



*Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής
Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Θεσσαλίας*



ΠΑΡΑΔΟΣΕΙΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Ραδιοϊσοτοπική Απεικόνιση Νεοπλασμάτων - Φλεγμονών

Παναγιώτης Αν. Γεωργούλιας

Αν. Καθηγητής Πυρηνικής Ιατρικής



Λάρισα, 2017

⁶⁷Ga – citrate

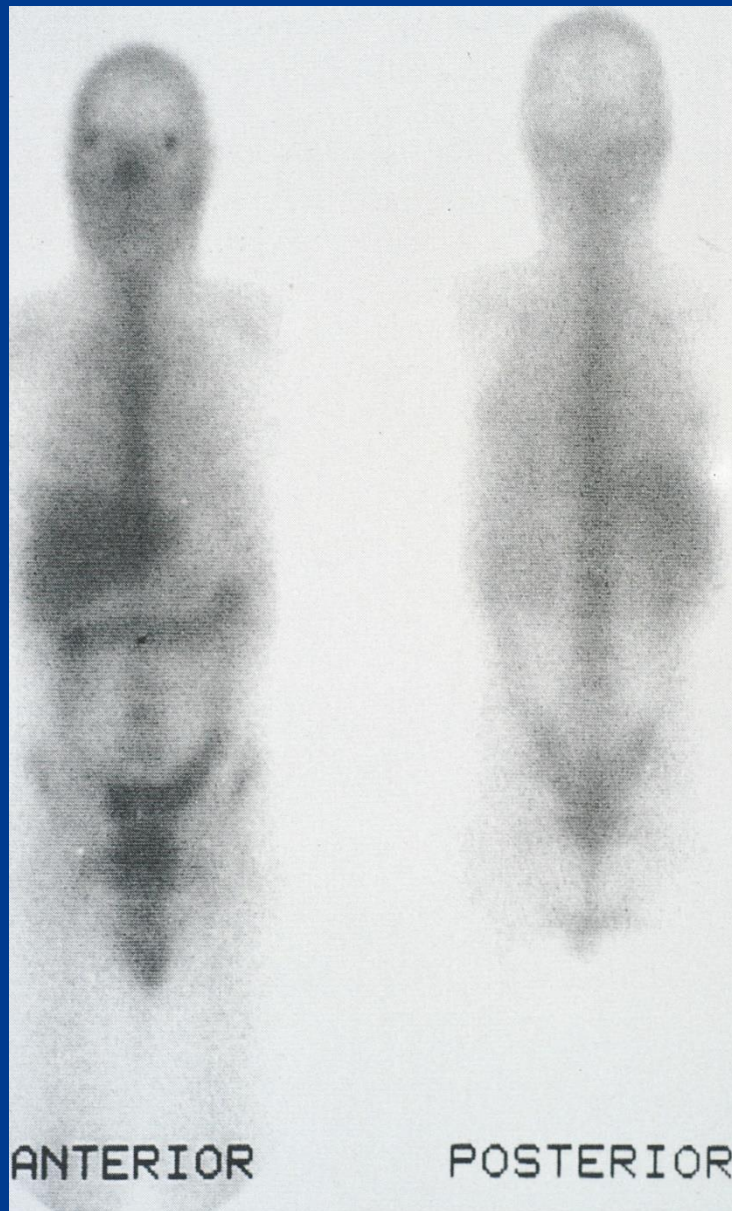
- Προϊόν κυκλοτρονίου
- T $\frac{1}{2}$ 78 h
- Εγ 93 keV (40%), 185 keV (24%), 296 keV (22%), 369 keV (7%).
- Ακτινική επιβάρυνση: 19mSv/185MBq

ΤΕΧΝΙΚΗ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

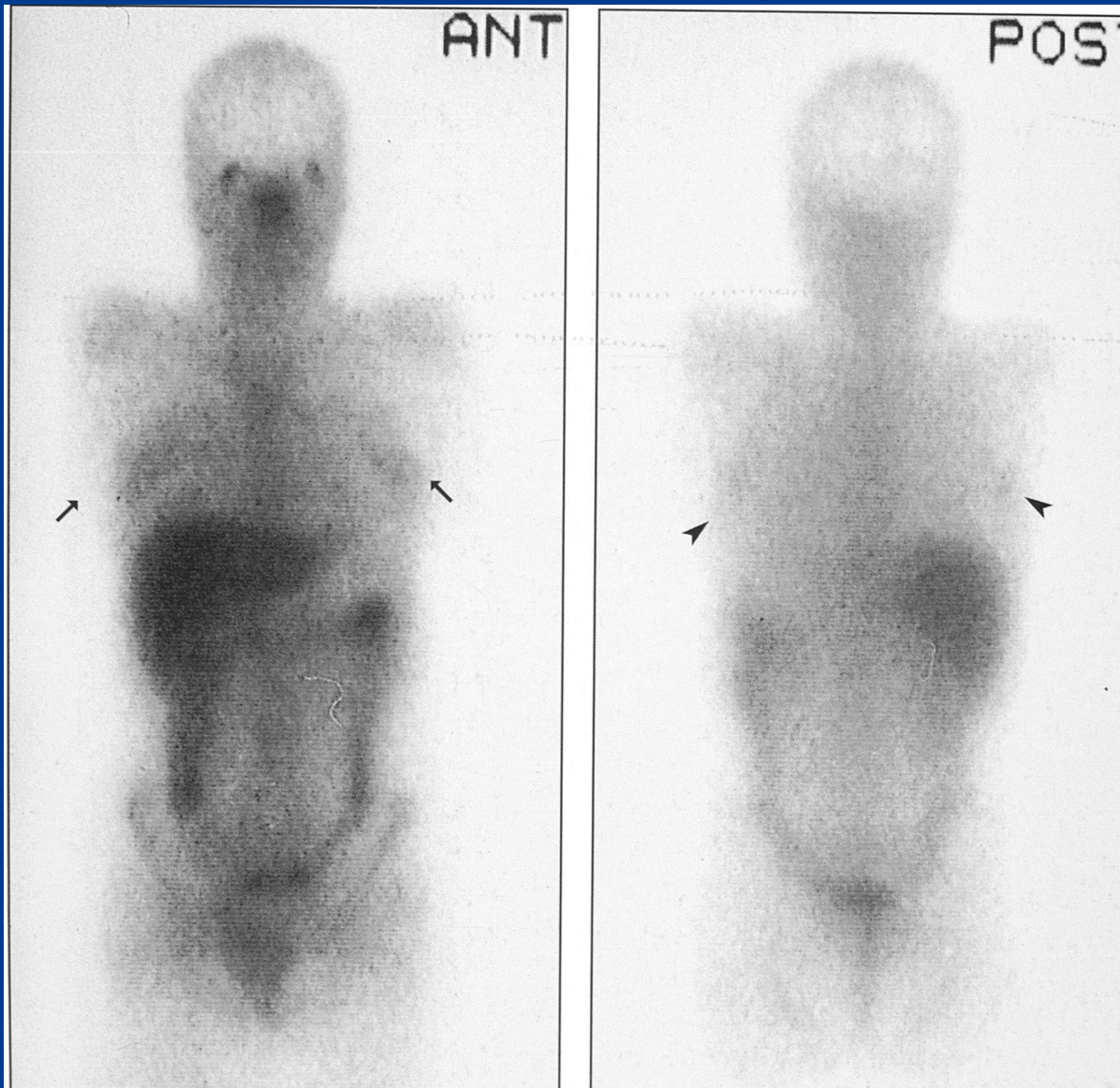
- Δόση (iv) 74-370 MBq (συνήθως 185 MBq).
- Λήψεις 6-48h για λοιμώξεις – φλεγμονές.
- 2-10d για νεοπλάσματα.
- Πρόσθιες, οπίσθιες («whole body»), SPECT.
- Νηστεία – υπακτικό – υποκλυσμός (ειδικές περιπτώσεις).
- 3-4 εβδομάδες μετά το τέλος χημειοθεραπείας – ακτινοθεραπείας.
- 24h από μετάγγιση αίματος ή χορήγηση φαρμάκου με γαδολήνιο.

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ – ΒΙΟΚΑΤΑΝΟΜΗ

- Ήπαρ, σπλήνας, μυελός οστών - οστά, ρινοφάρυγγας, σιελογόνοι – δακρυϊκοί αδένες, έντερο, μαστοί (θηλές).
- Νεφρά, ουροδόχος κύστη στις 24h (σπάνια μέχρι 48h).
- Ασθενής απεικόνιση των πνευμόνων (καπνιστές). Εντονότερη απεικόνιση μετά από λεμφαγγειογραφία, χημειοθεραπεία, ακτινοθεραπεία.
- Καρδιά – μεγάλα αγγεία (6h).
- Τραύματα, κατάγματα, χειρουργικές τομές.
- Θύμος αδένας (παιδιά – υπερπλασία).

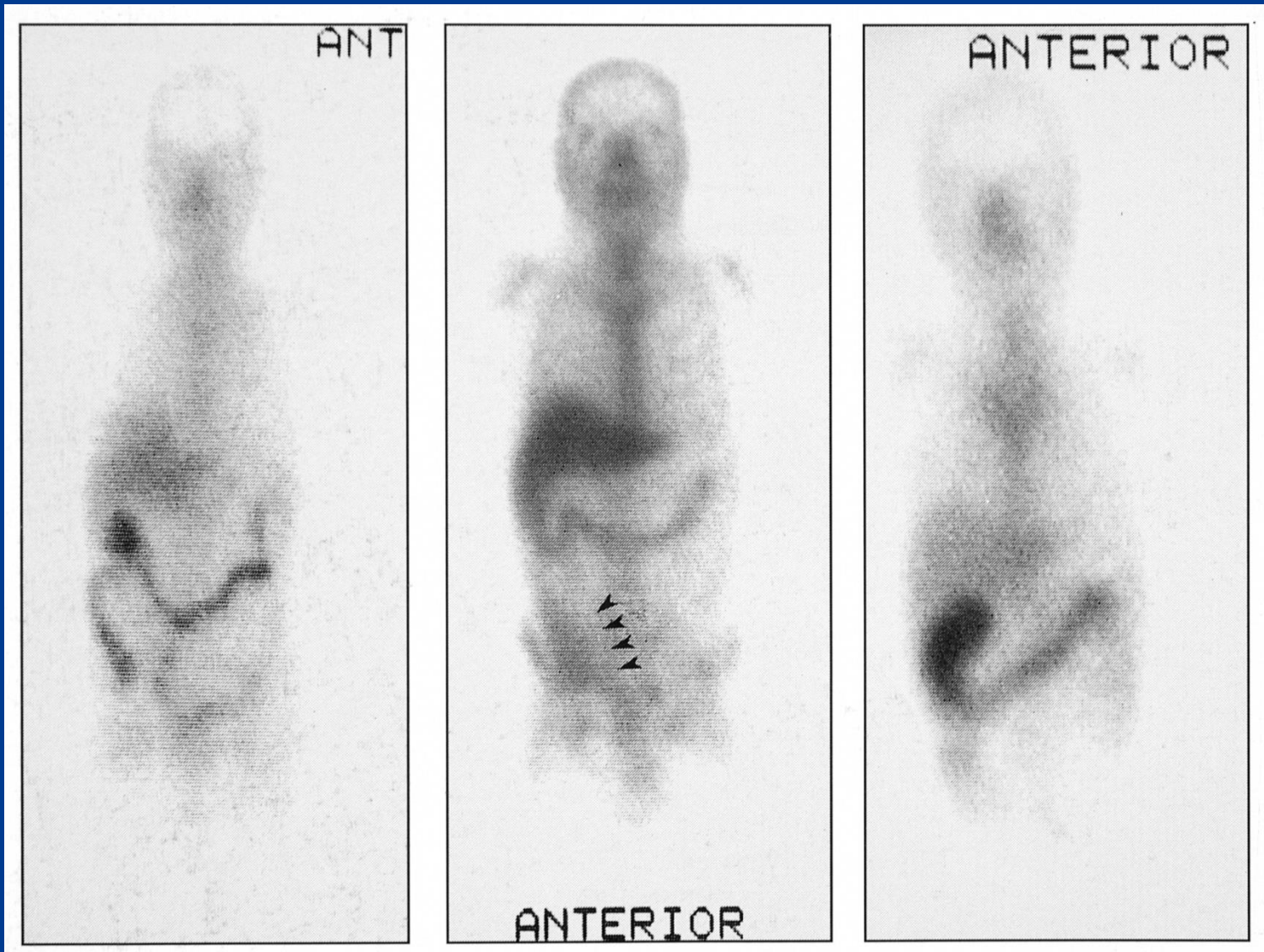


Source:
Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international



Source:

Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international



Source:

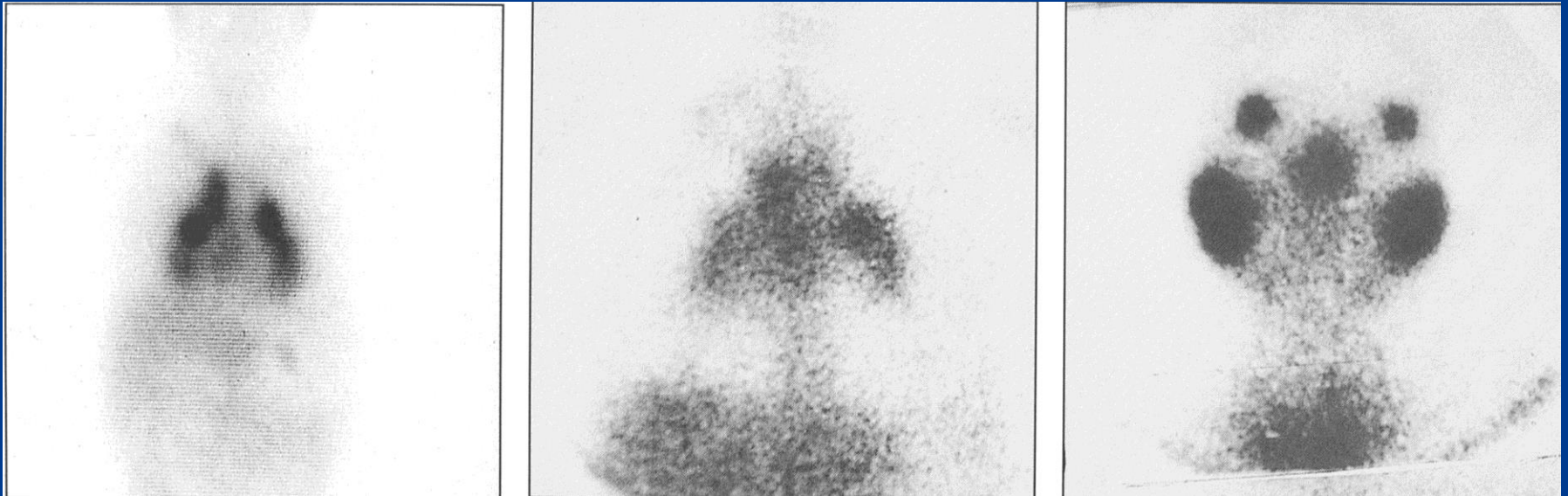
Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international

ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΣΕ ΟΓΚΟΥΣ – ΦΛΕΓΜΟΝΕΣ

- Βιοκινητική παρόμοια του σιδήρου.
- Σύνδεση των ιόντων ^{67}Ga με πρωτεΐνες του πλάσματος (τρανσφερίνη, λακτοφερίνη).
- Αυξημένη αιμάτωση – διαπερατότητα των αγγείων.
- Άμεση πρόσληψη από λευκοκύτταρα (λακτοφερίνη) και βακτηρίδια (σιδηροφόρες ουσίες).
- Υποδοχείς τρανσφερίνης / λακτοφερίνης σε καρκινικά κύτταρα – υψηλός ρυθμός πολλαπλασιασμού.
- Χαμηλό pH (στους όγκους) που προκαλεί αποσύνδεση του $^{67}\text{Ga-citrate}$.
- Ενδοκυτταρική συγκέντρωση κυρίως στα λυσοσώματα.

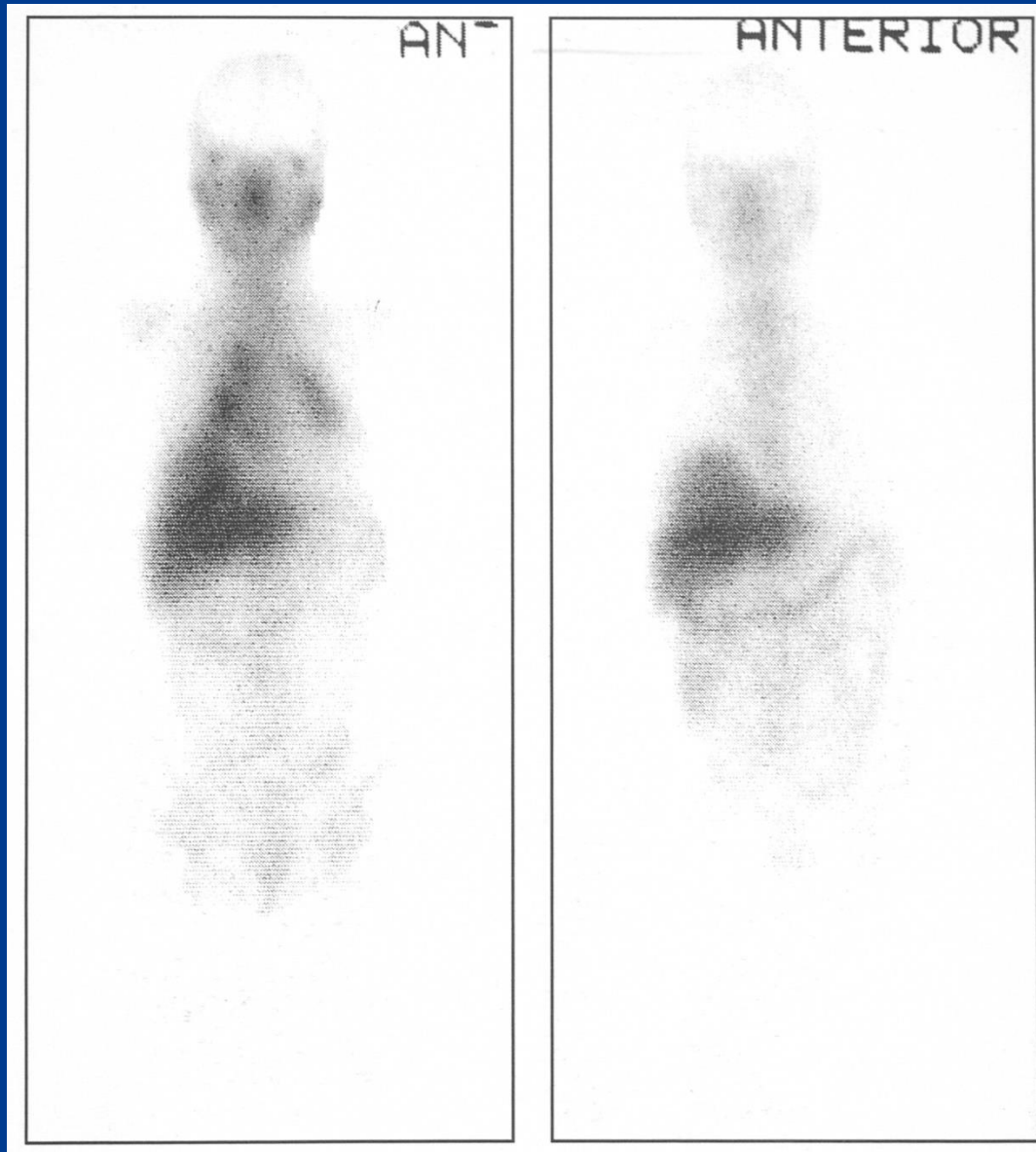
ΣΑΡΚΟΕΙΔΩΣΗ

- Χρόνια κοκκιωματώδης νόσος αγνώστου αιτιολογίας.
- Διήθηση πνευμόνων, λεμφαδένων πνευμονικών πυλών –
μεσοθωρακίου, σιελογόνων – δακρυϊκών αδένων.
- Έντονη συγκέντρωση του ^{67}Ga στους πυλαίους λεμφαδένες άμφω και στους λεμφαδένες του μεσοθωρακίου (σημείο Λ).
- Έντονη αμφοτερόπλευρη απεικόνιση δακρυϊκών αδένων και παρωτίδων (σημείο panda).
- Υψηλή ειδικότητα σε ταυτόχρονη απεικόνιση Λ – panda ή panda και αμφοτερόπλευρης συμμετρικής πυλαίας λεμφαδενοπάθειας.
- Παρακολούθηση ασθενών – εκτίμηση θεραπευτικού αποτελέσματος.



Source:

Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international

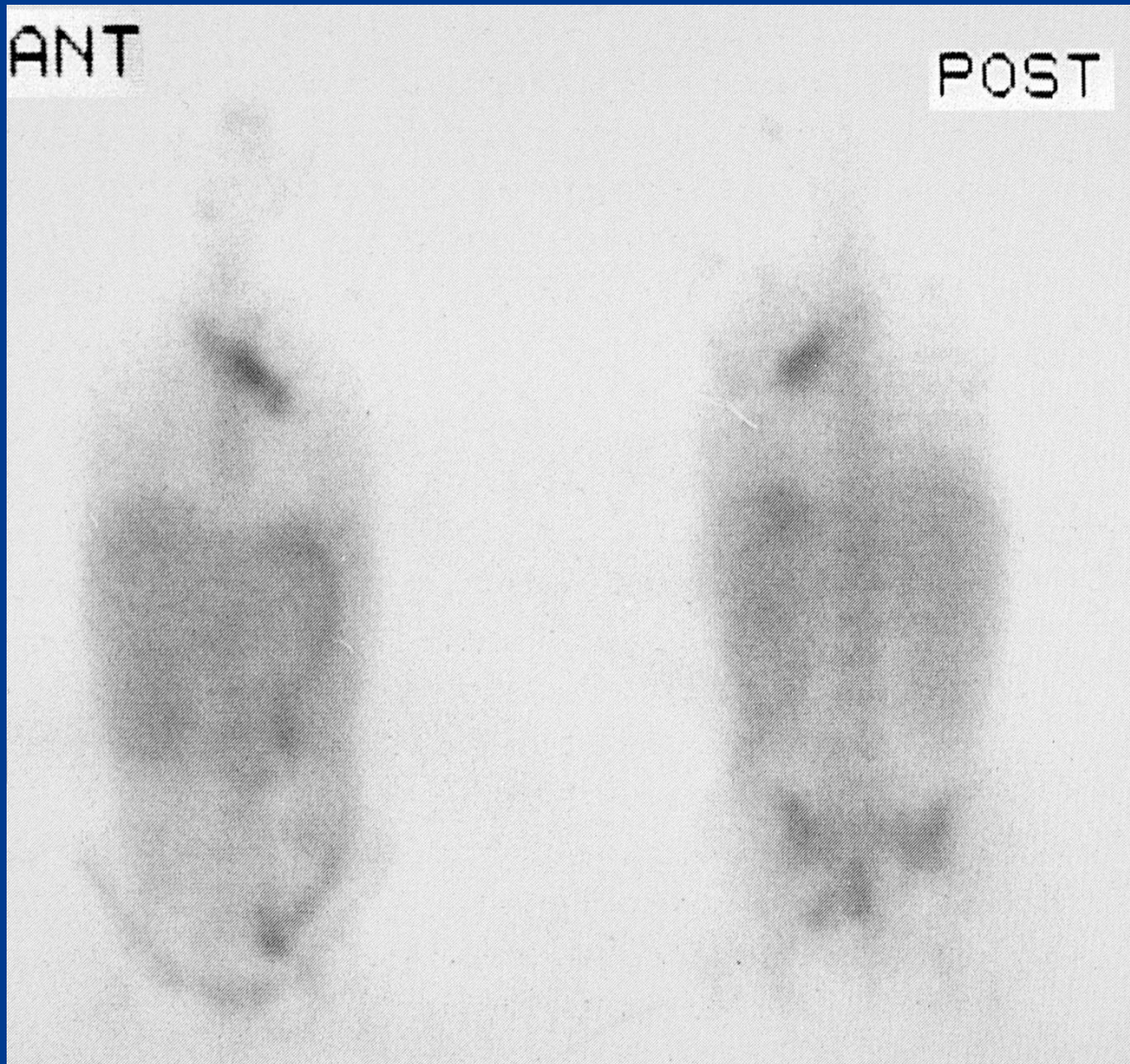


Source:

Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international

ΠΥΡΕΤΟΣ ΑΓΝΩΣΤΟΥ ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑΣ

- Οφείλεται σε λοιμώξεις, άσηπτες φλεγμονές, νεοπλάσματα, φάρμακα κλπ.
- Ιδιαίτερα χρήσιμη η ιδιότητα του ^{67}Ga να συγκεντρώνεται σε πληθώρα φλεγμονών – νεοπλασμάτων.

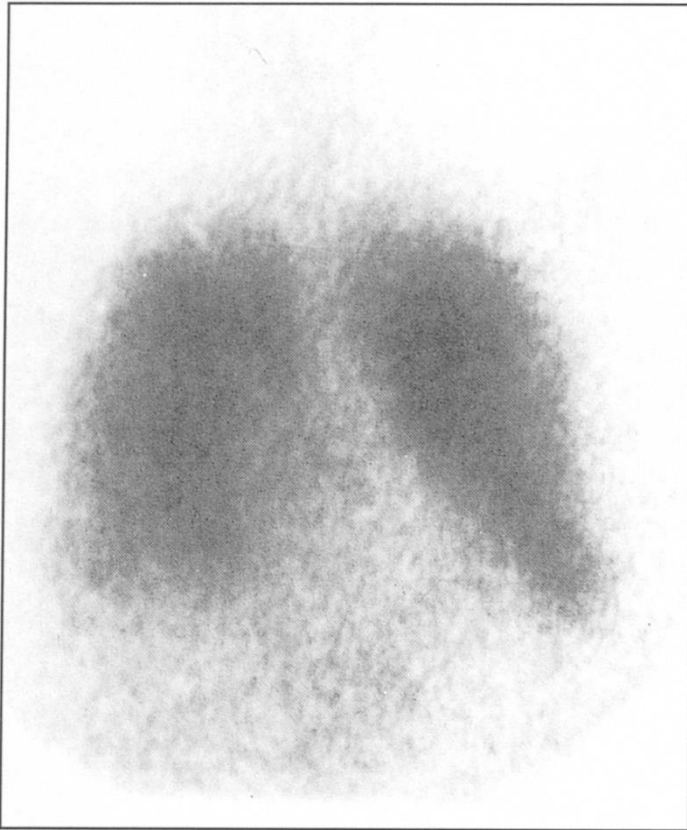


Source:

Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international

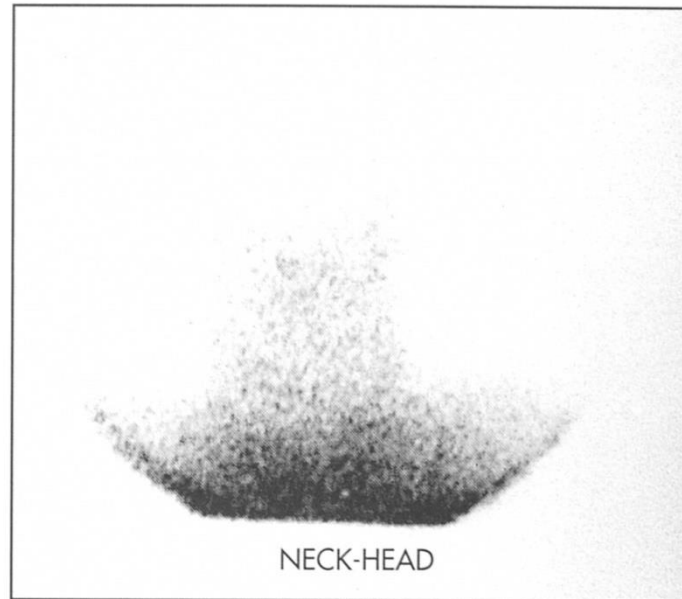
AIDS

- Διερεύνηση ευκαιριακών λοιμώξεων.
- Πνευμονία από *Pneumocystis Carinii*
(αμφοτερόπλευρη διάχυτα αυξημένη
συγκέντρωση του ^{67}Ga στους πνεύμονες
– α/α θώρακος αρνητική).
- Λοίμωξη από CMV (μέτριας έντασης
αυξημένη συγκέντρωση του ^{67}Ga στους
πνεύμονες – αυξημένη συγκέντρωση στους
πυλαίους λεμφαδένες, στα νεφρά/επινεφρίδια,
στο έντερο και στους οφθαλμούς).

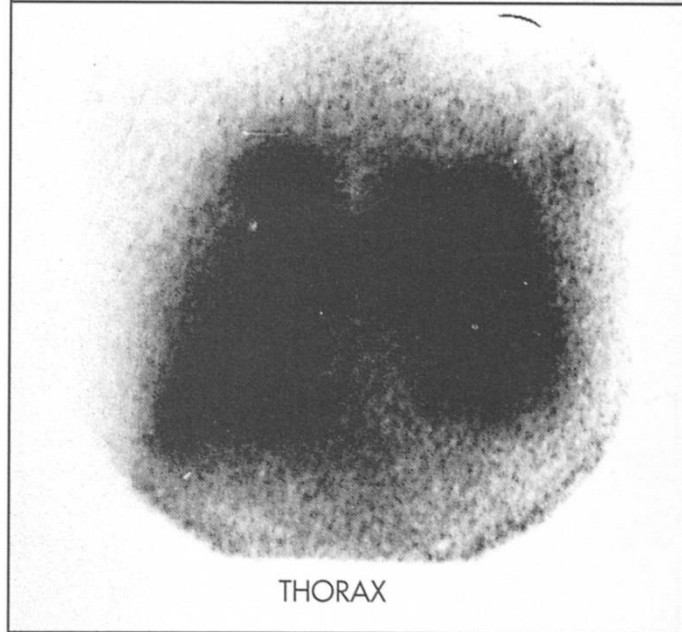


Source:

Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international



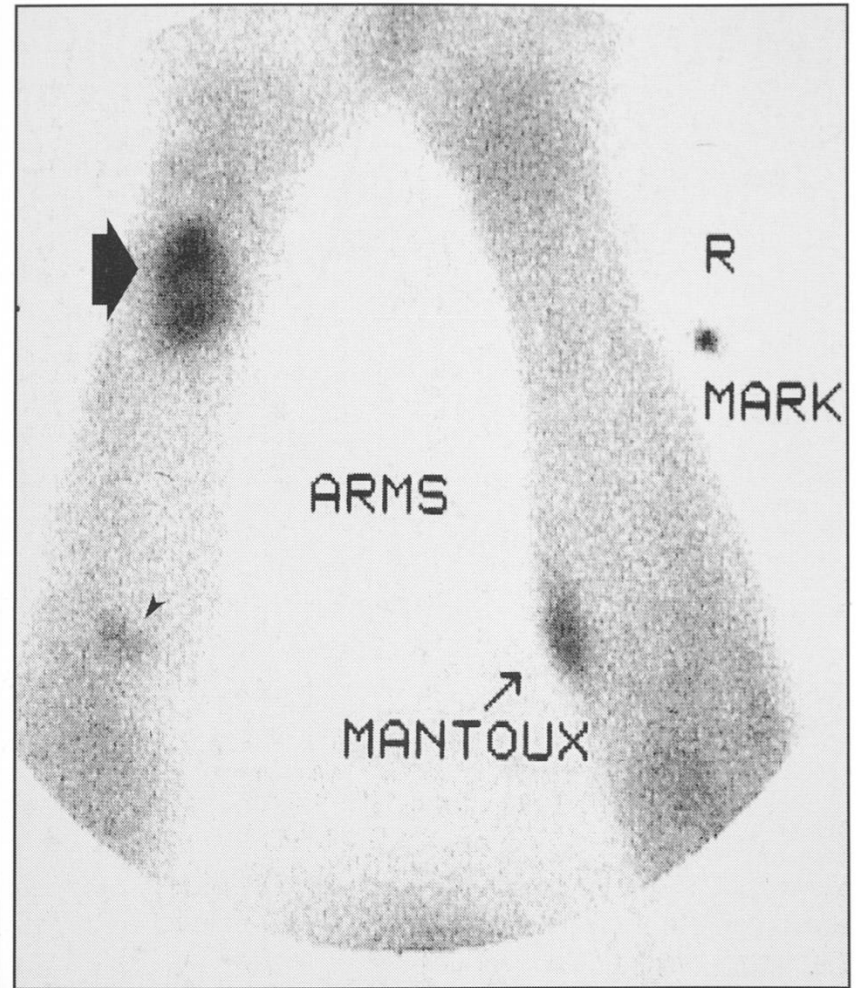
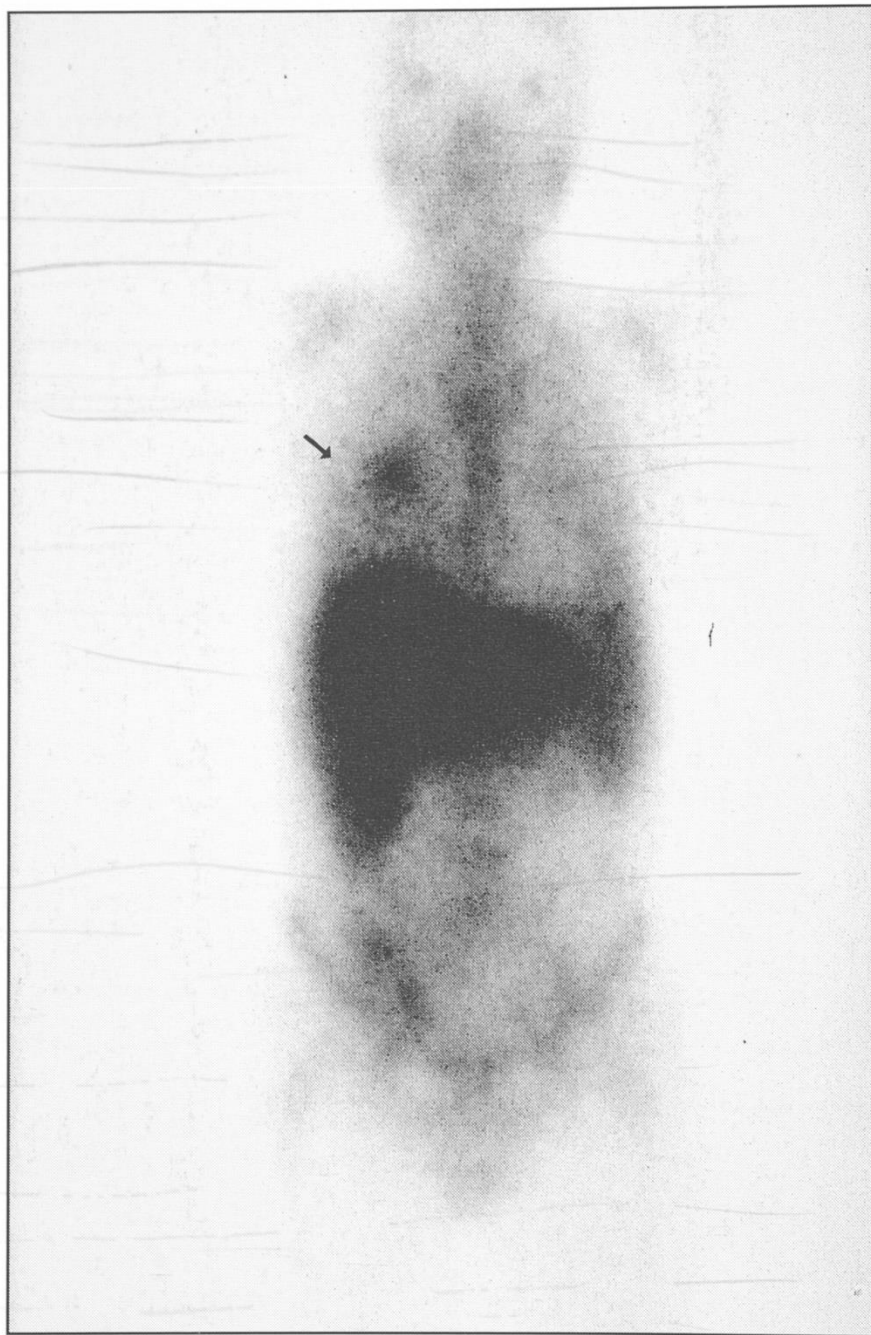
NECK-HEAD



THORAX

ΦΥΜΑΤΙΩΣΗ

- Απεικόνιση ενεργών εστιών
(πνευμονικές – εξωπνευμονικές).
- Εκτίμηση επανενεργοποίησης της νόσου.
- Αξιολόγηση θεραπευτικής αγωγής.



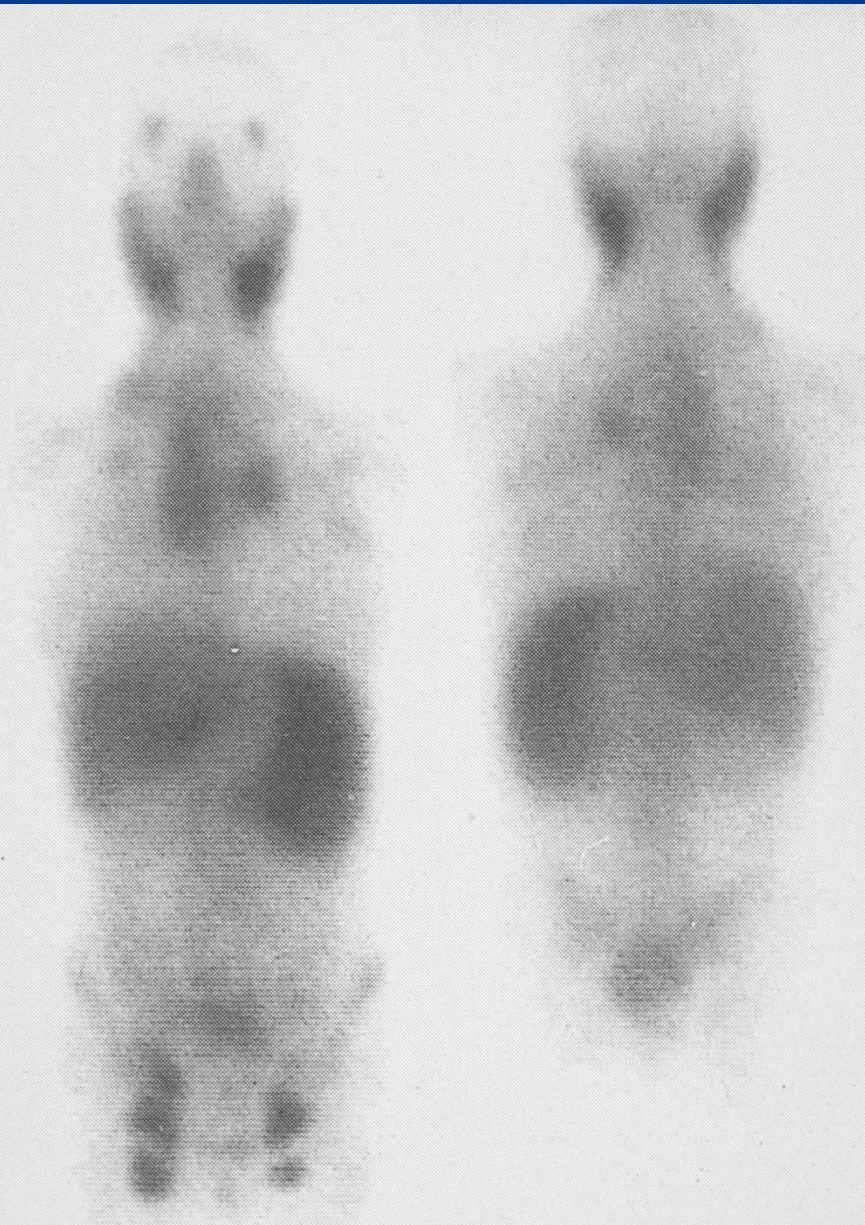
Source:
Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international

ΛΕΜΦΩΜΑΤΑ (Hodgkin's, non Hodgkin's)

- Σταδιοποίηση (συμπληρωματικά της CT).
- Διάγνωση υποτροπής ή επιδείνωσης.
- Πρόγνωση.
- Εκτίμηση της ανταπόκρισης στη θεραπεία.
- Δ.Δ. βιώσιμου από νεκρωμένο νεοπλασματικό ιστό.
- Απεικόνιση διηθημένων λεμφαδένων.

❖ ***Εξέταση εκλογής η PET-CT***

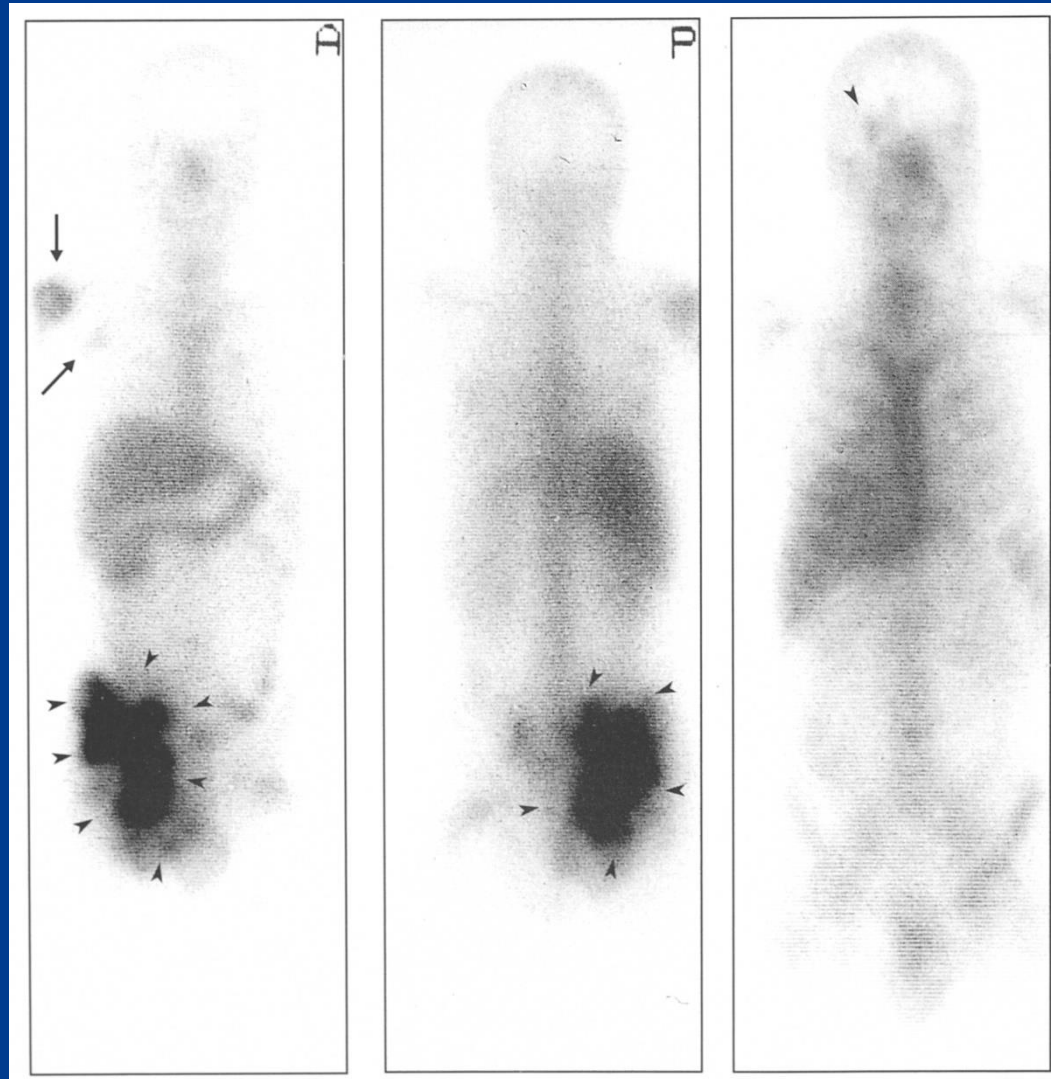
ANT



ANTERIOR

POSTERIOR

Source:
Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international



Source:

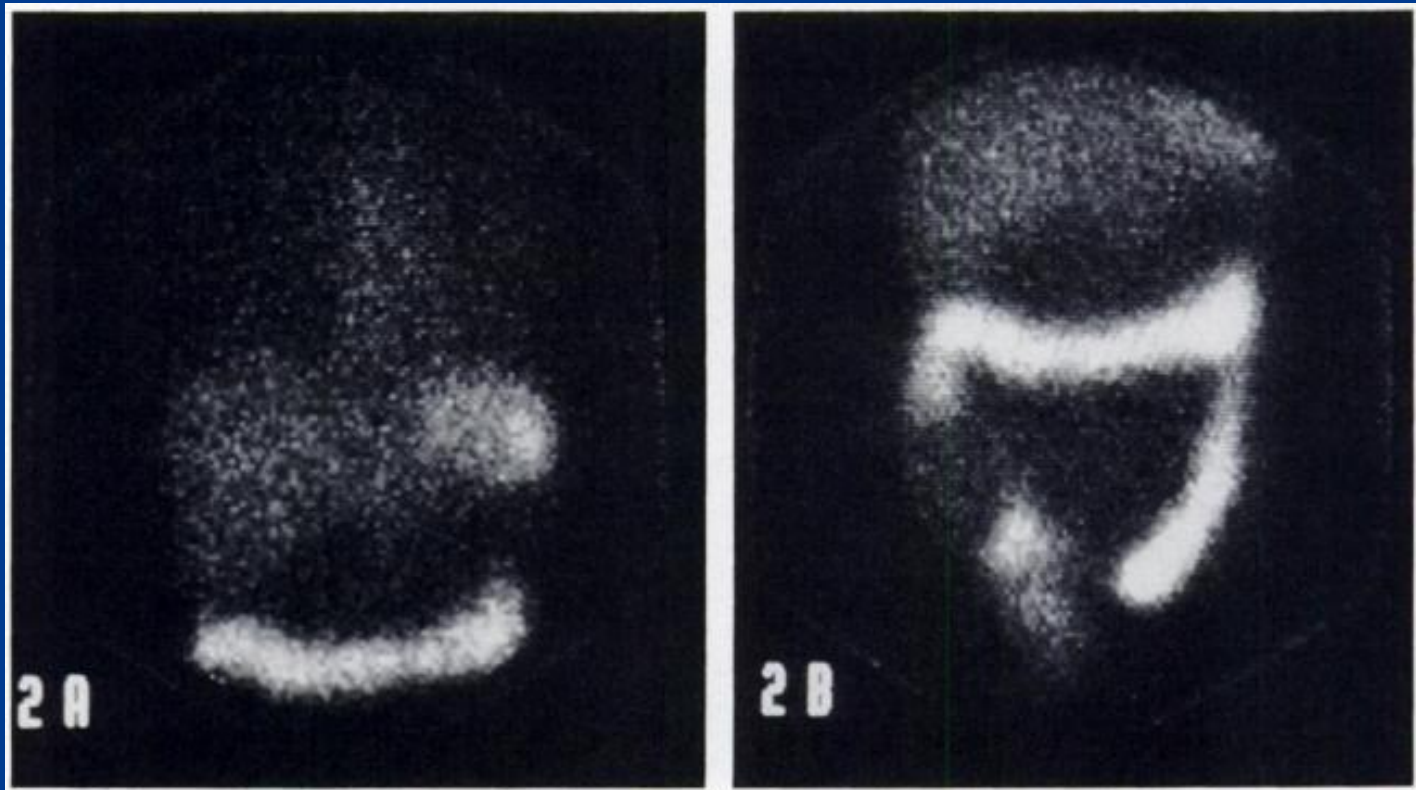
Panoutsopoulos GC, Christacopoulou JP.
Gallium Imaging in Current Clinical Practice.
CIS bio international

ΑΛΛΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ

- Ενδοκαρδίτιδα, μυοκαρδίτιδα, περικαρδίτιδα, επιμολύνσεις μοσχευμάτων, μυκητιάσεις, αποστήματα, φλεγμονώδεις παθήσεις νεφρών (πυελονεφρίτιδα, περινεφρικό απόστημα, φλεγμονώδης διάμεση νεφρίτιδα).

ΕΠΙΣΗΜΑΣΜΕΝΑ ΛΕΥΚΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ

- Επισημαίνονται με ^{111}In -(*oxine* ή *tropolonate*) ή $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HMPAO.
- Λοιμώδεις – φλεγμονώδεις παθήσεις της κοιλιακής χώρας (εντέρου, ήπατος, σπληνός).
- Λοιμώξεις – αποστήματα ουροποιητικού.
- Λοιμώξεις – φλεγμονές καρδιάς – αγγείων.
- Οστεομυελίτιδα (μετά από πρόσφατο κάταγμα ή αρθροπλαστική).
- **Σημαντικό μειονέκτημα** η επίπονη διαδικασία επισήμανσης – κίνδυνος μόλυνσης προσωπικού – ασθενή.
- Επισημασμένα ($^{99\text{m}}\text{Tc}$) **μονοκλωνικά αντισώματα** κατά των λευκών αιμοσφαιρίων (Fab' τμήματα).



Σπινθηρογράφημα με επισημασμένα λευκοκύτταρα σε ασθενή με ελκώδη κολίτιδα
(A) 3h
(B) 24h

Source:

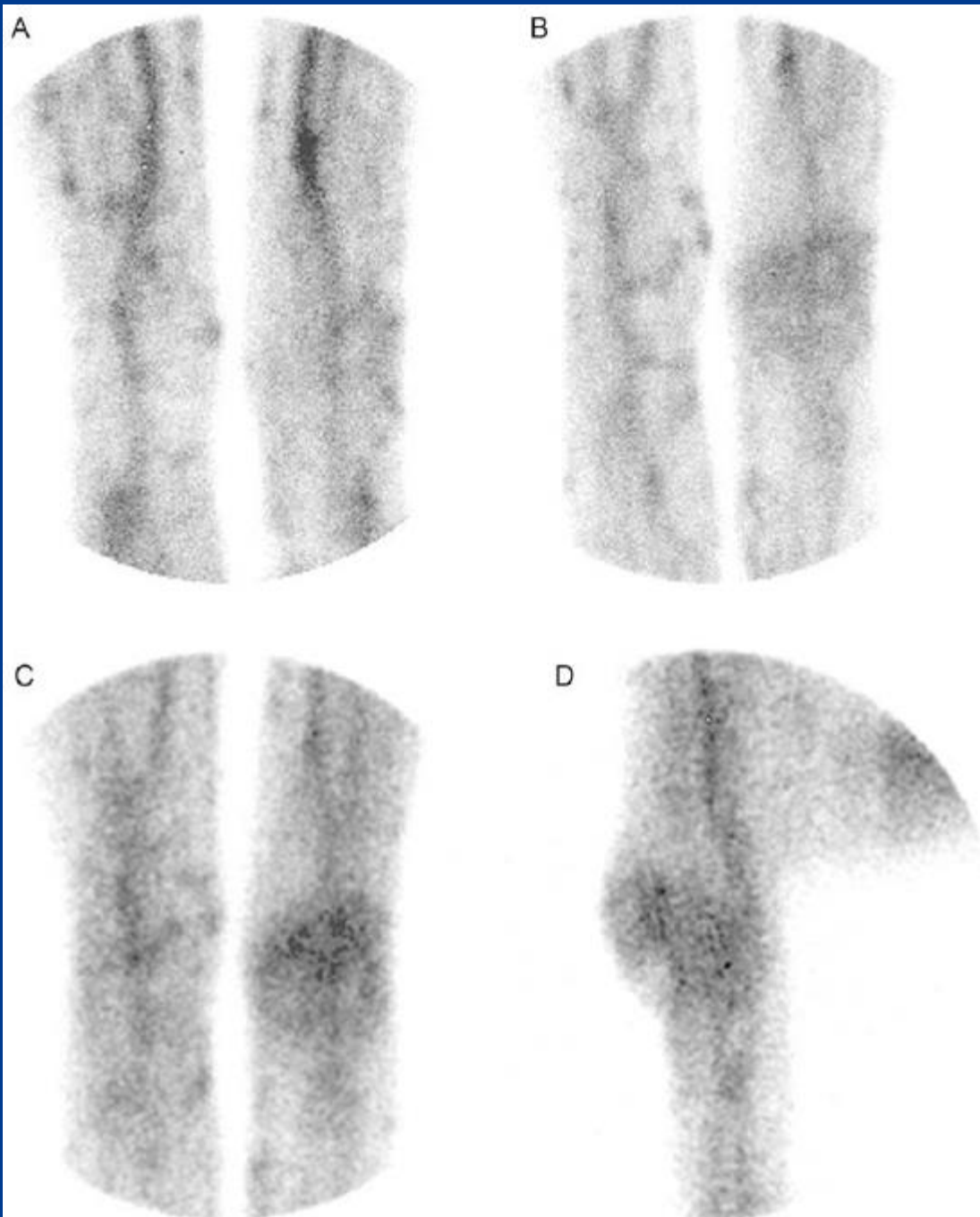
Loreal O, et al.

Scintigraphic assessment of indium-111-labeled granulocyte splenic pooling: a new approach to inflammatory bowel disease activity.

J Nucl Med. 1990;31:1470–1473.

ΠΟΛΥΚΛΩΝΙΚΗ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ IgG (HIG)

- Επισημαίνεται με ^{111}In ή $^{99\text{m}}\text{Tc}$.
- Μέθοδος εύχρηστη, ασφαλής, ανιχνεύει οξείες, υποξείες και χρόνιες φλεγμονές.
- Η συγκέντρωσή της εξαρτάται από την **ένταση της φλεγμονής** (follow up).
- Εφαρμόζεται σε λευκοπενικούς – ανοσοκατεσταλμένους ασθενείς.
- **Μειονεκτήματα** η αδυναμία δ.δ. σηπτικών/άσηπτων φλεγμονών και όγκων / φλεγμονών, καθώς και η χαμηλή ευαισθησία στην περιοχή ήπατος, σπληνός και σε ασθενείς με αζωθαιμία.
- Στη δ.δ. σηπτικών / άσηπτων φλεγμονών έχουν δοκιμαστεί επισημασμένα αντιβιοτικά (**$^{99\text{m}}\text{Tc-ciprofloxacin}$ / **norfloxacin****).



Σπινθηρογράφημα με ^{99m}Tc -HIG

Ασθενής με ρευματοειδή αρθρίτιδα

(A) Πρόσθια λήψη (1h)

(B) Πρόσθια λήψη (6h)

(C) Πρόσθια λήψη (24h)

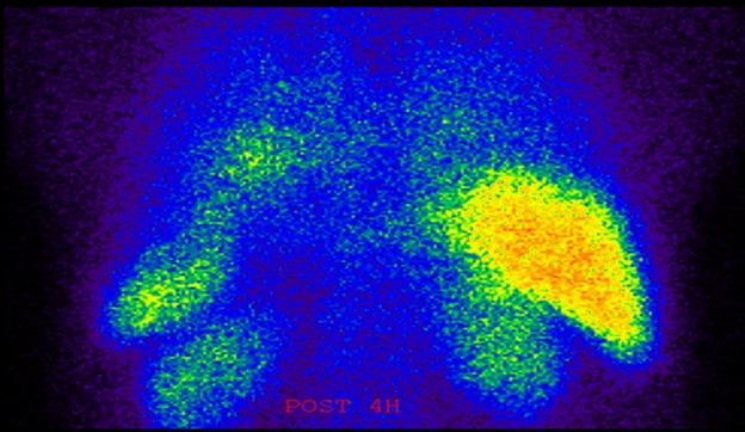
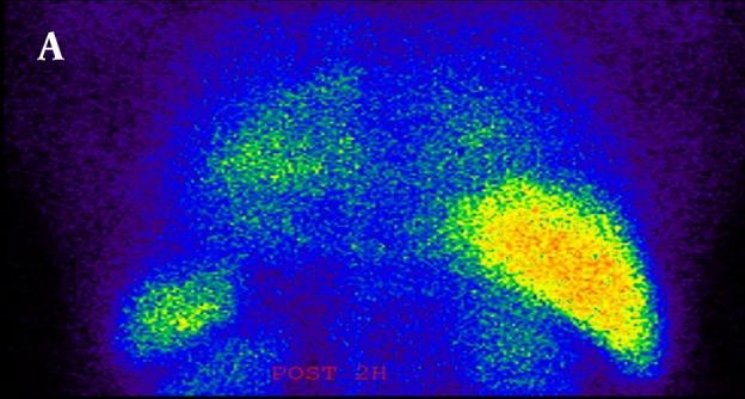
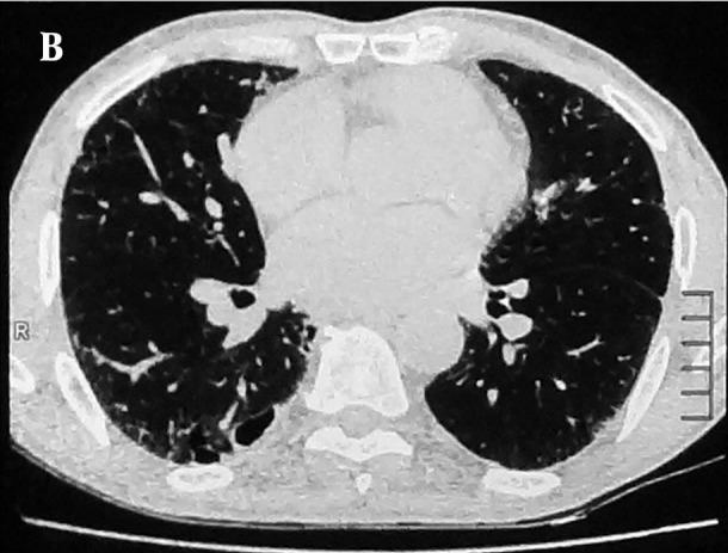
(D) AP πλάγια (όψιμη) λήψη

Source:

Colamussi P, et al.

Scintigraphy in rheumatic diseases.

Best Pract Res Clin Rheumatol. 2004;18(6):909-26.

A**B**

Σπινθηρογράφημα με 99mTc-IgG

Ασθενής με διάμεση πνευμονοπάθεια

Σημαντική συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου στα πνευμονικά πεδία στις πρώιμες λήψεις, η οποία διατηρείται στις 4h

Αξονική τομογραφία υψηλής ευκρίνειας (HRCT)

Τα σπινθηρογραφικά ευρήματα βρίσκονται σε συμφωνία με εκείνα της αξονικής τομογραφίας

Source:

Bahtouee M, et al.

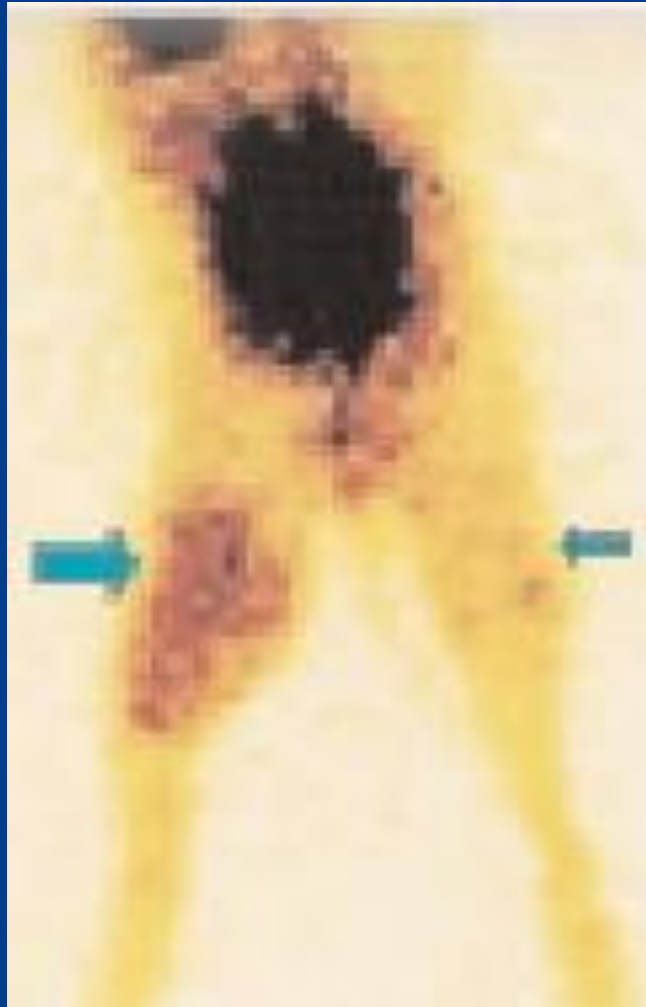
99mTc-IgG-Lung Scintigraphy in the Assessment of Pulmonary Involvement in Interstitial Lung Disease and Its Comparison With Pulmonary Function Tests and High-Resolution Computed Tomography: A Preliminary Study.

Iran J Radiol. 2015;12(4):e14619.

CC BY-NC 4.0

ΕΠΙΣΗΜΑΣΜΕΝΑ ΑΝΤΙΒΙΟΤΙΚΑ

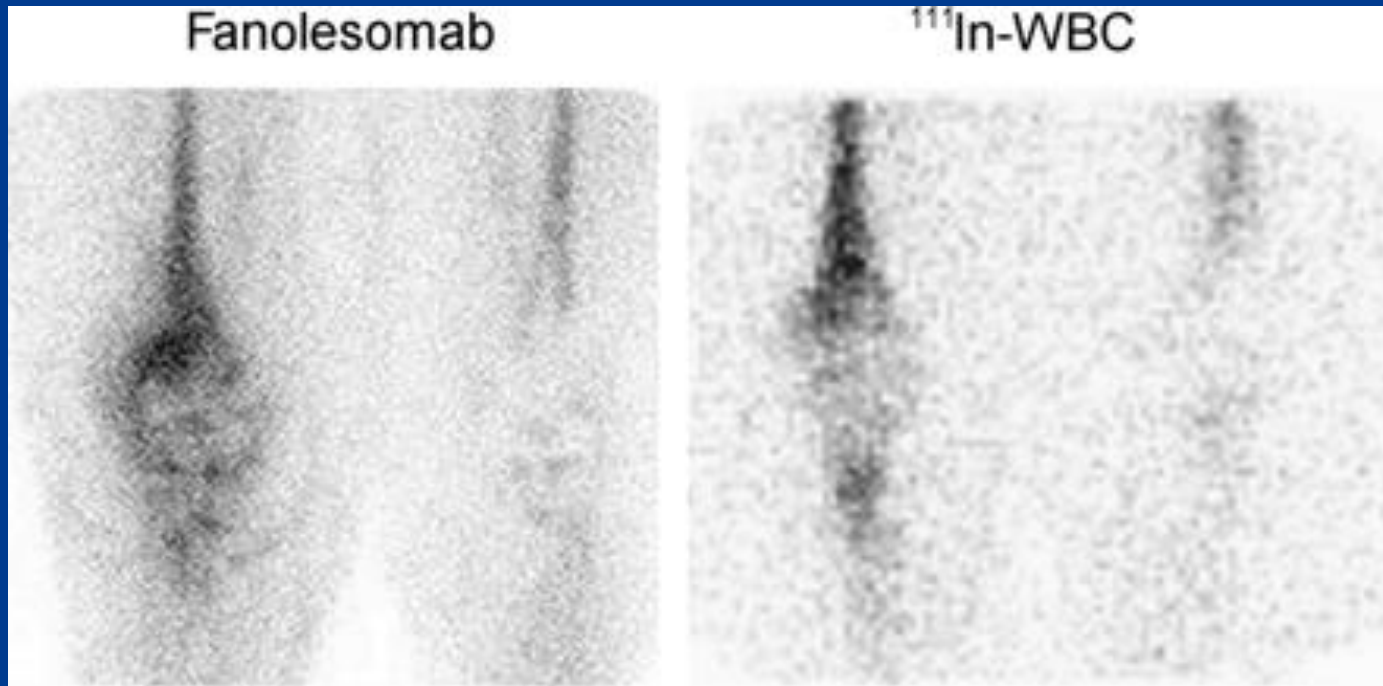
^{99m}Tc-ciprofloxacin



Σηπτική φλεγμονή ΔΕ – άσηπτη ΑΡ

ΜΟΝΟΚΛΩΝΙΚΑ ΑΝΤΙΣΩΜΑΤΑ

- Υβρίδια Β-λεμφοκυττάρων (ευαισθητοποιημένων σε ένα αντιγόνο) με κύτταρα μυελώματος.
- Επισημαίνονται με ^{111}In , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{123}I (παλαιότερα και με ^{131}I).
- Απεικόνιση νεοπλασμάτων (μαστού, ωοθηκών, προστάτη, εντέρου, μελανώματα, λεμφώματα κλπ.)
- Μειονεκτήματα: αντίδραση ΗΑΜΑ, μέτρια ποιότητα απεικόνισης, υψηλό κόστος.
- Χρήση Fab' τμημάτων.
- **Θεραπευτικές εφαρμογές.**



Λοίμωξη αρθροπλαστικής ΑΡ γόνατος

(ΑΡ) Fanolesomab (2h)

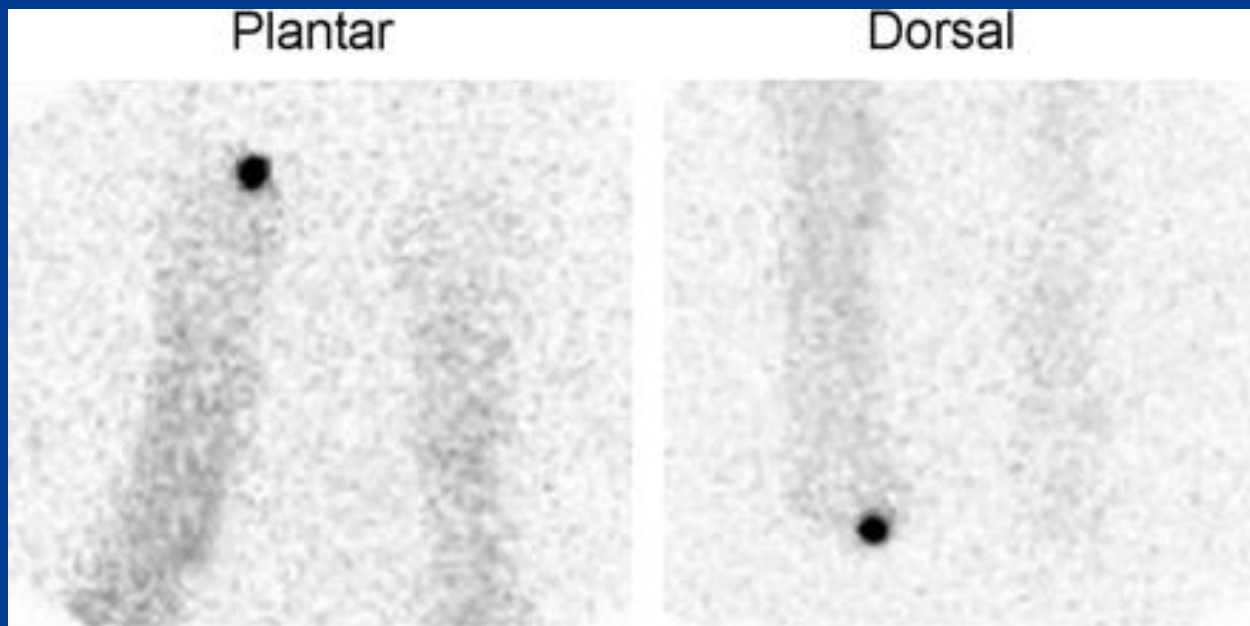
(ΔΕ) Επισημασμένα λευκοκύτταρα (24h)

Source:

Love C & Palestro C.J.

Radionuclide imaging of infection.

J Nucl Med Technol. 2004 Jun;32(2):47-57; quiz 58-9.



Διαβητικό πόδι - Οστεομυελίτιδα

Fanolesomab (1h)

Source:

Love C & Palestro CJ.

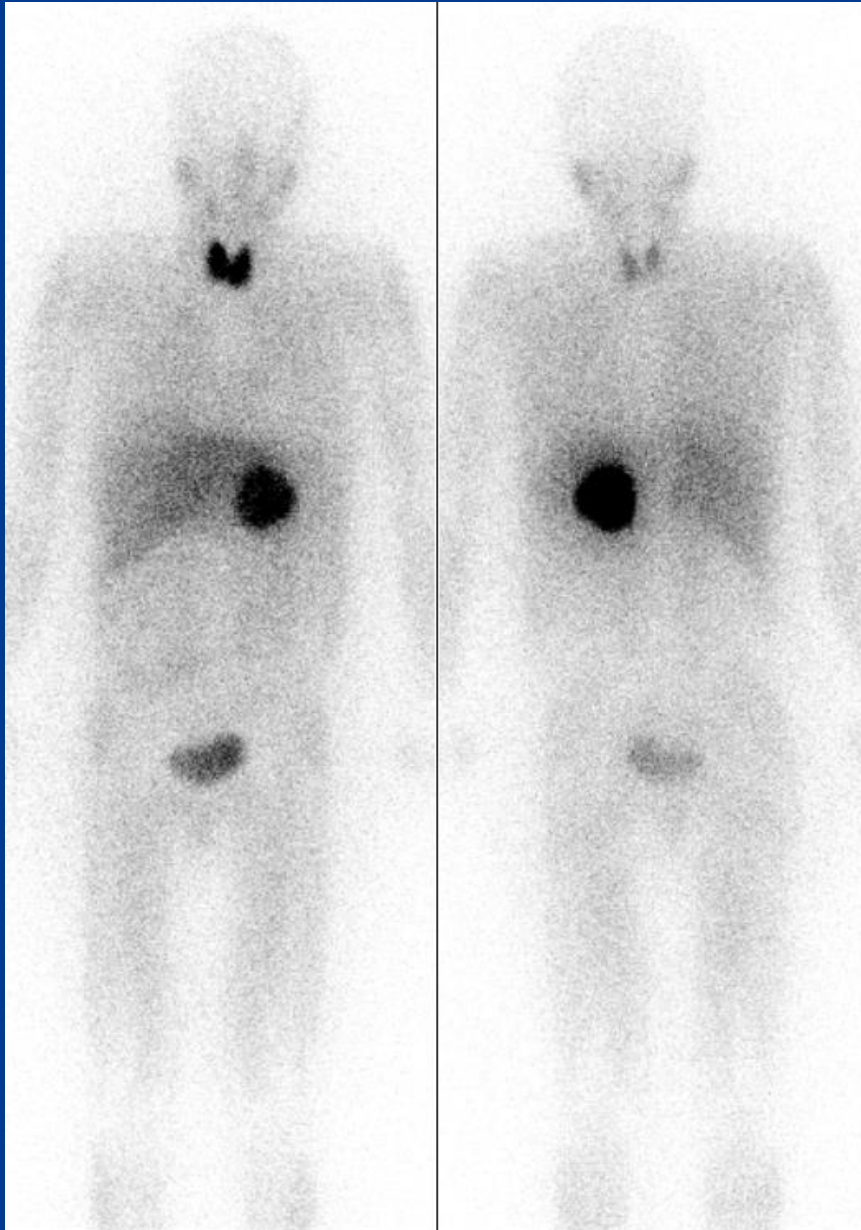
Radionuclide imaging of infection.

J Nucl Med Technol. 2004 Jun;32(2):47-57; quiz 58-9.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΝΕΥΡΟΕΝΔΟΚΡΙΝΩΝ ΟΓΚΩΝ

(φαιοχρωμοκύττωμα, νευροβλάστωμα, παραγαγγλίωμα, καρκινοειδές, μυελοειδές καρκίνωμα θυρεοειδούς)

- ^{123}I (^{131}I) – MIBG (μεταϊοδοβενζυλγουανιδίνη – ανάλογο νοραδρεναλίνης).
- Επισημασμένα ανάλογα σωματοστατίνης (^{111}In -pentetreotide, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -depreotide).



Σπινθηρογράφημα με MIBG

Φαιοχρωμοκύττωμα

Source:
Wikipedia, CC BY-SA 3.0

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΟΓΚΩΝ ΜΕ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ ΔΙΑΧΥΣΕΩΣ

- ^{201}Tl , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin.
- Με το ^{201}Tl λαμβάνονται πρώιμες (10-30min) και όψιμες (3-4h) λήψεις.
- Με το $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi και το $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrofosmin λαμβάνονται λήψεις 10-60min (συχνά και μετά 3-4h) μετά τη χορήγηση.
- Χρησιμοποιούνται κυρίως στην απεικόνιση νεοπλασμάτων των οστών, πνεύμονα, εγκεφάλου, μαστού, θυρεοειδούς, λεμφώματα, σάρκωμα Καρosi ($\uparrow^{201}\text{Tl}$ $\downarrow^{67}\text{Ga}$).

Λέμφωμα μαστού (^{201}Tl)

