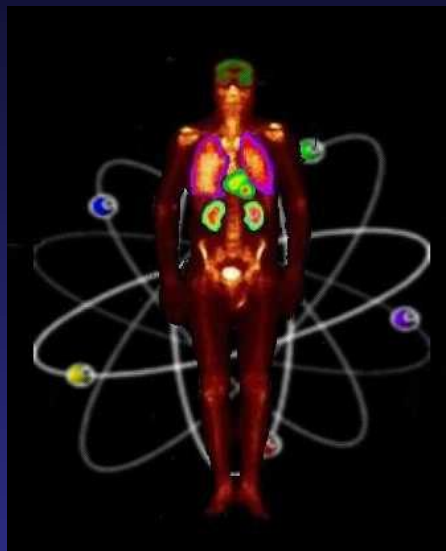


# **ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ**



**Ι. Τσούγκος**  
**Εργαστήριο Πυρηνικής Ιατρικής**  
**ΠΓΝ Λάρισας**

# ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ?



# Διαφοροποίηση του Σπινθηρογραφήματος από τις Μορφολογικές Απεικονίσεις



CT-Φυσιολογικό



MRI-Φυσιολογικό



PET -???

>> Καμία Απεικόνιση

>> Εγκεφαλικός Θάνατος

# ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

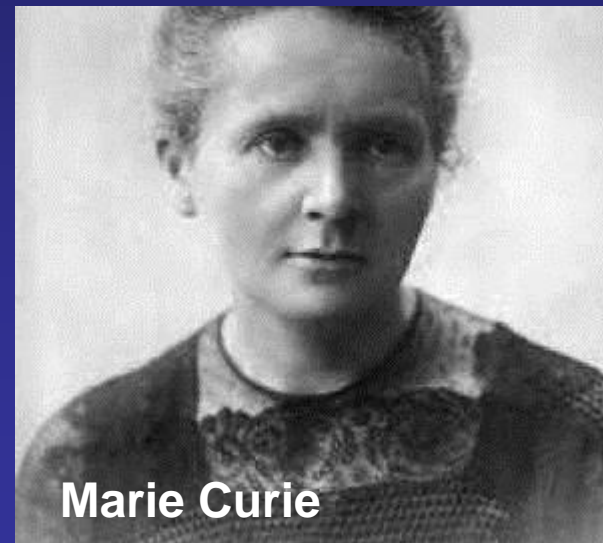
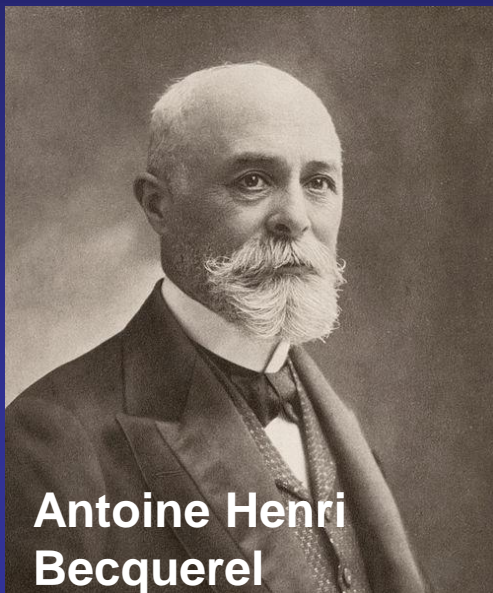
- *Φυσιολογική / Παθοφυσιολογική απεικόνιση οργάνων και συστημάτων.*
- *Θεραπευτικές Εφαρμογές.*
- *In Vitro Μετρήσεις.*



# ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

*«Το φαινόμενο εκείνο κατά το οποίο οι πυρήνες ορισμένων ατόμων (πατρικοί πυρήνες) είναι ασταθείς, εκπέμπουν ακτινοβολία (σωματιδιακή ή/και ηλεκτρομαγνητική) και μετατρέπονται σε άλλους πυρήνες (θυγατρικούς πυρήνες), οι οποίοι έχουν μικρότερη μάζα ή μικρότερη ενέργεια.*

*Οι παραγόμενοι πυρήνες μπορεί να είναι είτε σταθεροί είτε ασταθείς, οπότε διασπώνται και πάλι».*



# ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ

Ορίζονται οι επισημασμένες με ραδιονουκλίδια ουσίες που χορηγούνται σε ασθενείς για διαγνωστικούς ή θεραπευτικούς σκοπούς ή χρησιμοποιούνται για *in vitro* εξετάσεις.

- Διάγνωση →
  - $\gamma$ -ακτινοβολία
- Θεραπεία →
  - σωματιδιακή ακτινοβολία (συνήθως  $\beta$ ) ή
  - σωματιδιακή και ηλεκτρομαγνητική ( $\beta+\gamma$ ).



# ΙΔΑΝΙΚΟ ΡΑΔΙΟΝΟΥΚΛΙΔΙΟ (για in vivo σπινθηρογράφηση)

- Εκπομπή αποκλειστικά  $\gamma$ -ακτινοβολίας ( $E_{\gamma} \approx 150 \text{ keV}$ ).
- Κατάλληλο χρόνο φυσικού υποδιπλασιασμού.
- Παροχή μέσω «γεννήτριας».
- Επισήμανση μεγάλου αριθμού ουσιών.
- Εύκολη διαθεσιμότητα – χαμηλό κόστος.
- $^{99\text{m}}\text{Tc}$  (τεχνητήριο)

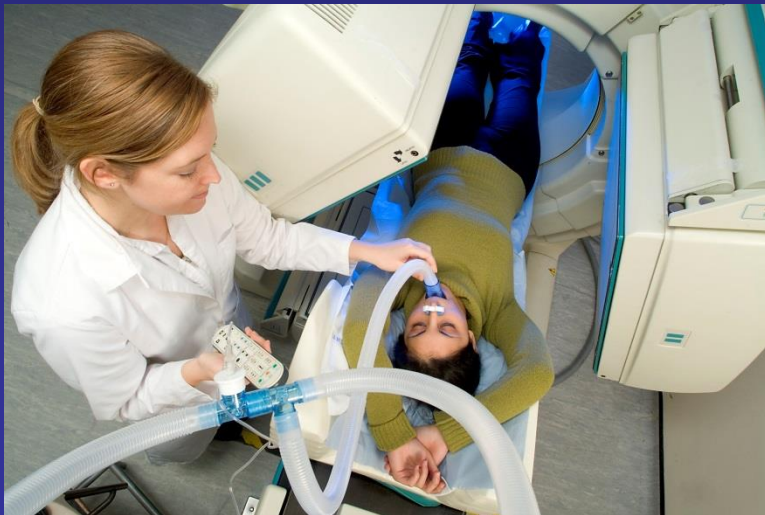
# Πίνακας 1: Τα σημαντικότερα ραδιονουκλίδια στην Πυρηνική Ιατρική

Ραδιοϊσότοπο	T <sub>1/2</sub>	Κυρία ακτινοβολία (MeV)	Ραδιοϊσοτοπικές προσμίξεις
<sup>32</sup> P	14.3 d	β <sub>max</sub> = 1.71	
<sup>51</sup> Cr	27.7 d	γ = 0.320	
<sup>57</sup> Co	271 d	γ = 0.122	<sup>60</sup> Co
<sup>58</sup> Cr	70.8 d	γ = 0.511 - 0.811	<sup>60</sup> Co
<sup>59</sup> Fe	44.6 d	γ = 1.10 - 1.29	<sup>55</sup> Fe (μη προσδιοριζόμενος)
<sup>67</sup> Ga	3.26 d	γ = 0.093 - 0.185 - 0.30	<sup>66</sup> Ga
<sup>75</sup> Se	118.5 d	γ = 0.136 - 0.265	
<sup>99m</sup> Tc	6.02 h	γ = 0.140	<sup>99</sup> Mo, <sup>131</sup> I, <sup>103</sup> Ru, <sup>89</sup> Sr, <sup>90</sup> Sr
<sup>125</sup> I	60.1 d	γ = 0.027	<sup>126</sup> I (13.0 d, 0.388, 0.666 MeV)
<sup>131</sup> I	8.04 d	γ = 0.365	
<sup>133</sup> Xe	5.29 d	γ = 0.081 - 0.03 - 0.035	<sup>133m</sup> Xe (2.19 d, 0.233 MeV)
<sup>198</sup> Au	2.70 d	γ = 0.412	<sup>199</sup> Au (0.158 MeV)
<sup>111</sup> In	2.8 d	γ = 0.173 - 0.247	
<sup>123</sup> I	13 h	γ = 0.027 - 0.160	
<sup>113m</sup> In	104 m	γ = 0.390	
<sup>188</sup> Re	17.9 h	β <sub>max</sub> = 2.120 γ = 0.155-0.633	
<sup>186</sup> Re	88.9 h	β <sub>max</sub> = 1.070 γ = 0.137	
<sup>201</sup> Tl	73 h	γ = 0.068 - 0.083	
<sup>90</sup> Y	64.0 h	β <sub>max</sub> = 2.270	
<sup>153</sup> Sm	46.8 h	γ = 0.070 - 0.103	
<sup>90</sup> Sr	27.7 y	β <sub>max</sub> = 0.546	



# ΤΡΟΠΟΙ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ

- **Ενδοφλέβια (κατά κανόνα).**
- Per os, ενδοαρθριακά, υποδόρια, ενδοδερμικά, εισπνοή, τοπική χορήγηση, χορήγηση σε κοιλότητες, ενδομυϊκά.



# ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ

- 1-2 περιπτώσεις / 10.000 χορηγήσεις.
- Μικρή ακτινική επιβάρυνση.



# IN VITRO ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ



# IN VITRO ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

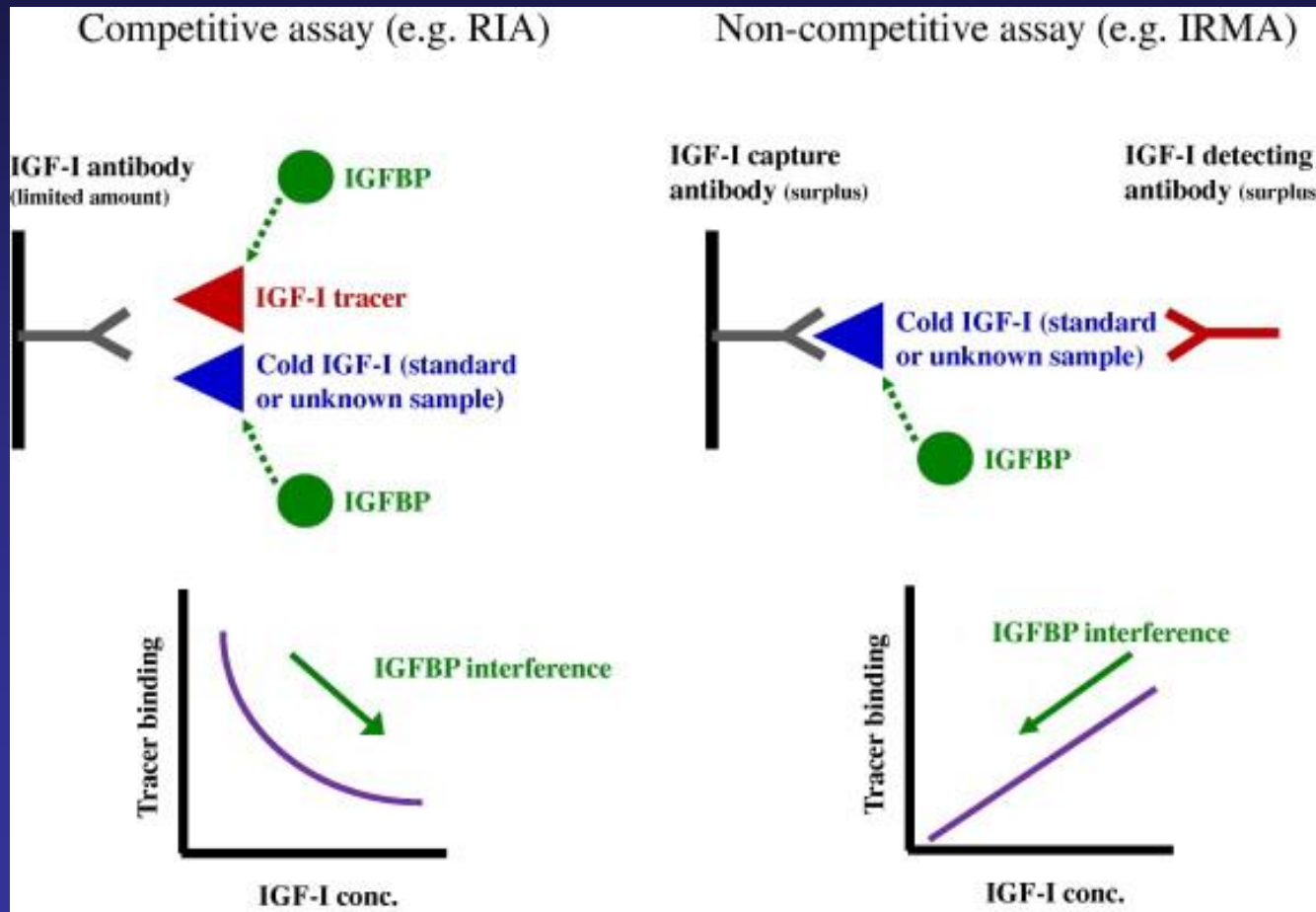
- Υπολογίζονται οι συγκεντρώσεις διάφορων ουσιών, όπως: **ορμόνες, καρκινικοί δείκτες, αντισώματα, επίπεδα φαρμάκων.**
- Το ραδιονουκλίδιο που συνήθως χρησιμοποιείται είναι το **I-125**  
( $E_{\gamma}$  27-35 keV,  $T_{1/2}$  60 d).
- Μέτρηση δειγμάτων στον  $\gamma$ -counter
- Τεχνικές:
  - **RIA** (radioimmunoassay),
  - **IRMA** (immunoradiometric assay).



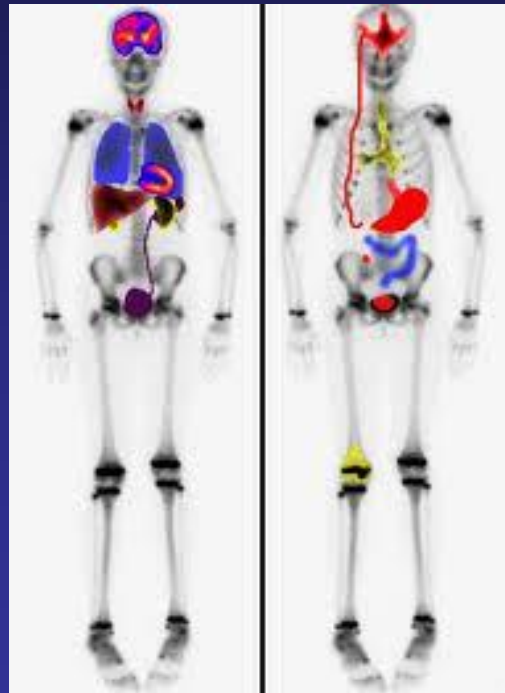
# IN VITRO ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

- RIA

- IRMA



# Απεικονιστικές - διαγνωστικές εφαρμογές της Πυρηνικής Ιατρικής



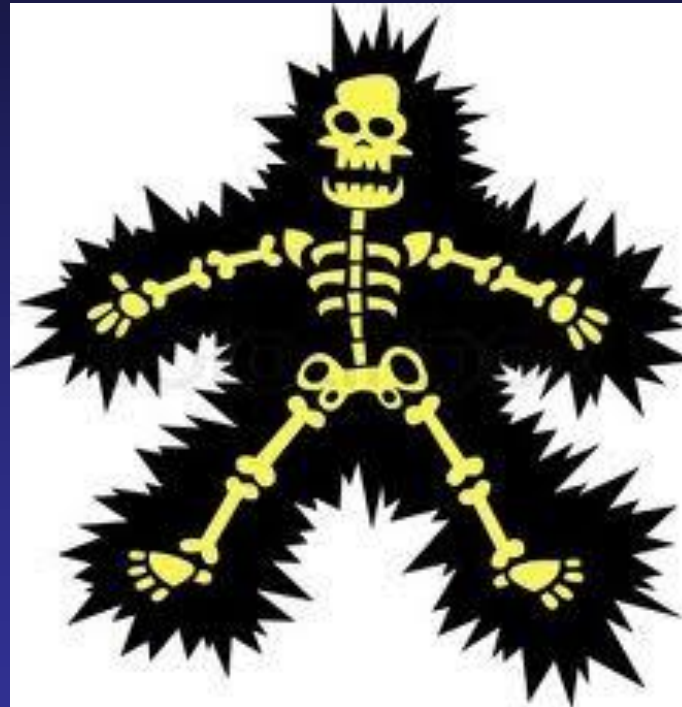
# γ-CAMERA

- Anger (1958).
- Συμβατική γ-camera  
(απεικόνιση σε δύο διαστάσεις).
- **Τομογραφική γ-camera (SPECT)**
  - περιστροφή της μίας (ή περισσότερων) ανιχνευτικών κεφαλών γύρω από το εξεταζόμενο όργανο (180° ή 360°)
  - σύνθεση της εικόνας στους τρεις άξονες (εγκάρσιο, οβελιαίο, επιμήκη).





# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΟΣΤΩΝ



# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΟΣΤΩΝ

- **Η πλέον συχνή εξέταση (in vivo) Πυρηνικής Ιατρικής.**
- Λειτουργική απεικόνιση της αιμάτωσης και του μεταβολισμού των οστών.
- **Πλεονεκτήματα:**
  - μεγάλη ευαισθησία
  - υψηλή αρνητική προγνωστική αξία
  - χαμηλό κόστος
  - μικρή ακτινική επιβάρυνση
- **Μειονέκτημα:**
  - χαμηλή ειδικότητα

# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΟΣΤΩΝ

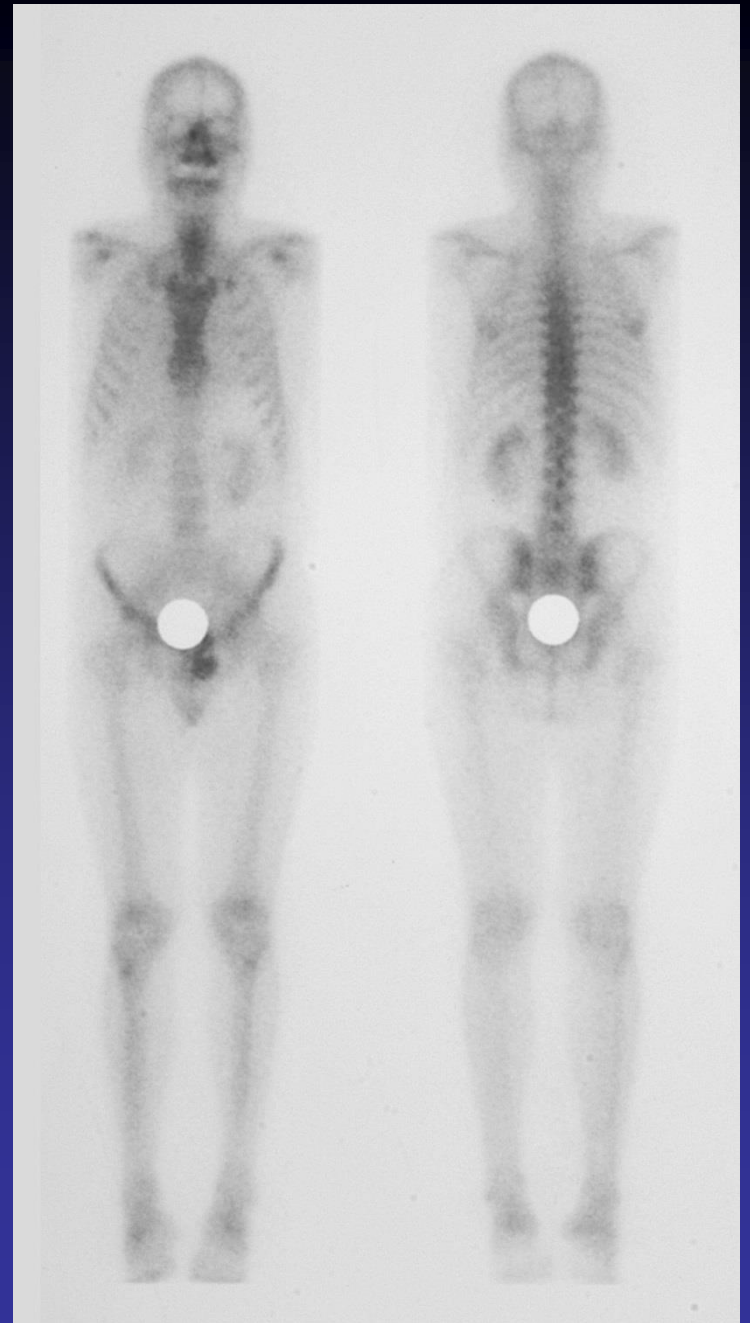
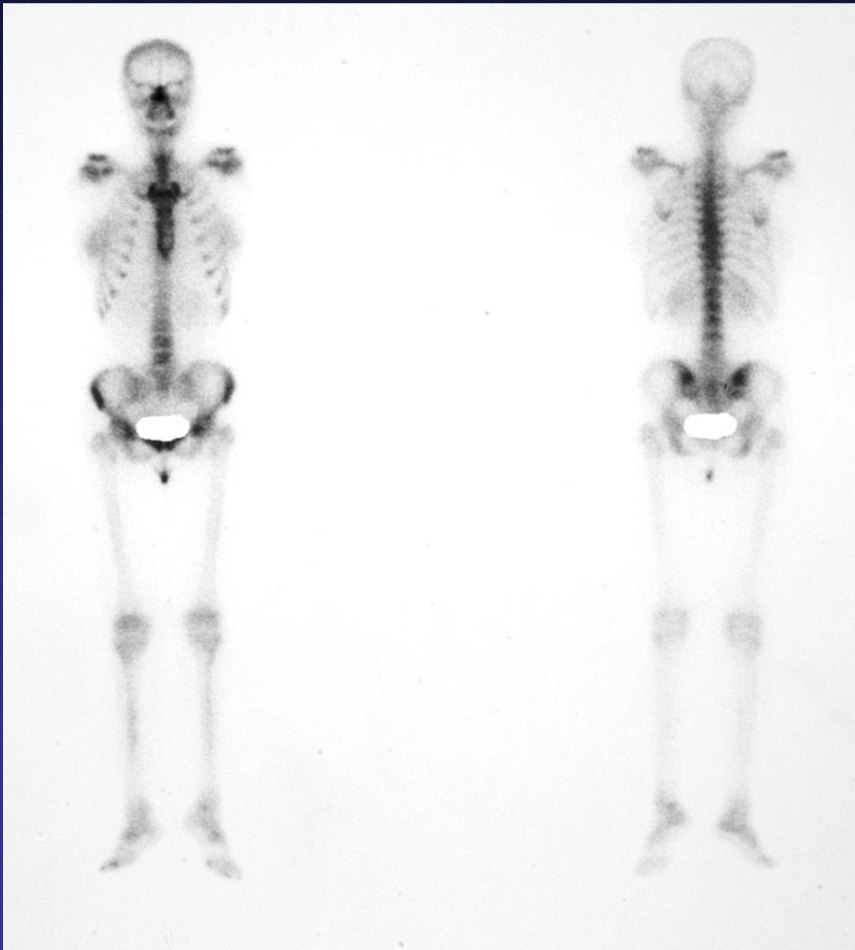
## ΤΕΧΝΙΚΗ

- ✓ Χορήγηση (iv) του ραδιοφαρμάκου ( $^{99m}\text{Tc}$ -MDP, δόση 15–25 mCi ανάλογα με το σωματότυπο και την ηλικία του εξεταζόμενου).
- ✓ Συνεχείς λήψεις κάθε 1 - 4sec για 60 sec στην περιοχή ενδιαφέροντος **(1<sup>η</sup> φάση – αγγειακή)**.
- ✓ Αμέσως μετά (2-5min), λήψεις διάρκειας 1-2min **(2<sup>η</sup> φάση – αιματική δεξαμενή)**.
- ✓ Μετά 2-4h, απεικόνιση όλου του σκελετού **(3<sup>η</sup> φάση – φάση οστικού μεταβολισμού)**.
- ✓ Πρόσθιες-οπίσθιες (και πρόσθετες) λήψεις **όλου του σκελετού**, “whole-body” απεικόνιση, SPECT.

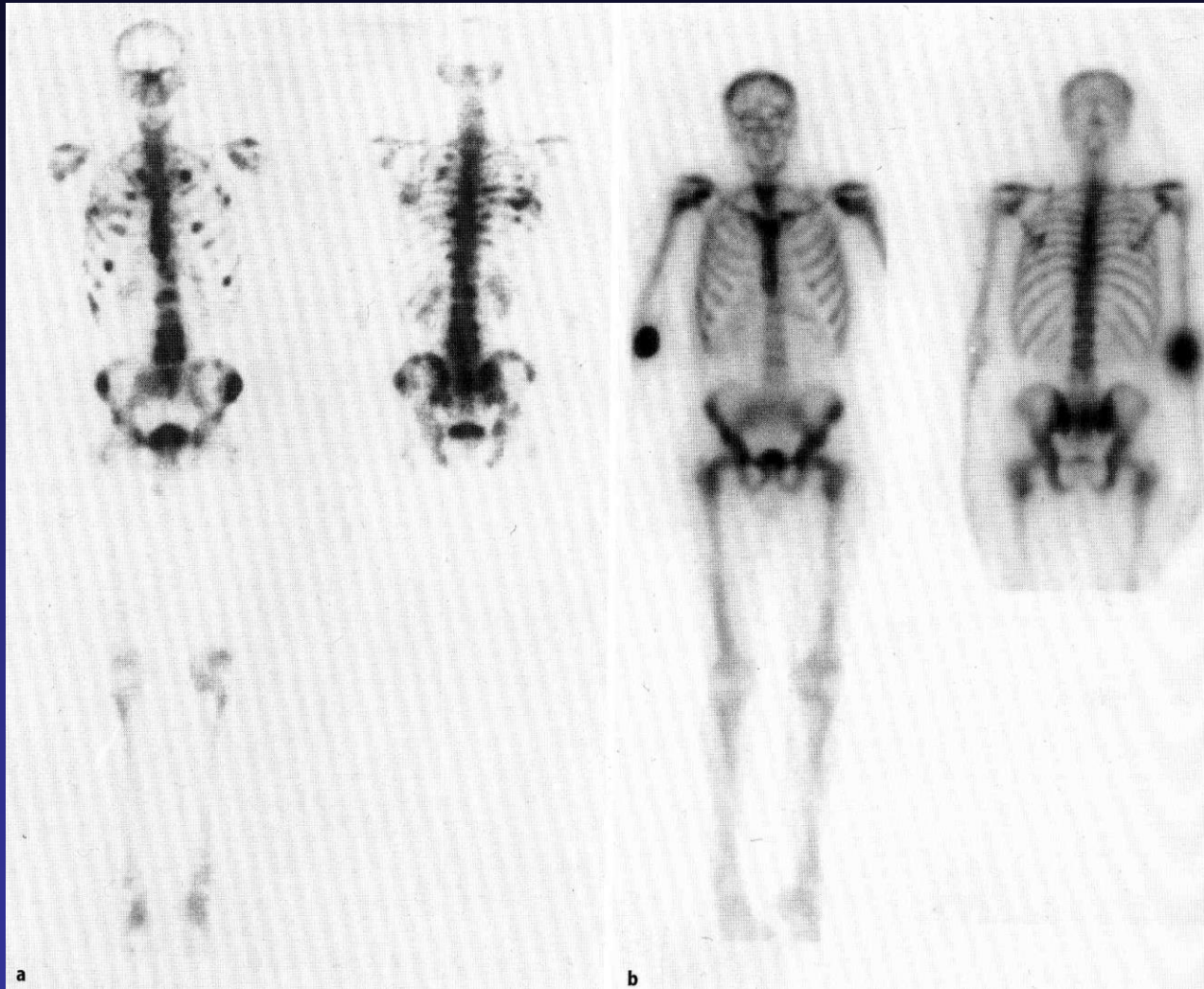
# ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ / ΠΑΘΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

- Ικανότητα πρόσληψης του ρ/φ (**οστικός μεταβολισμός**)
  - ✓ αυξημένη συγκέντρωση του ρ/φ στο νεοσχηματιζόμενο οστό (μεγάλη διαθέσιμη επιφάνεια για τη σύνδεση του ρ/φ)
- **Αιματική ροή** (αύξηση κατά 3-4 φορές οδηγεί σε αύξηση της συγκέντρωσης του ρ/φ κατά 30-40%).
- **Άλλοι παράγοντες** (τόνος συμπαθητικού, διαπερατότητα τριχοειδικών αγγείων, βιταμίνη D, παραθορμόνη, κορτικοστεροειδή, οξεοβασική ισορροπία)

# ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ



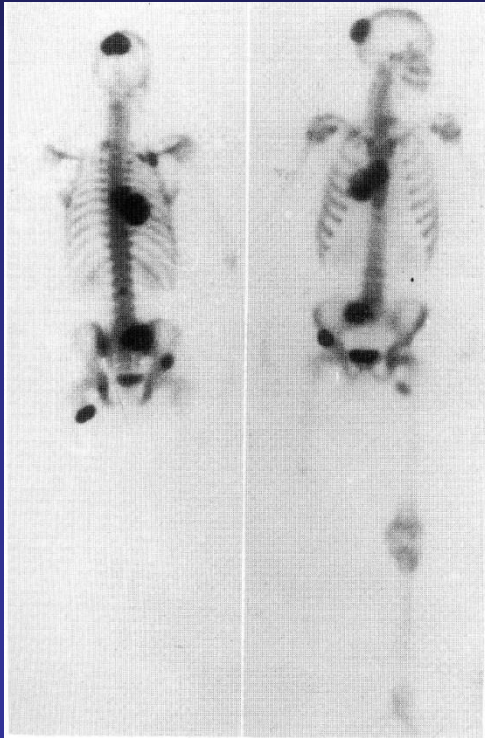
# ΟΣΤΙΚΕΣ ΜΕΤΑΣΤΑΣΕΙΣ



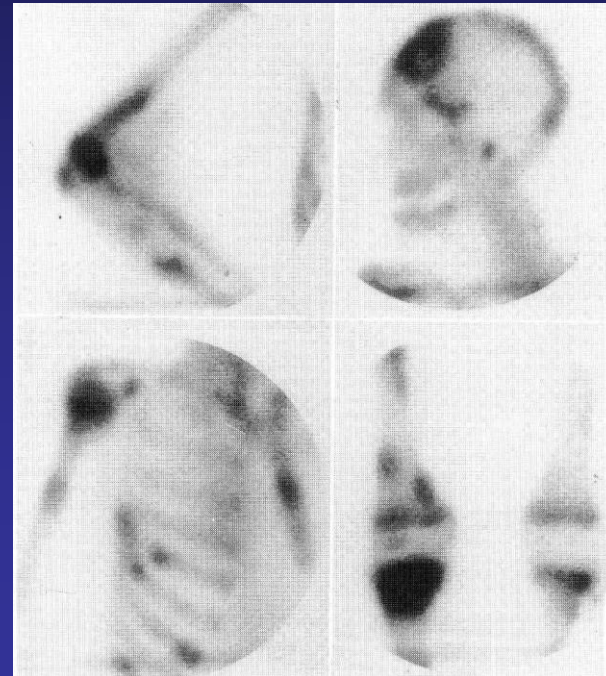
Σπιν/μα οστών προ και 1 έτος μετά από ορμονοθεραπεία

# ΠΡΩΤΟΠΑΘΗ ΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΑ

- Η ακτινολογική απεικόνιση (MRI) υπερτερεί στην αρχική διάγνωση-εκτίμηση του όγκου
- **Σπινθηρογράφημα οστών:** το φυσιολογικό σπινθηρογράφημα απομακρύνει την πιθανότητα κακοήθειας
- **κύρια εφαρμογή του η ανάδειξη οστικών μεταστάσεων**



Οστεοσάρκωμα

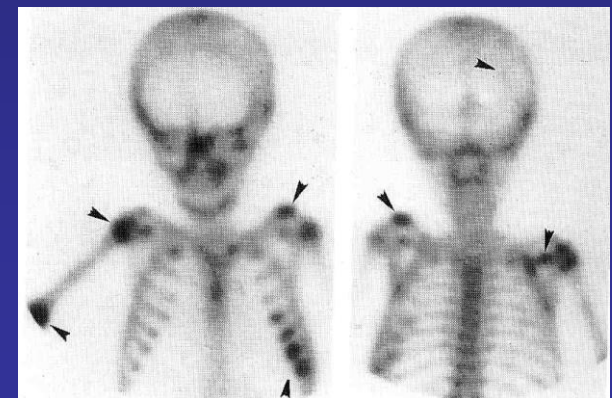
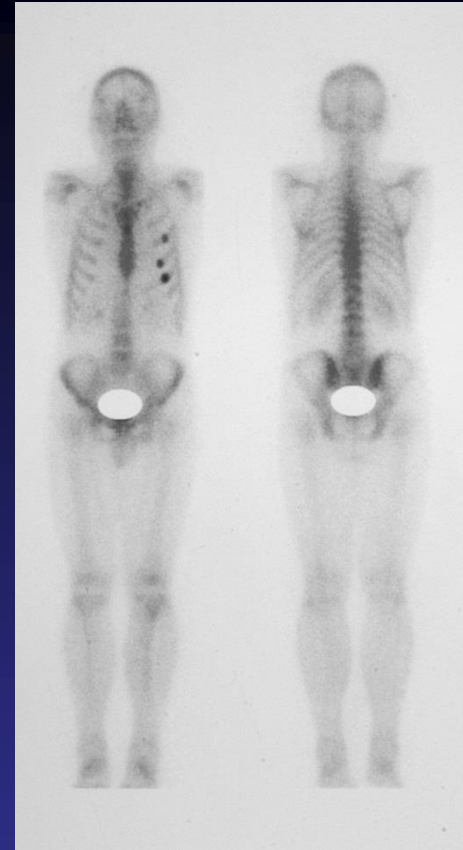


Σάρκωμα Ewing's

# ΚΑΤΑΓΜΑΤΑ

Το σπινθηρογράφημα οστών:

- συμβάλλει κυρίως στην ανίχνευση μικρών (occult) καταγμάτων, καταγμάτων «εκ καταπόνησεως», κακοποιημένων παιδιών, (σπανιότερα πολυτραυματιών).
- ανιχνεύει το 80% των καταγμάτων εντός 24h, το 95% εντός 72h και το 98% εντός της πρώτης εβδομάδας.
- Το φυσιολογικό σπινθηρογράφημα αποκλείει την ύπαρξη κατάγματος.
- Υψηλή ευαισθησία και ηρν (90-100%) – ποικίλλει η ειδικότητα – συγκριτικά με ακτινολογικό έλεγχο (α/α, CT, MRI).



Κακοποιημένο παιδί

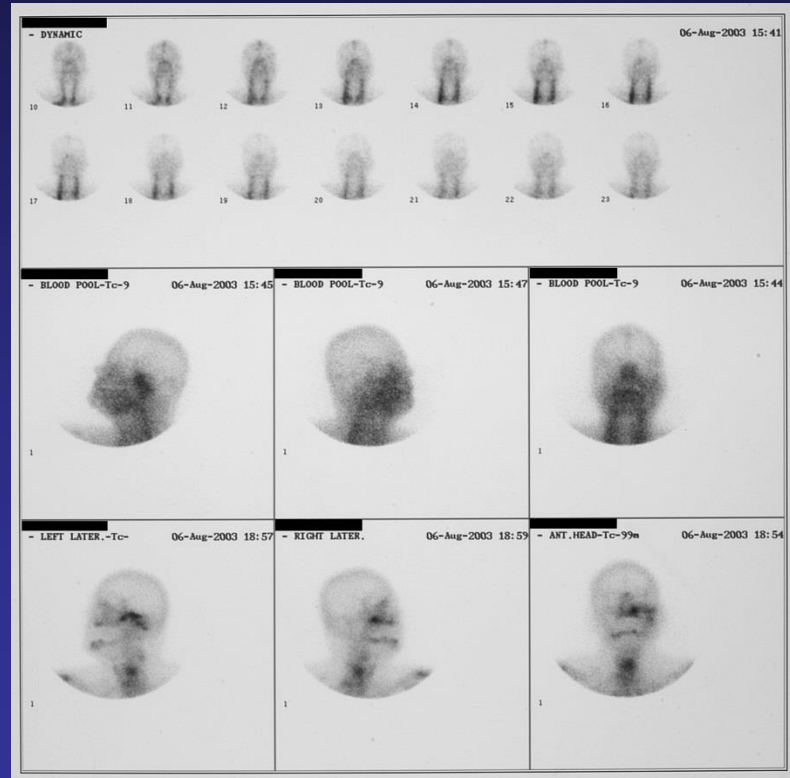


# ΟΣΤΕΟΜΥΕΛΙΤΙΔΑ

*Το σπινθηρογράφημα οστών («τριών ή και τεσσάρων φάσεων») αναδεικνύει πρώιμα (εντός 24-72 ωρών) την οστεομυελίτιδα.*



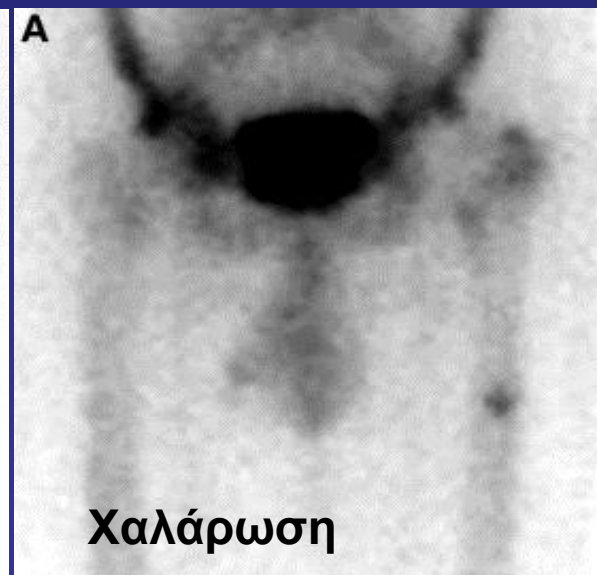
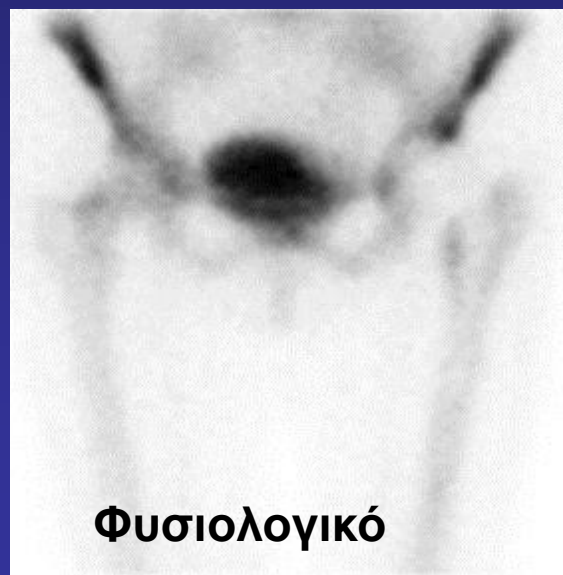
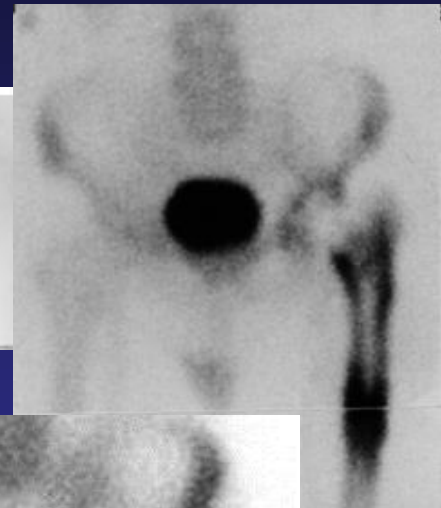
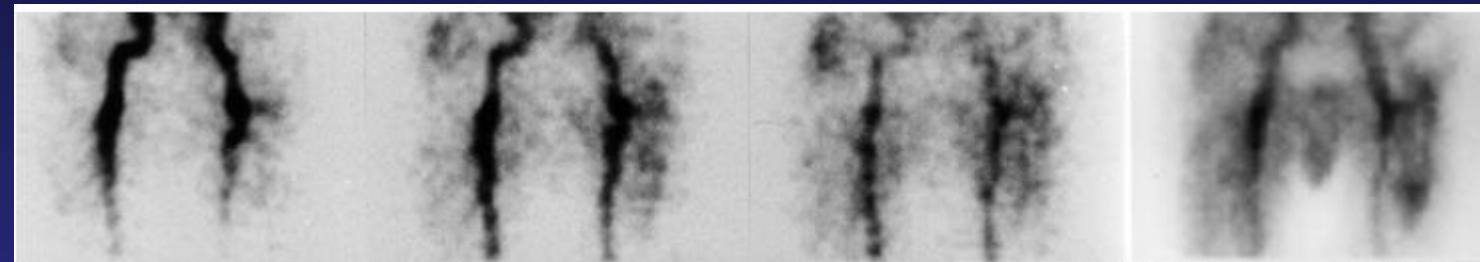
**Οξεία οστεομυελίτιδα Αρ. κνήμης**



**Οξεία οστεομυελίτιδα Αρ. κροταφικού**

# ΑΡΘΡΟΠΛΑΣΤΙΚΕΣ

- δδ χαλάρωσης από φλεγμονή
- sc οστών 3 φάσεων

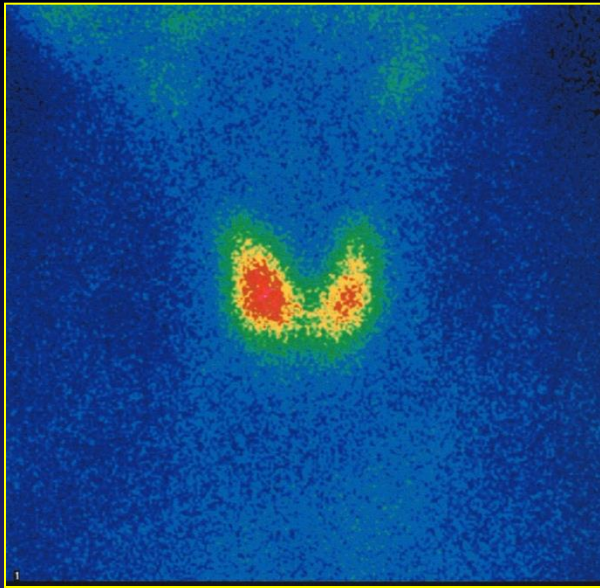


# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

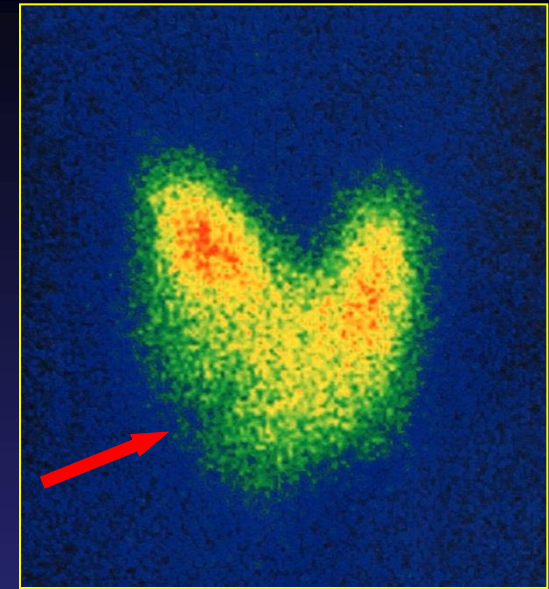


# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

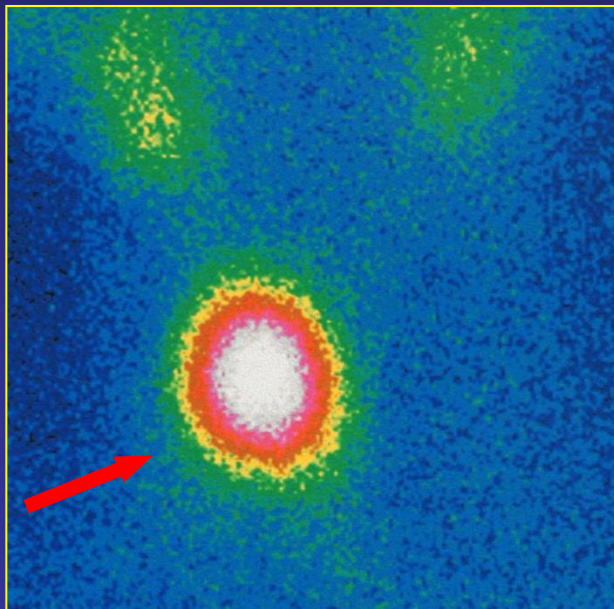
ΡΑΔΙΟ-ΦΑΡΜΑΚΑ	ΕΝΕΡΓΕΙΑ (keV)	ΔΟΣΗ	ΦΥΣΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΥΠΟΔΙΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ (T 1/2)
<sup>131</sup> I	β+γ, E=364	3,7-11,1 MBq	8,05 days
<sup>123</sup> I	γ, E=159	3,7-18 MBq	13,6 hours
<sup>99m</sup> Tc	γ, E =140	111-185 MBq	6 hours
<sup>201</sup> Tl	X=67-82 (88%) γ=135 & 167 (12%)	74-111 MBq	73 hours



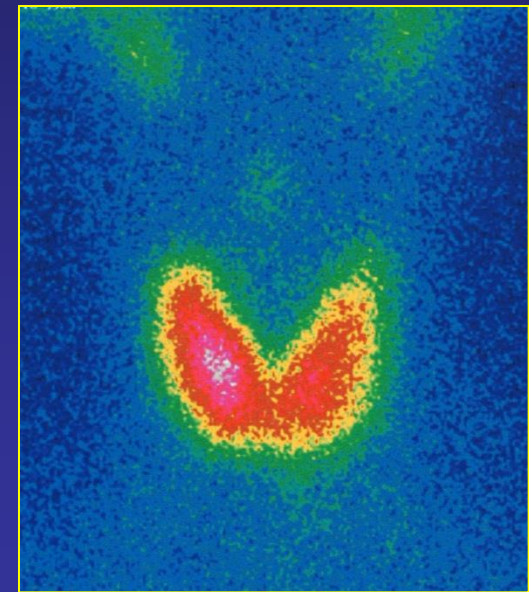
Φυσιολογικό σπινθ/μα



Ψυχρός όζος



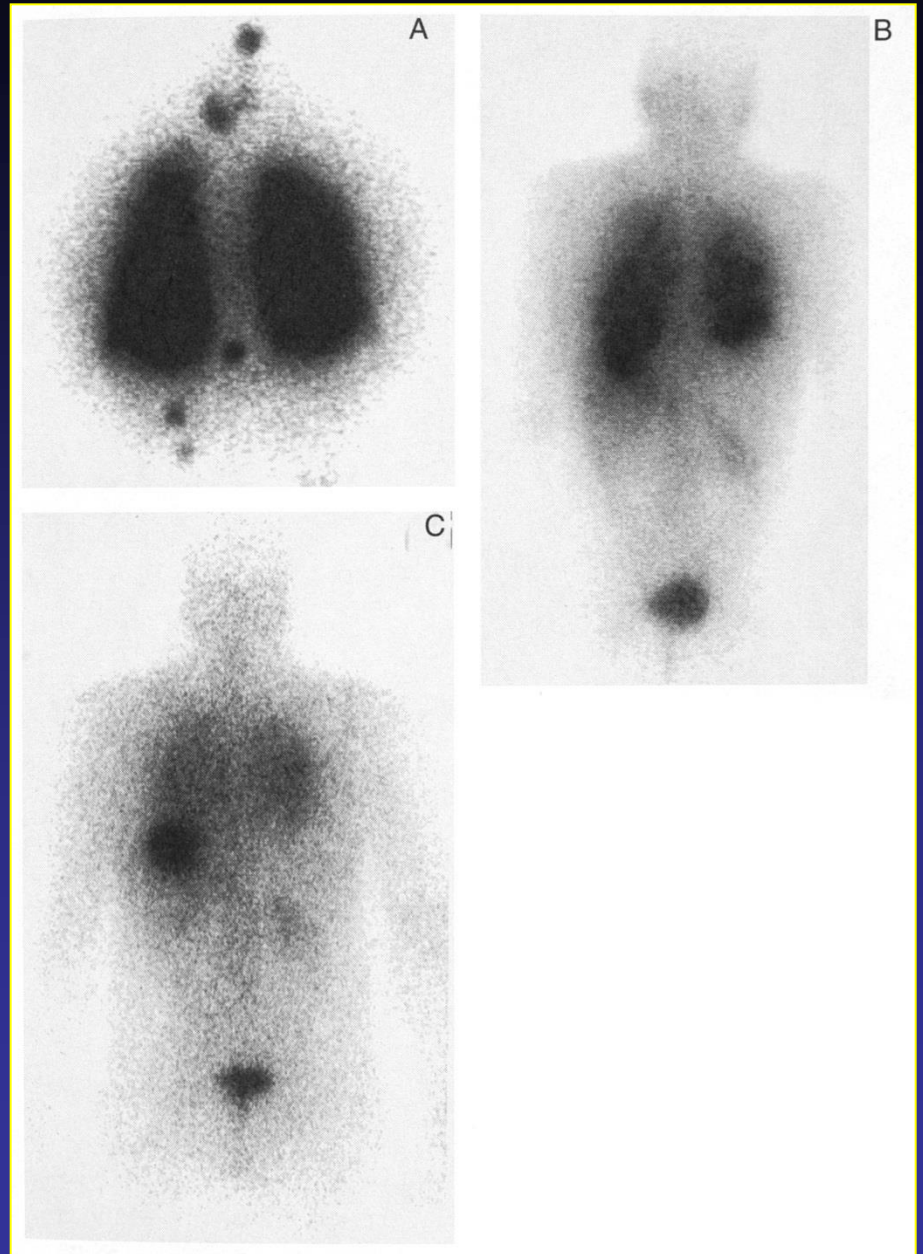
Θερμός όζος (τοξικό αδένωμα)



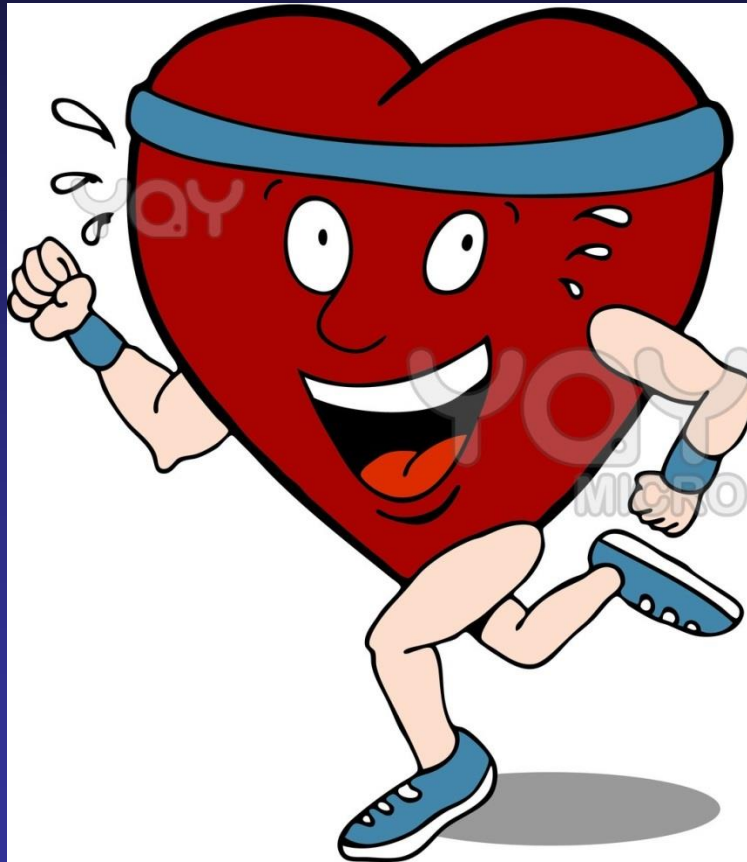
Υπερθυρεοειδισμός – v. Graves

# ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

Ολόσωμο σπινθηρογράφημα με I-131

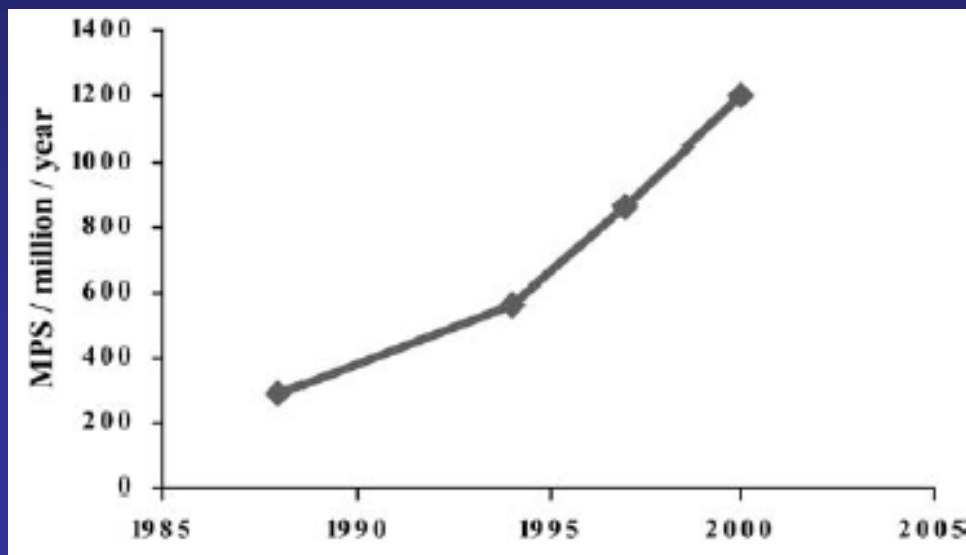


# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ (ΔΙΑΧΥΣΗΣ)

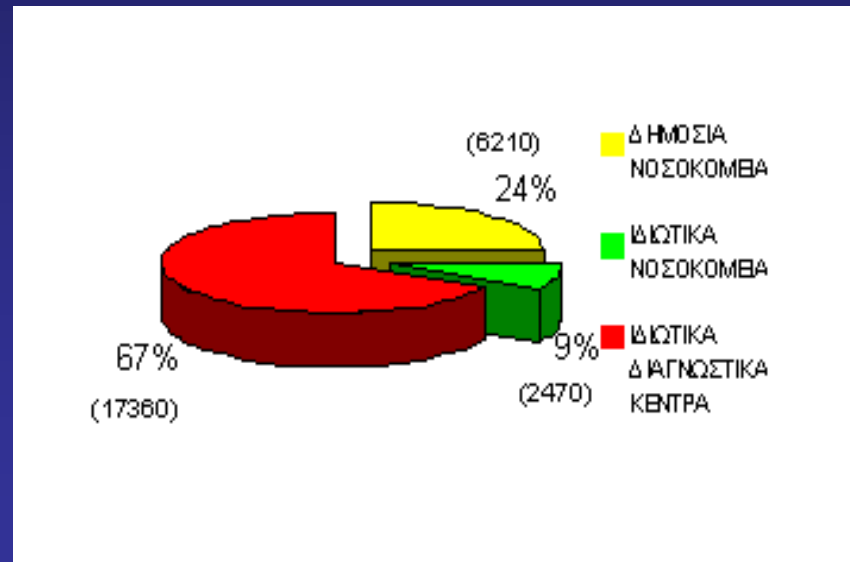


# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ (ΔΙΑΧΥΣΗΣ)

- ✓ 25.000 μελέτες/εκατομμύριο ετησίως στις Η.Π.Α. (Berman DS, et al: Semin. Nucl. Med, 37: 2, 2007)
- ✓ 2.000 μελέτες/εκατομμύριο ετησίως στη Μ.Β. – πρόβλεψη για 3.600 μελέτες/εκατομμύριο ετησίως το 2010 (Gershlick AH, et al Heart, 93:423, 2007)
- ✓ 2.500 μελέτες/εκατομμύριο ετησίως στην Ελλάδα



(Underwood SR, et al EJNM, 31:261, 2004)





# ΠΟΣΟΙ ΠΑΣΧΟΥΝ ΑΠΟ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑ ΝΟΣΟ???

(Sambuceti G, EJNM editorial, 32: 385, 2005)

- ✓ 33-77% των νεκρών στρατιωτών σε Κορέα – Βιετνάμ
- ✓ 33-42% των ασθενών χωρίς ιστορικό ΣΝ που απεβίωσαν από άλλη αιτία
- ✓ 69-74% των ασθενών  $\geq 40$  χωρίς ιστορικό ΣΝ που απεβίωσαν από άλλη αιτία
- ✓ 8% των ανηλίκων

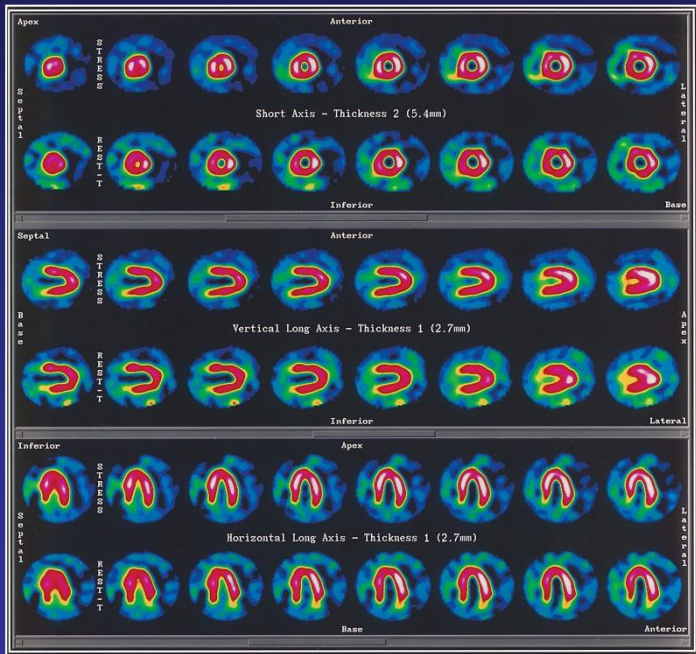
**«Πανδημία»** στους ηλικιωμένους και σε όσους έχουν πολλαπλούς προδιαθεσικούς παράγοντες

*αθηροσκλήρυνση των στεφανιαίων / ισχαιμική καρδιακή νόσος: 30/1  
ποιους και πως θεραπεύουμε???*

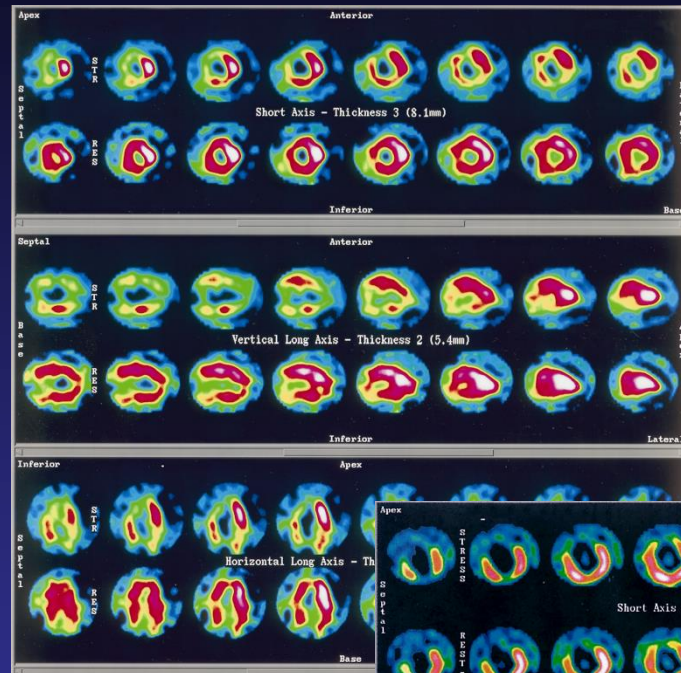
**αναγκαιότητα λειτουργικής απεικόνισης**

# ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΑΚΗΣ ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ (SPECT)

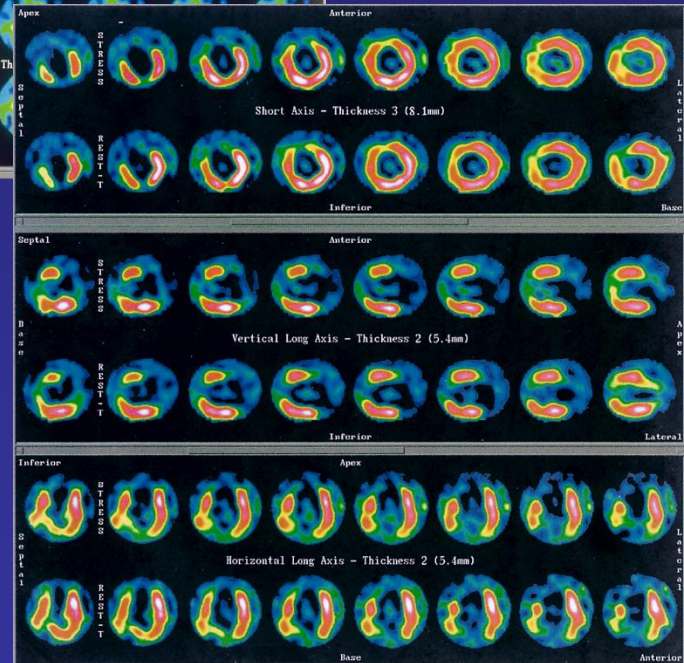
- ✓ Θάλλιο –  $^{201}\text{Tl}$
- ✓  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  – (sestamibi)
- ✓  $^{99\text{m}}\text{Tc}$  – (tetrofosmin)



φυσιολογικό σπινθηρογράφημα



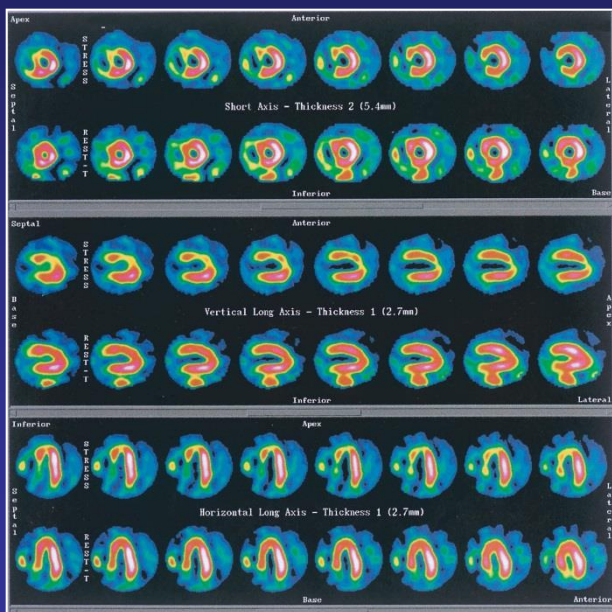
Έμφραγμα



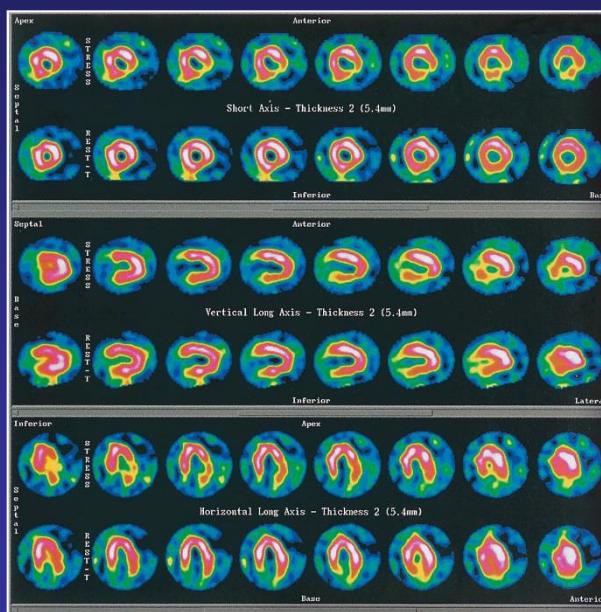
Ισχαιμία

# ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑΣ ΝΟΣΟΥ ΜΕ «SPECT» ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ

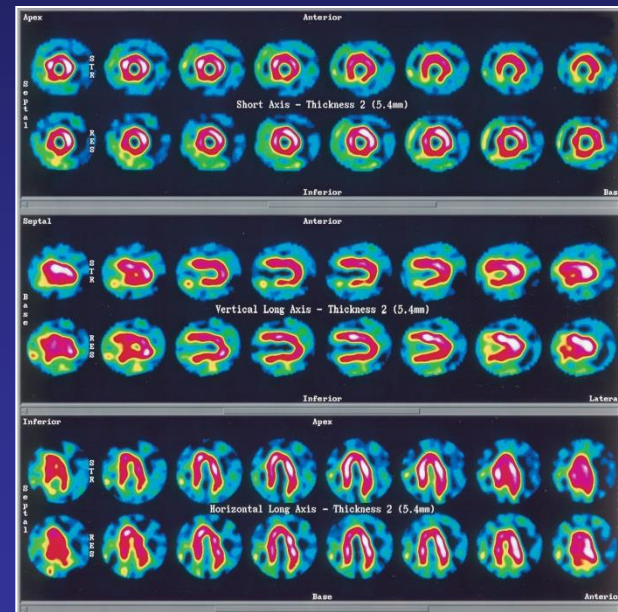
- **sens.  $\approx$  90%, spec.  $\approx$  85%, norm.  $\approx$  90%, acc.  $\approx$  89%**  
(καλής ποιότητας μελέτες).
- **Παρόμοια αποτελέσματα** και για τα τρία κύρια ρ/φ (ελαφρώς καλύτερη ειδικότητα των ρ/φ του  $^{99m}\text{Tc}$ ),



LAD



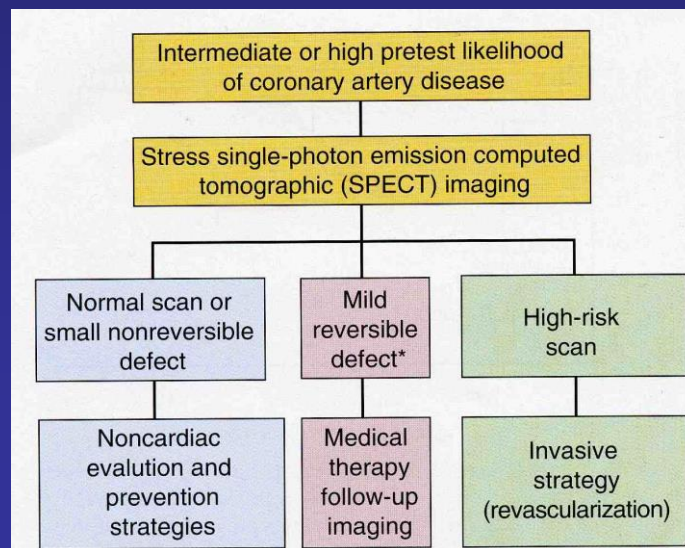
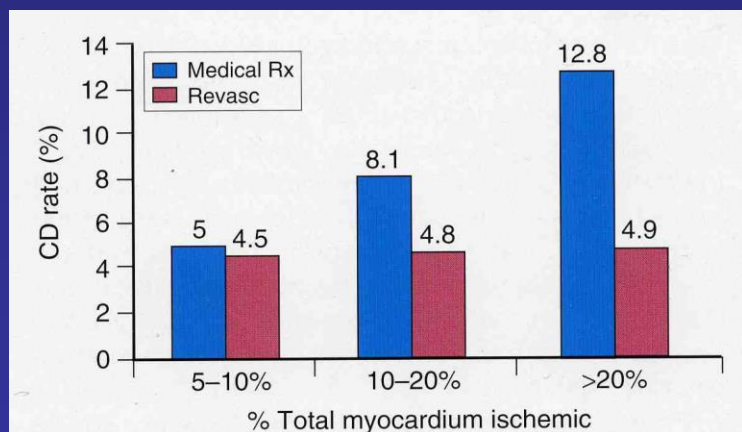
LCX



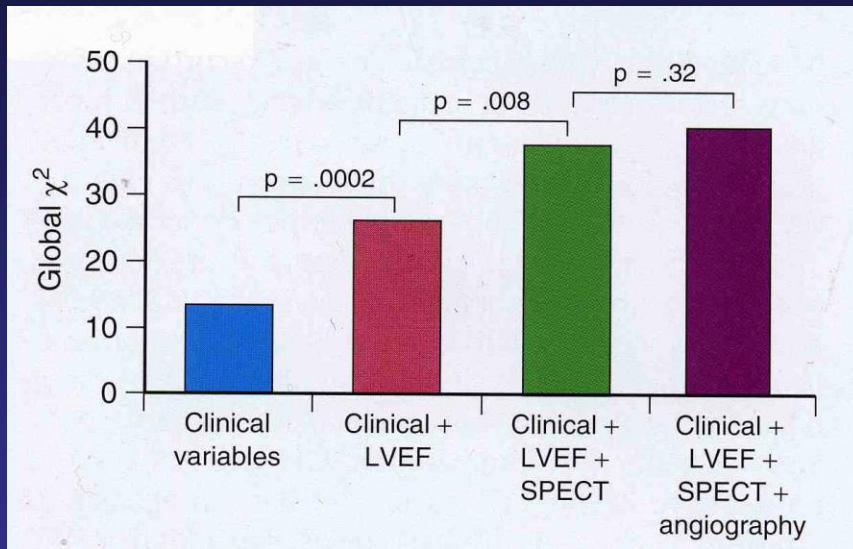
RCA

# ΠΡΟΓΩΣΤΙΚΗ ΑΞΙΑ ΤΟΥ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ

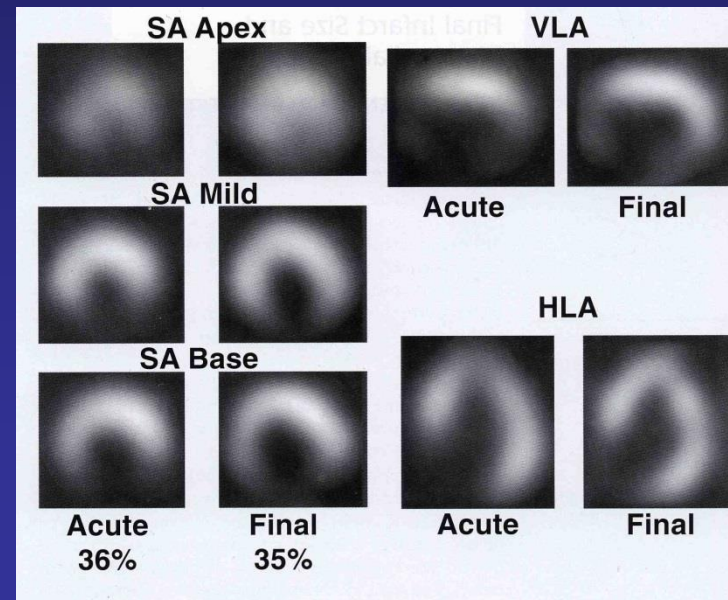
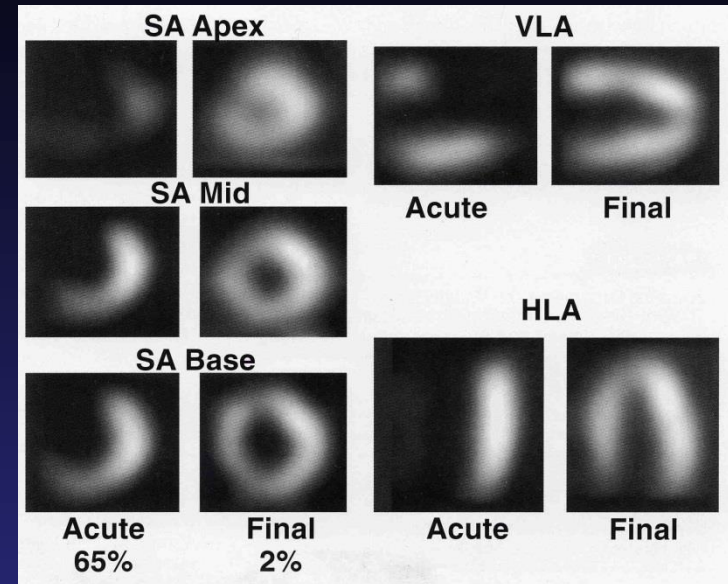
- Αποτελεί ιδιαίτερα αξιόπιστη μέθοδο για την πρόγνωση των στεφανιαίων ασθενών
  - μεγαλύτερη προγνωστική αξία από τα κλινικά δεδομένα και τη δοκιμασία κόπωσης – αυξανόμενη προγνωστική αξία από τη στεφανιογραφία
  - Ασθενείς με φυσιολογικό σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου σε κόπωση έχουν συχνότητα <1% ετησίως θανάτου ή εμφράγματος του μυοκαρδίου.
- **Οι ασθενείς χαμηλού κινδύνου αντιμετωπίζονται συντηρητικά, ενώ οι ασθενείς υψηλού κινδύνου επεμβατικά.**



# ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ Ε.Μ.



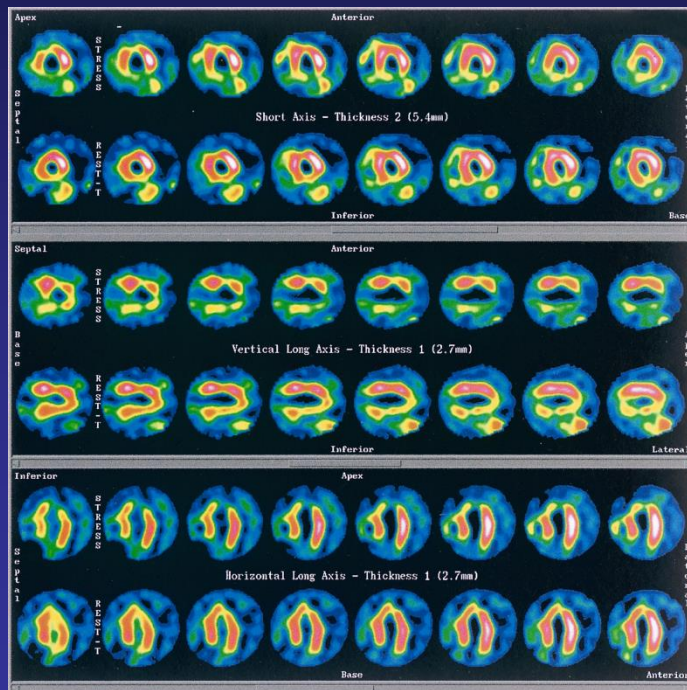
Zaret BL and Beller GA, Clinical Nuclear Cardiology 3d ed, 2005



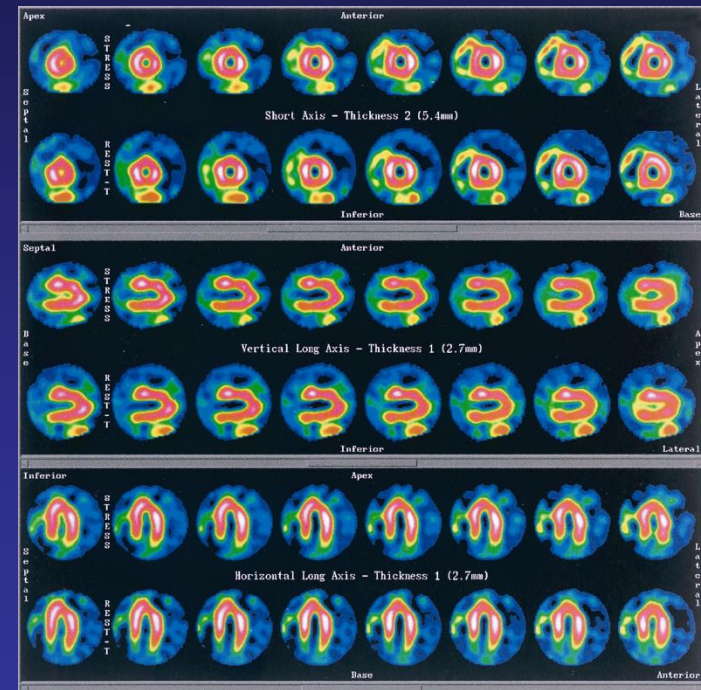
αξιολόγηση θρομβόλυσης

# ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ

- ✓ Εκτίμηση συμπτωμάτων μετά από επεμβατική ή συντηρητική αγωγή.
- ✓ Το σπινθηρογράφημα παρέχει σημαντικά δεδομένα για την πρόγνωση και τη διαβάθμιση κινδύνου σε ασθενείς μετά από PCI ή CABG.

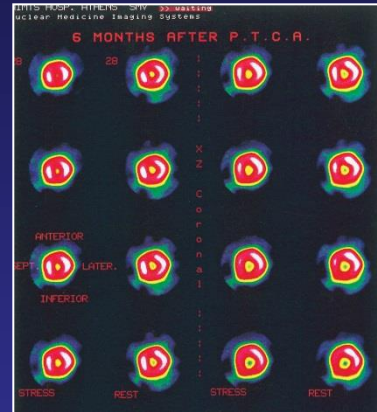
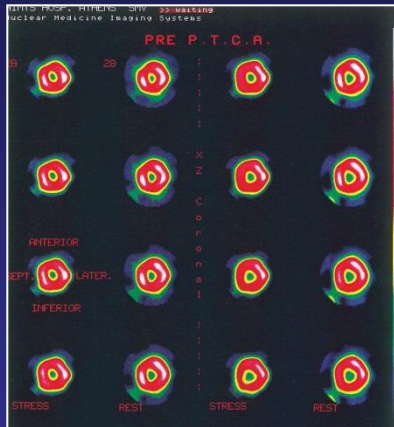
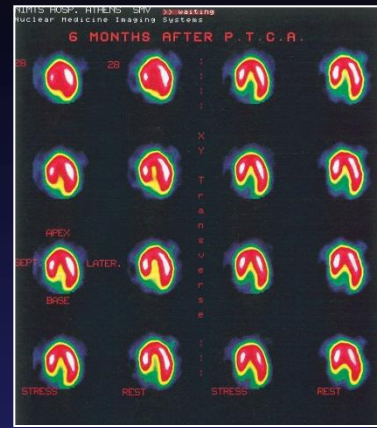
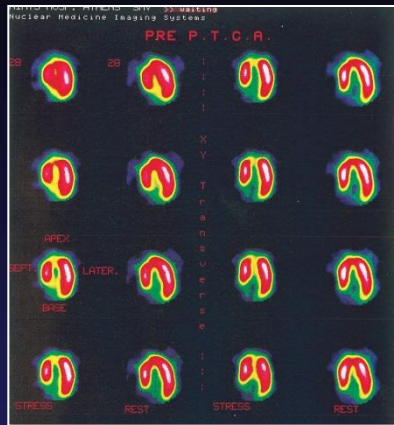


Π.Κ. 99%, ΠΕΡ. 80%, Δ.Σ. 99%

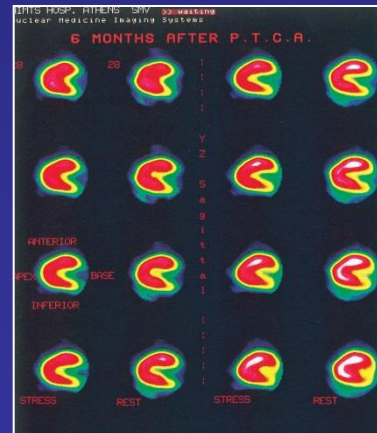
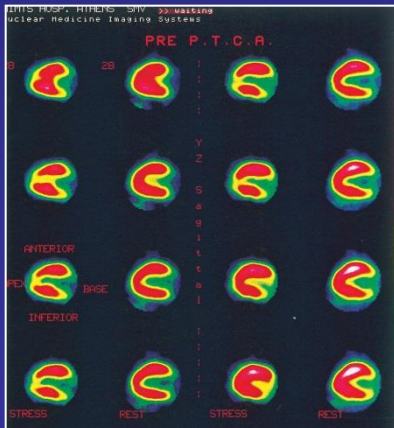


ΜΕΤΑ CABG

# ΑΓΓΕΙΟΠΛΑΣΤΙΚΗ (PCI)



PCI-LAD



# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΝΕΦΡΩΝ





# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΝΕΦΡΩΝ

## ➤ Δυναμικό σπινθηρογράφημα νεφρών

- ✓  **$^{99m}\text{Tc-DTPA}$**  (καθαίρεται αποκλειστικά με σπειραματική διήθηση – υπολογισμός GFR).
- ✓  **$^{99m}\text{Tc-MAG3}$**  (μικρό ποσοστό διήθησης, μεγάλο ποσοστό απέκκρισης από τα σωληνάρια – υπολογισμός ERPF).

## ➤ Στατικό σπινθηρογράφημα νεφρών

- ✓  **$^{99m}\text{Tc-DMSA}$**  (συγκέντρωση στο νεφρικό φλοιό και ιδίως στα εγγύς εσπειραμένα σωληνάρια, σταθερή κατακράτηση, ακριβής υπολογισμός σχετικής λειτουργικής συμμετοχής).

# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΝΕΦΡΩΝ - ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

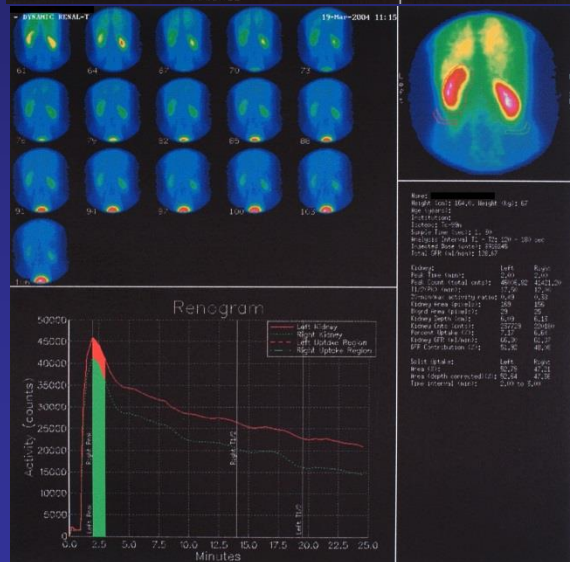
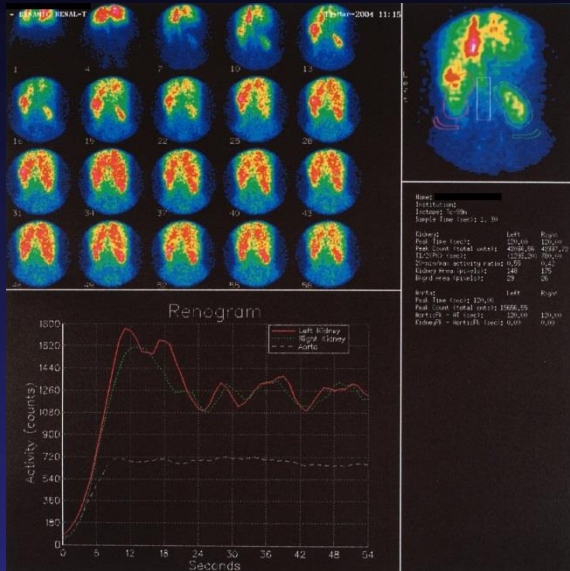
## ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ

- δδ αποφρακτικής από μη αποφρακτική υδρονέφρωση / εκτίμηση αποφρακτικής ουροπάθειας-νεφροπάθειας σε υδρονέφρωση
- Εκτίμηση λειτουργίας μεταμοσχευμένου νεφρού
- Διάγνωση νεφραγγειακής υπέρτασης – δοκιμασία καπτοπρίλης

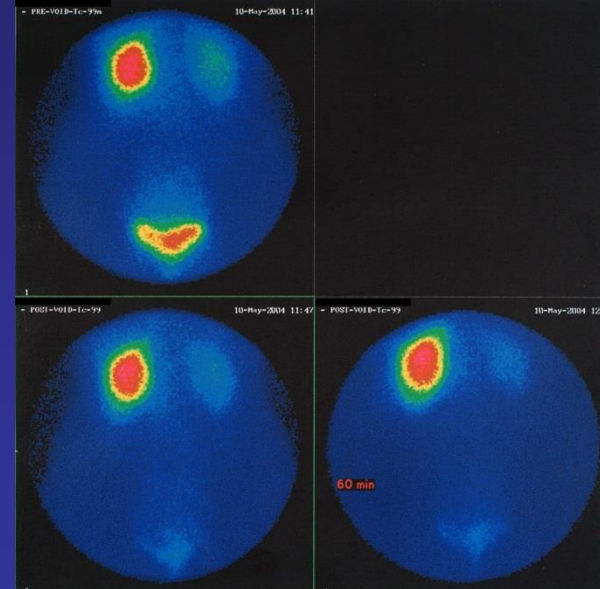
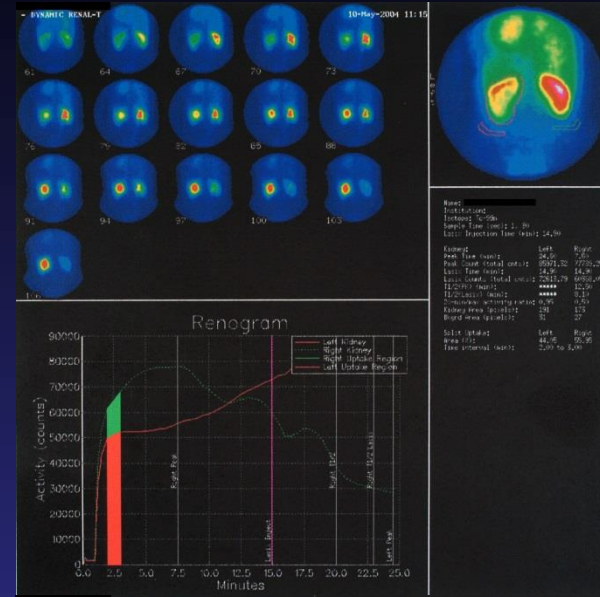
## ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ

- Διάγνωση οξείας πυελονεφρίτιδος (μέθοδος αναφοράς)
- Διάγνωση χρόνιας πυελονεφρίτιδος: ουλές νεφρικού φλοιού
- Εκτίμηση διαφορικής (σχετικής) νεφρικής λειτουργίας
- Διάγνωση μονήρους νεφρού
- Διάγνωση – εντοπισμός έκτοπου νεφρού
- Διάγνωση – εντοπισμός μικρού ατροφικού νεφρού

# ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΝΕΦΡΩΝ

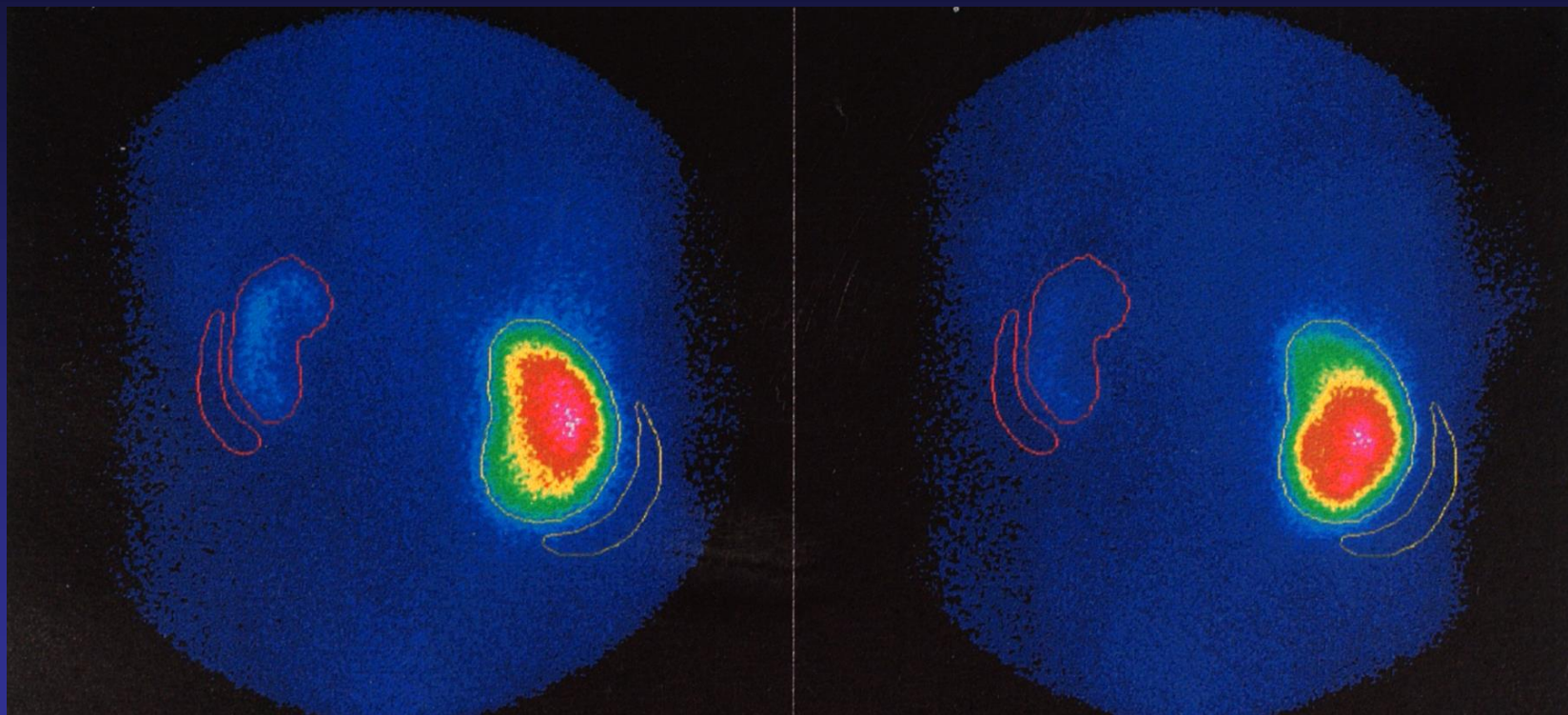


Φυσιολογικό σπινθηρογράφημα



Αποφρακτική ουροπάθεια

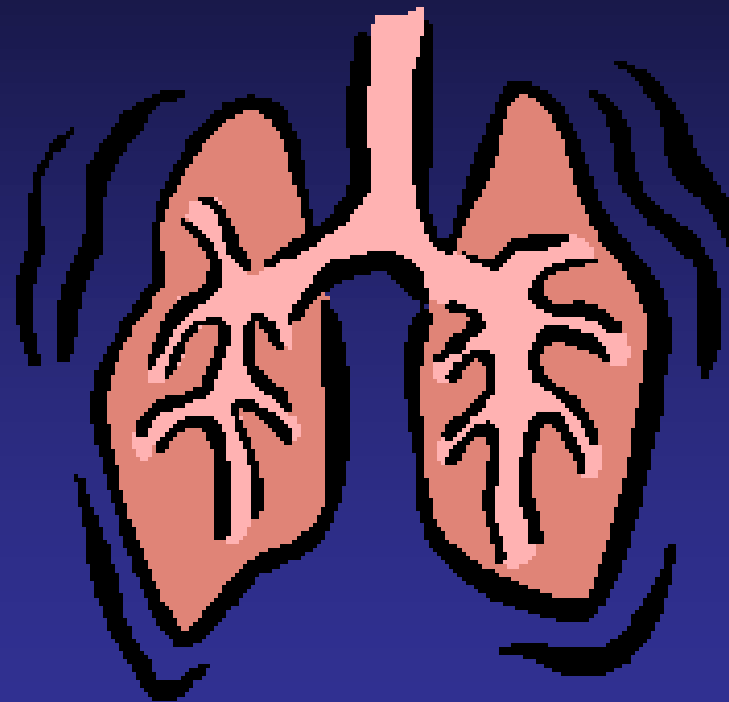
# ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΟ ΣΤΑΤΙΚΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ



**Left Kidney 7.33%**

**Right Kidney 92.67%**

# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ



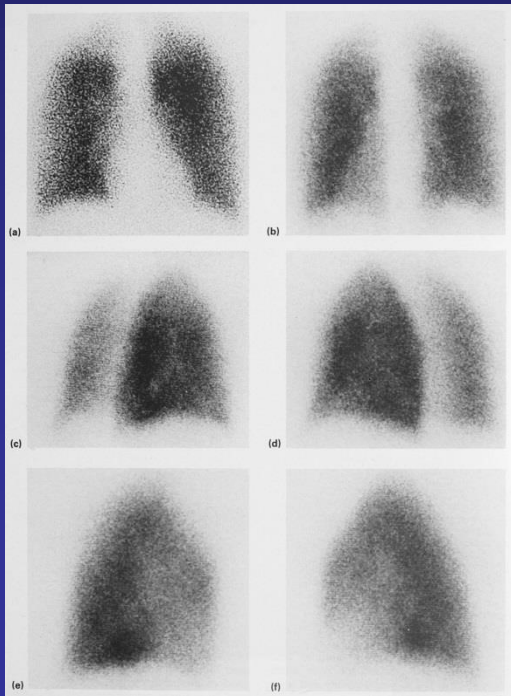
# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΝΕΥΜΟΝΩΝ

## ➤ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΙΜΑΤΩΣΕΩΣ

✓  $^{99m}\text{Tc}$ -Macroaggregated ( $^{99m}\text{Tc}$ -MAA)

✓  $^{99m}\text{Tc}$ -Human Albumin Microspheres ( $^{99m}\text{Tc}$ -HAM)

➤ Συγκέντρωση στους πνεύμονες ανάλογα με την αιματική ροή (παροδική εμβολή σε 1/1000 αρτηριόλια).



## ➤ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

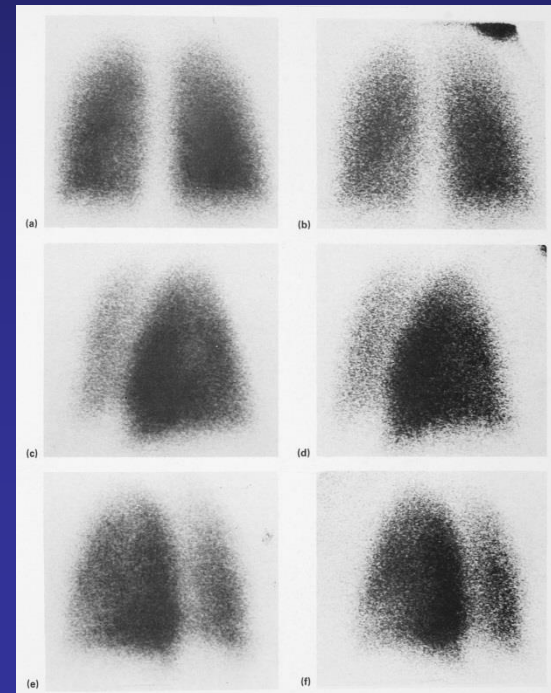
✓  $^{133}\text{Xe}$  ( $T_{1/2}$  5,3 d  $E_{\gamma}$ =81 keV).

✓  $^{127}\text{Xe}$  ( $T_{1/2}$  36,4 d  $E_{\gamma}$ =127 keV, 375 keV).

✓  $^{81m}\text{Kr}$  ( $T_{1/2}$  13 sec  $E_{\gamma}$ =190 keV, γεννήτρια  $^{81}\text{Rb}$  /  $^{81m}\text{Kr}$ ).

✓ Aerosoles

➤ Εκτέλεση της μελέτης αερισμού πριν το σπινθηρογράφημα αιματώσεως



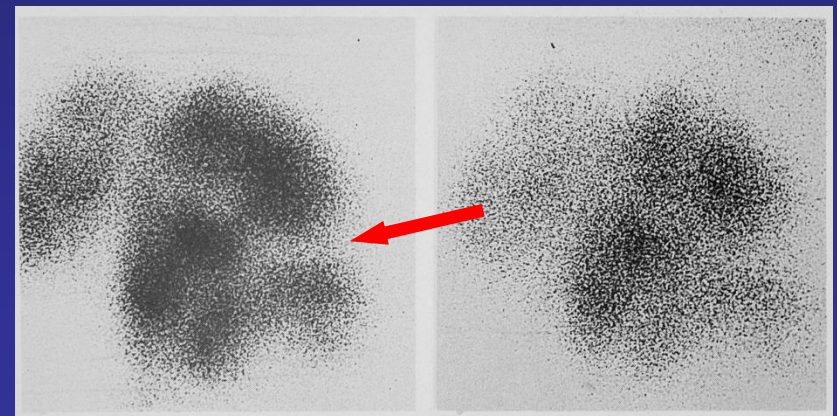
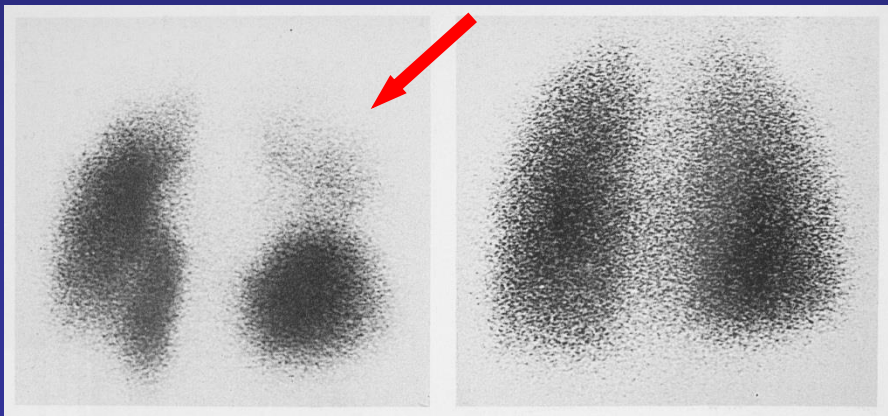
# ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΜΒΟΛΗ

➤ **Κύρια ένδειξη για την εκτέλεση σπινθηρογραφήματος πνευμόνων** (αναίμακτη, εύχρηστη, οικονομική μέθοδος).

✓ **πλέον εφαρμόζεται κατά κανόνα η CT**

➤ **«Gold standard»** θεωρείται η πνευμονική αγγειογραφία (επεμβατική – ακριβή μέθοδος, πιθανότητα επιπλοκών).

➤ **Παθολογνμονικός είναι ο συνδυασμός ελλειμμάτων στο σπινθηρογράφημα αιματώσεως χωρίς αντίστοιχα ευρήματα στο σπινθηρογράφημα αερισμού ή την πρόσφατη α/α θώρακα (perfusion – ventilation mismatch).**



# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ



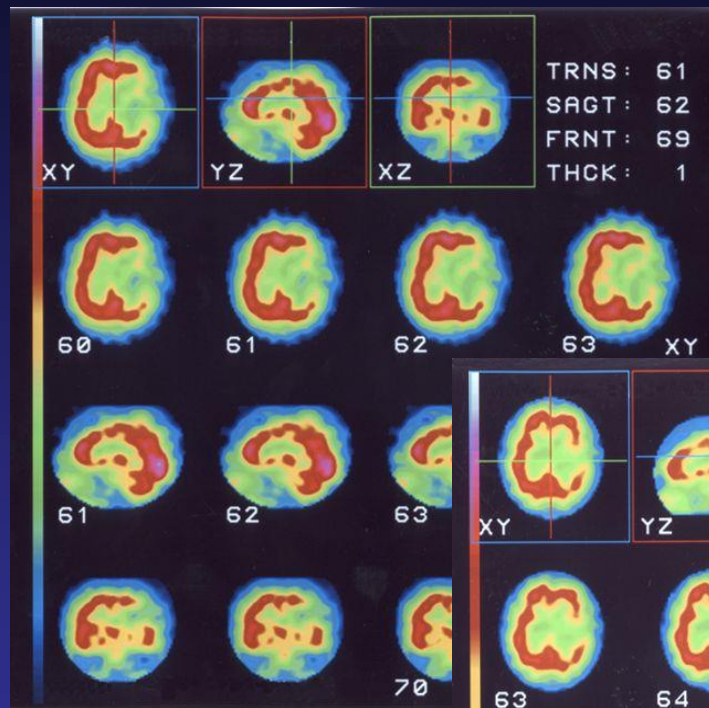


# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

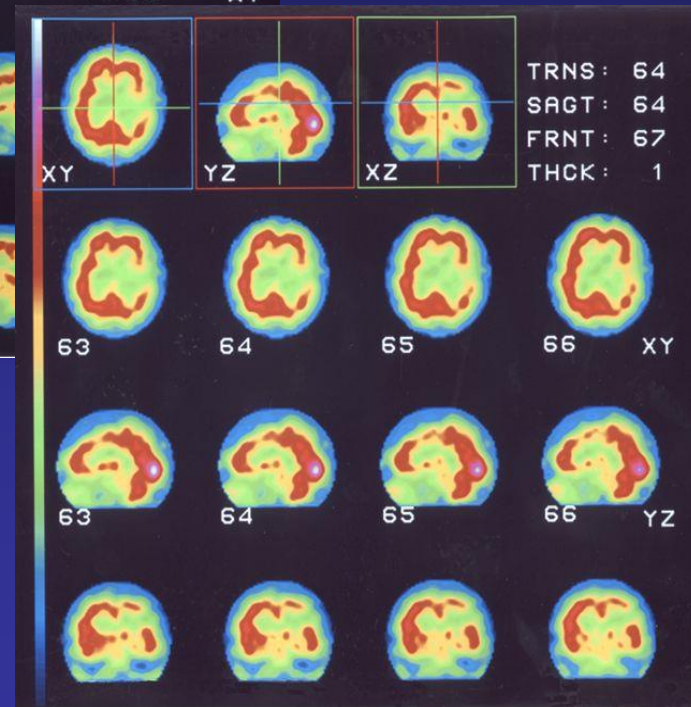
- **μελέτες ακεραιότητας αιματοεγκεφαλικού φραγμού:**  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate,  $^{99m}\text{Tc}$ -glucoheptonate,  $^{99m}\text{Tc}$ -DTPA,
- **εκτίμηση του εγκεφαλικού όγκου αίματος:**  $^{99m}\text{Tc}$ -RBC,  $^{99m}\text{Tc}$ -HSA,  $^{111}\text{In}$ -transferrin
- **απεικόνιση της εγκεφαλικής αιματικής ροής:**
  - Προσδιορισμός και εκτίμηση αγγειακής εγκεφαλικής νόσου
  - Διερεύνηση άνοιας
  - Προεγχειρητική εντόπιση επιληπτογόνου εστίας
  - Εγκεφαλικός θάνατος
  - $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO,  $^{123}\text{I}$ -IMP,  $^{99m}\text{Tc}$ -ECD
- **απεικόνιση υποδοχέων-νευροδιαβιβαστών – μεταφορέων:**
  - δδ Ν. Parkinson απο ιδιοπαθή τρόμο,  $^{123}\text{I}$ -FP-CIT
  - δδ Ν. Parkinson από Parkinson plus σύνδρομο,  $^{123}\text{I}$ -IBZM
- **απεικόνιση όγκων και φλεγμονών** (μη ειδικά  $^{201}\text{Tl}$ ,  $^{99m}\text{Tc}$ -tetrofosmin κλπ ).

# Αγγειακή εγκεφαλική νόσος

- πρώιμη διάγνωση ΑΕΕ (πρώτες 8 ώρες)— νωρίτερα από CT/MRI
- Απεικόνιση penumbra
- Εκτίμηση επαναιμάτωσης μετά την θρομβόλυση
- Απεικόνιση παροδικών ισχαιμικών ΑΕΕ: 60% των SPECT δείχνουν υποαιμάτωση το 1<sup>ο</sup> 24ωρο, 40% το 2<sup>ο</sup> 24ωρο



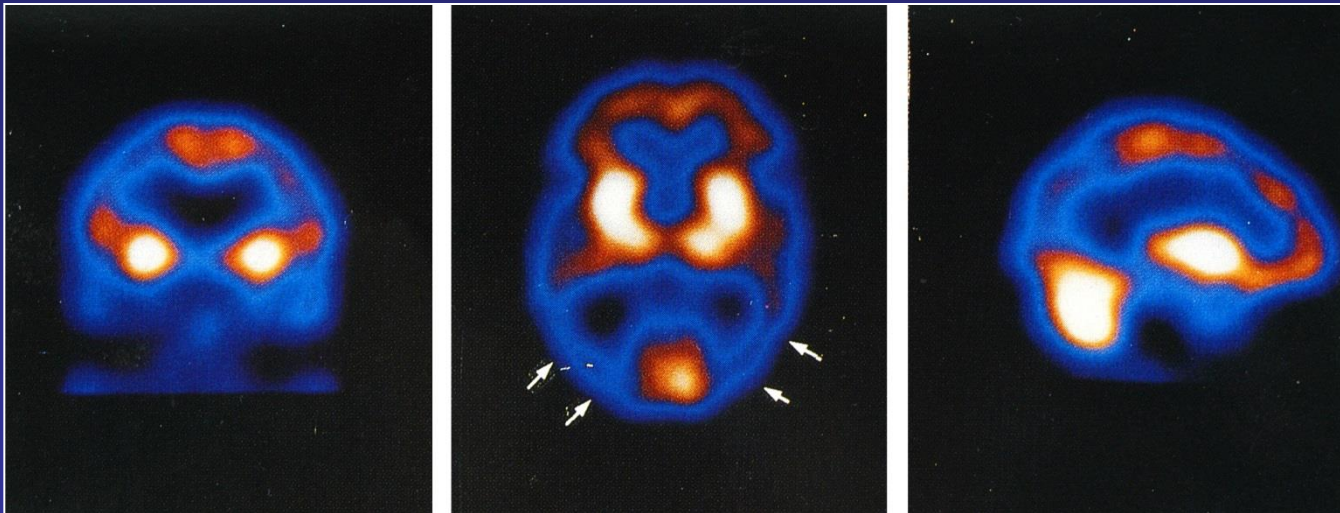
1<sup>ο</sup> 24ωρο



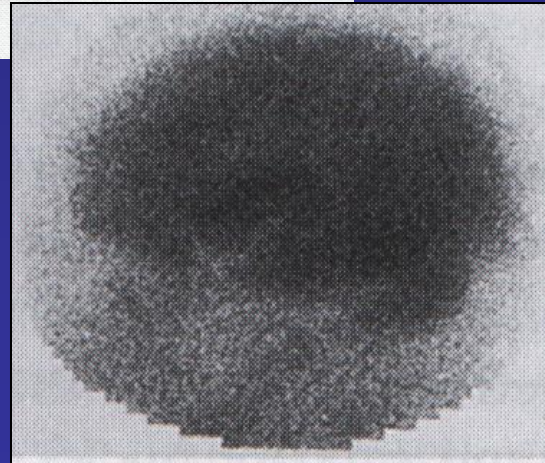
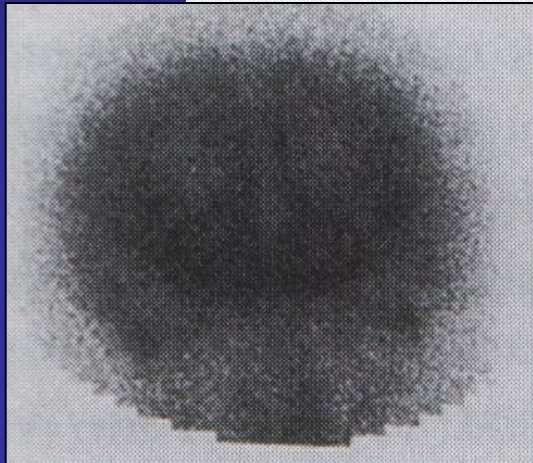
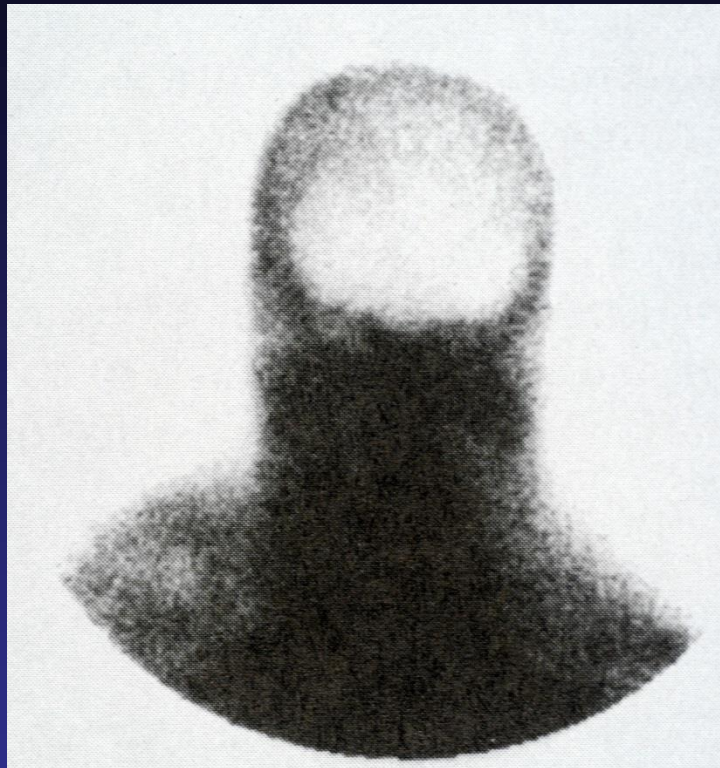
Μετά 7 ημέρες

# ΑΝΟΙΑ

- **Νόσος Alzheimer**: χρόνια, προοδευτική, εκφυλιστική νόσος του ΚΝΣ που προκαλεί άνοια.
- Οι ακτινολογικές τεχνικές αποκλείουν τη δευτεροπαθή άνοια (π.χ. νεοπλάσματα, πολλαπλά έμφρακτα).
- ΔΔ από άλλες άνοιες
- Πρώιμη διάγνωση
- Μειωμένη συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου στους βρεγματικούς και κροταφικούς λοβούς, σε προχωρημένη νόσο και στους μετωπιαίους.

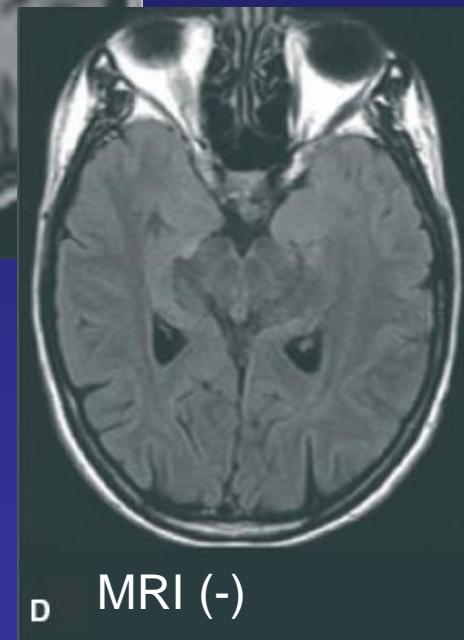
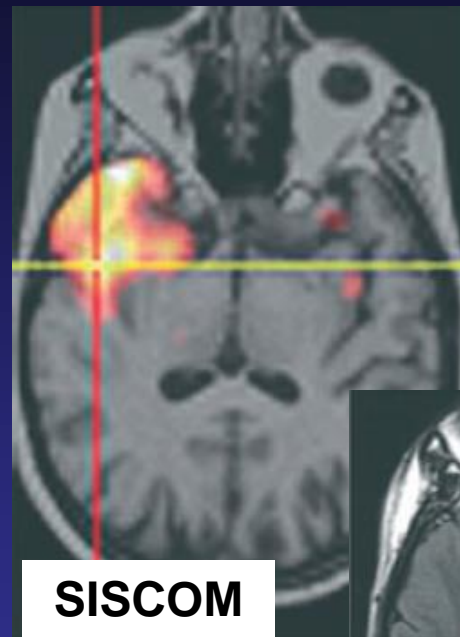


???



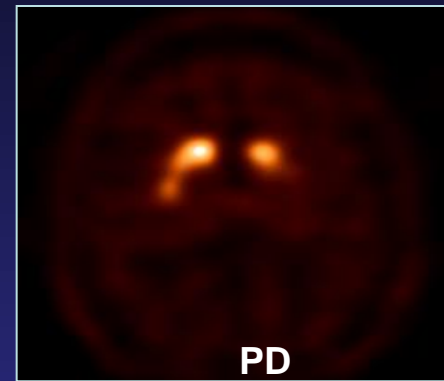
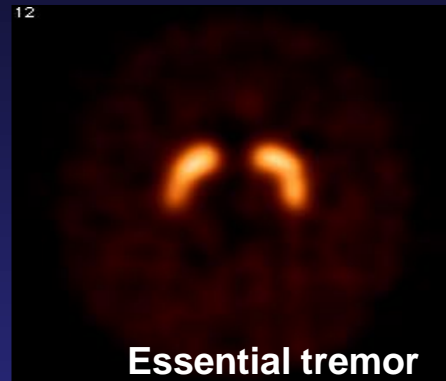
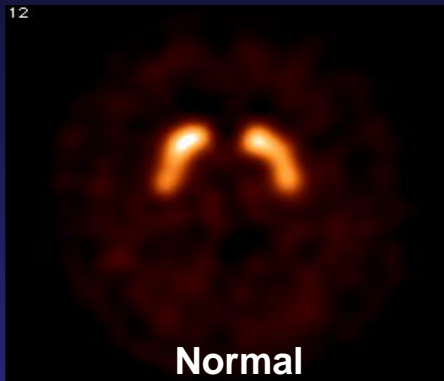
# Προεγχειρητική εντόπιση επιληπτογόνου εστίας

- **ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ:**
  - Εστιακή επιληψία με φυσιολογική MRI
  - Ασυμφωνία αποτελεσμάτων EEG-MRI
  - Αμφοτερόπλευρες ή πολλαπλές βλάβες στην MRI
- **ΤΕΧΝΙΚΗ:** SPECT σε δύο φάσεις:
  - **Interictal:** ελεύθερη κρίσεων «Ε»
  - **Ictal:** χορήγηση του ρ/φ κατά την έναρξη κρίσης «Ε», ο ασθενής υπό συνεχή παρακολούθηση με ΗΕΓ, απεικόνιση αμέσως μετά την κρίση
  - Εναλλακτικά η ictal SPECT μπορεί να αντικατασταθεί από την **post-ictal** SPECT όπου η χορήγηση του ρ/φ γίνεται αμέσως μετά από μία κρίση «Ε», μειώνεται όμως η ευαισθησία

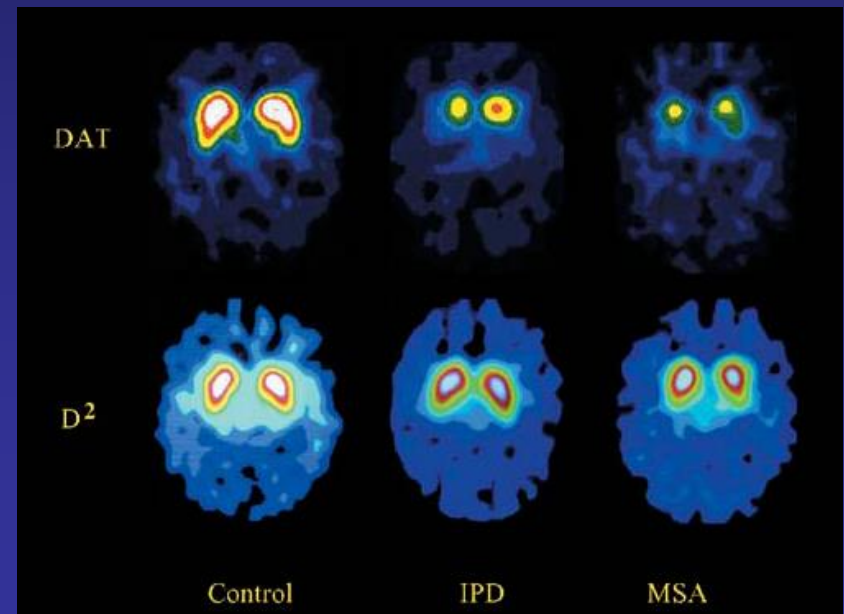


# Νόσος Parkinson

ΣPECT ΠΡΟΣΥΝΑΠΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΕΩΝ ΝΤΟΠΑΜΙΝΗΣ ΜΕ  $^{123}\text{I}$ - $\beta$ -CIT-FP



ΣPECT ΜΕΤΑΣΥΝΑΠΤΙΚΩΝ  
ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ ΝΤΟΠΑΜΙΝΗΣ (D<sub>2</sub>)



# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΑΡΑΘΥΡΕΟΕΙΔΩΝ ΑΔΕΝΩΝ

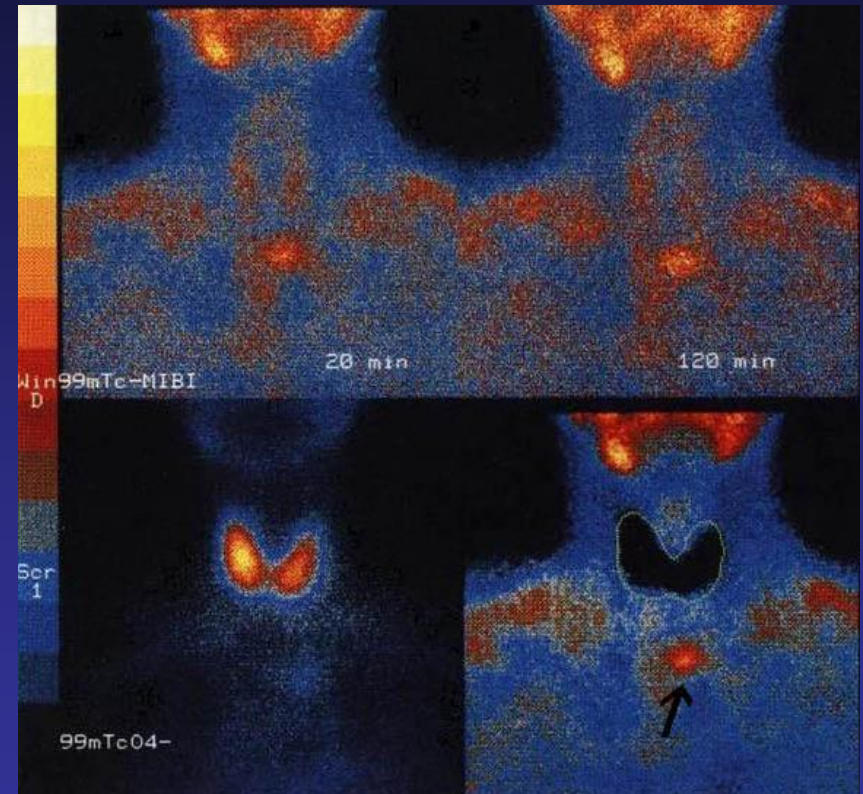
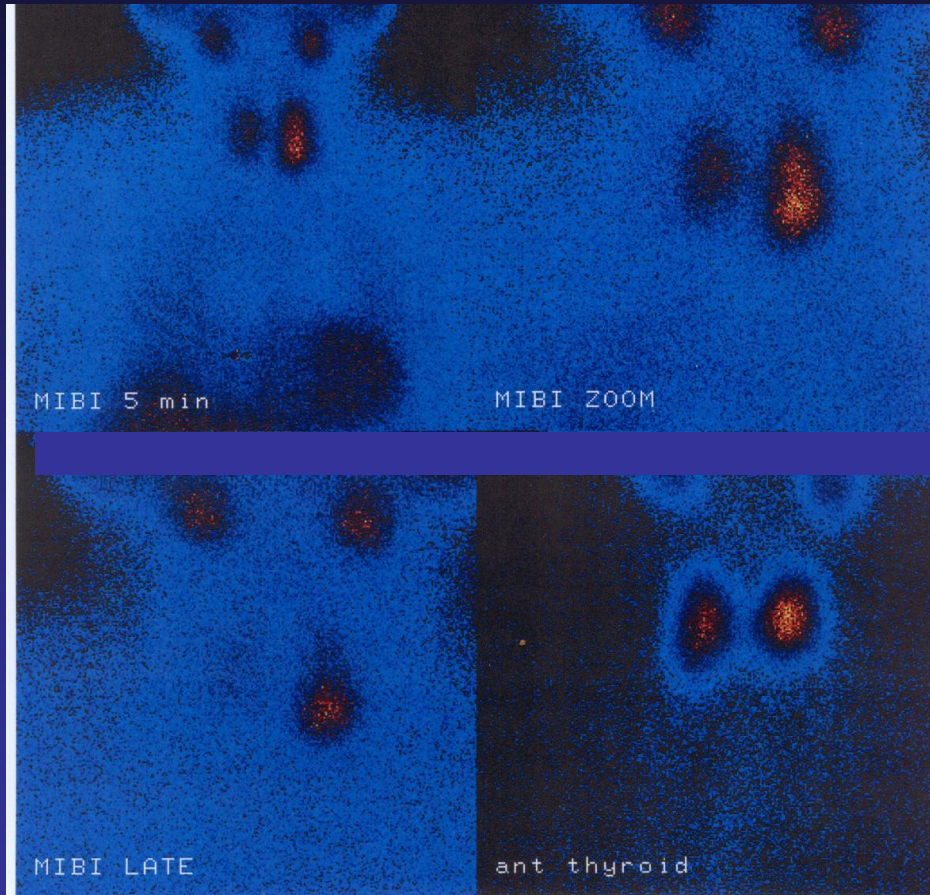
## ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

- Εντόπιση:
  - υπερλειτουργούντος παραθυρεοειδικού ιστού (αδένωμα, υπερπλασία),
  - έκτοπου παραθυρεοειδή
  - Ca παραθυρεοειδών

## Ραδιοφάρμακα:

- Tl-201/Tc-99m: αφαιρετικό σπινθηρογράφημα
- Tc-99m Sestamibi ή tetrofosmin
  - Αφαιρετική τεχνική με Tc-99m,
  - Τεχνική της διπλής φάσης: πρώιμη (10-15 min) → θυρεοειδική φάση, καθυστερημένη (2-3 hrs) → παραθυρεοειδική φάση,
  - Λοξές λήψεις,
  - SPECT,
  - Λήψη μεσοθωρακίου

# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΠΑΡΑΘΥΡΕΟΕΙΔΩΝ ΑΔΕΝΩΝ

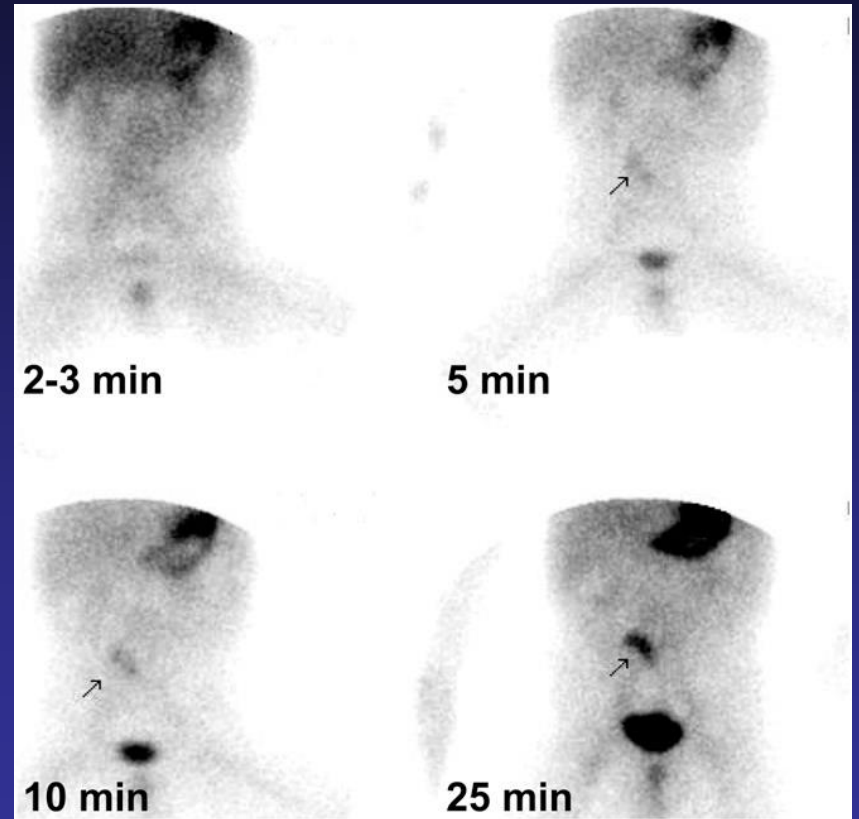
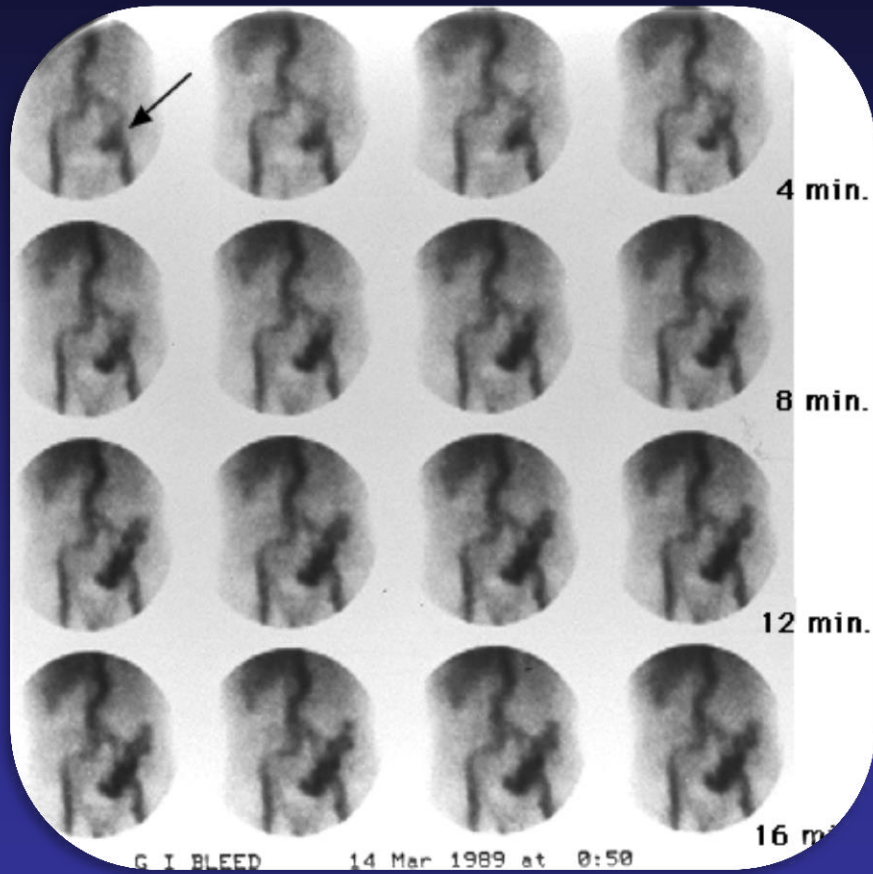




# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΠΤΙΚΟΥ

- Έλεγχος αιμορραγίας πεπτικού και ανίχνευση του έκτοπου γαστρικού βλεννογόνου (Μεκκέλειος απόφυση) σε παιδιά:
  - επισημασμένα αυτόλογα ερυθρά αιμοσφαίρια με  $^{99m}\text{Tc}$  ( $^{99m}\text{Tc-RBC}$ ) για διαλείπουσες αιμορραγίες με ρυθμό 0,35-0,1 ml/min
  - $^{99m}\text{Tc}$  Sulfur – Colloid για οξεία ενεργό αιμορραγία με ρυθμό ~ 0,05-0,1 ml/min
  - $^{99m}\text{Tc-O}_4$  για Μεκκέλειο απόφυση
- Γαστρική κένωση στομάχου (στερεά - υγρά) – ραδιενεργό γεύμα:
  - γαστροπαρετικά συμπτώματα
  - ανεξήγητη ναυτία και εμετό
  - ΓΟΠ
  - μετά χειρουργείο με εμμονή των συμπτωμάτων
  - έλεγχος της φαρμακευτικής ή χειρουργικής αποτελεσματικότητας
- Μελέτη σιελογόνων αδένων -  $\text{Na}^{99m}\text{TcO}_4$ 
  - Εκτίμηση της λειτουργικής κατάστασης των αδένων πριν την ακτινοβολήση
  - Διερεύνηση ξηροστομίας: πχ. Σύνδρομο Sjögren, Σύνδρομο Sicca, μετακτινική (χρόνια σιελαδενίτις)
  - Διερεύνηση ψηλαφητών μαζών
  - Δ.Δ. όγκων (Warthing – μικτοί και κακοήθεις)

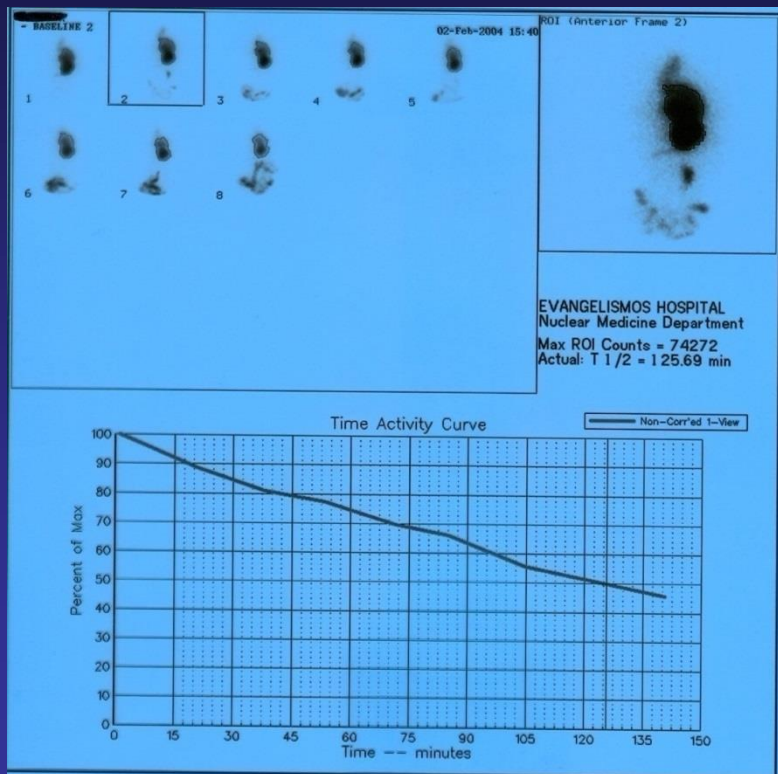
# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΠΤΙΚΟΥ



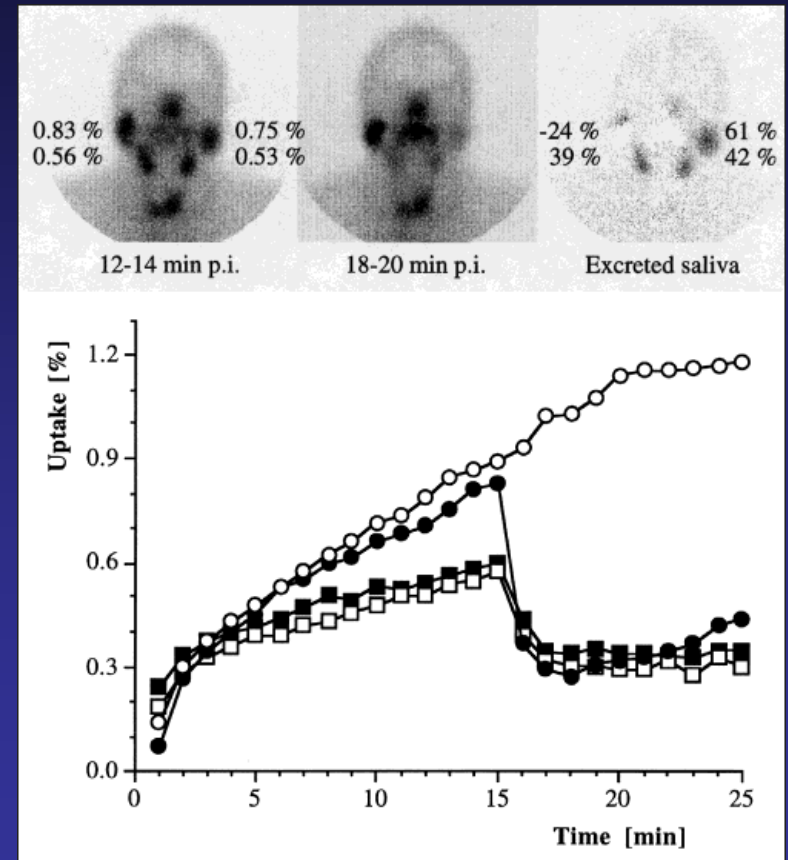
**Μεγκέλιος απόφυση**

# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΠΕΠΤΙΚΟΥ

- Καθυστερημένη γαστρική κένωση



- Λιθιασική σιελαδενίτιδα



# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΟΣΧΕΟΥ

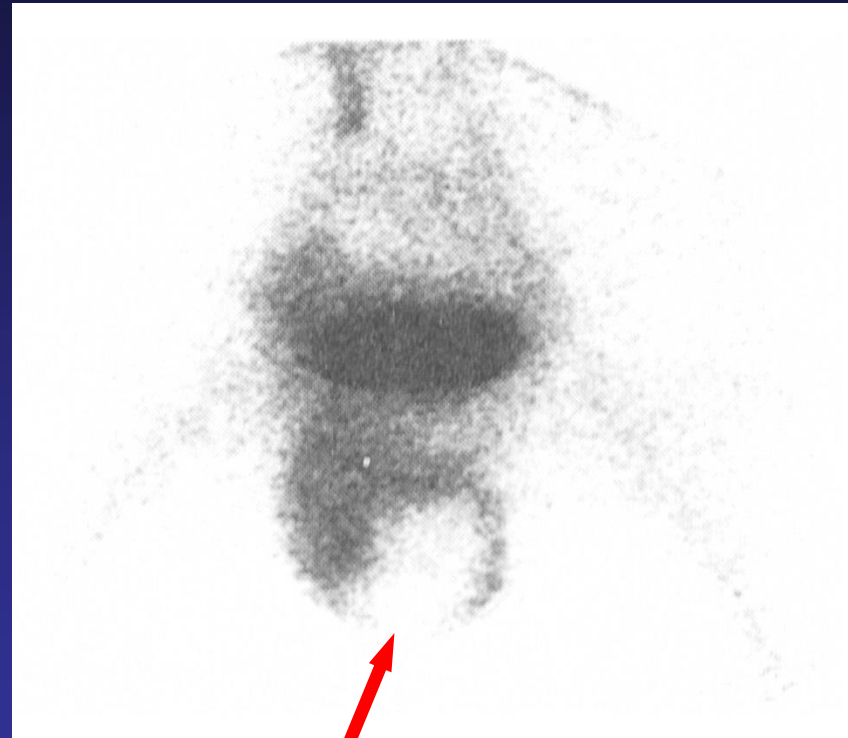
➤ **Δ.Δ. συστροφής από επιδιδυμίτιδα.**

## ➤ **Συστροφή**

- ✓ απαιτείται άμεση αποκατάσταση της αιμάτωσης.
- ✓ σπινθηρογράφημα με  $^{99m}\text{Tc}$ -pertechnetate (δυναμική μελέτη – στατικές λήψεις).
- ✓ ↓ αιμάτωση, ↓ συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου στις στατικές λήψεις («φωτοπενική» περιοχή).

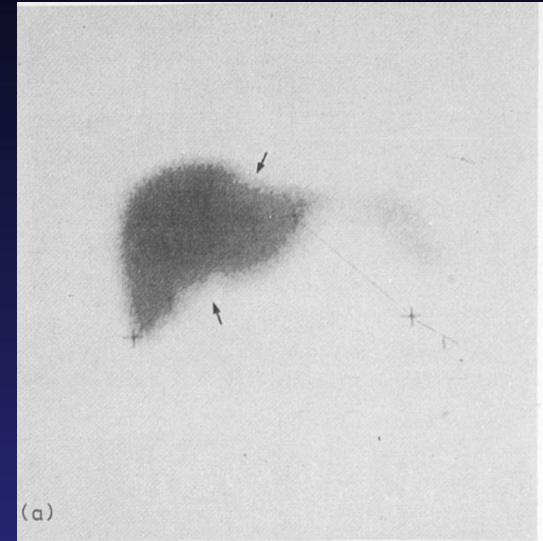
## ➤ **Επιδιδυμίτιδα**

- ✓ ↑ αιμάτωση, ↑ συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου στις στατικές λήψεις.

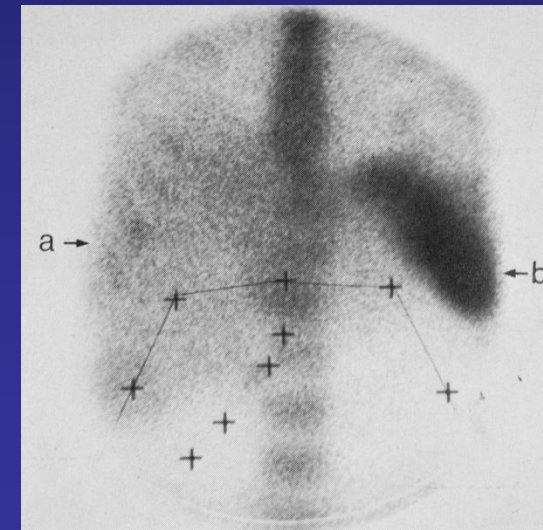


# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΗΠΑΤΟΣ

- $^{99m}\text{Tc}$ -sulfur colloid (μέγεθος σωματιδίων 0,1-1 $\mu\text{m}$ ).
- $^{99m}\text{Tc}$ -phytate (μέγεθος σωματιδίων 0,2-1  $\mu\text{m}$ ).
- **Φαγοκυτταρώνονται από τα κύτταρα Kupffer**
  - 95% κατακράτηση στην πρώτη δίοδο.
  - 85-86% συγκέντρωση στο ήπαρ.
  - 6% συγκέντρωση στο σπλήνα.
  - 8% συγκέντρωση στο μυελό των οστών.
- Δόση 185 MBq (iv χορήγηση)
  - λήψεις πρόσθια, οπίσθια, δεξιά πλάγια (15-20 min μετά τη χορήγηση).



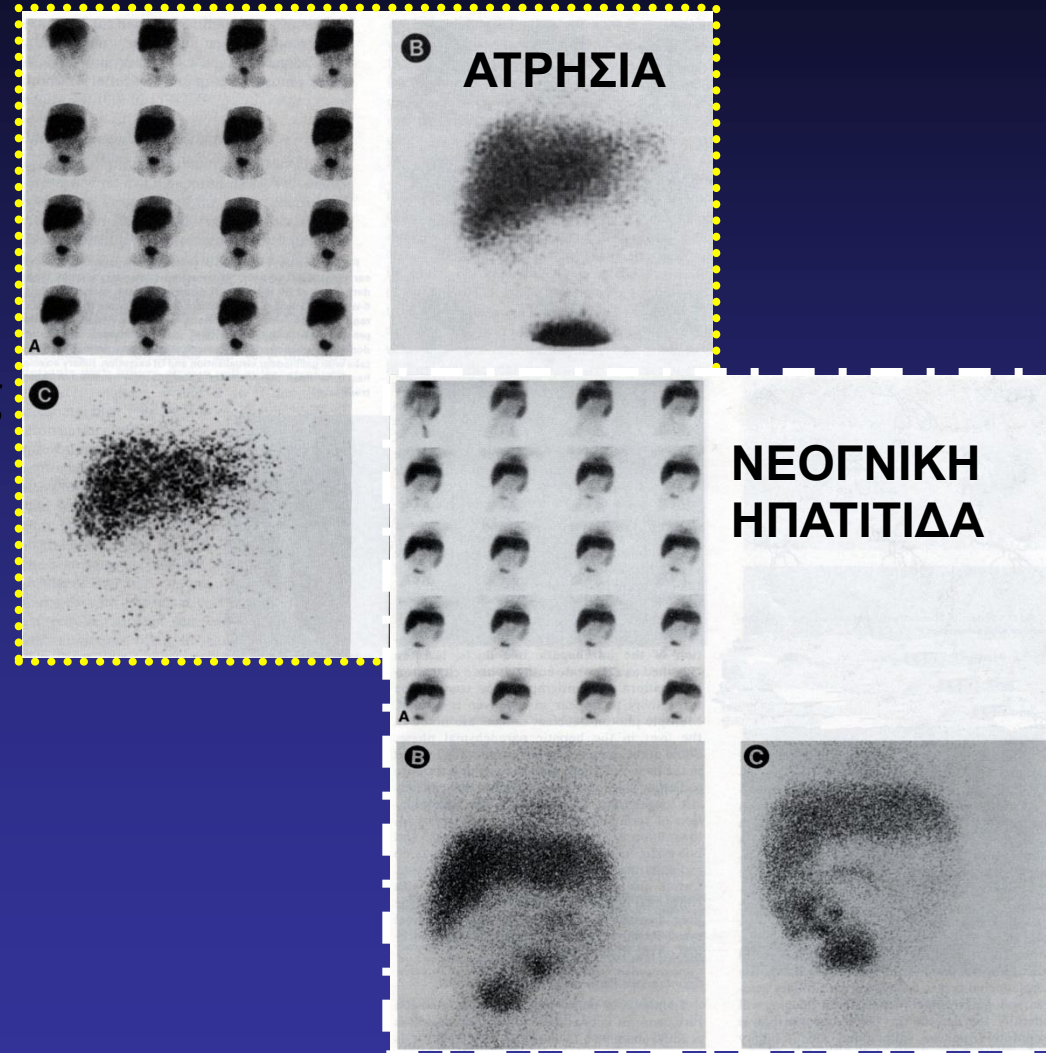
**Φυσιολογικό Σπιν/μα**



**Ηπατική ανεπάρκεια**

# ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΧΟΛΗΦΟΡΩΝ

- **ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ**
  - Οξεία χολοκυστίτιδα
  - Υποκινησία χοληδόχου κύστης
  - Μετεγχειρητικές επιπλοκές
  - Απόφραξη κοινού χοληδόχου πόρου
  - Ατρησία χοληφόρων – δδ από νεογνική ηπατίτιδα
- **Ραδιοφάρμακα:**
  - $^{99m}\text{Tc}$ -HIDA,  $^{99m}\text{Tc}$ -BRIDA



# ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΛΕΓΜΟΝΗΣ

- Λευκά αιμοσφαίρια  
επισημασμένα με In-111  
ή Tc- 99m
- Κίτρικό Ga-67
- Tc-99m-MoAb έναντι των  
λευκών αιμοσφαιρίων
- Πολυκλωνική  
ανοσοσφαιρίνη (HIG) με  
Tc-99m ή In-111



99mTc-HMPAO-WBC scan: N. Crohn

# ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ ΡΑΔΙΟΕΠΙΣΗΜΑΣΜΕΝΑ ΠΕΠΤΙΔΙΑ

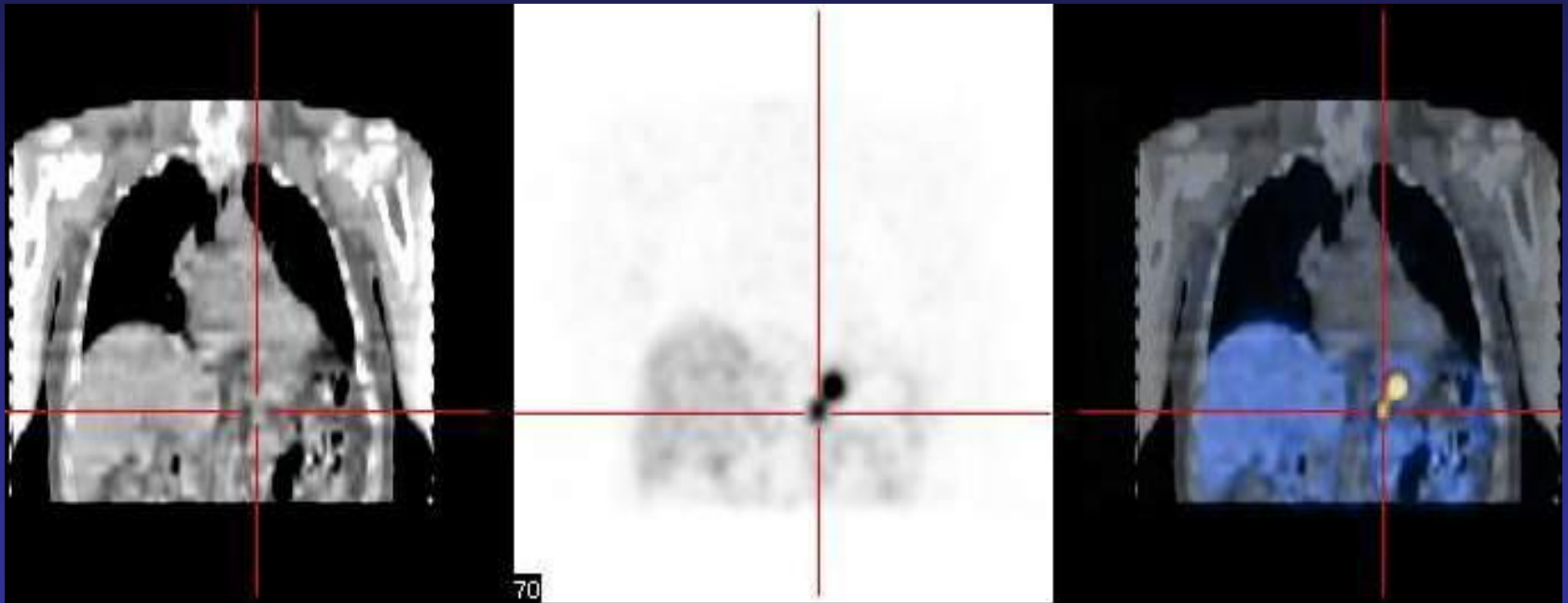
- **$^{111}\text{In-DTPA}^0\text{-Tyr}^3\text{-octreotide}$  (octreoscan): ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΥΠΟΔΟΧΕΩΝ ΣΩΜΑΤΟΣΤΑΤΙΝΗΣ**
  - εκτίμηση της πυκνότητας των υποδοχέων
  - πρόβλεψη και παρακολούθηση ανταπόκρισης στην θεραπεία με ανάλογα σωματοστατίνης
  - ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ:
    - Καρκινοειδείς όγκοι
    - Ενδοκρινείς όγκοι παγκρέατος (παράγουν ανάλογη ορμόνη)
    - Φαιοχρωμοκύτωμα (μυελός επινεφριδίων)
    - Νευροβλάστωμα (κυρίως στα παιδιά)
    - Μυελοειδές Ca θυρεοειδούς
    - SCLC πνεύμονος
    - Μηνιγγίωμα
    - Οφθαλμοπάθεια Graves
- **$^{123}\text{I}/^{131}\text{I-MIBG}$  (Meta-Iodo-Benzyl-Guanidine)**
  - ανάλογο της **κατεχολαμίνης**
  - απεικονίζει και όγκους που προέρχονται από το νευροεκτόδερμα: **νευροβλάστωμα, μυελοειδές καρκίνωμα θυρεοειδούς, καρκινοειδείς όγκοι**



# ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΕ ΡΑΔΙΟΕΠΙΣΗΜΑΣΜΕΝΑ ΠΕΠΤΙΔΙΑ

**$^{111}\text{In}$ -Octreoscan SPECT/CT:**

Θετικός λεμφαδένας σε γαστρίνωμα άντρου σταδίου III



# ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ



# ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- **Παθήσεις θυρεοειδούς –  $^{131}\text{I}$ :**
  - **καλοήθειες** (νόσος Graves, «τοξικό» αδένωμα, «τοξική» πολυοζώδης βρογχοκήλη)
  - **κακοήθειες** (θηλώδες, θυλακιώδες Ca)
- **Επώδυνες οστικές μεταστάσεις** ( $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{186}\text{Re}$ -HEDP,  $^{153}\text{Sm}$ -EDTMP)
- **Φλεγμονώδεις αρθρίτιδες** ( $^{90}\text{Y}$ ,  $^{186}\text{Re}$ ,  $^{169}\text{Er}$ )
- **Νευροενδοκρινείς όγκοι** ( $^{131}\text{I}$ -MIBG,  $^{90}\text{Y}$ -octreotide,  $^{111}\text{In}$ -octreotide)
- **Λεμφώματα** ( $^{90}\text{Y}$ -Moab)
- Καρκινωματώδης ασκίτης – πλευρίτις ( $^{90}\text{Y}$ ,  $^{90}\text{Y}$ -Moab)
- Πολυκυτταραιμία rubra vera ( $^{32}\text{P}$ )

# ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ <sup>131</sup>I

- β-ακτινοβολία.
- Ιοντισμοί – χρωμοσωματικές αλλοιώσεις – αναπαραγωγικός κυτταρικός θάνατος.
- *Προετοιμασία ασθενούς*

# ΚΑΛΟΗΘΕΙΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ

- **v. Grave's:** χαμηλή δόση 111-185 MBq, υψηλή δόση 370-555 MBq, υπολογισμός δόσης ανάλογα με το βάρος και το uptake του αδένα.
- **«Τοξική» πολυοζώδης βρογχοκήλη:** δόση 555-925 MBq.
- **«Τοξικό» αδένωμα:** δόση 555-925 MBq.
- **Μη «τοξική» πολυοζώδης βρογχοκήλη:** δόση 1110 MBq.
- **Αντενδείξεις:**
  - εγκυμοσύνη, γαλουχία (απόλυτες)
  - ηλικία <25 ετών, μεγάλος μέγεθος αδένα (αδενώματος) (σχετικές).
- **Παρενέργειες:**
  - υποθυρεοειδισμός (συνήθως σε v. Grave's),
  - «θυρεοειδική κρίση».

# ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

- ✓ Καταστροφή θυρεοειδικού υπολείμματος – τοπικής υποτροπής ή διηθήσεως, απομακρυσμένων μεταστάσεων.
- ✓ Η καταστροφή του υπολείμματος βελτιώνει την πρόγνωση και επιτρέπει την παρακολούθηση με ολόσωμο σπινθηρογράφημα ( $^{131}\text{I}$  ή  $^{123}\text{I}$ ) και TG.
- ✓ Η προετοιμασία περιλαμβάνει CT ή MRI εγκεφάλου για τον αποκλεισμό εγκεφαλικής μεταστάσεως.
- ✓ 1-2 εβδομάδες μετά τη θεραπευτική χορήγηση ολόσωμο σπινθηρογράφημα.
- ✓ Παρακολούθηση ασθενών (TG, ολόσωμο σπινθηρογράφημα) κάθε 6-12 μήνες – επανάληψη αγωγής σε περίπτωση υπολειμματικού ιστού / μεταστάσεων.

# ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

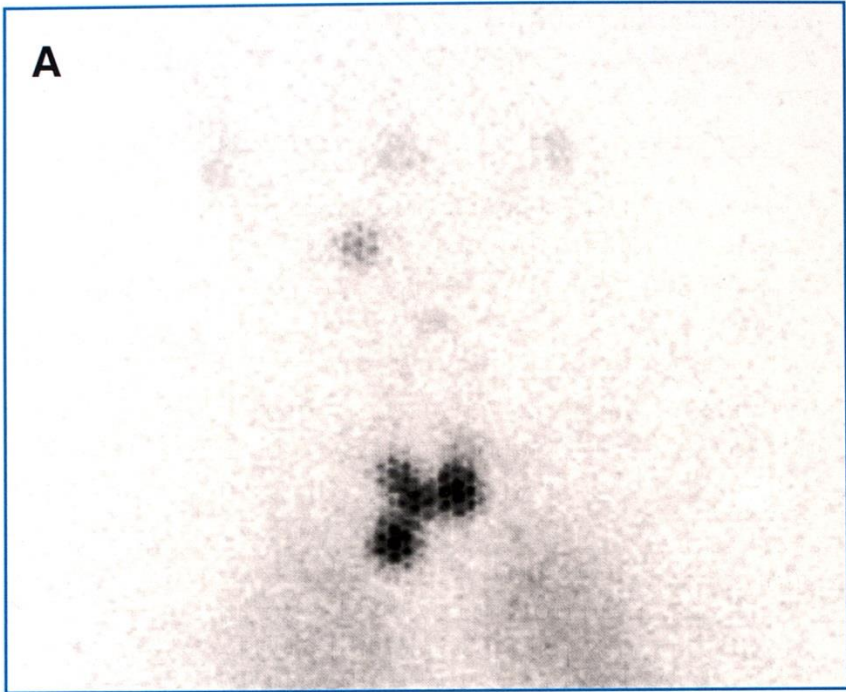
- Δόση  $^{131}\text{I}$ 
  - 1110 - 5550 MBq για καταστροφή του υπολείμματος.
  - 3700 -7400 επόμενες δόσεις.
  - συνολική δόση: 18500 - 37000 MBq.
- Νοσηλεία σε ειδικό θωρακισμένο δωμάτιο.
- Οδηγίες ακτινοπροστασίας.

# ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΣ ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

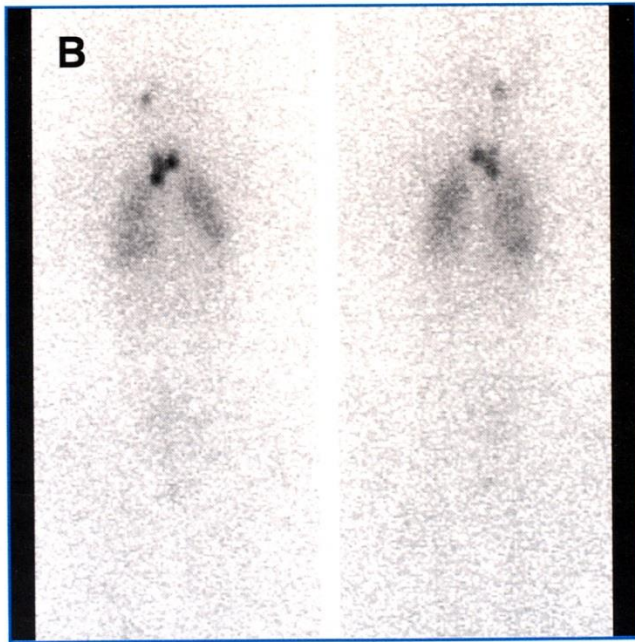
- **Αντενδείξεις:**
  - απόλυτες: κύηση, θηλασμός.
  - σχετικές: βαριά ακράτεια ούρων, αρρυθμιστος υπερθυρεοειδισμός, ενεργός θυρεοειδική οφθαλμοπάθεια.
- **Παρενέργειες:**
  - καρκινογένεση (συνολική δόση >37000 MBq)
  - παροδική μυελοκαταστολή
  - μετακτινική σιελαδενίτιδα
  - μετακτινική πνευμονίτιδα – ίνωση (σε ασθενείς με πνευμονικές μεταστάσεις)
  - γαστρίτιδα (ναυτία – έμετος τις πρώτες 12h)
  - γενετικές ανωμαλίες.



**A**



**B**



# ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΕΠΩΔΥΝΩΝ ΟΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

- **Ενδείξεις:** Θεραπεία οστικού πόνου από οστεοβλαστικές ή μικτές M (ca προστάτου, μαστού και πνεύμονα )
- **Οστεόφιλα ρ/φ:**
  - Πρόσληψη & κατακράτηση σε θέσεις ↑ οστεοβλαστικής δραστηριότητας
  - Μηχανισμός μείωσης του πόνου, όχι απόλυτα γνωστός
    - ↓ κυτοκινών & αυξητικών παραγόντων μεταξύ οστικής M και φυσιολογικού οστού
    - ↓ περιοστικού οιδήματος λόγω ακτινοβόλησης
  - Πλεονεκτήματα:
    - Συστηματική χορήγηση → Ταυτόχρονη θεραπεία πολλαπλών οστικών M
    - Ευκολία χορήγησης
    - Επαναχορηγήσεις
    - Συνδυασμός με άλλες θεραπείες

# ΑΝΑΚΟΥΦΙΣΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΕΠΩΔΥΝΩΝ ΟΣΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

## ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ

Physical Characteristics of Therapeutic Radionuclides for Bone Pain Palliation

Radionuclide	Half-life	Maximum energy (MeV)	Mean energy (MeV)	Maximum range	γ-Emission (keV)
<sup>32</sup> P	14.3 d	1.7 (β)	0.695 (β)	8.5 mm	None
<sup>89</sup> Sr	50.5 d	1.4 (β)	0.583 (β)	7 mm	None
<sup>186</sup> Re	3.7 d	1.07 (β)	0.362 (β)	5 mm	137
<sup>188</sup> Re	16.9 h	2.1 (β)	0.764 (β)	10 mm	155
<sup>153</sup> Sm	1.9 d	0.81 (β)	0.229 (β)	4 mm	103
<sup>117m</sup> Sn	13.6 d	0.13 and 0.16 conversion electrons		<1 μm	159
<sup>223</sup> Ra	11.4 d	5.78 (α) (average)		<10 μm	154

## Στοχευμένη θεραπεία με ραδιο-πεπτίδια (Tumor targeted radioactive treatment)



**Αξιοποιεί του θεραπευτικούς μηχανισμούς δράσης ειδικών πεπτιδίων σε συνδυασμό με τις ιδιότητες ειδικών ραδιονουκλιδίων**

**Βιολογική βάση της θεραπείας:** είσοδος + οργανοποίηση του πεπτιδίου με τη μεσολάβηση του υποδοχέα μέσα στο κύτταρο και ενδοκυττάρια κατακράτηση αυτού

Το ραδιοπεπτίδιο δίνει θεραπευτική δόση στον όγκο **ικανή** για τη μείωση της μάζας του

# ΝΕΩΤΕΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

**CAMERA ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΠΟΖΙΤΡΟΝΙΩΝ**  
**(Positron Emission Tomography - PET και PET/CT)**

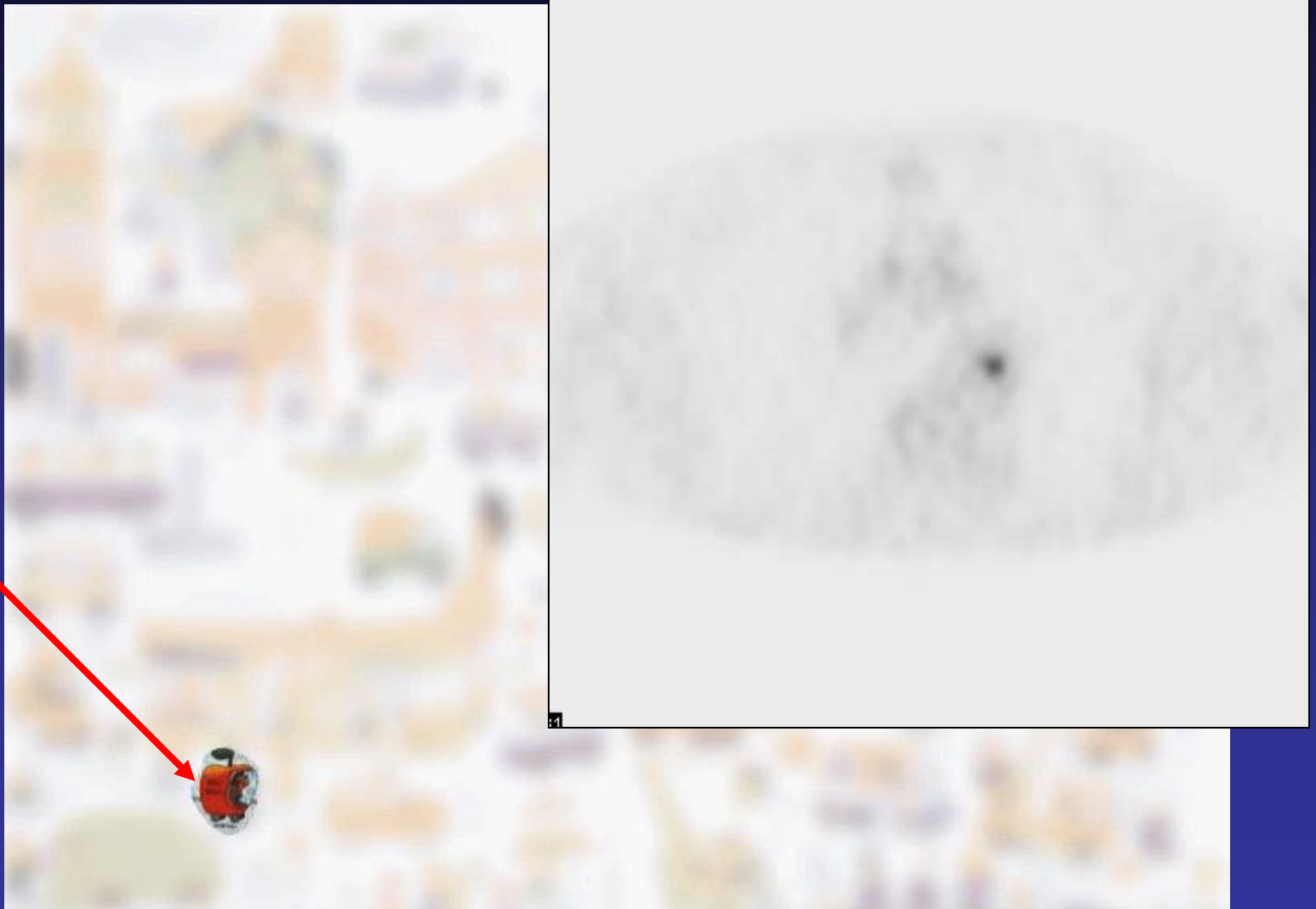
# Richard Scarry's children's book

*This is morphological imaging*



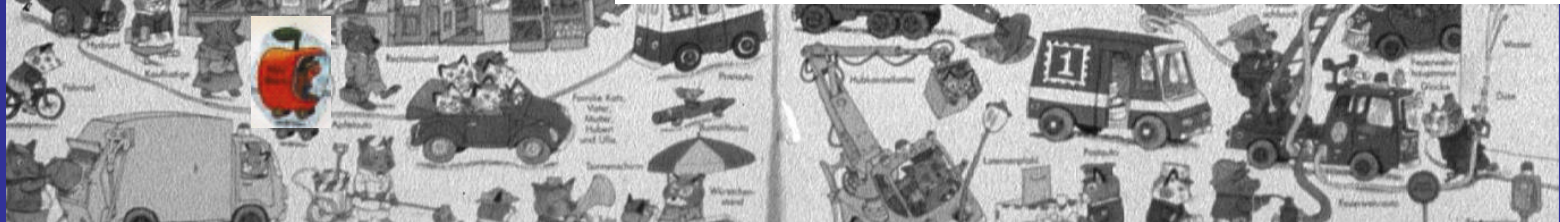
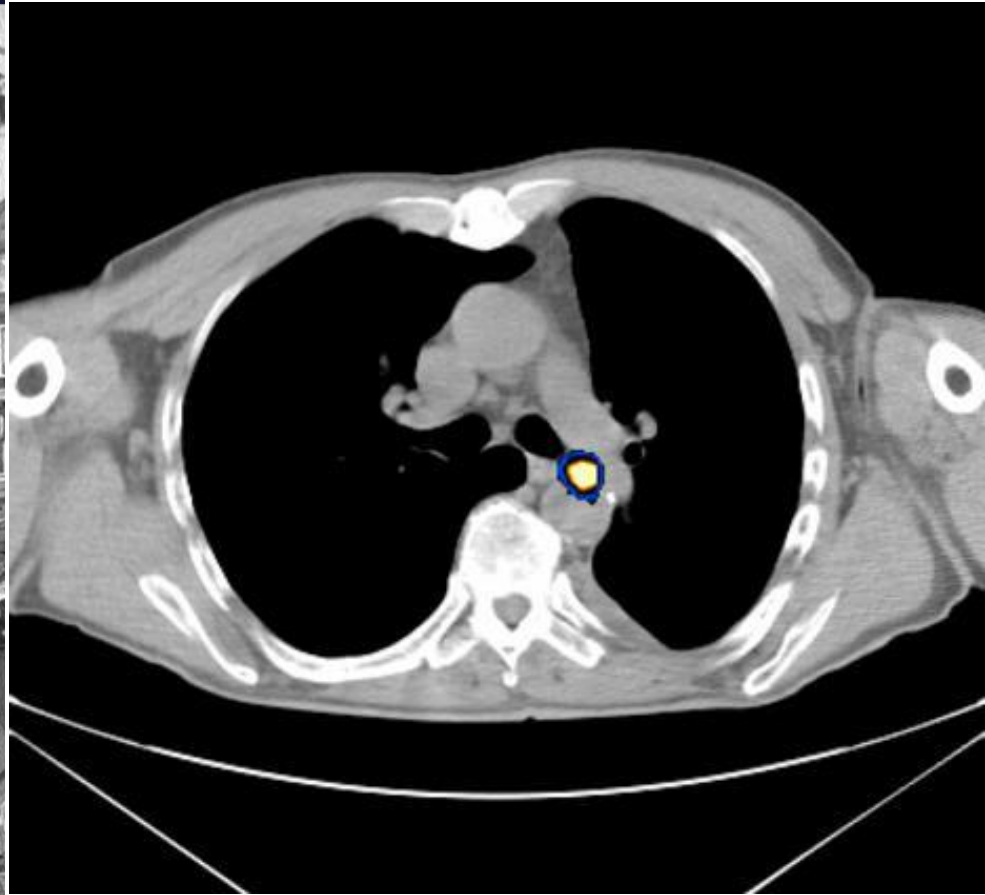
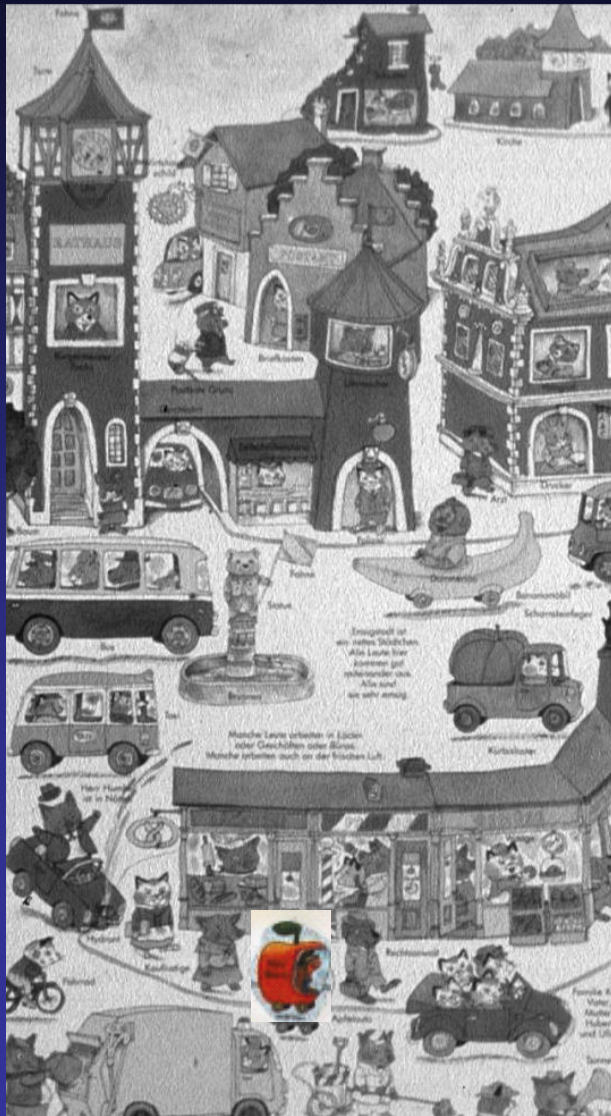
# Richard Scarry's children's book

*This is PET imaging*



# Richard Scarry's children's book

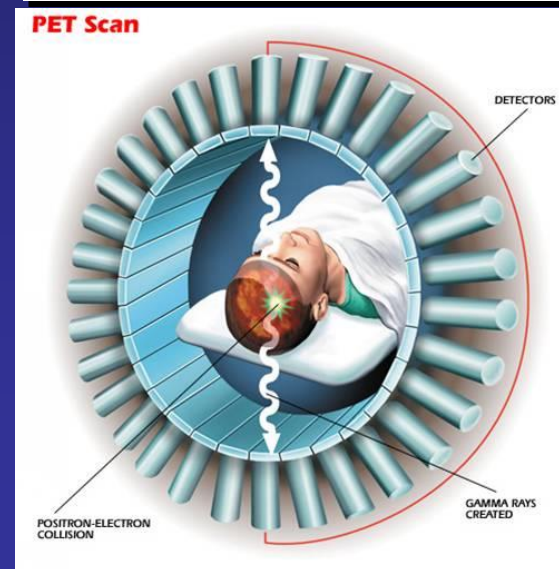
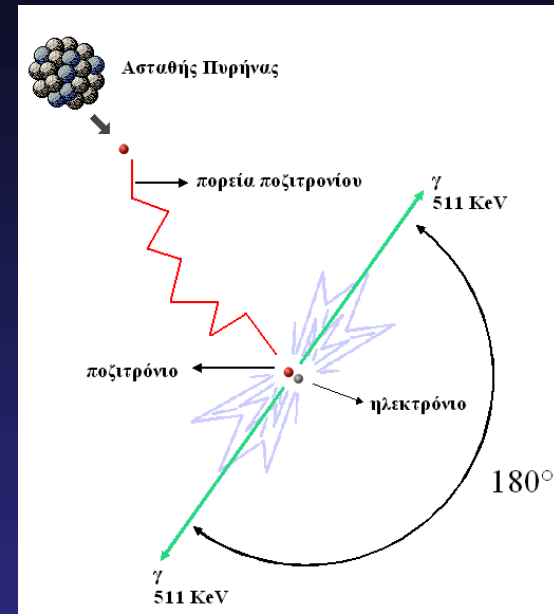
*This is PET/CT imaging*

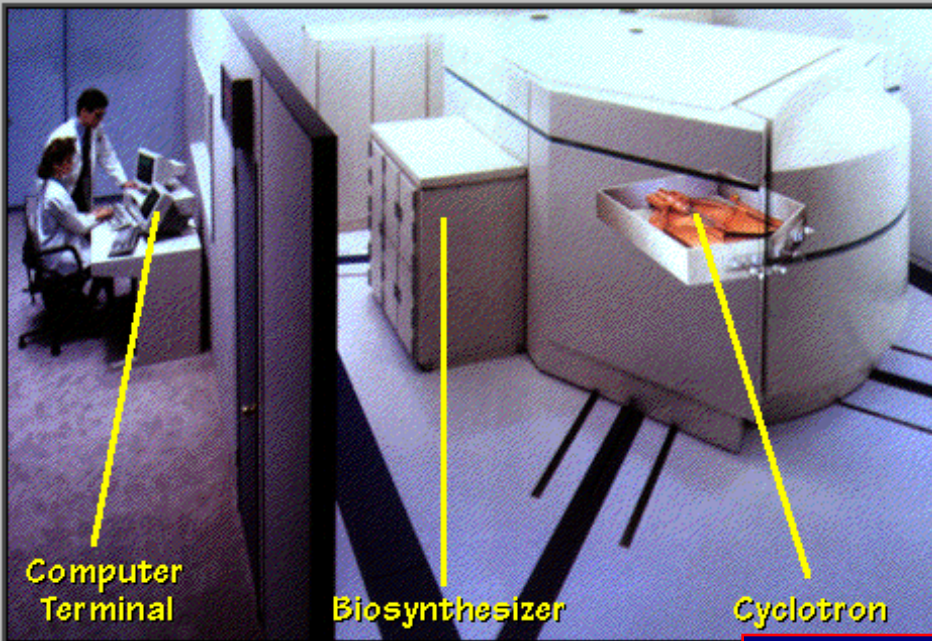




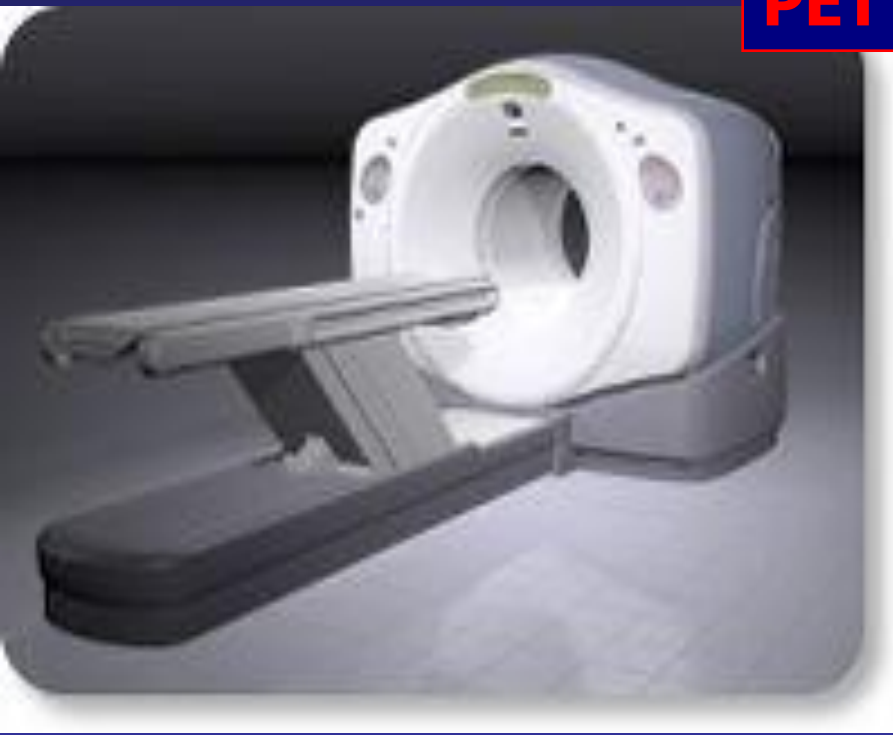
# CAMERA ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΠΟΖΙΤΡΟΝΙΩΝ (PET)

- ✓ **Ταυτόχρονη ανίχνευση** των ζευγών φωτονίων **511 keV** που προκύπτουν από την αλληλοεξουδετέρωση των **ποζιτρονίων** (εκπέμπονται από τα χορηγούμενα ραδιοϊσότοπα) με γειτονικά ηλεκτρόνια.
- ✓ Στα συστήματα PET χρησιμοποιούνται εκατοντάδες έως χιλιάδες ανιχνευτές, σε κυκλικούς, εξαγωνικούς ή οκταγωνικούς δακτύλιους και σε αντιδιαμετρική σύνδεση μεταξύ τους.
- ✓ **Συστήματα PET – CT (fusion).**





**PET Camera**



# Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά PET- ραδιονουκλιδίων

Ραδιονουκλίδιο	Χρόνος Υποδιπλασιασμού	
$^{11}\text{C}$	20,4	min
$^{13}\text{N}$	10	min
$^{15}\text{O}$	2	min
$^{18}\text{F}$	<b>110</b>	<b>min</b>
$^{68}\text{Ga}$	68	min
$^{82}\text{Rb}$	75	sec

# ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ PET

- Καλύτερα χαρακτηριστικά των ραδιοφαρμάκων που χρησιμοποιούνται στις μελέτες «PET», ιδιαίτερα όσον αφορά τη *δυνατότητα επισήμανσης μεταβολιτών και παρακολούθησης μεταβολικών οδών.*
- Καλύτερη ευαισθησία και διακριτική ικανότητα.
- Ακριβέστερη διόρθωση για την εξασθένιση της ακτινοβολίας (attenuation correction).
- Ασύγκριτη δυνατότητα ημιποσοτικών / ποσοτικών αναλύσεων
  - ιδιαίτερα χρήσιμος είναι ο υπολογισμός του **SUV (ή SUVmax)**.

$$SUV = \frac{\text{Συγκέντρωση ραδιενέργειας (Bq)/g ιστού}}{\text{Χορηγηθείσα δόση (Bq)/ βάρος σώματος (g)}}$$

➤ Τιμές  $SUV > 1$  χαρακτηρίζουν την αυξημένη συγκέντρωση του ραδιοφαρμάκου

# Σύγκριση PET vs SPECT

## Μειονεκτήματα (?)

- απαραίτητη η ύπαρξη κυκλοτρονίου.
- υψηλό κόστος παραγωγής ραδιοεπισημασμένων βιομορίων.
- υψηλό κόστος προμήθειας και λειτουργίας
- μεγάλη εξειδίκευση.

# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ PET

**ΟΓΚΟΛΟΓΙΑ**  
**ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ**  
**ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑ**

# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ ΣΤΗΝ ΟΓΚΟΛΟΓΙΑ

- την πρώιμη διάγνωση
- τη σταδιοποίηση – επανασταδιοποίηση
- την εκτίμηση του βαθμού κακοήθειας
- την επιλογή της καταλληλότερης (πιο «θερμής») θέσης για βιοψία
- τη διάγνωση υποτροπής
- τη δ.δ. βιώσιμου από νεκρωμένο όγκο (ουλώδη ιστό)
- την εκτίμηση της ανταπόκρισης στη θεραπεία
- το σχεδιασμό των ακτινοθεραπευτικών πεδίων

**Τελικά η ποζιτρονική τομογραφία επιφέρει αλλαγή της  
θεραπευτικής αγωγής περίπου σε έναν στους τρεις  
ογκολογικούς ασθενείς** (Czernin J, et al, Ann Rev Med, 2002).

# Απεικόνιση Όγκων με PET-camera

**Τα νεοπλασματικά κύτταρα έχουν:**

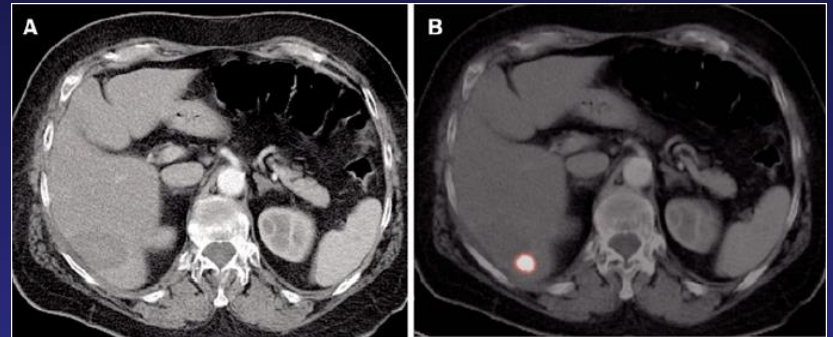
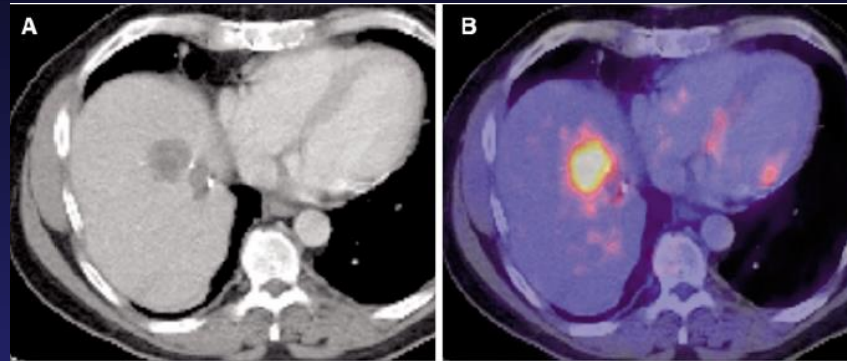
- αυξημένο ρυθμό γλυκόλυσης,
- αυξημένη συγκέντρωση αμινοξέων,
- αυξημένο ρυθμό πολλαπλασιασμού,
- αυξημένη αιματική ροή
- συχνά εμφανίζουν υποξία και έχουν ειδικούς υποδοχείς ή χαρακτηριστικά αντιγόνα
- **συγκεντρώνουν εκλεκτικά την  $^{18}\text{FDG}$ .**



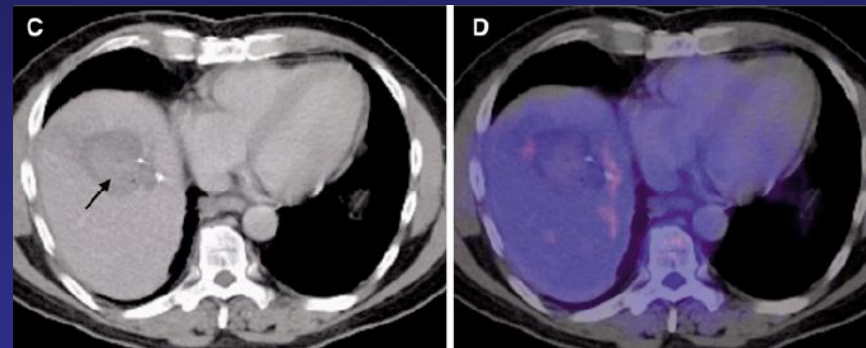
# ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ

- **Fluorodeoxyglucose ( $^{18}\text{F}$ FDG)** - Επισημασμένο ανάλογο της γλυκόζης, προσλαμβάνεται από τα κύτταρα και φωσφορυλιώνεται από την εξοκινάση, δεν μεταβολίζεται περαιτέρω
  - **δόση:** 370-555 MBq – **ακτινική επιβάρυνση:** 4-10 mSv
- Επισημασμένα ανάλογα αμινοξέων ( $^{11}\text{C}$ -L-methionine,  $^{18}\text{F}$ -fluoroalanine).
- Επισημασμένα ανάλογα βάσεων του DNA ( $^{11}\text{C}$ -thymidine,  $^{18}\text{F}$ -thymidine,  $^{18}\text{F}$ -adenosine,  $^{18}\text{F}$ -fluorodeoxuridine,  $^{18}\text{F}$ -ethyluracil).
- $^{15}\text{O}$ - $\text{H}_2\text{O}$ ,  $^{62}\text{Cu}$ -PTSM (εκτίμηση αιματικής ροής).
- $^{18}\text{F}$ -fluoromisonidazole (υποξία).
- Επισημασμένα χημειοθεραπευτικά φάρμακα ( $^{18}\text{F}$ -fluorouracil,  $^{13}\text{N}$ -cisplatin,  $^{11}\text{C}$ -ethonal).
- $^{18}\text{F}$ - $\beta$ -estradiol (απεικόνιση οιστρογονικών υποδοχέων).
- **Σύνθεση μεμβρανών ( $^{18}\text{F}$ -choline)**

# FOLLOW-UP



Μετά 3 μήνες

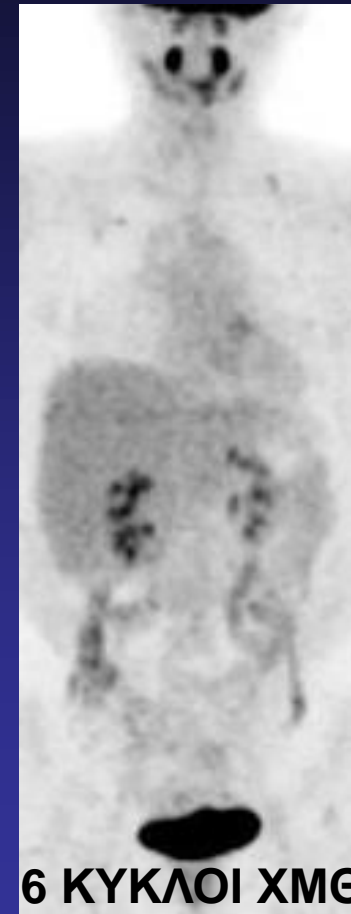
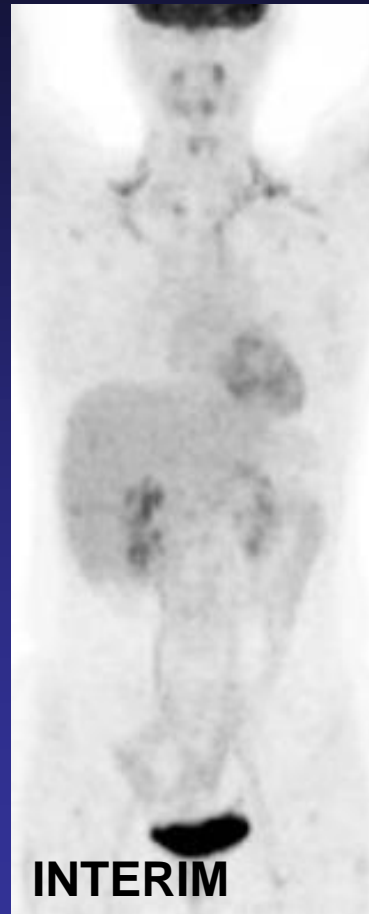


Ασθενής με Ca παχέος εντέρου – ηπατική μετάσταση –  
αριστερή ημιηπατεκτομή (FDG PET-CT).

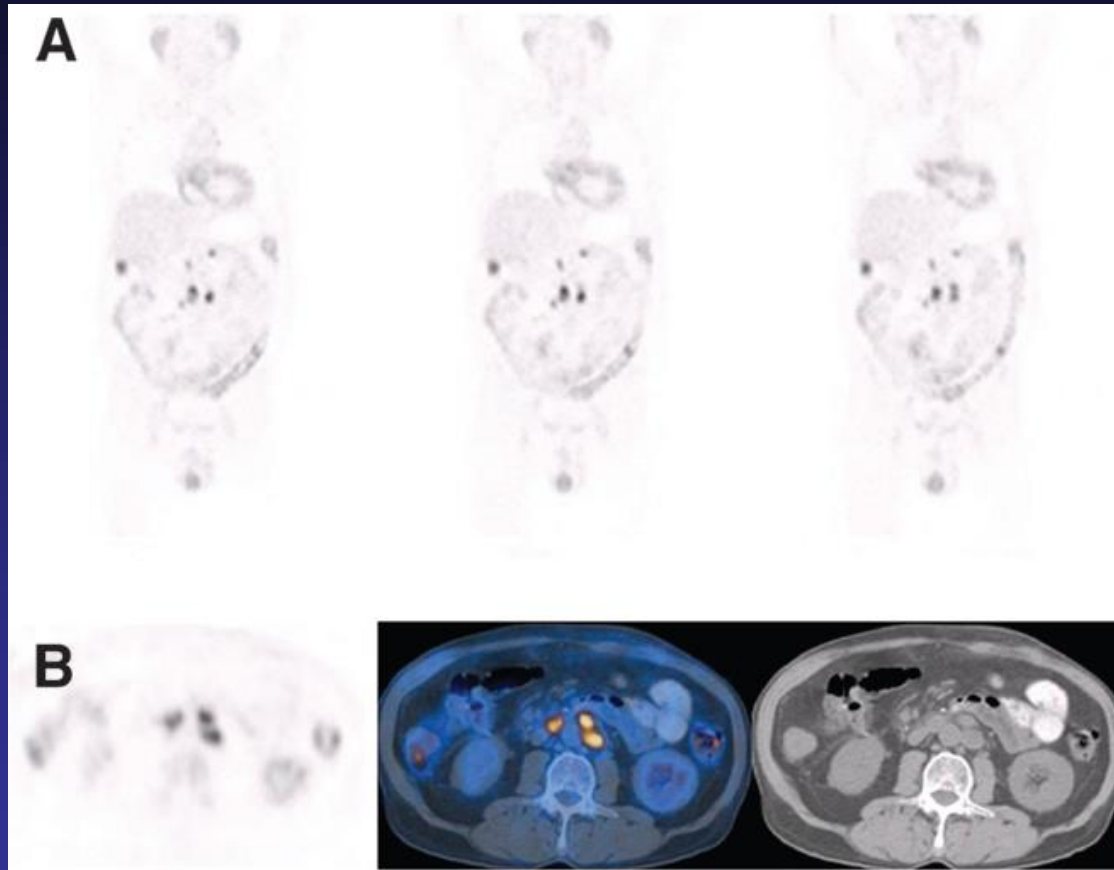
Υποτροπή (A, B) - Πλήρης ανταπόκριση (C, D).

# ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ

## ΛΕΜΦΩΜΑ



# ΥΠΟΤΡΟΠΗ ΕΠΙΔΕΙΝΩΣΗ

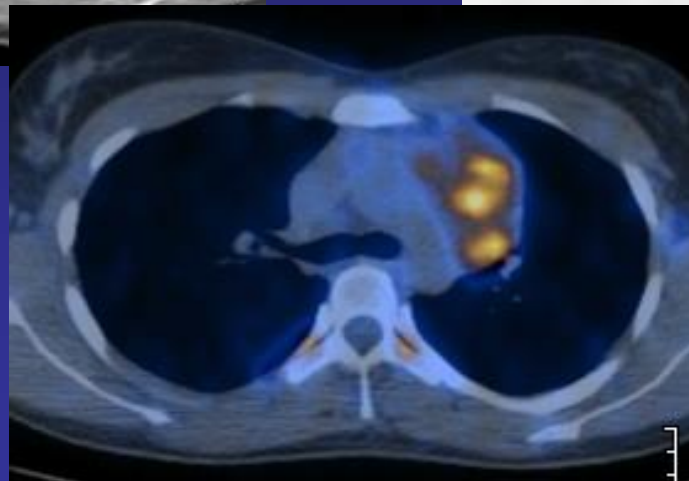
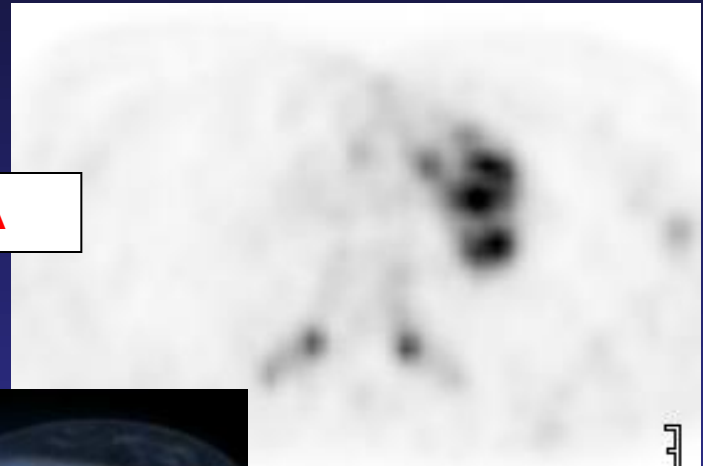


**Ca παχέος εντέρου χειρ/θέν-ασυμπτωματική αύξηση καρκινικών δεικτών  
υποτροπή σε παρα-αορτικούς λεμφαδένες**

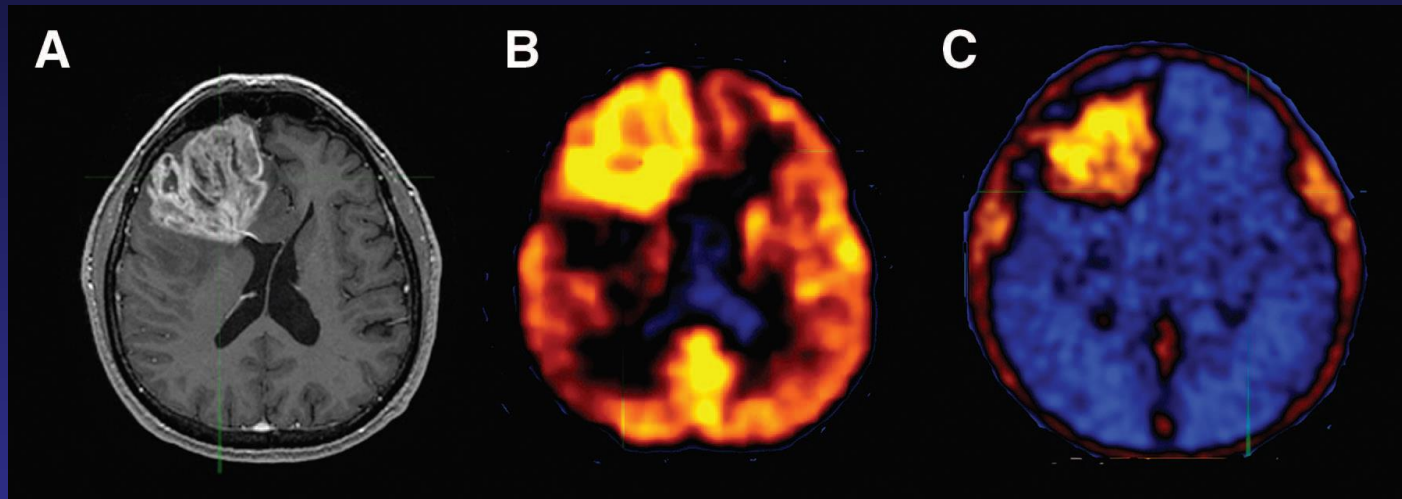
# Δ.Δ. ΒΙΩΣΙΜΟΥ ΑΠΟ ΝΕΚΡΩΜΕΝΟ ΟΓΚΟ (ΟΥΛΩΔΗ ΙΣΤΟ)



**ΛΕΜΦΩΜΑ**



# ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΝΘΕΣΗΣ DNA – ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ



## ΓΛΟΙΟΒΛΑΣΤΩΜΑ:

A. MRI

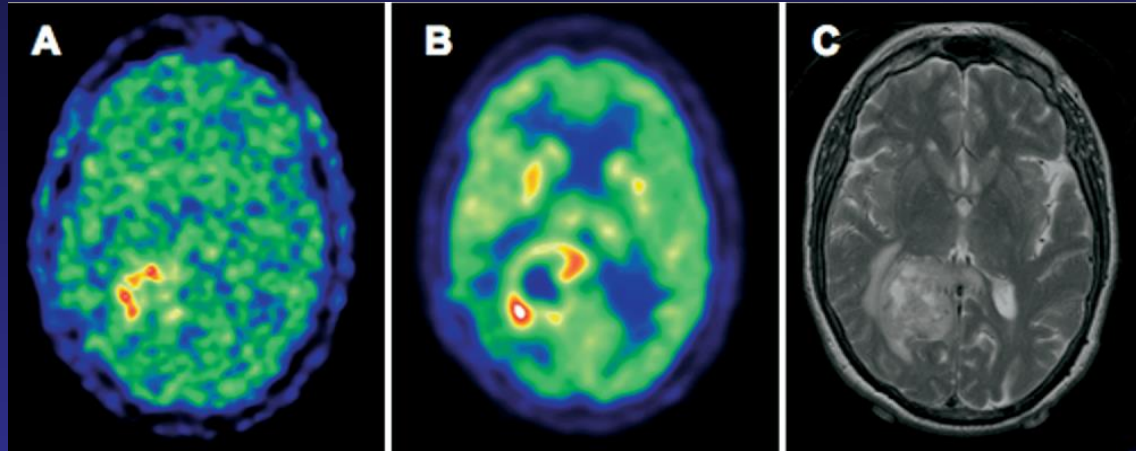
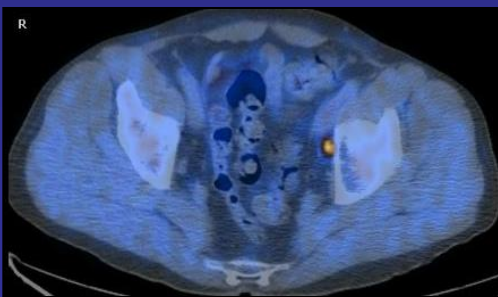
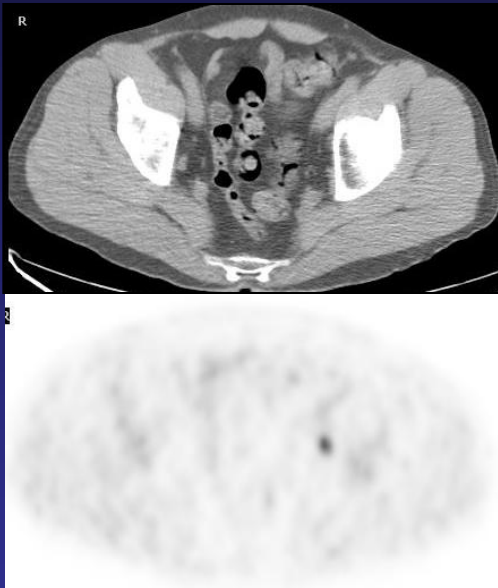
B. FDG PET

C. 18F-thymidine (FLT) PET

# ΑΛΛΑ Ρ/Φ ΡΕΤ

Ca προστάτη:  $^{18}\text{F}$ -choline PET-CT

Απεικόνιση υποξίας με  
 $^{18}\text{F}$ -fluoromisonidazole (FMISO)



High-grade γλοίωμα, μετεγχειρητική εκτίμηση υπολειπόμενου όγκου:

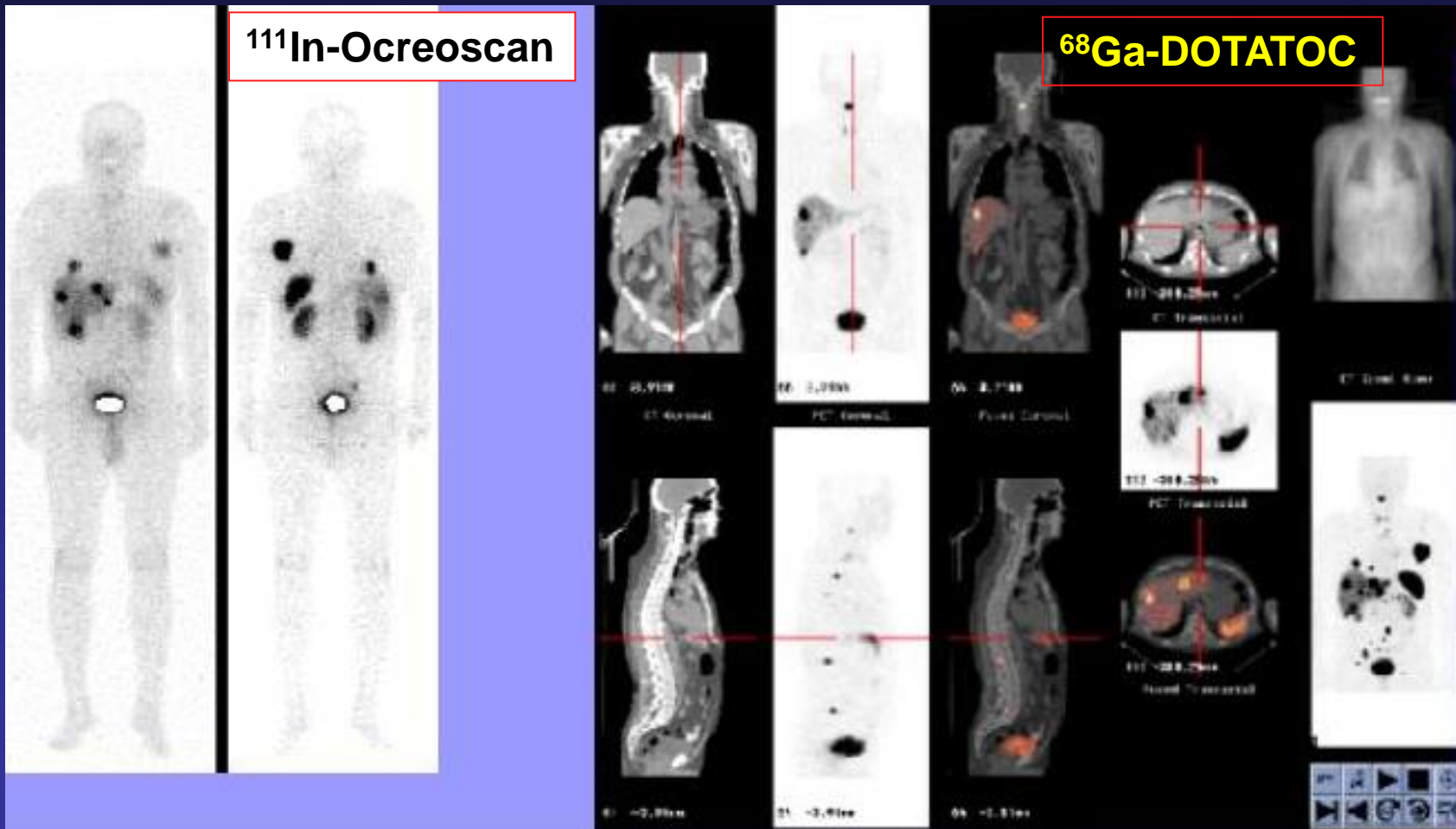
(A)  $^{18}\text{F}$ -FMISO PET: υποξία

(B)  $^{18}\text{F}$ -FDG PET: μετεγχειρητικές αλλοιώσεις;

(C) MRI

# ΑΛΛΑ Ρ/Φ ΡΕΤ

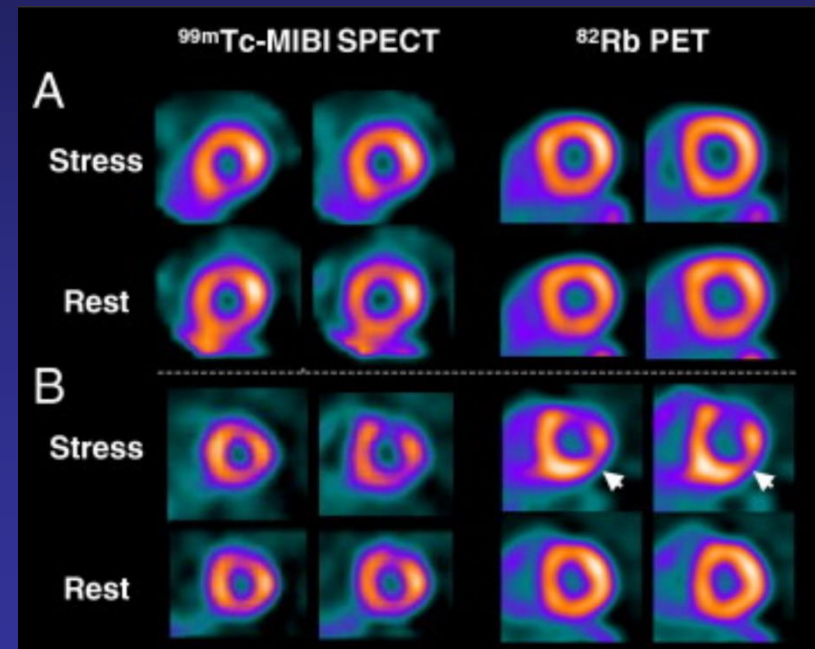
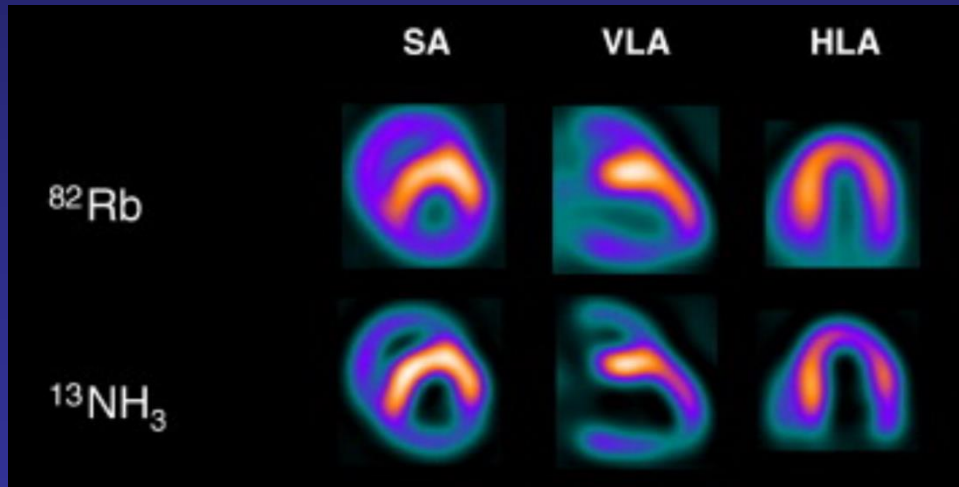
- **$^{68}\text{Ga}$ -DOTATOC PET/CT: υποδοχείς σωματοστατίνης Πρωτοπαθής νευροενδοκρινής όγκος πνεύμονος**





# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑ

- Διάγνωση στεφανιαίας νόσου
- **sens.  $\approx$  93%, spec.  $\approx$  92%, norm.  $\approx$  93%, acc  $\approx$  91%.**
- Ελαφρώς καλύτερη διαγνωστική αξία της PET σε σύγκριση με τη SPECT - Πιθανώς υπερτερεί της SPECT σε παχύσαρκους ασθενείς.
- $^{82}\text{Rb}$  και  $^{13}\text{N}$ -ammonia ( $^{13}\text{NH}_3$ ): αιμάτωση



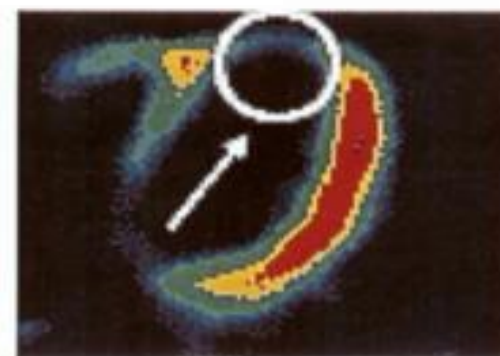
# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ ΣΤΗΝ ΚΑΡΔΙΟΛΟΓΙΑ

- Βιωσιμότητα:  $^{18}\text{F}$ -FDG

## ΝΕΚΡΟ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟ



αιμάτωση



μεταβολισμός

## ΒΙΩΣΙΜΟ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟ



αιμάτωση



μεταβολισμός

# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ ΣΤΗΝ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ

## ΑΝΟΙΑ

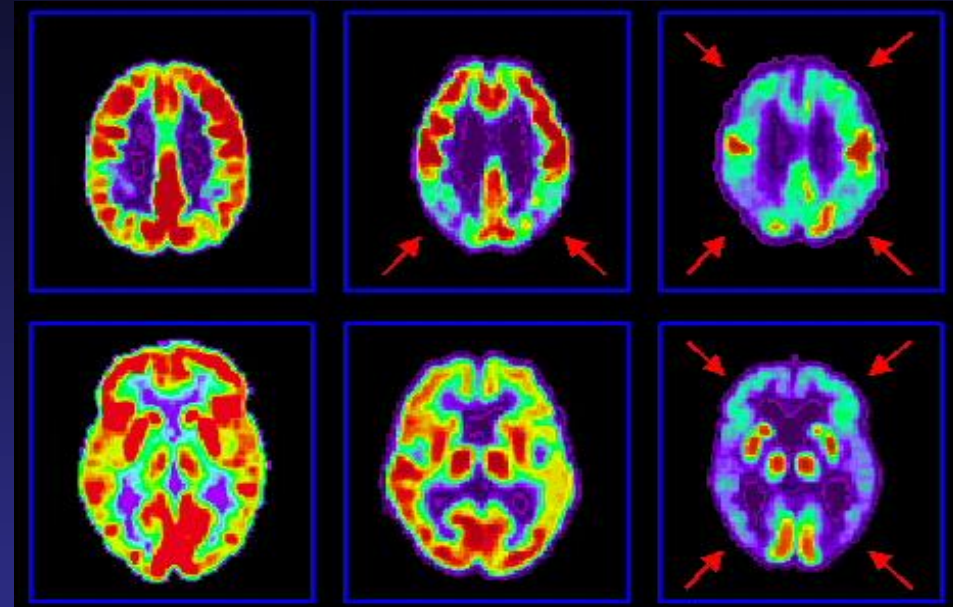
- δ.δ. νόσου ALZHEIMER από ήπια γνωσιακή διαταραχή ή άλλες νευροεκφυλιστικές άνοιες
- Πρώιμη διάγνωση της νόσου

## Ν. PARKINSON

- δ/δ Ν. Parkinson από Ιδιοπαθή τρόμο και Parkinson plus σύνδρομα (Multiple system atrophy, Primary progressive aphasia)

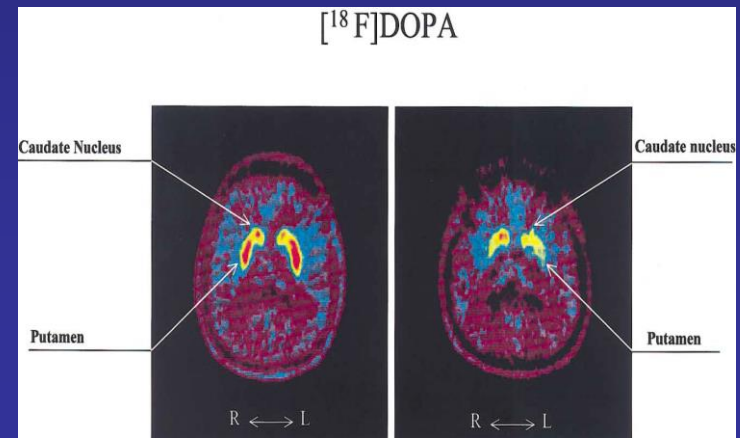
## ΕΠΙΛΗΨΙΑ

- Προεγχειρητική εντόπιση επιληπτογόνων εστιών σε ασυμφωνία MRI-EEG
- Μελέτη παθοφυσιολογίας της νόσου (επίδραση της νόσου στην αιματική ροή & μεταβολισμό γλυκόζης του εγκεφάλου)
- Προεγχειρητική εκτίμηση του παρακείμενου της επιληπτογόνου εστίας ιστού (αποφυγή χειρουργικού τραυματισμού & δημιουργίας κινητικών-γνωστικών ελλειμμάτων)
- Πρόγνωση ασθενών που χειρουργήθηκαν



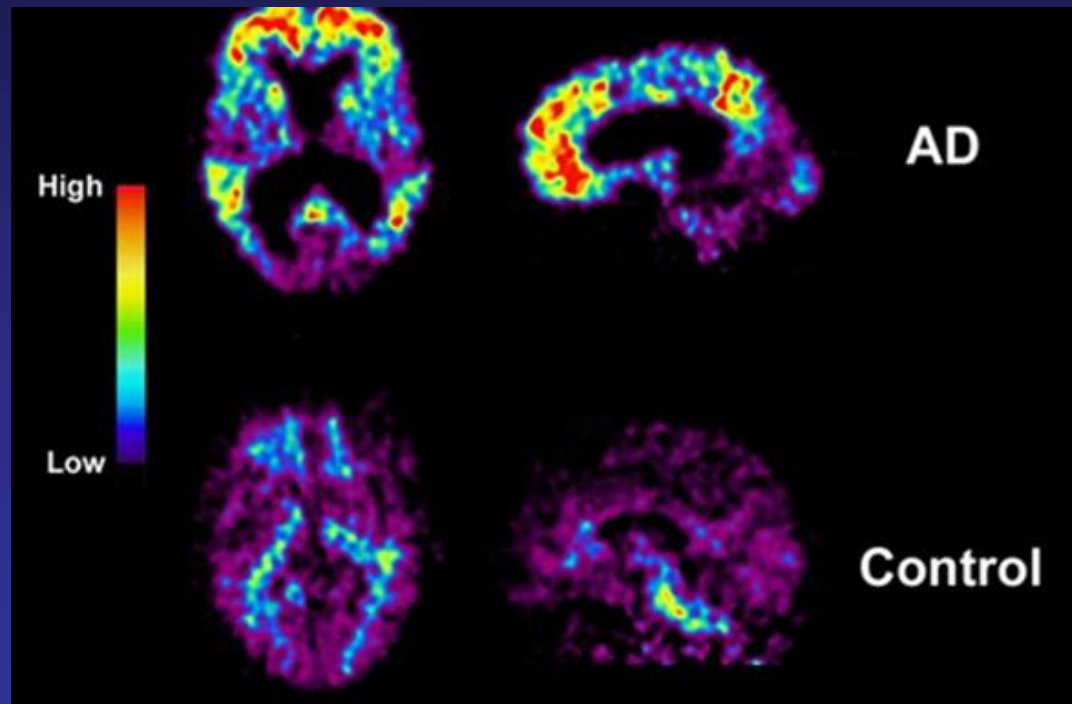
Normal

Early Alzheimer's Late Alzheimer's



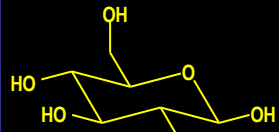
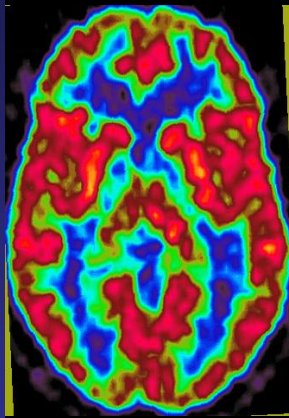
# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ ΣΤΗΝ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ

- ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΑΜΥΛΟΕΙΔΟΥΣ  $\beta$  ΜΕ  $^{11}\text{C}$ -PIB ΣΤΗ Ν. ALZHEIMER

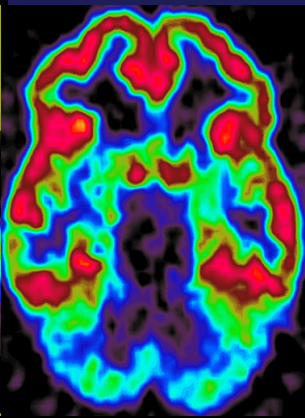


# ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ ΣΤΗΝ ΝΕΥΡΟΛΟΓΙΑ

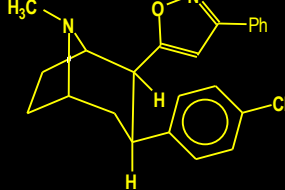
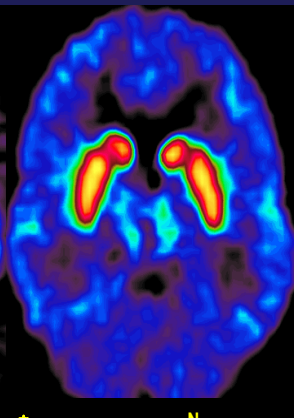
[F-18] fluoro-2-deoxy-glucose



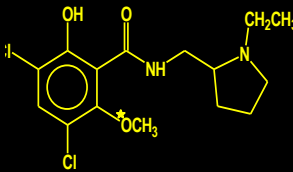
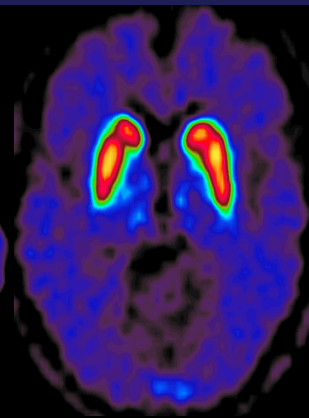
[C-11]-flumazenil  
(benzodiazepine-receptor)



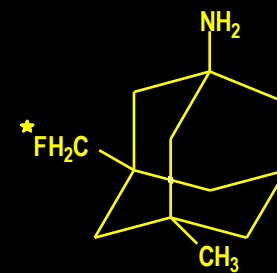
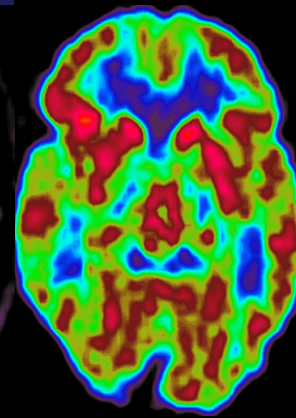
[C-11]-b-CPPIT  
(dopamine transporter)



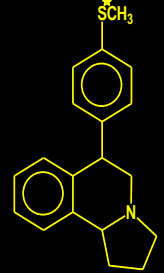
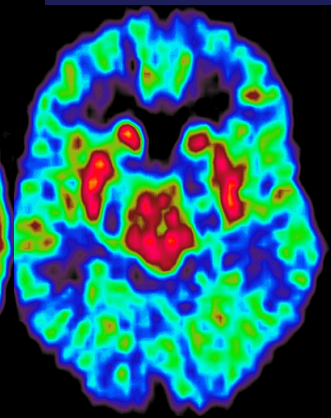
[C-11]-raclopride  
(dopamine D<sub>2</sub> receptor)



[F-18]-memantin  
(NMDA-receptor)



[C-11]-McN 5652  
(serotonin transporter)



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ