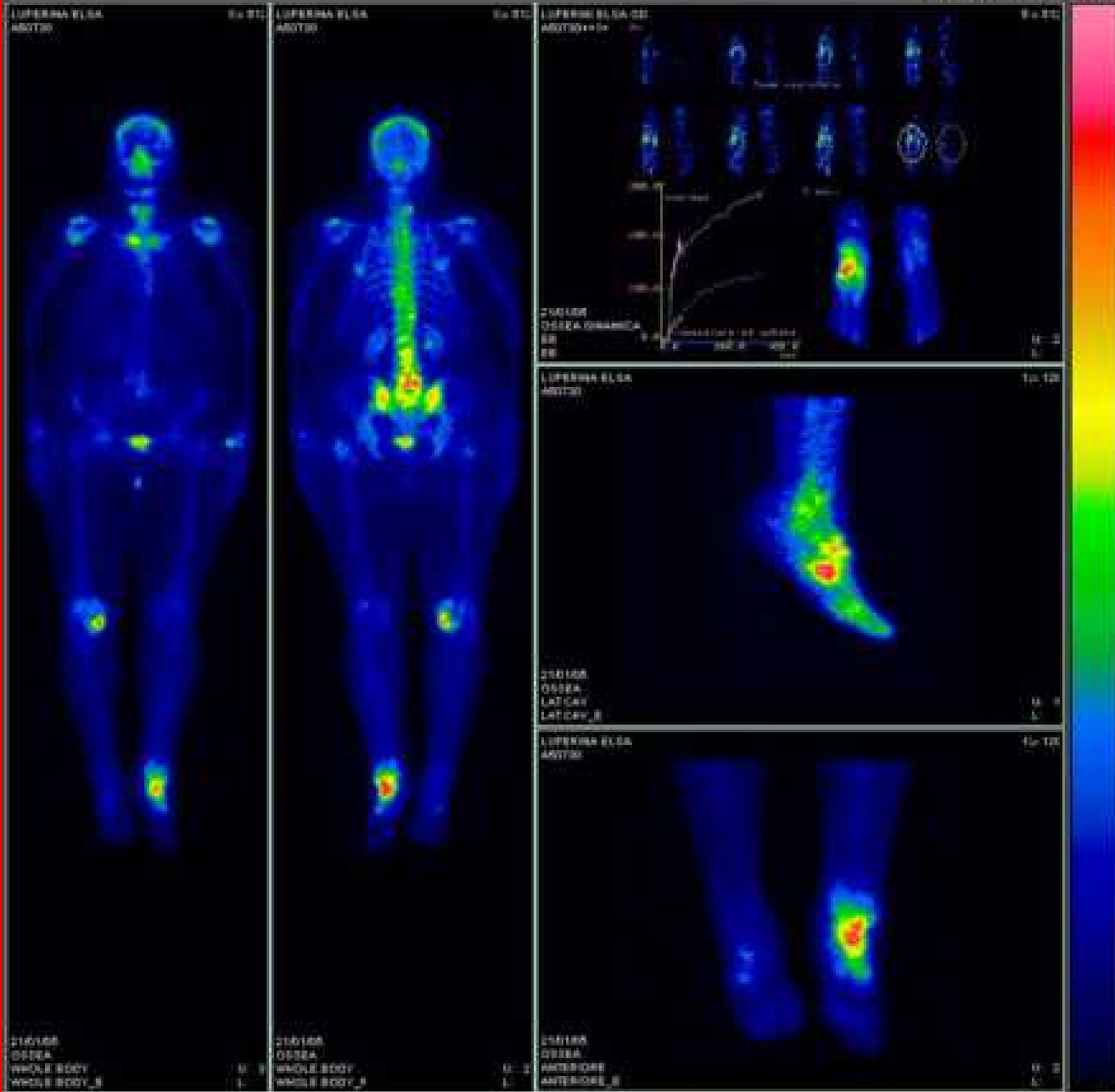


Osteomalacia



Trauma





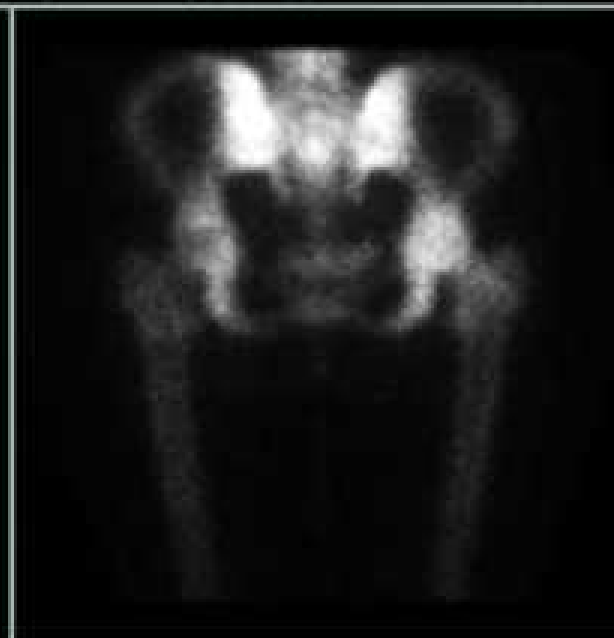
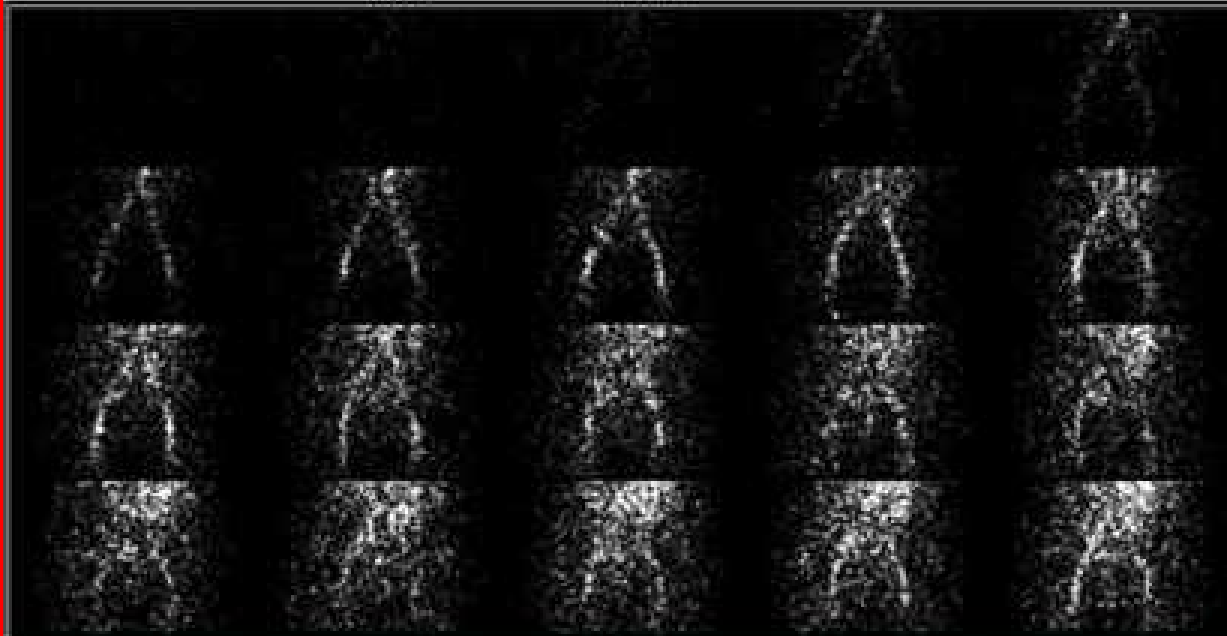
Workspace

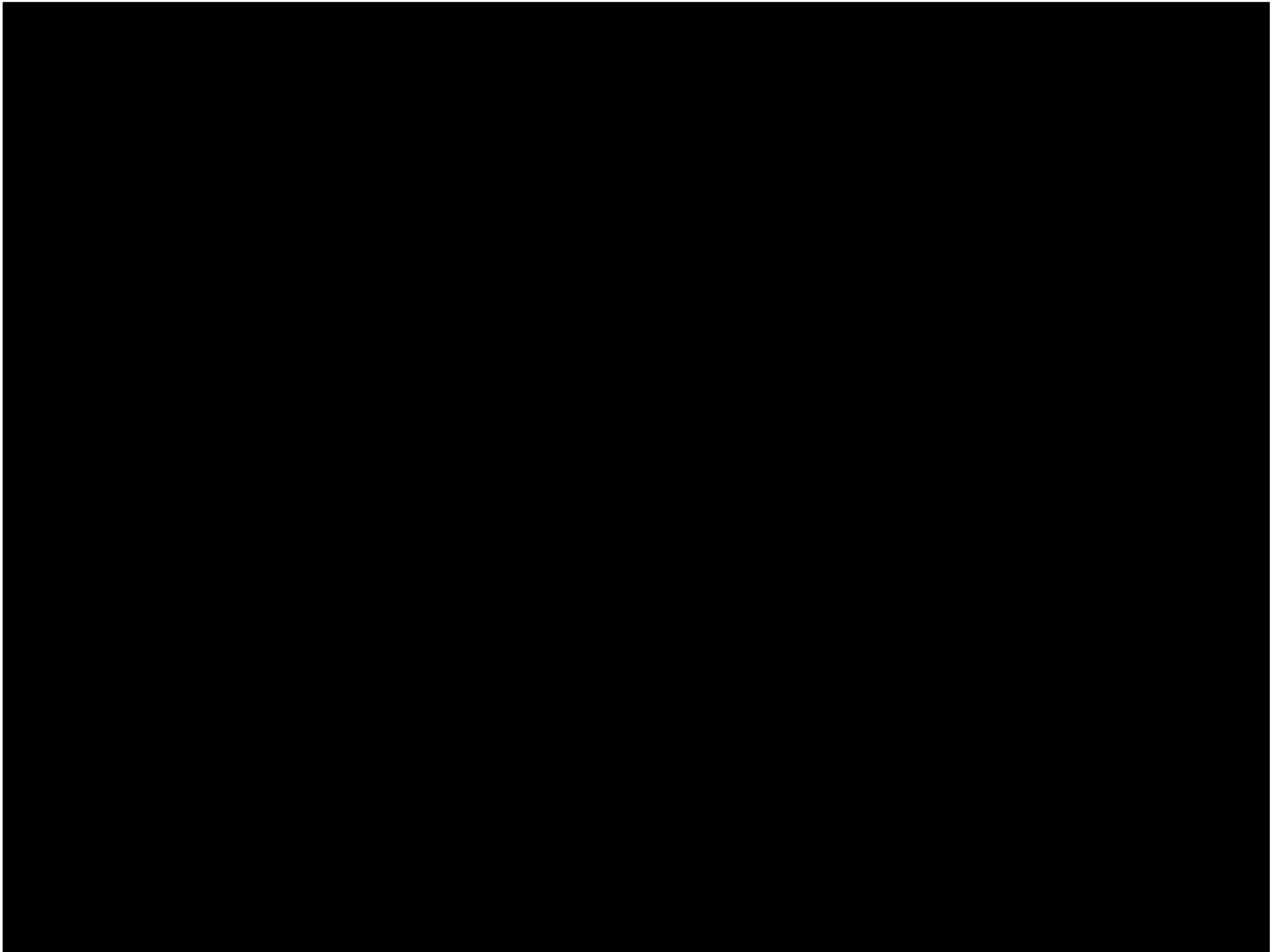
PASQUA
A40395

OSSEA DINAMICA
1471104

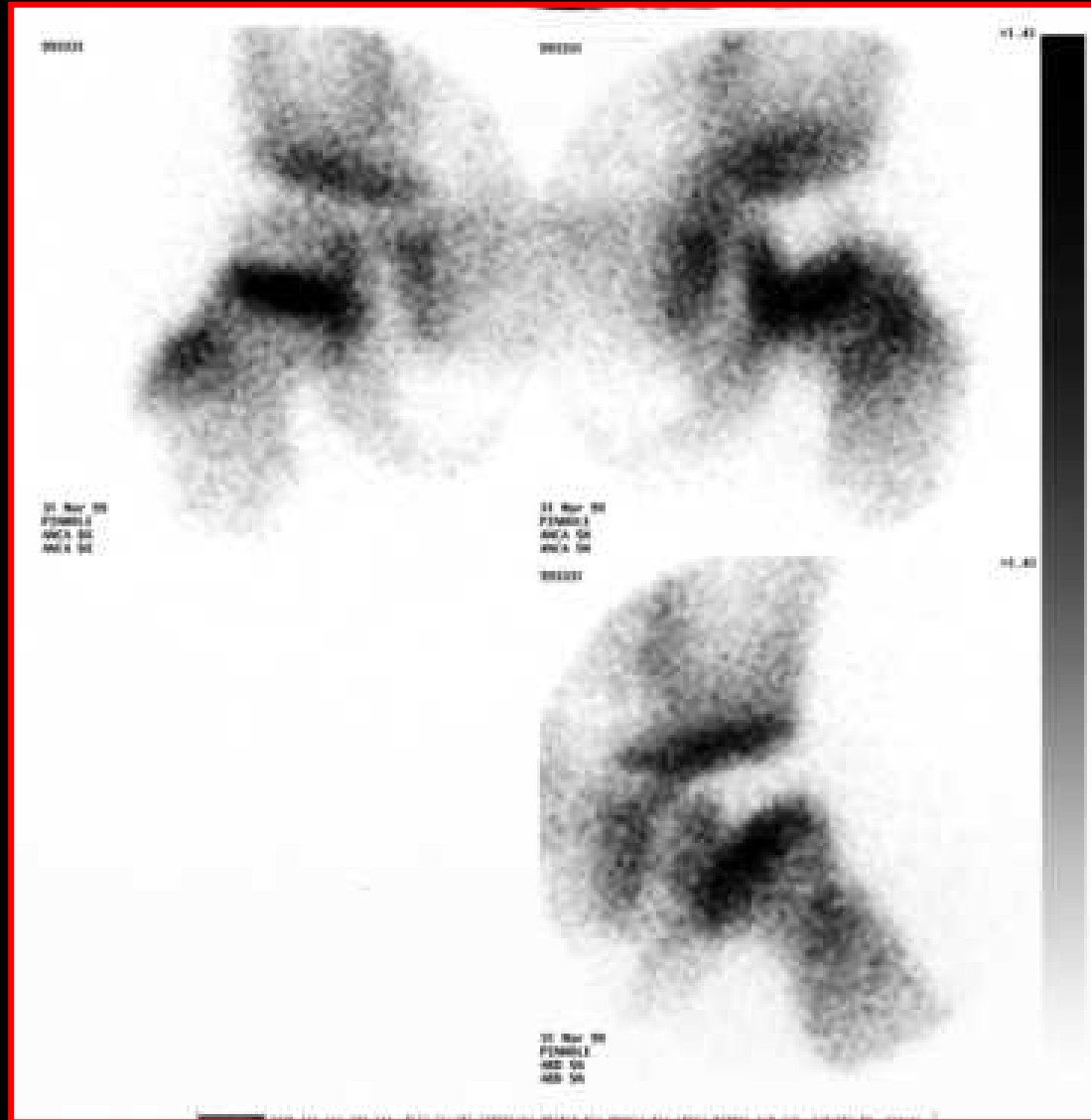
MILLENNIUM MG

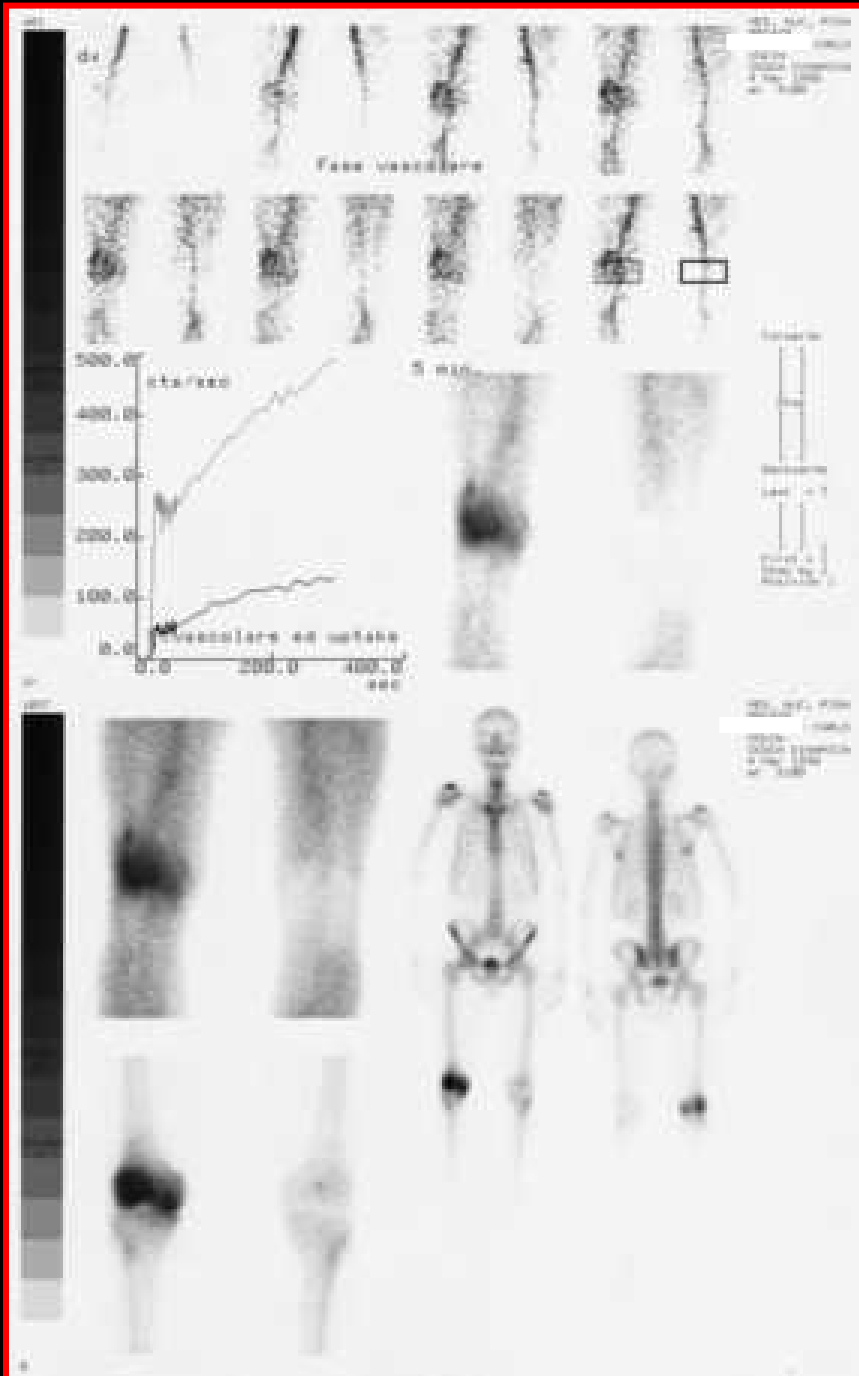
Medicina Nucleare Pisa





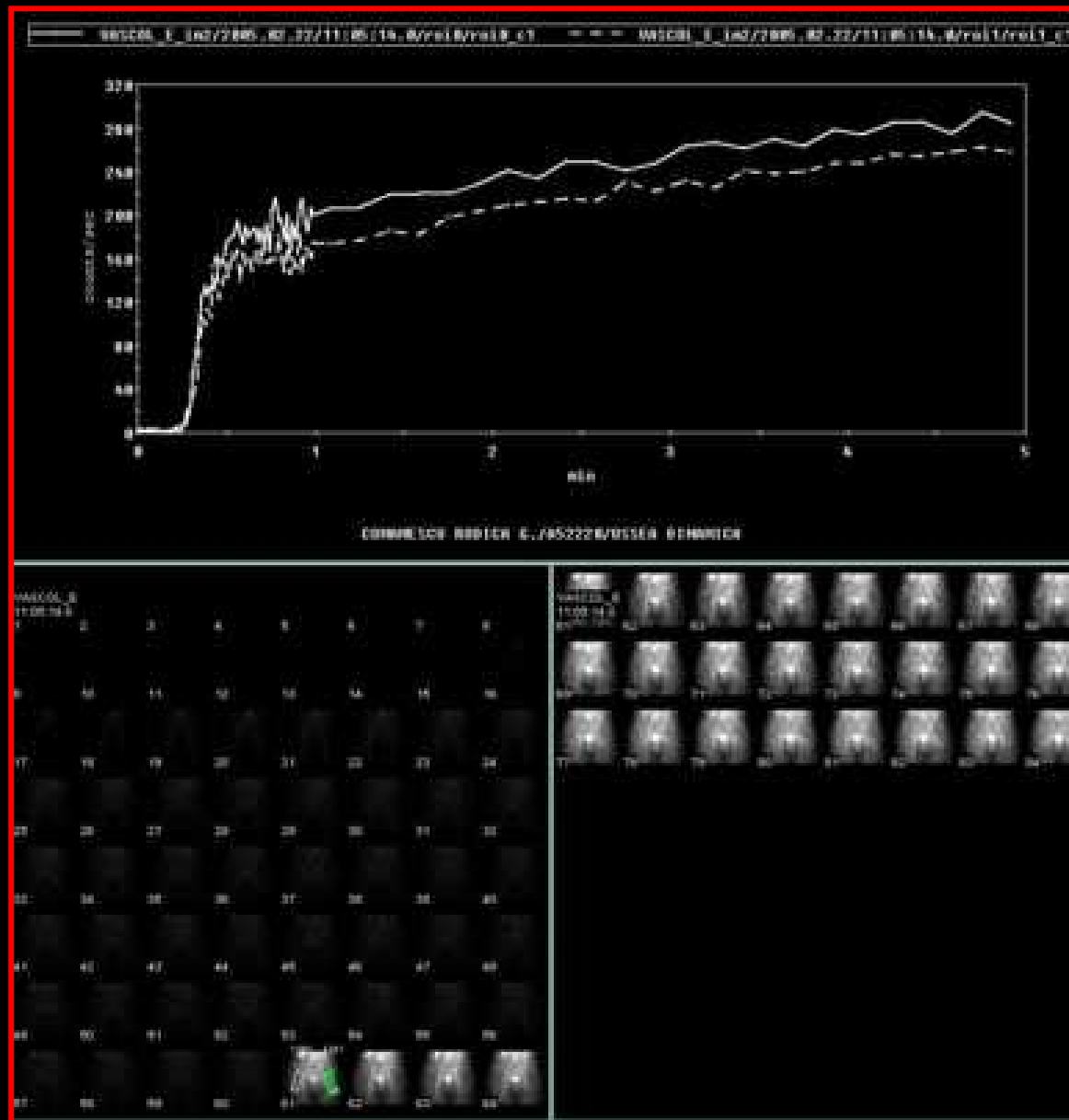
Necrosi avascolare (precoce)

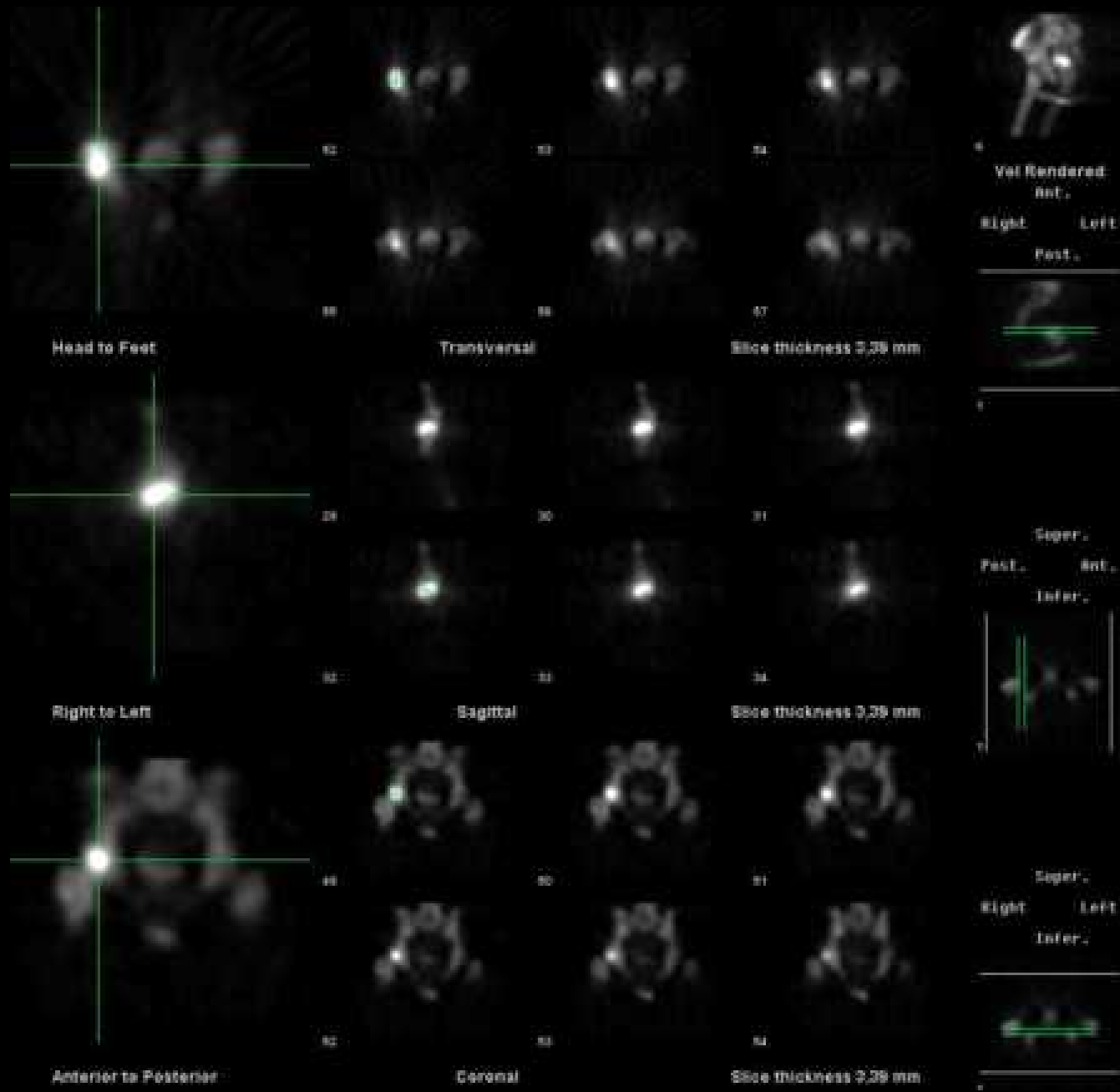




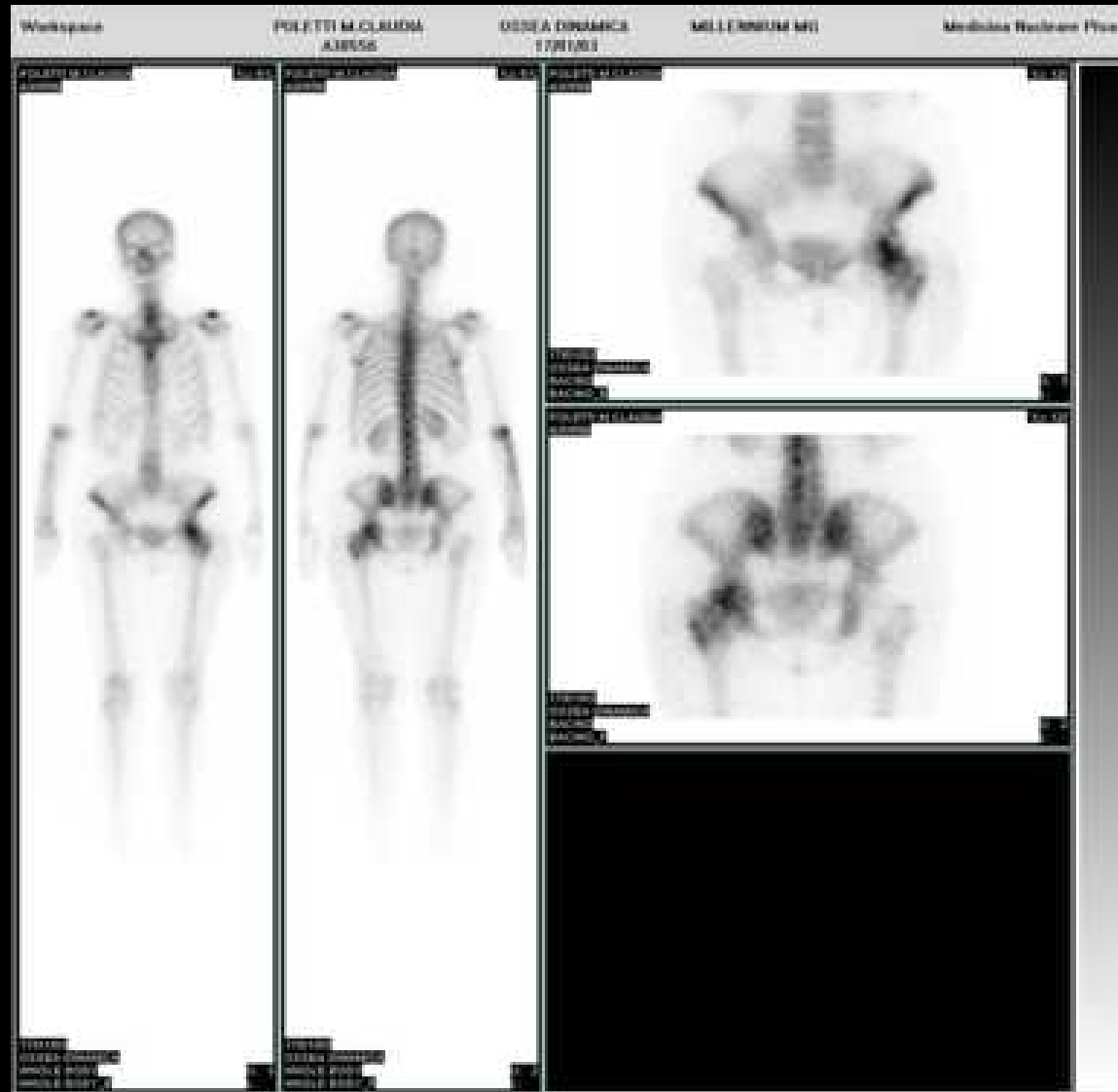
Necrosi avascolare (fase tardiva)

Necrosi avascolare (tardiva)

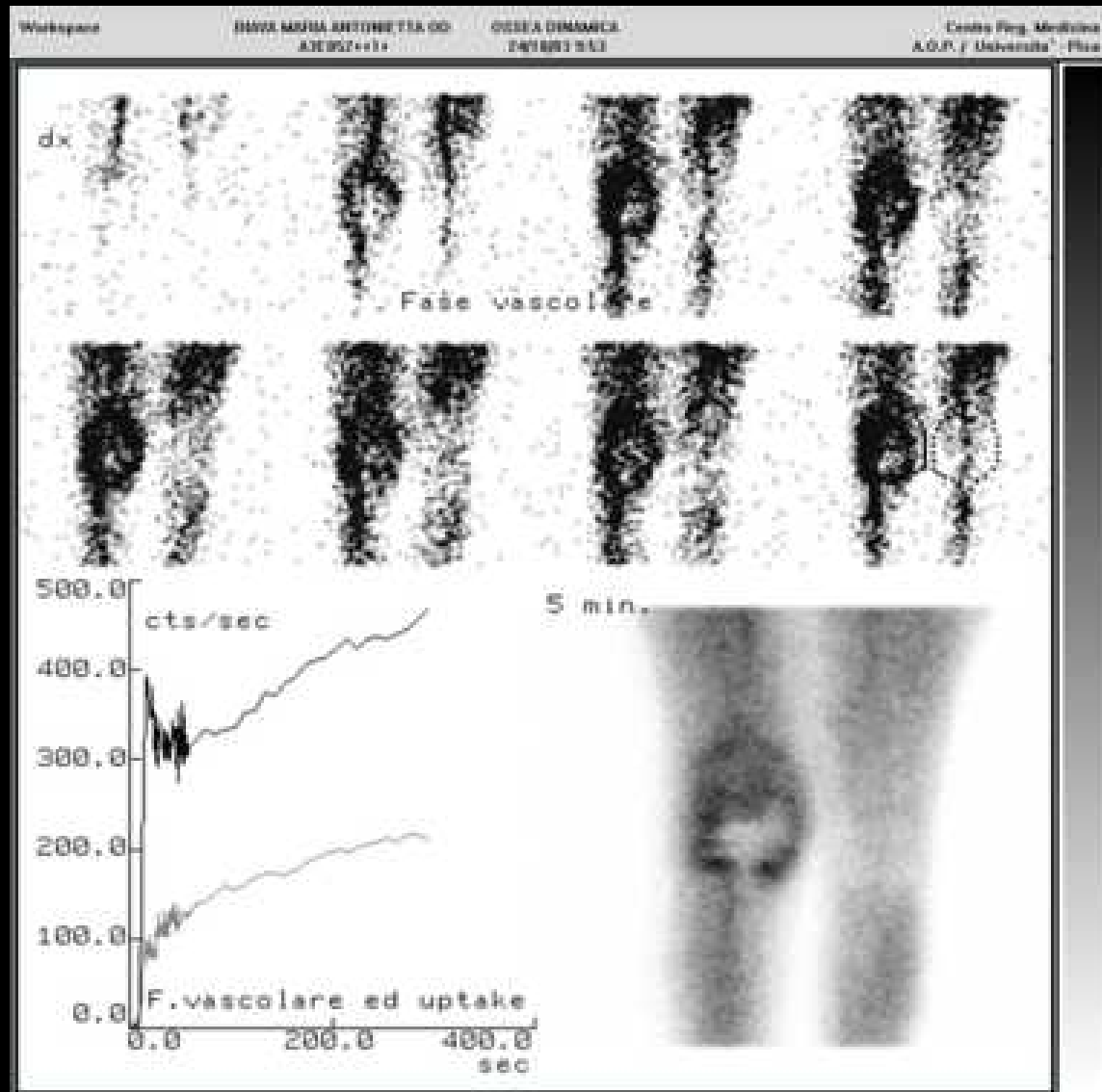




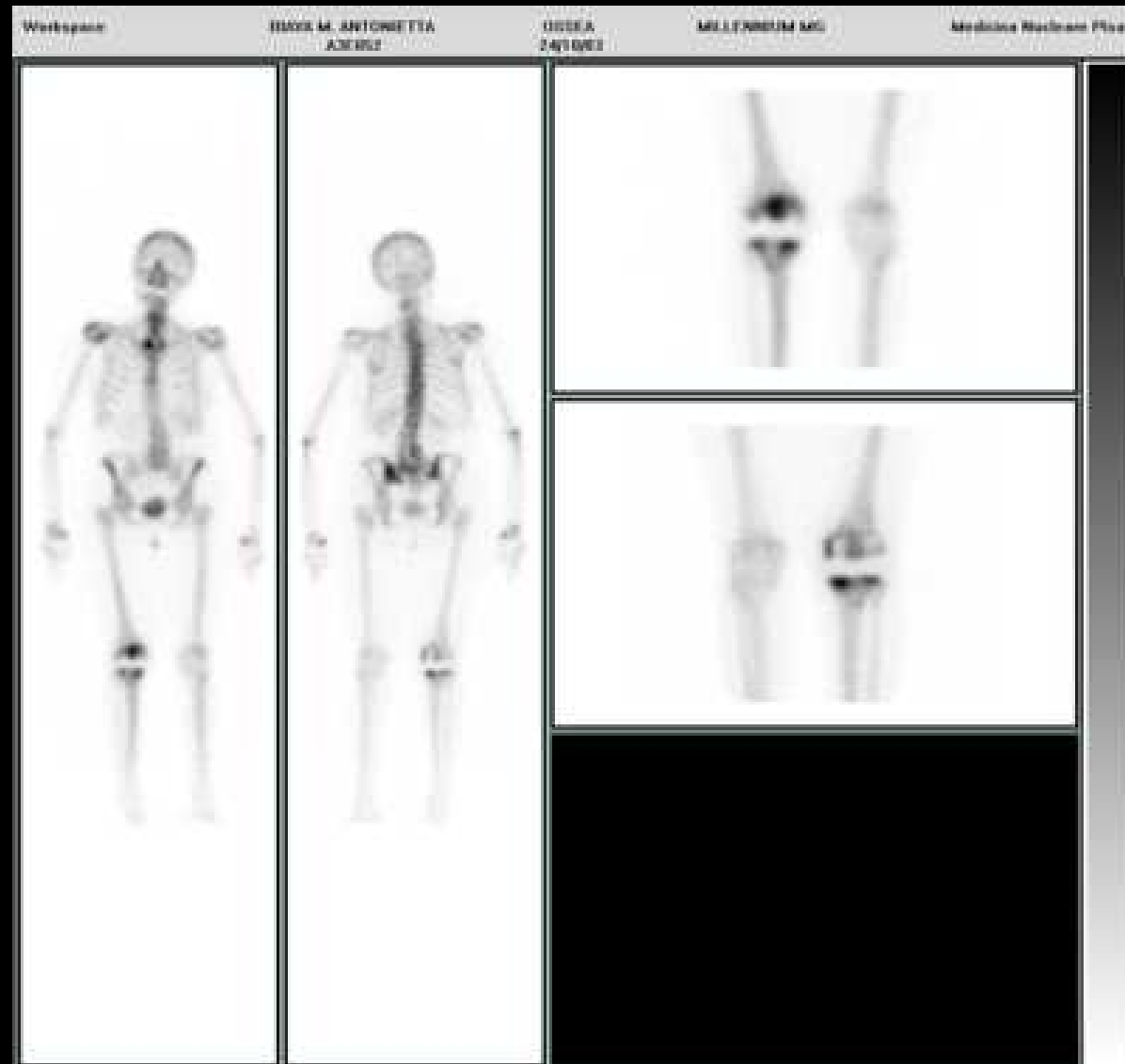
Necrosi avascolare (fase tardiva)



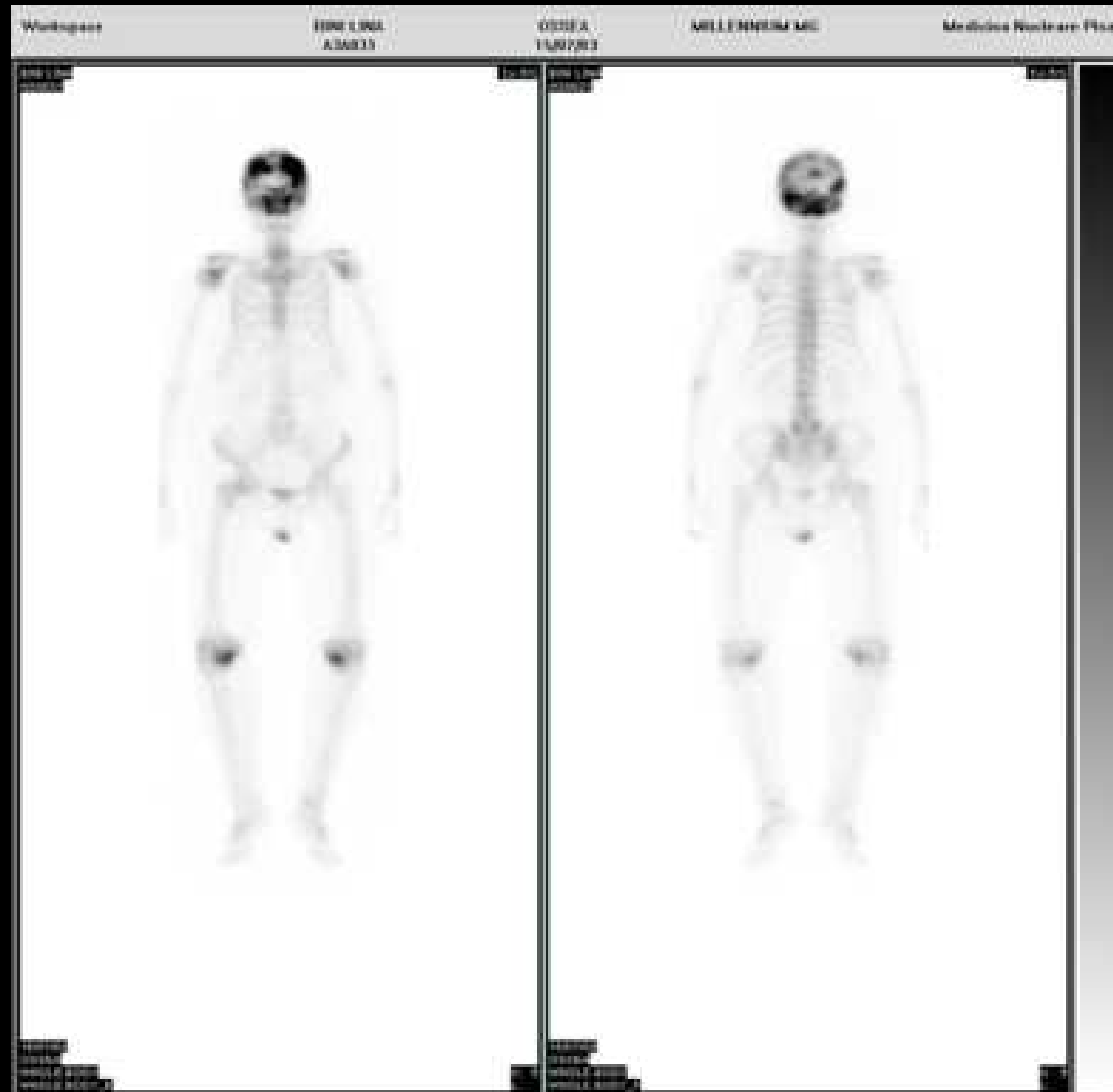
Artroprotesi

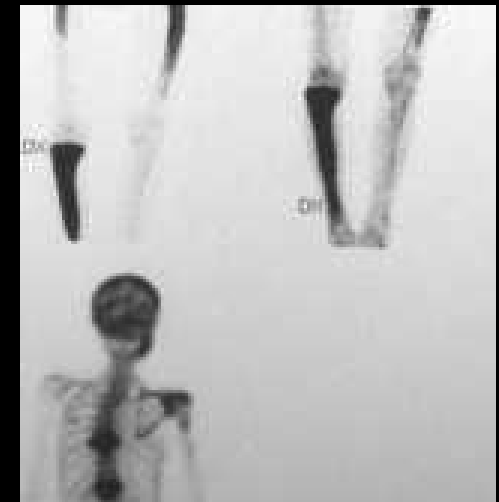
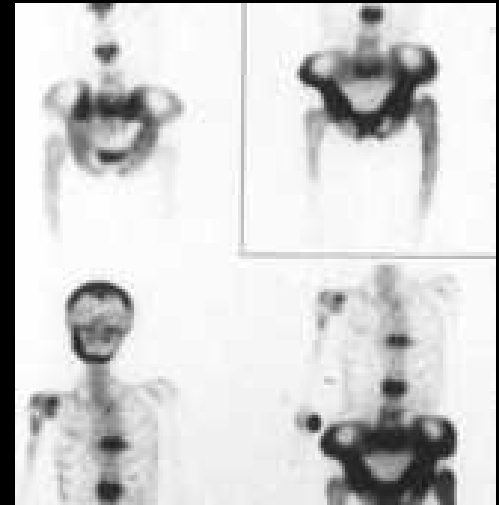
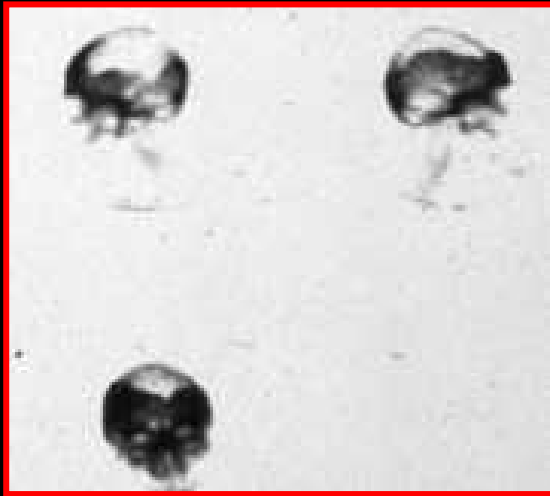
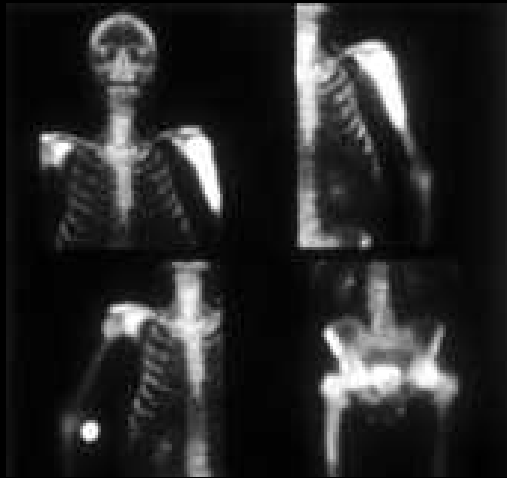


Artroprotesi



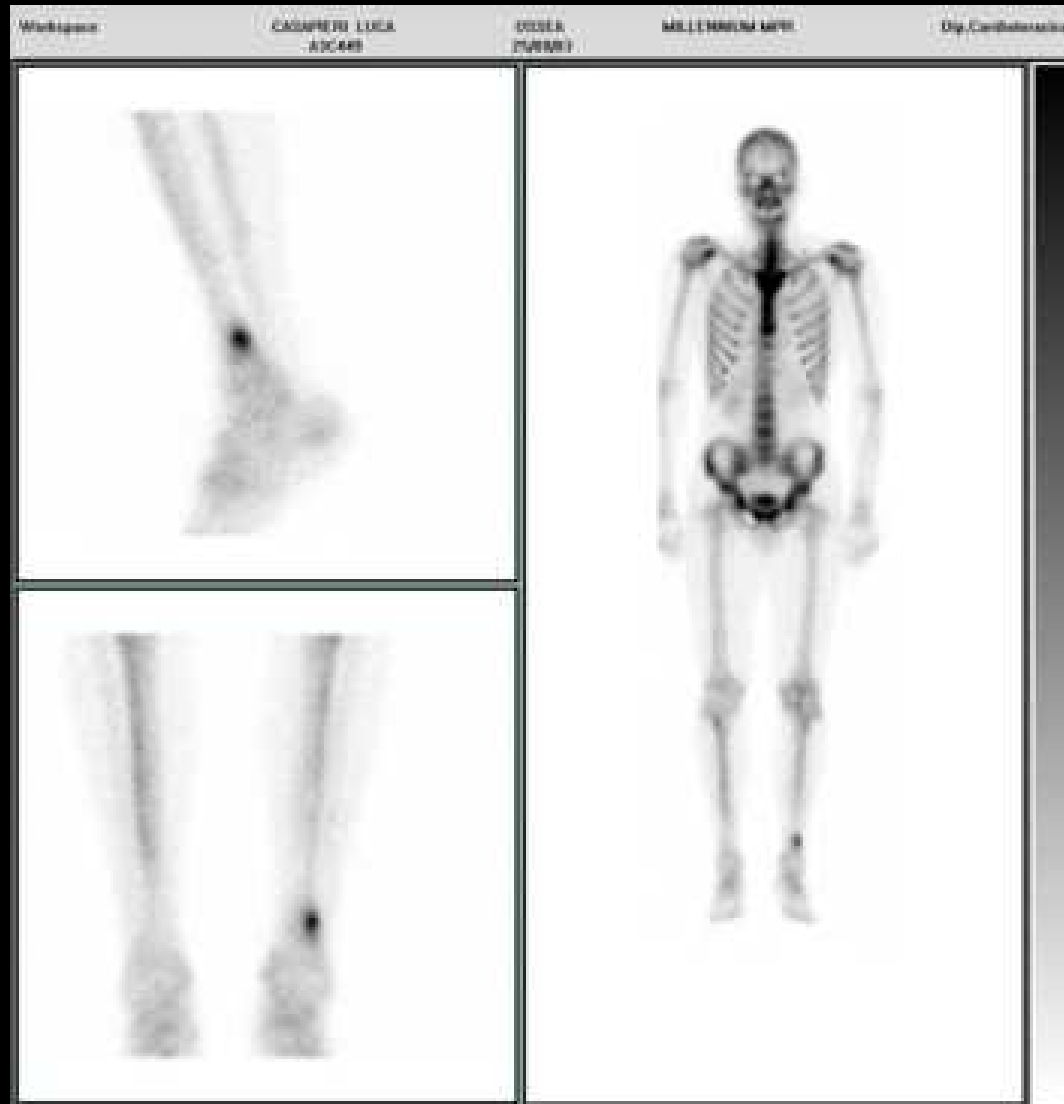
Paget Osseo





Paget Osseo

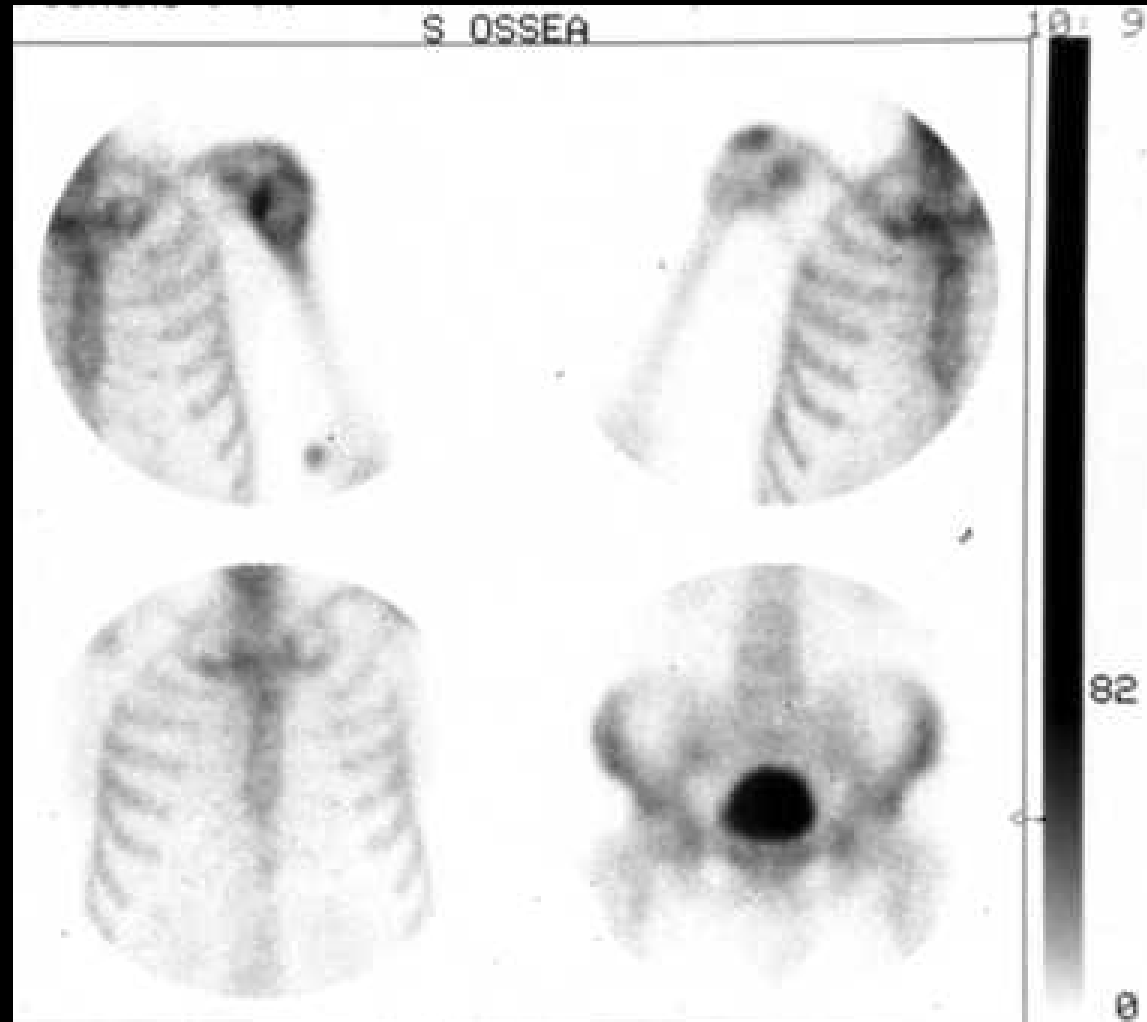
Osteoma Osteoide

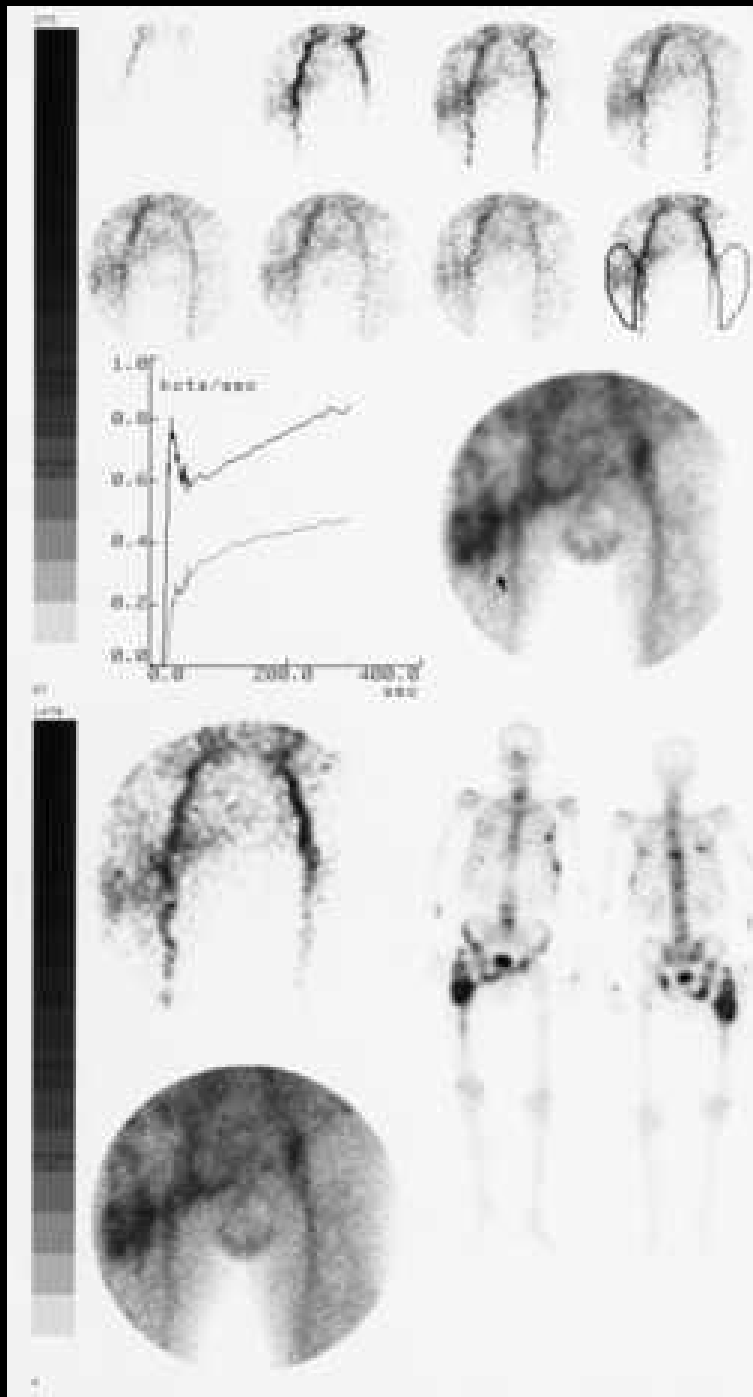


Osteosarcoma



Ostesarcoma





**Osteosarcoma
con metastasi
multiple
(scintigrafia
ossea
trifasica)**

- Le metastasi ossee possono prodursi per via **ematogena** o per **contiguità**.

- Sono più frequenti nei segmenti scheletrici con **alto rimaneggiamento** strutturale e **midollo rosso abbondante**:

- >> cranio 10%
 - >> rachide
 - >> bacino
 - >> coste
 - >> altre sedi 10%
- } 80%

Le neoplasie che più frequentemente danno metastasi scheletriche sono:

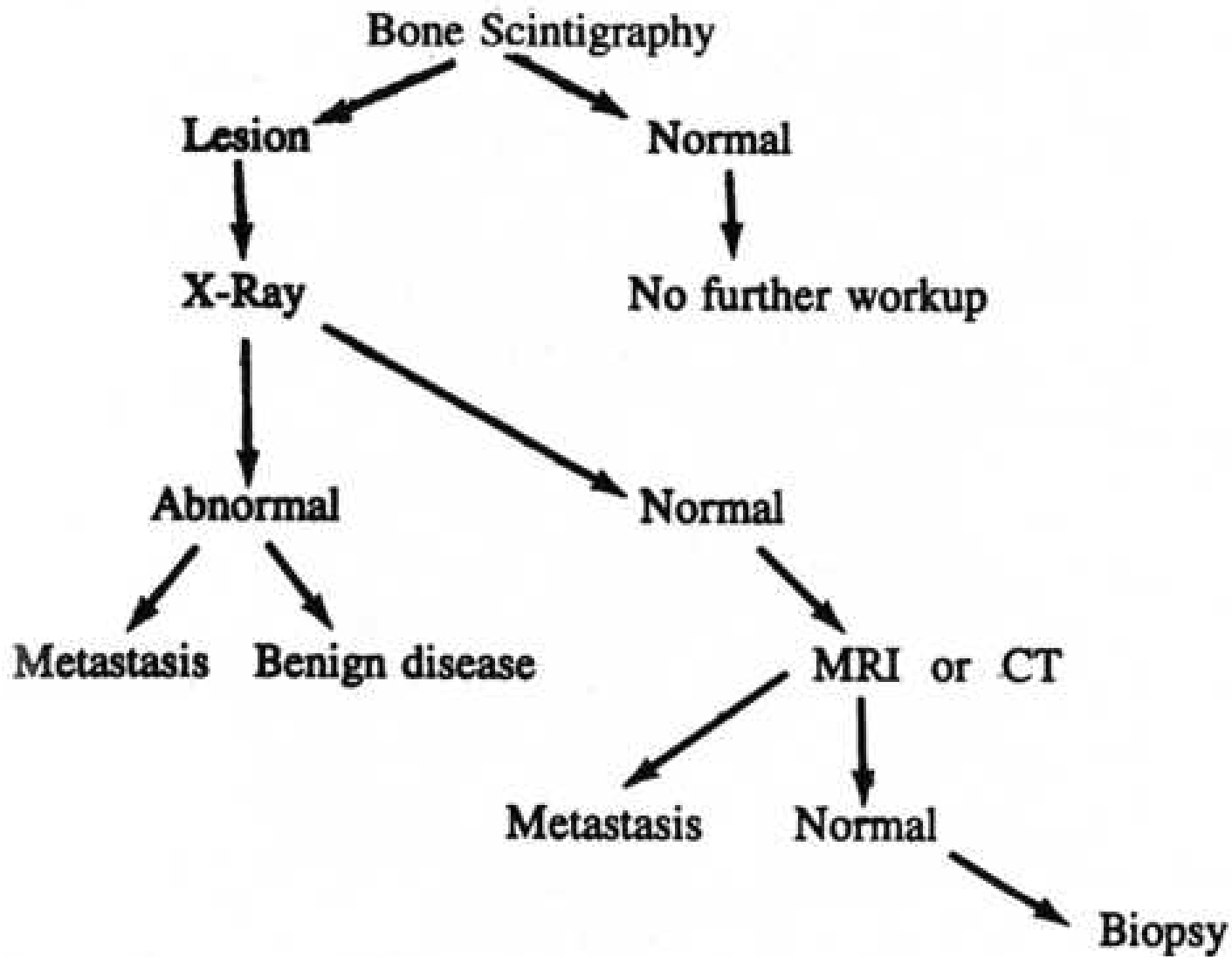
Ca prostata 68%

Ca mammella 73%

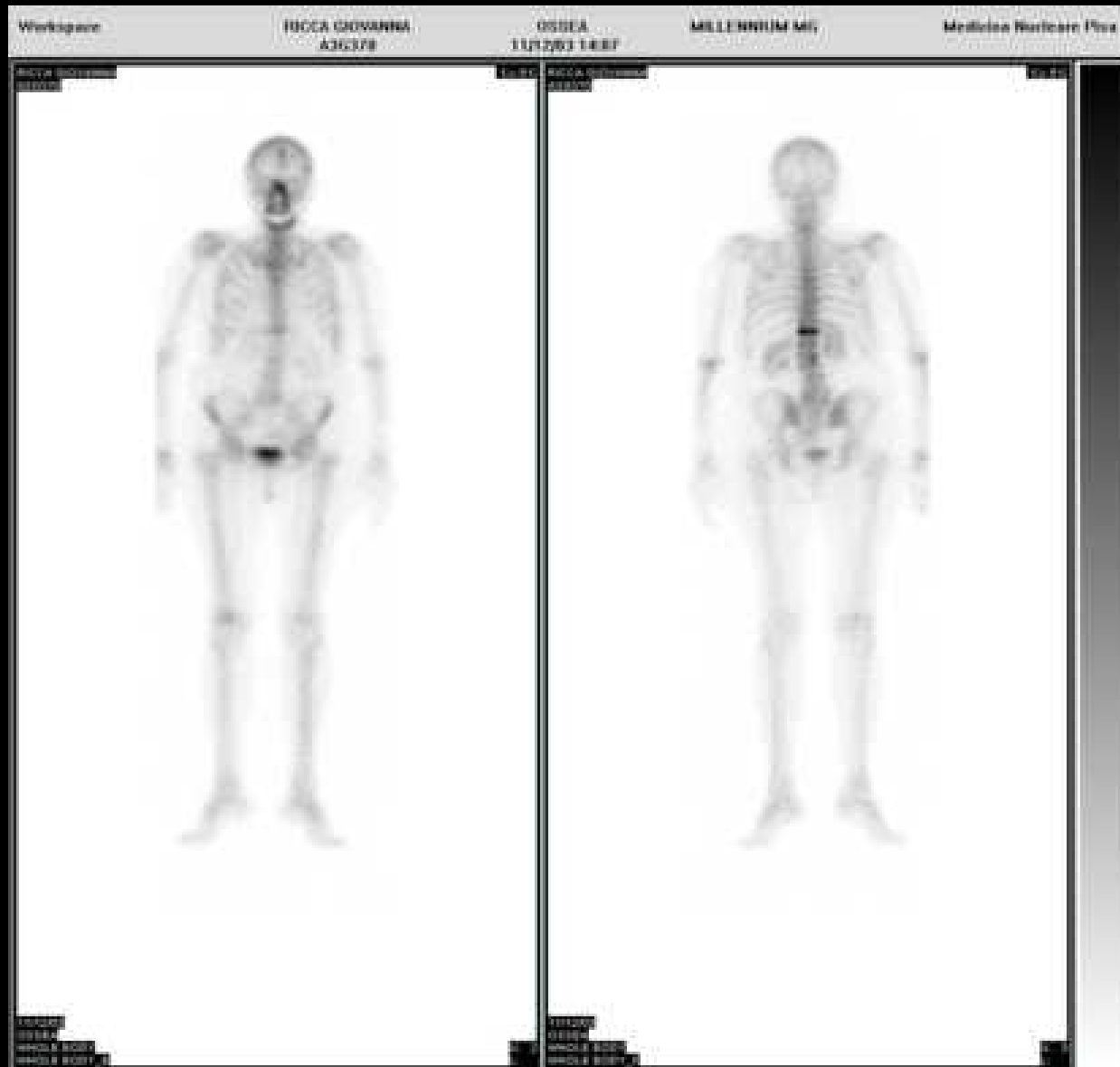
Ca polmone

Ca rene (e vescica)

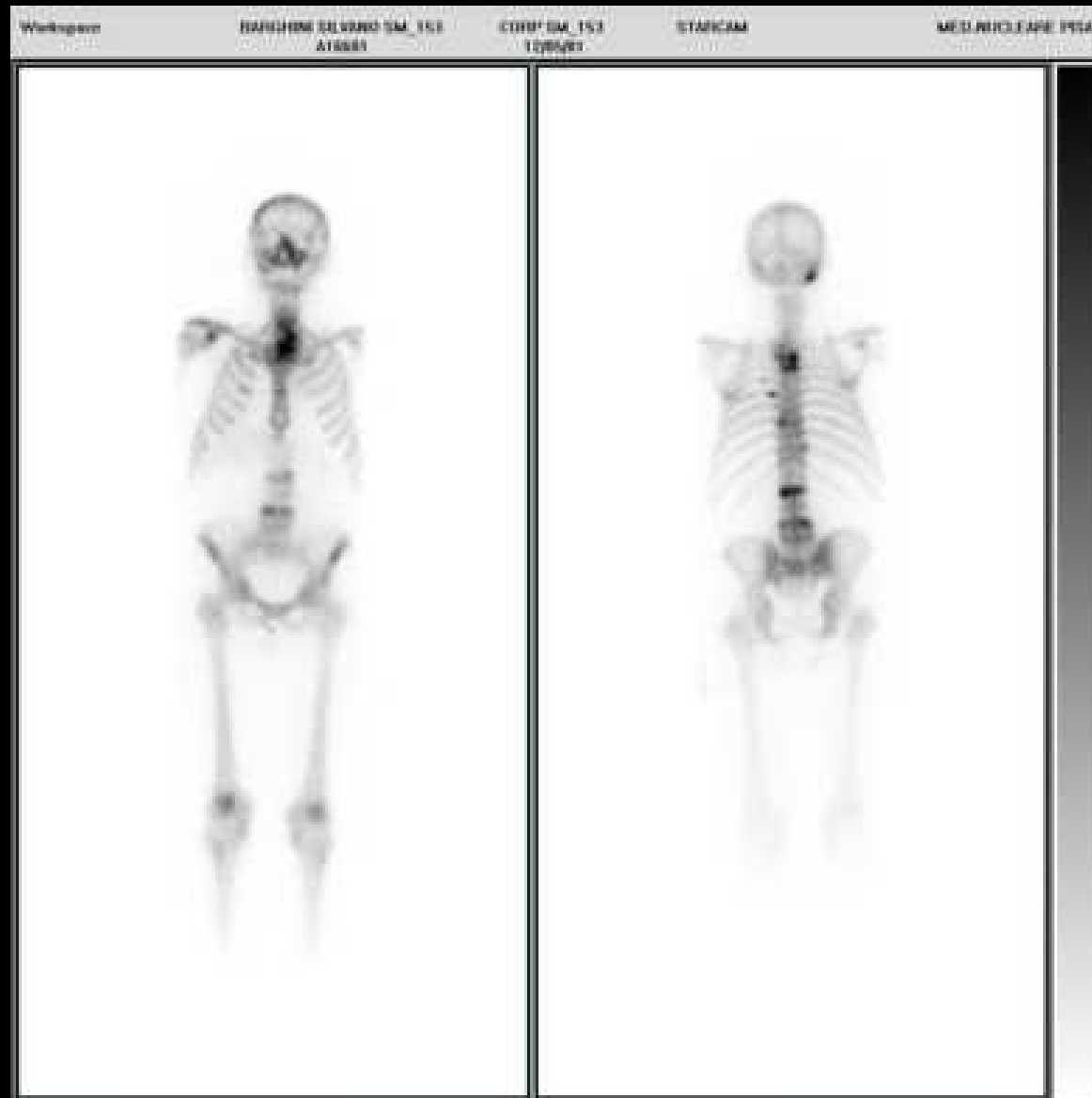
Ca utero (per contiguità)



Metastasi ossea singola



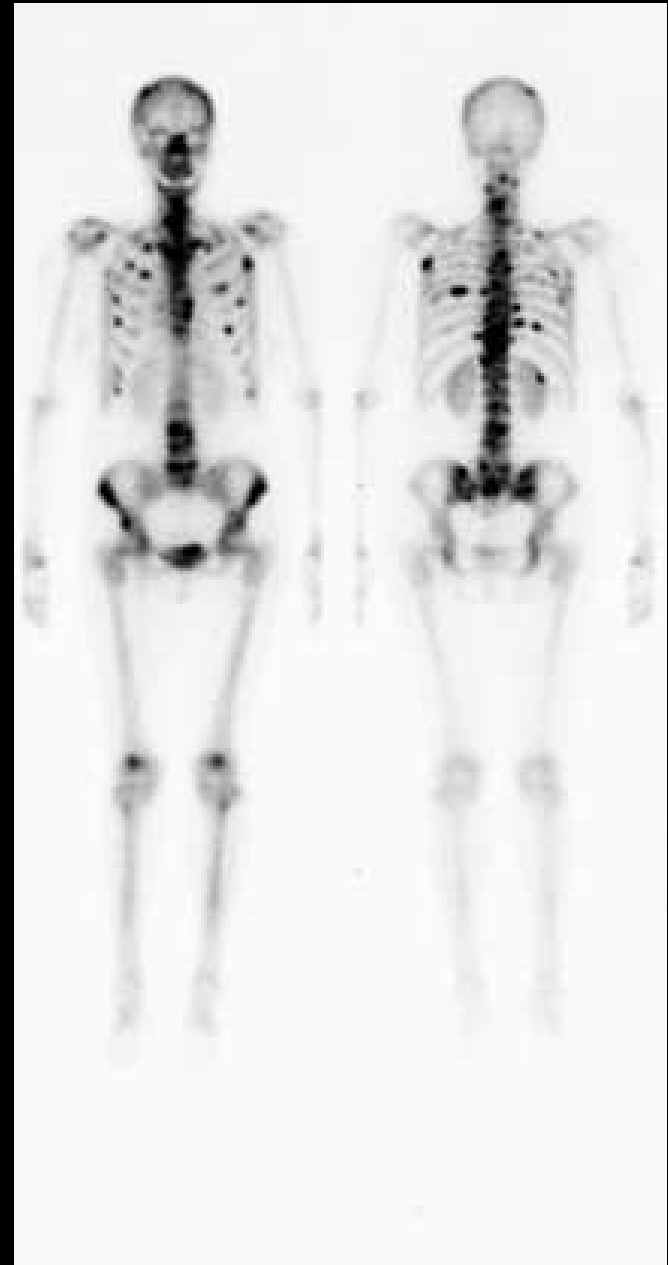
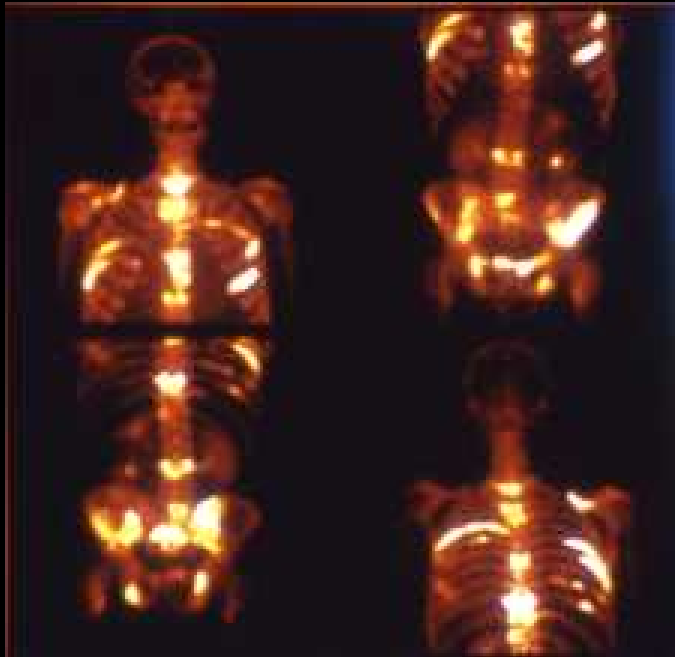
Metastasi multiple



Metastasi multiple

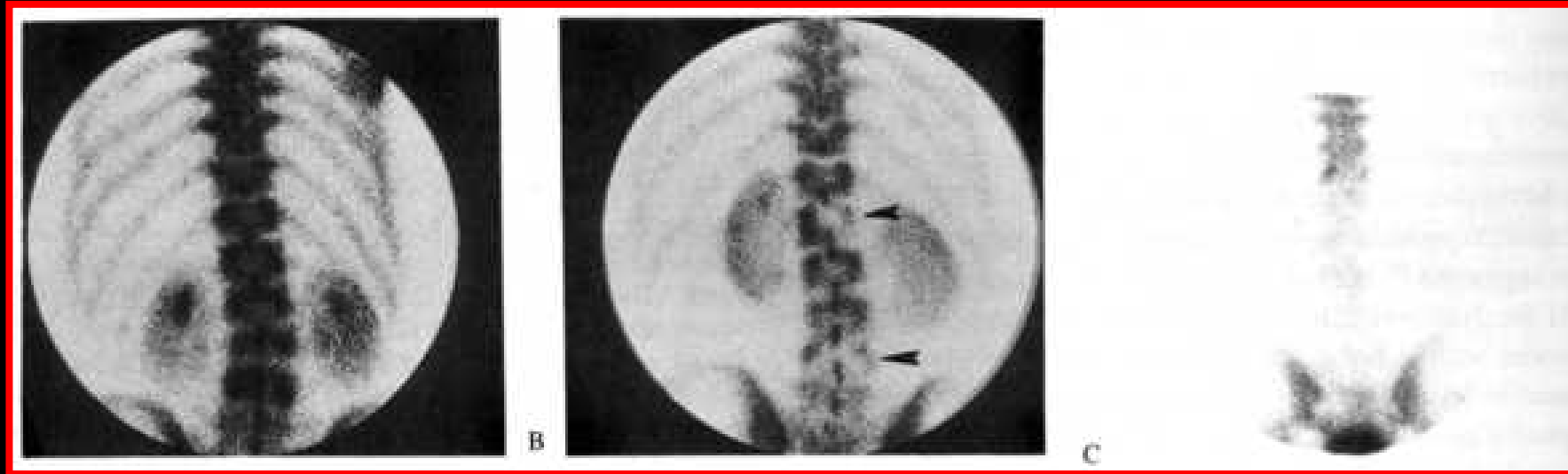


Metastasi multiple





Superscan



Effetto della Radioterapia