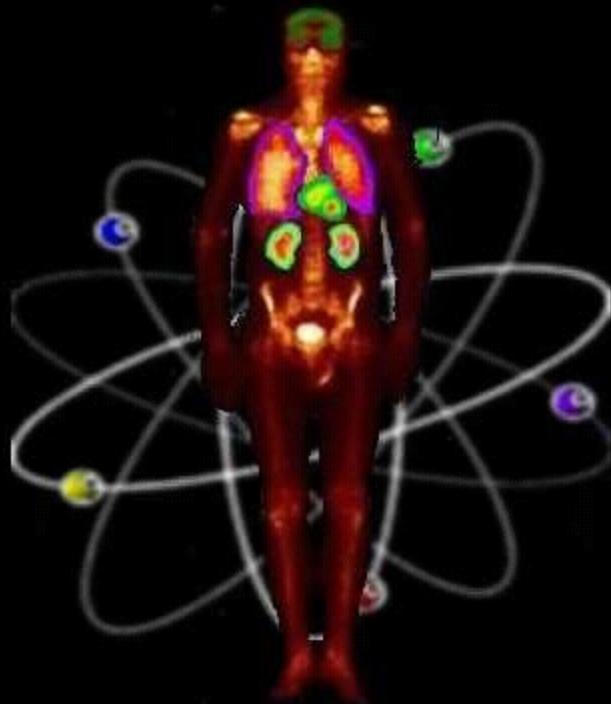


ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ - ΕΙΣΑΓΩΓΗ

- Τι είναι Πυρηνική Ιατρική?
- Ιστορική Αναδρομή
- Τι κάνει η Πυρηνική Ιατρική?
- Πως δουλεύει η γ -camera?

ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ



Η Πυρηνική Ιατρική ενσωματώνει με επιτυχία γνώσεις από τις βασικές επιστήμες και την ιατρική. Η φυσική, η χημεία, η ραδιοχημεία, η φαρμακολογία και η επιστήμη των υπολογιστών αποτελούν όλες σημαντικό εργαλείο στην άσκηση της Πυρηνικής Ιατρικής. Τόσο ο Πυρηνικός Ιατρός, όσο και ο τεχνολόγος θα πρέπει να εφαρμόζουν τα παραπάνω γνωστικά αντικείμενα στην εργασία τους ώστε να πετυχαίνουν την βέλτιστη λειτουργία του εξοπλισμού που χρησιμοποιούν στην υπηρεσία του ασθενούς.

Ιατρική ειδικότητα η οποία χρησιμοποιεί μικρές ποσότητες ραδιενεργών υλικών (**ραδιοϊσότοπα**) για την **διάγνωση** (in vivo ή / και in vitro) την **θεραπεία** αλλά και την **μελέτη** νόσων).

H.N. Wagner 1968

Τι κάνει η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ;

Η μελέτη

- A. των ασταθών ισοτόπων σε συνδιασμό
- B. με την ανάπτυξη των συστημάτων ανίχνευσης της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας,

αποτέλεσε το υπόστρωμα για την ανάπτυξη του κλάδου της Πυρηνικής Ιατρικής που έχει σκοπό την εφαρμογή των ιδιοτήτων των ραδιοϊσοτόπων

- στη **διάγνωση** και
- την **θεραπεία**

ανθρώπινων ασθενειών/νόσων.

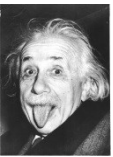
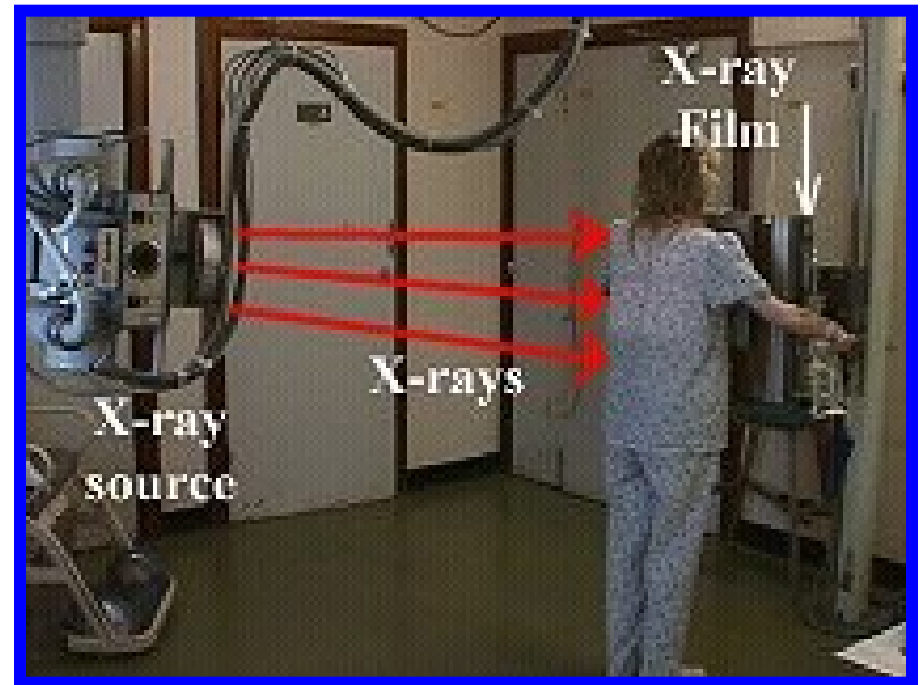
ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Σε αντίθεση με άλλες «απεικονιστικές» ειδικότητες όπως η ακτινοδιαγνωστική, οι τεχνικές της Πυρηνικής Ιατρικής απεικονίζουν την λειτουργικότητα οργάνων και όχι τόσο την μορφολογία.

Έτσι παρέχουν πληροφορίες που η απόκτησή τους θα απαιτούσε χειρουργικές επεμβάσεις ή άλλες πολύπλοκες διαγνωστικές μελέτες.

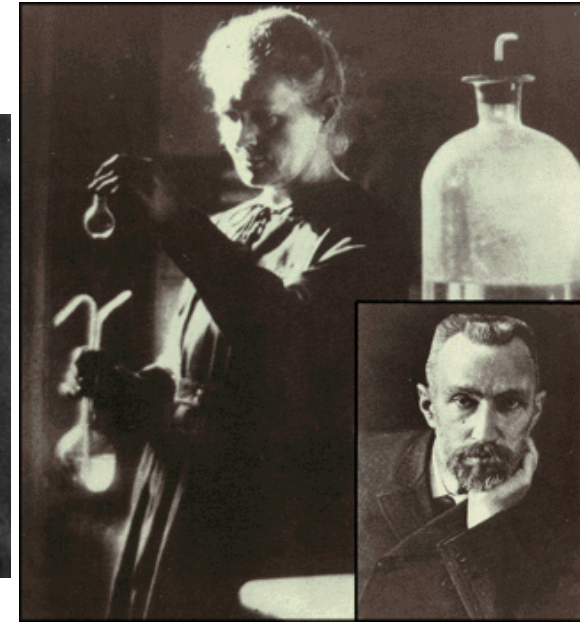
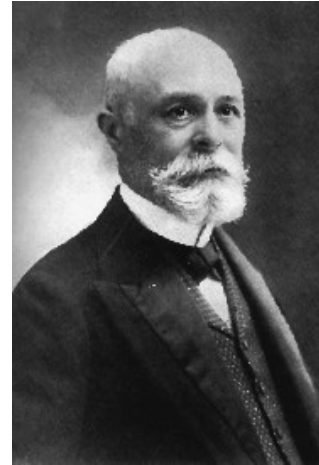
Οι τεχνικές της Πυρηνικής Ιατρικής απεικονίζουν συχνά κάποιες βλάβες σε πολύ αρχικά στάδια και πριν άλλων μεθόδων - ακόμα και σε ασυμπτωματικά στάδια στην πορεία νόσου - επιτρέποντας την πρώιμη διάγνωση και βελτιώνοντας την πρόγνωση.

Πυρηνική Ιατρική και Ακτινολογία



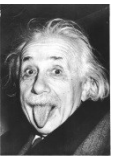
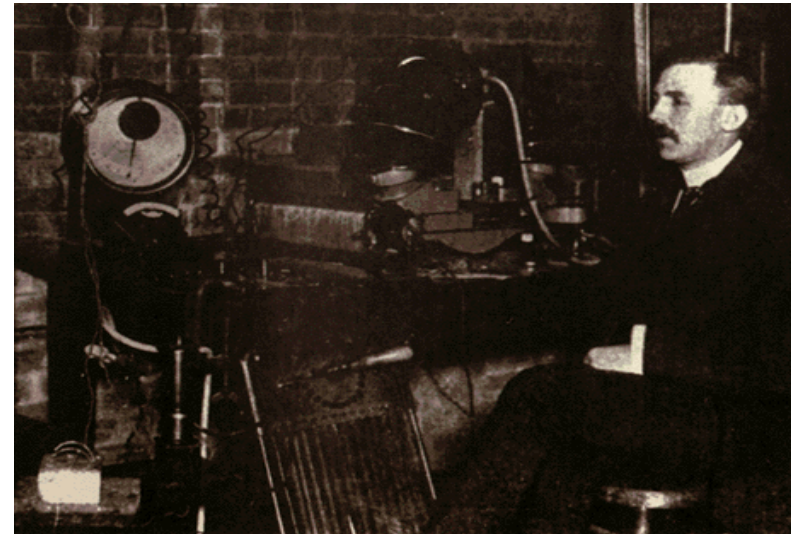
ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

1896: Henry Becquerel και το ζεύγος Curie ήταν οι πρώτοι που ανακάλυψαν το φαινόμενο της ραδιενέργειας δουλεύοντας με τα στοιχεία Ουράνιο, Ράδιο και Πολώνιο (φυσικώς ραδιενεργά νουκλίδια).



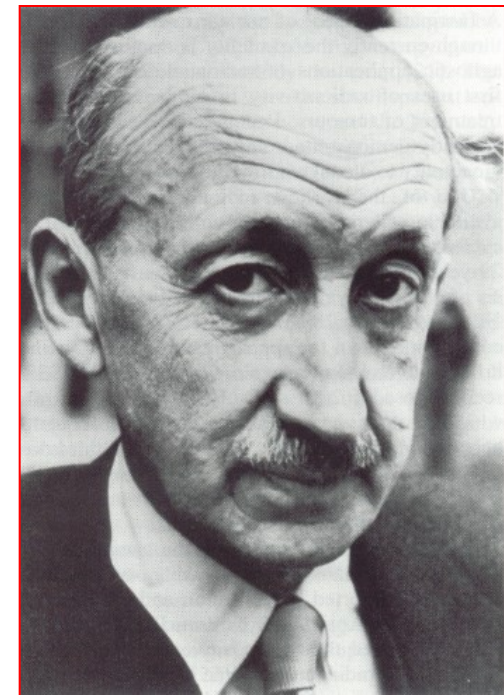
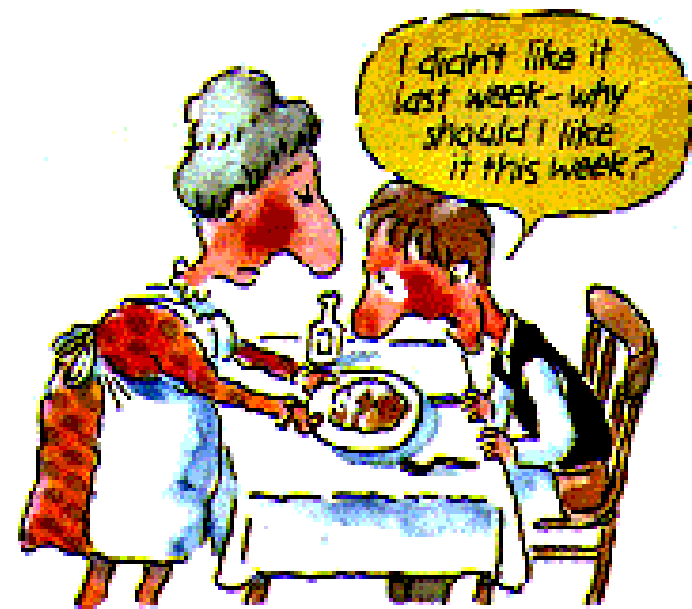
Ορισμός Ραδιενέργειας από Rutherford και Soddy
«Η ιδιότητα ορισμένων πυρήνων να μεταπίπτουν σε κατάσταση χαμηλότερης ενέργειας αυτόματα με την ταυτόχρονη εκπομπή σωματιδιακής ή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας».

Ο μηχανισμός της ραδιενέργειας ονομάστηκε μηχανισμός ραδιενεργού φθοράς (decay). Ο πυρήνας που διασπασθεί ονομάζεται ΜΗΤΡΙΚΟΣ και εκείνος που προκύπτει από τη διάσπαση ΘΥΓΑΤΡΙΚΟΣ.

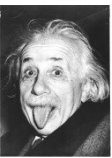


Η πρώτη πρακτική εφαρμογή των ραδιοισοτόπων έγινε από τον George de Hevesy το 1911. Το καιρό που ο de Hevesy ήταν ένα φτωχός νέος Ούγγρος σπουδαστής στο πανεπιστήμιο του Manchester, κάνοντας έρευνα με φυσικά ραδιενεργά υλικά, είχε νοικιάσει ένα μικρό δωμάτιο και έτρωγε ό,τι του μαγειρεύει η σπιτονοικοκυρά του. Άρχισε να υποψιάζεται ότι η σπιτονοικοκυρά του σέρβιρε φαγητά από αυτά που είχαν περισσέψει από προηγούμενες ημέρες ή εβδομάδες, αλλά δεν μπορούσε να το αποδείξει.

Τελικά ο Hevesy έβαλε μια μικρή ποσότητα κάποιου ραδιενεργού υλικού που έφερε από το εργαστήριό του μέσα στα αποφάγια του. Πολλές μέρες μετά όταν το ίδιο πιάτο του σερβιρίστηκε, χρησιμοποίησε έναν απλό ανιχνευτή για να ελέγξει εάν το φαγητό ήταν ραδιενεργό. ΗΤΑΝ. Οι υποψίες του de Hevesy αποδείχθηκαν πραγματικότητα!



George de Hevesy, 1885-1966
Nobel 1943

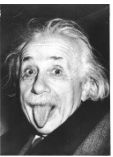


Ο Hal Anger έφερε την επανάσταση στη επιστήμη της Πυρηνικής Ιατρικής με την κατασκευή της πρώτης γ -camera στη δεκαετία του 1950.

Ο ίδιος επινόησε το μετρητή δειγμάτων (γ -counter) που ευρήτατα σήμερα χρησιμοποιείται στις εργαστηριακές εξετάσεις βιολογικών δειγμάτων με μικρές ποσότητες ραδιενεργού υλικού (RIA).



Hal Anger



Διαγνωστικές εφαρμογές

In Vivo

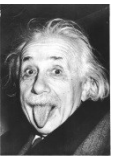
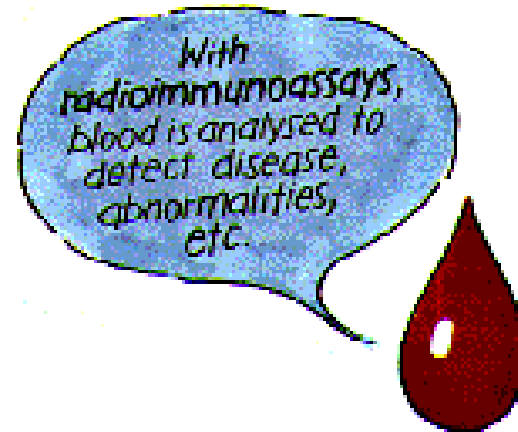
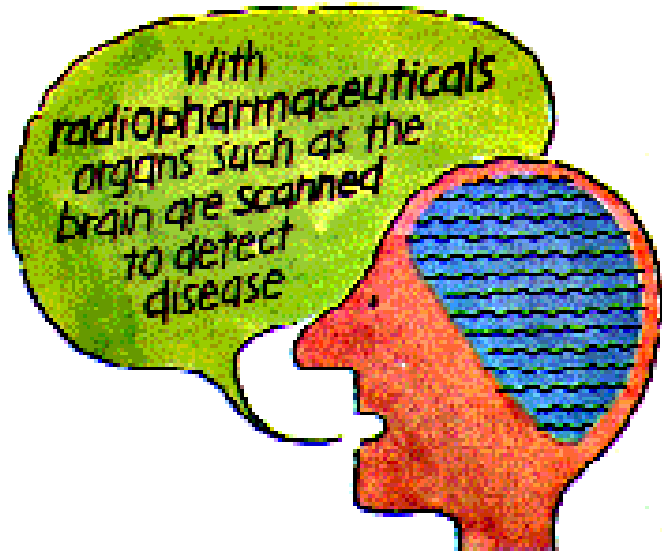
Συμμετέχει ο ασθενής

- A) Λειτουργικές διαδικασίες,
- B) Μορφολογικές μελέτες

In Vitro

Εξετάζονται δείγματα βιολογικών υγρών του ασθενούς και μετρούνται οι συγκεντρώσεις ορμονών, αντισωμάτων, βιταμινών και άλλων ουσιών με κλινική σημασία (καρκινικοί δείκτες κλπ)

Ο ασθενής δεν ακτινοβολείται

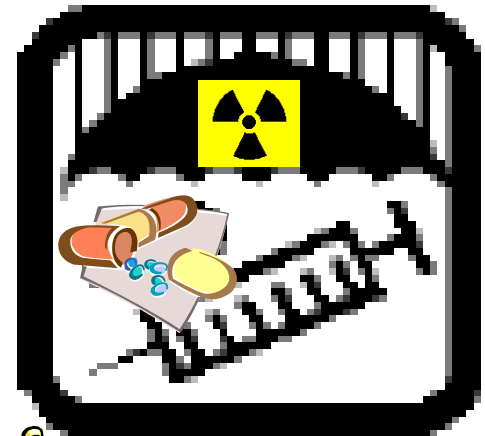
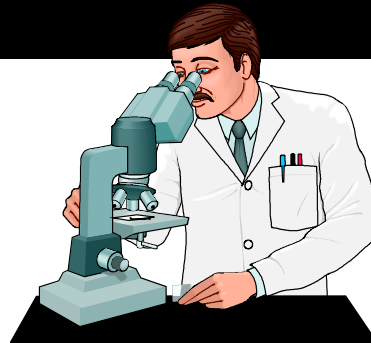
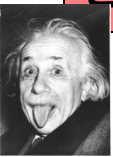


Χορήγηση σχετικών με τη νόσο ραδιοϊσοτόπων σε ανάλογες ποσότητες.

Προσλαμβάνεται από συγκεκριμένο όργανο στο οποίο επιφέρει θεραπεία μέσω της ακτινοβολίας που εκπέμπει (κυρίως β)

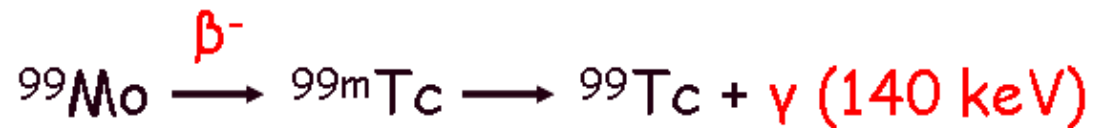
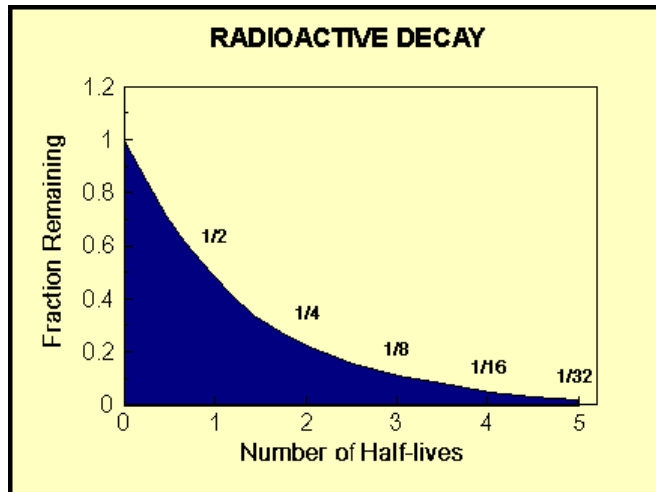
Επειδή οι χορηγούμενες ποσότητες ραδιενέργειας, γενικά, για τις θεραπείες είναι μεγάλες απαιτούνται αυστηρά μέτρα ακτινοπροστασίας για την ασφάλεια των εργαζομένων, των μελών της οικογένειας των ασθενών και του κοινού πληθυσμού.

Ερευνητικές εφαρμογές



Χρόνος Ημιζωής $T_{1/2}$

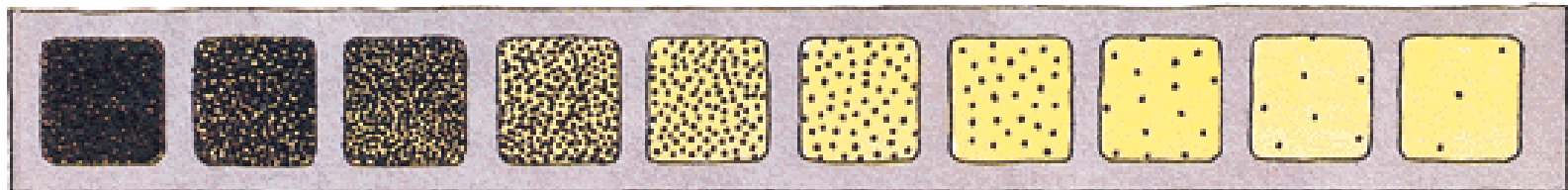
Χαρακτηριστική ιδιότητα των Ραδιοϊσοτόπων = ο χρόνος που απαιτείται ώστε οι μισοί από τους ραδιενεργούς πυρήνες να αποδιεγερθούν σε χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση εκπέμποντας κάποιου είδους ακτινοβολία.



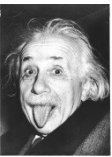
Mo-99 ($T_{1/2}$) = 67 ώρες

Tc-99m ($T_{1/2}$) = 6 ώρες

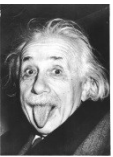
Decay rate of radioactivity: After ten half lives, the level of radiation is reduced to one thousandth



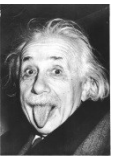
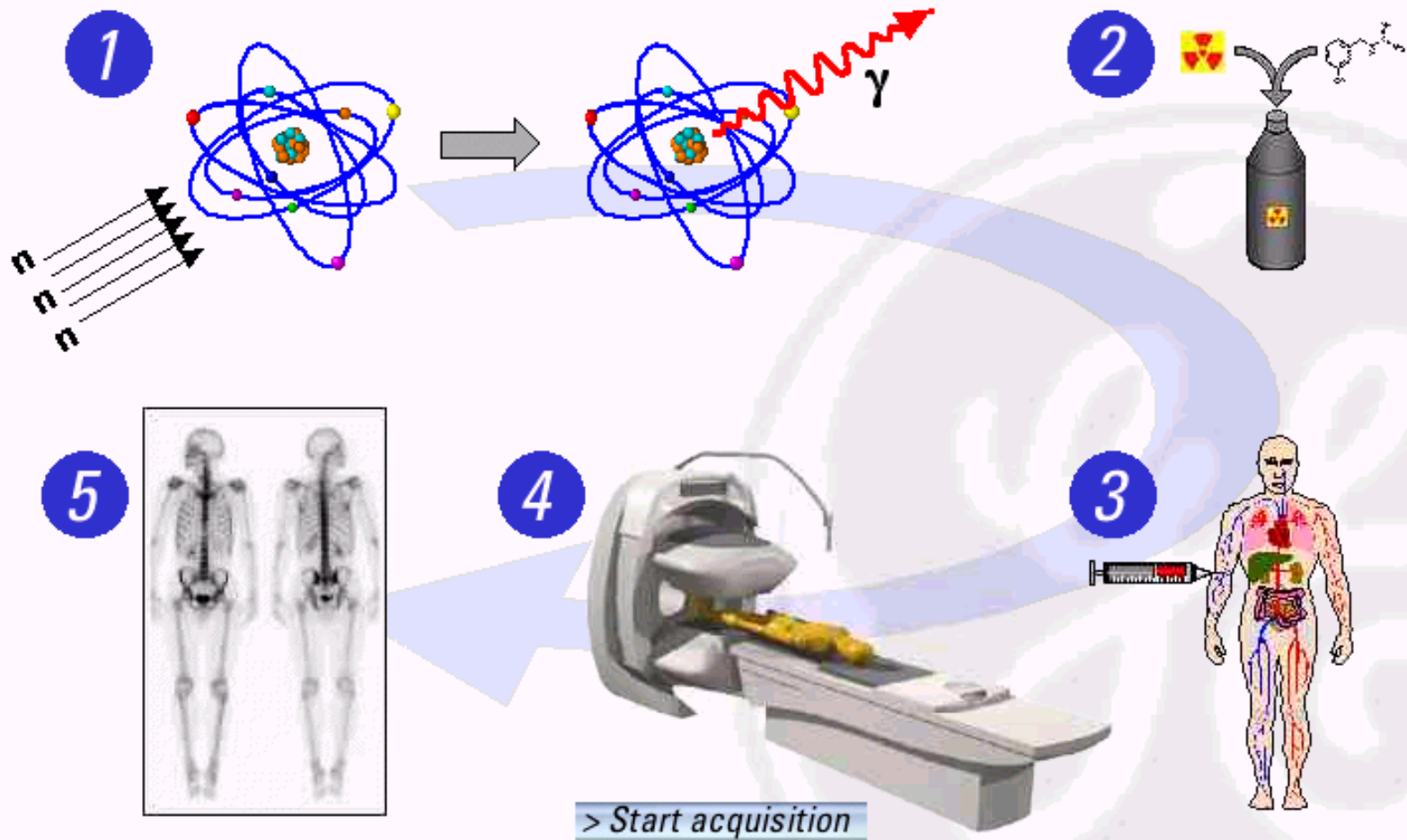
Time: One half life two three four five six seven eight nine



ΤΑ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ



Σχηματισμός εικόνας σε εξετάσεις in Vivo



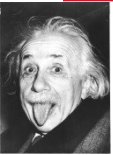
ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ

Ραδιοφάρμακα ονομάζονται τα ραδιενεργά ισότοπα τα οποία συνδεδεμένα με κάποια βιοδραστική ουσία χορηγούνται για την πραγματοποίηση κάποιας σπινθηρογραφικής μελέτης ή θεραπείας.



Στόχος στην επιλογή του ραδιοφαρμάκου

Η **ελαχιστοποίηση** της δόσης από την ακτινοβολία στον ασθενή και ταυτόχρονα **μεγιστοποίηση** της διαγνωστικής πληροφορίας ή του θεραπευτικού αποτελέσματος



Κλινικές εφαρμογές της Πυρηνικής Ιατρικής

Μελέτη της
φυσιολογίας
διαφόρων
οργάνων με την
χρήση
ραδιοφαρμάκων

Θυρεοειδή/
παραθυρεοειδή

Νευρολογικές:
εκτίμηση ψυχιατρικών
νόσων, εγκεφαλικό
επείσσοδιο

Εκτίμηση στεφανιαίας
νόσου &
καρδιακής λειτουργίας

Πνευμονική
εμβολή

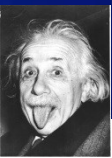
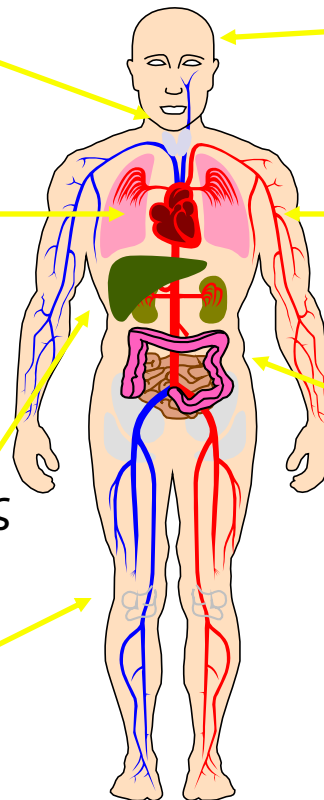
Νεφρικές δυσλειτουργίες

Γαστρεντερολογία

Οστικές βλάβες

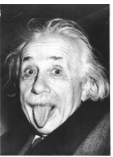
Εξάπλωση καρκίνου

Φλεγμονές



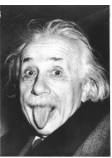
Επιλογή ουσιών / φαρμακων (κριτήρια)

- Να παρακολουθούν με απλό, ασφαλή και όσο το δυνατόν αναίμακτο τρόπο την πορεία, κατανομή, συγκέντρωση και απέκκριση των ουσιών με φυσιολογικούς ή μεταβολικούς μηχανισμούς
- Να συγκεντρώνονται εκλεκτικά (>90%) στο συγκεκριμένο όργανο
- Να μην έχουν αλλεργικές ή τοξικές επιδράσεις και να μην είναι επικίνδυνα για την ζωή των ασθενών στις συνήθεις ποσότητες που χορηγούνται.
- Να είναι στείρα ή να παρασκευάζονται σε συνθήκες στείρες μικροβίων και ελεύθερες από τοξίνες και πυρετογόνες ουσίες.



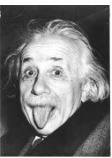
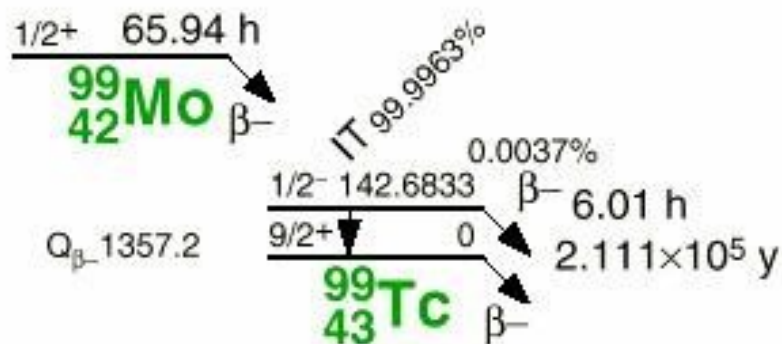
Ιδιότητες ραδιονουκλιδίων για την σήμανση των φαρμάκων

- Μικρός Φυσικός Χρόνος Υποδιπλασιασμού (αποφυγή ακτινοβόλησης για μεγάλο χρόνο του ασθενούς. Όχι πολύ μικρός χρόνος ώστε να είναι άνετη η εξέταση)
- Χαμηλή Ενέργεια εκπεμπομένου φωτονίου (απορροφώμενη δόση χαμηλή)
- Ενέργεια εκπεμπομένων φωτονίων κατάλληλη για τα ανιχνευτικά συστήματα (κρύσταλλος NaI, μέγιστο ευαισθησίας του τα 200 keV))
- Η παρασκευή και η προμήθεια του να είναι εύκολη, γρήγορη και να γίνεται με σαφή τρόπο
- Να είναι σχετικά φτηνό (όχι απαγορευτική χρήση για εξετάσεις ρουτίνας)
- Να εκπέμπει ιδανικά μόνο γ -ακτινοβολία



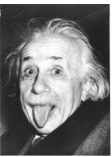
Γεννήτρια Mo^{99} / Tc^{99m}

- Από το πλέον σημαντικά βήματα στην εξέλιξη της Πυρηνικής Ιατρικής ήταν η συμβολή του Τεχνητίου-99m.
- Το ισότοπο αυτό έχει εξαιρετικές ιδιότητες, όπως μικρό χρόνο υποδιπλασιασμού που έχει ιδιαίτερη σημασία
- Το ισότοπο παράγεται από την γεννήτρια (την λεγόμενη «στήλη») που δεν είναι άλλο από μια στήλη Μολυβδενίου-90 μέσα σε μολυβένια θωράκιση. Με ένα σύστημα από σωληνάκια διοχετεύουμε φυσιολογικό ορό μέσα από την στήλη αυτή και συλλέγουμε το έκπλυμα.
- Καθώς περνάει ο φυσιολογικός ορός από την στήλη γίνεται έκπλυση του $Tc-99m$ το οποίο προέρχεται από την μετάπτωση του ασταθούς $Mo-99$.

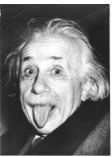
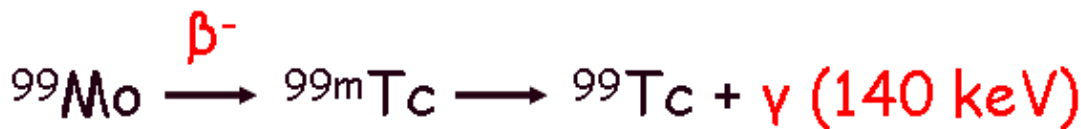
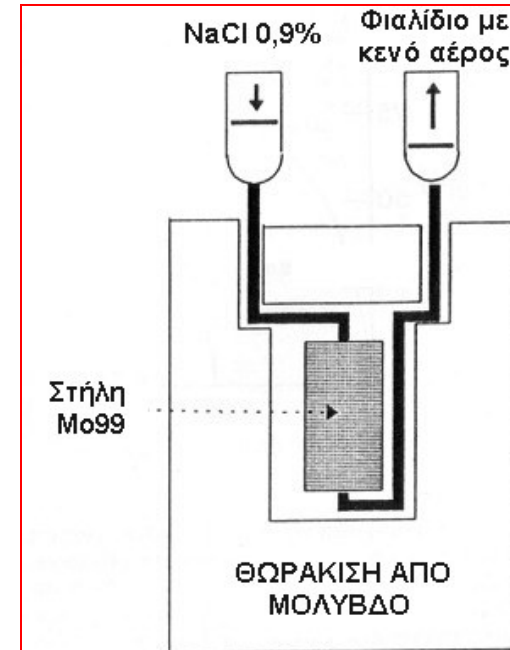
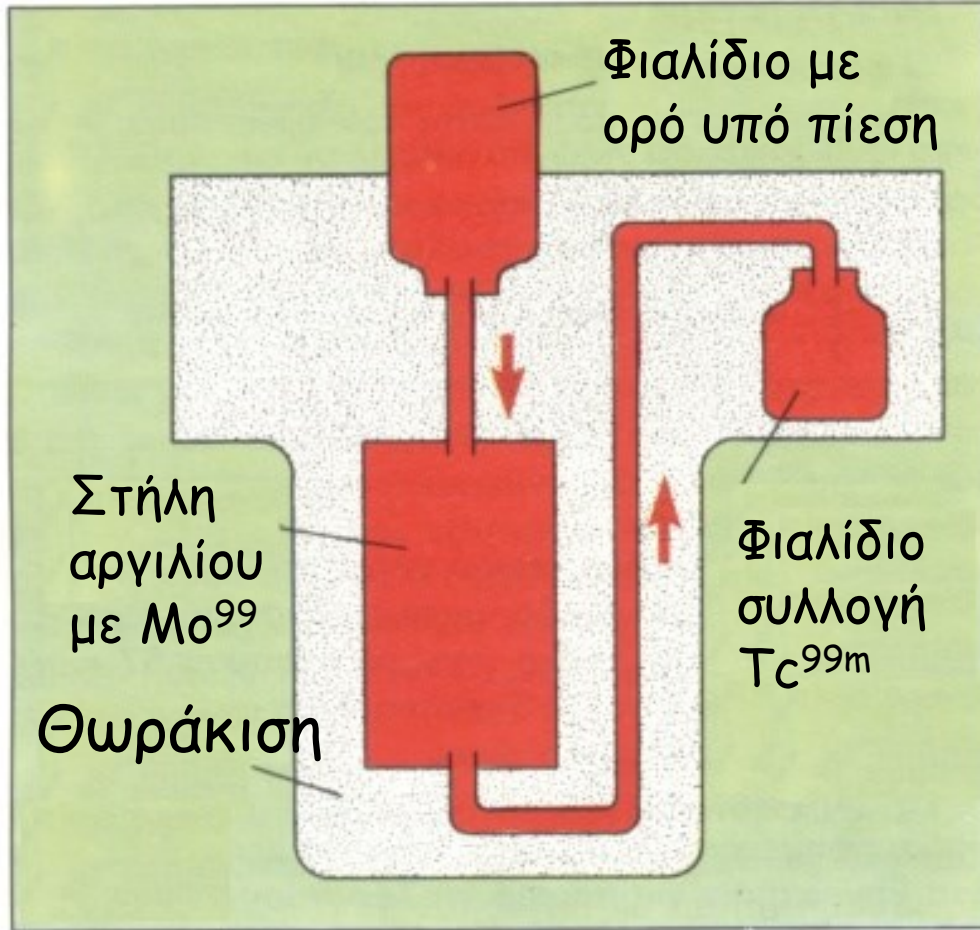


Πλεονεκτήματα του Tc^{99m}

- Μικρό χρόνο υποδιπλασιασμού ($T_{1/2} = 6$ ώρες) που έχει ιδιαίτερη σημασία (μικρό σχετικά χρόνο έκθεσης).
- Το Tc^{99m} παράγει μόνο γ -ακτινοβολία με λιγότερο βλαπτικές επιδράσεις στα κύτταρα και τους ιστούς.
- Το ισότοπο παράγεται από γεννήτρια η οποία είναι προσφέρει σε ένα εργαστήριο να έχει διαθέσιμο ραδιοϊσότοπο για τις προγραμματισμένες εξετάσεις.
- Η ενέργεια της γ -ακτινοβολίας είναι 140KeV - κατάλληλη για τις απαιτήσεις της γ -camera και όχι τόσο βλαπτική.
- Το Tc^{99m} συνδέεται σχετικά εύκολα με άλλες χημικές ενώσεις.



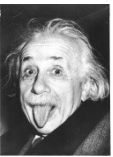
Γεννήτρια Mo^{99}/Tc^{99m}



Καθώς περνάει ο φυσιολογικός ορός από την στήλη γίνεται έκπλυση του Tc^{99m} το οποίο προέρχεται από την μετάπτωση του ασταθούς Mo^{99} .

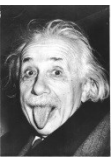


Διαδικασία πλήρωσης σύριγγας με ραδιοφάρμακο. Προστασία με χρήση μολυβ



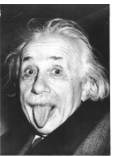


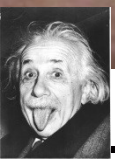
Διαδικασία πλήρωσης σύριγγας με ραδιοφάρμακο





Μολύβδινο κάλυπτρο προστασίας της σύριγγας



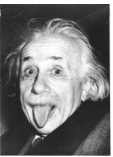


Ασφαλής τρόπος χορήγησης ραδιοφαρμάκου

Οι βασικές κατηγορίες ραδιοφαρμάκων

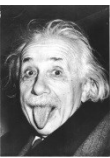
Τα ραδιοφάρμακα διακρίνονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

- Αυτά που χορηγούνται συνδεδεμένα με κάποια «ψυχρή» ουσία με βάση τις ιδιότητες της ουσίας αυτής (π.χ. οστεόφιλη)
- Αυτά που χορηγούνται αυτούσια με βάση τις ιδιότητες του ίδιου του ραδιοφαρμάκου (π.χ. ιώδιο-131).



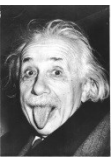
Χαρακτηριστικά των ραδιοφαρμάκων

<i>Κλινική Εφαρμογή</i>	<i>Ραδιο- ισότοπο</i>	<i>Ραδιο- φάρμακο</i>	<i>Ενέργεια (KeV)</i>	<i>T 1/2 (ώρες)</i>
Οστά	Tc - 99m	MDP	140	6
Καρδιά	Tc - 99m	SestaMibi	140	6
	Tl - 201		70	73
Εγκέφαλος	Tc - 99m	HMPAO	140	6
Θυρεοειδής	I-131		364	8 ημέρες
Νεφροί	I-131	Hippuran	364	8 ημέρες
	Tc - 99m	Mag-3	140	6
Πνεύμονες	Tc - 99m	MAA	140	6
	Xe- 133	(Gas)	81	62
Ογκολογία	Ga - 67	Citrate	90	78
	F -18	FDG	511	2
Ήπαρ	Tc - 99m	Sulfur	140	6



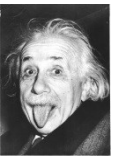
Ιδιότητες του ιδανικού διαγνωστικού ραδιοφαρμάκου

1. Καθαρός εκπομπός φωτονίων
2. $100 < \text{ενέργεια φωτονίων } \gamma < 250 \text{ keV}$.
3. Ενεργός χρόνος ημιζωής = $1.5 \times$ διάρκεια μελέτης.
4. Υψηλό πηλίκον συγκέντρωσης στόχος / όχι στόχος.
5. Ελάχιστη δόση ακτινοβολίας στον ασθενή και το προσωπικό του Εργαστηρίου Πυρηνικής Ιατρικής
6. Ασφάλεια Ασθενούς
7. Χημική Ενεργότητα
8. Φτηνό, άμεσα διαθέσιμο ραδιοφάρμακο
9. Απλή προετοιμασία και ποιοτικός έλεγχος εάν παρασκευάζεται στο εργαστήριο.



Ιδιότητες του ιδανικού θεραπευτικού ραδιοφαρμάκου

1. καθαρός εκπομπής β-.
2. Μέτρια/υψηλή ενέργεια ($>1 \text{ meV}$).
3. Ενεργός χρόνος ημιζωής = σχετικά μεγάλος, π.χ. ημέρες.
4. Υψηλό πηλίκον συγκέντρωσης στόχος / όχι στόχος.
5. Ελάχιστη δόση ακτινοβολίας στον ασθενή και το προσωπικό του Εργαστηρίου Πυρηνικής Ιατρικής
6. Ασφάλεια Ασθενούς
7. Φτηνό, άμεσα διαθέσιμο ραδιοφάρμακο.
8. Απλή προετοιμασία και ποιοτικός έλεγχος εάν παρασκευάζεται στο εργαστήριο.



Συστατικά μέρη γ- κάμερας

Ικρίωμα

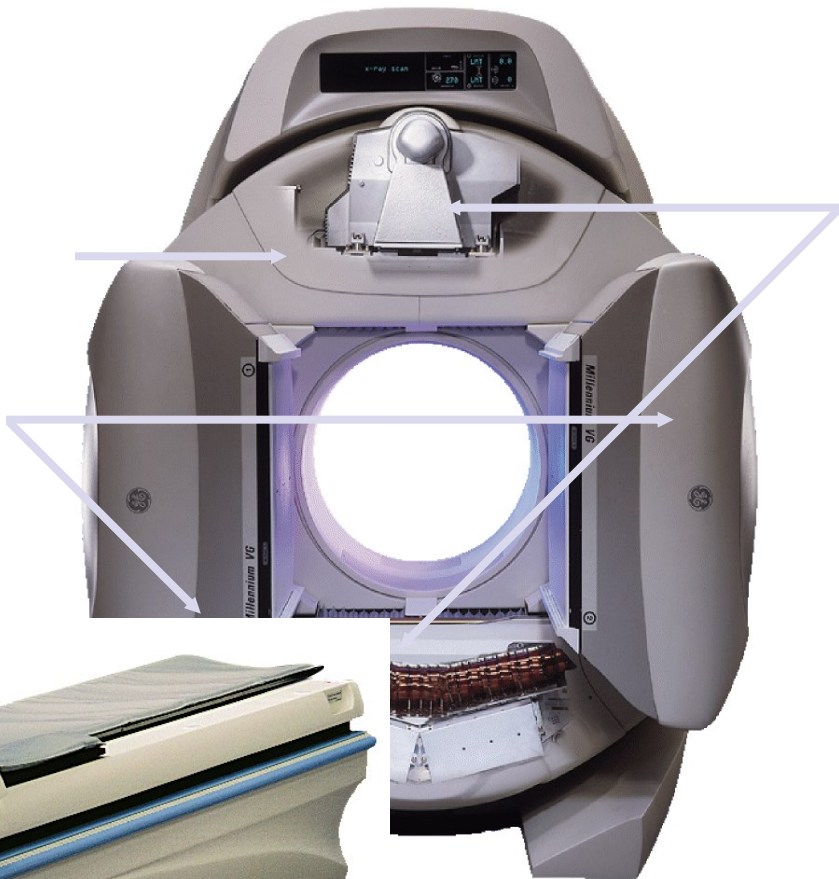
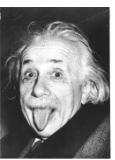
Ανιχνευτές

Σύστημα
διόρθωσης της
εξασθένησης

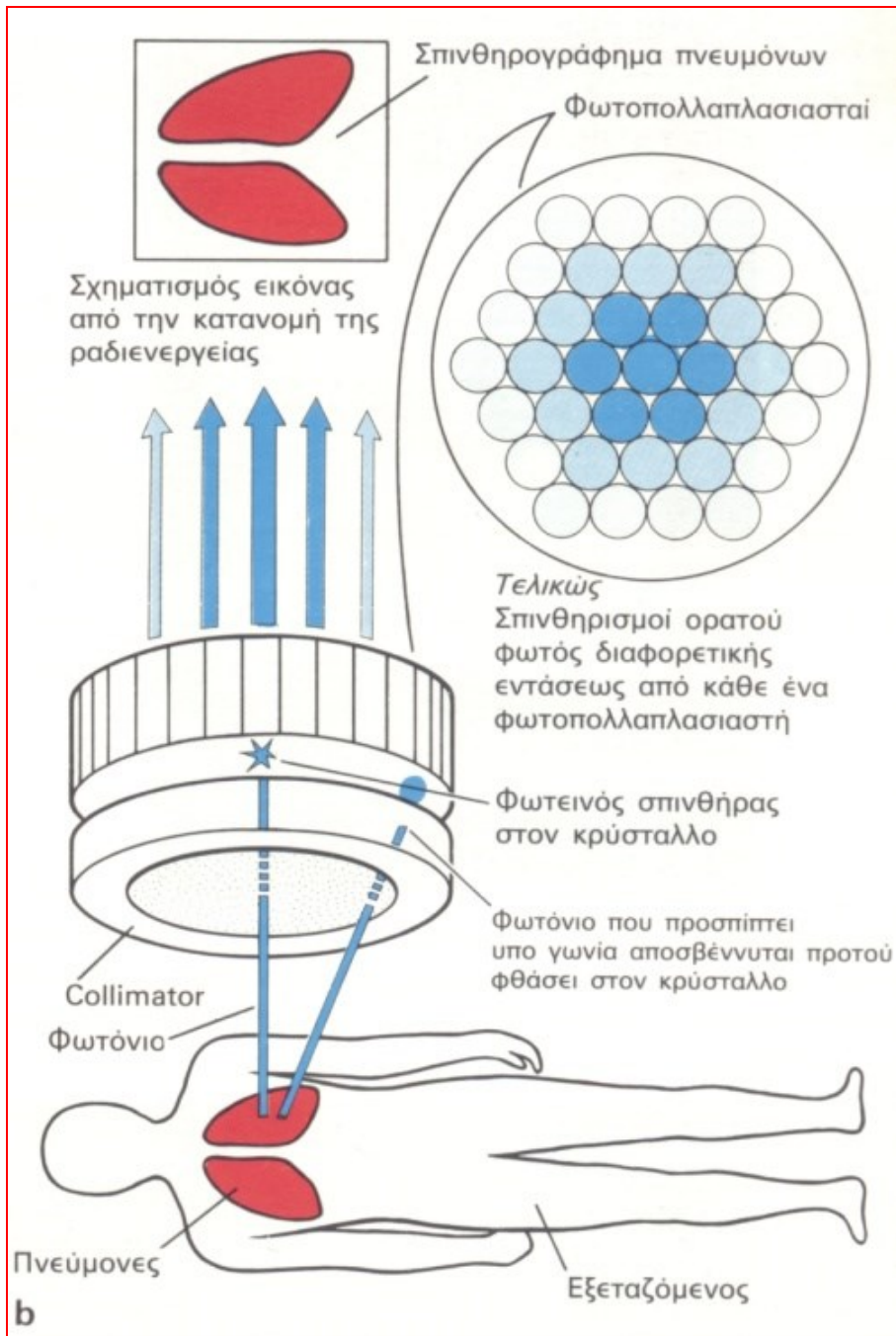
Σύστημα
λήψης
δεδομένων

Εξεταστική κλίνη

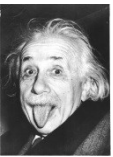
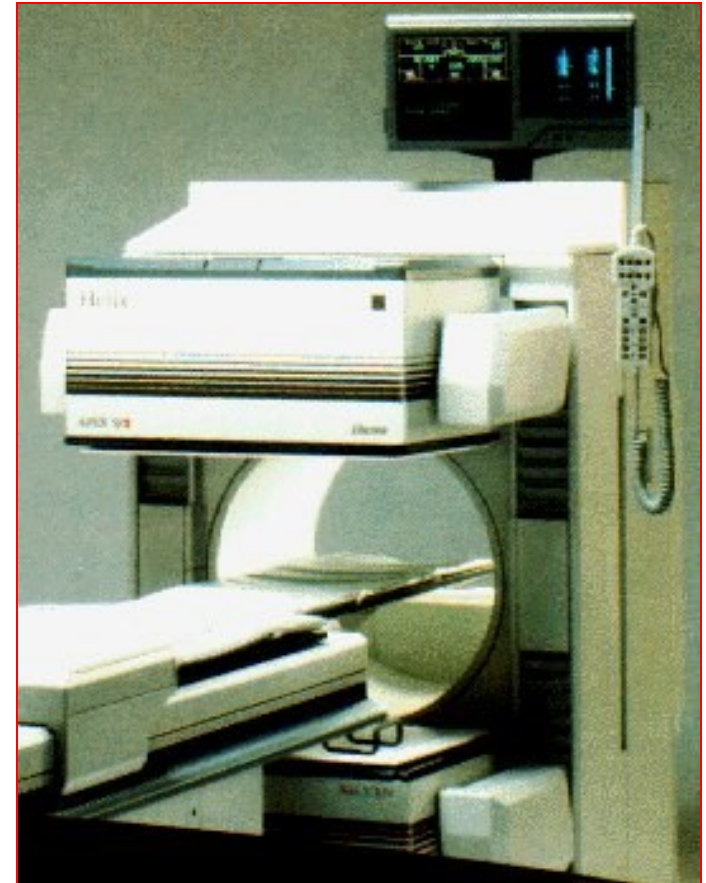
Σταθμός
επεξεργασίας

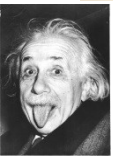


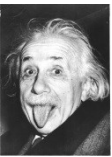
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ



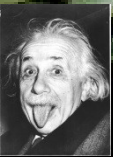
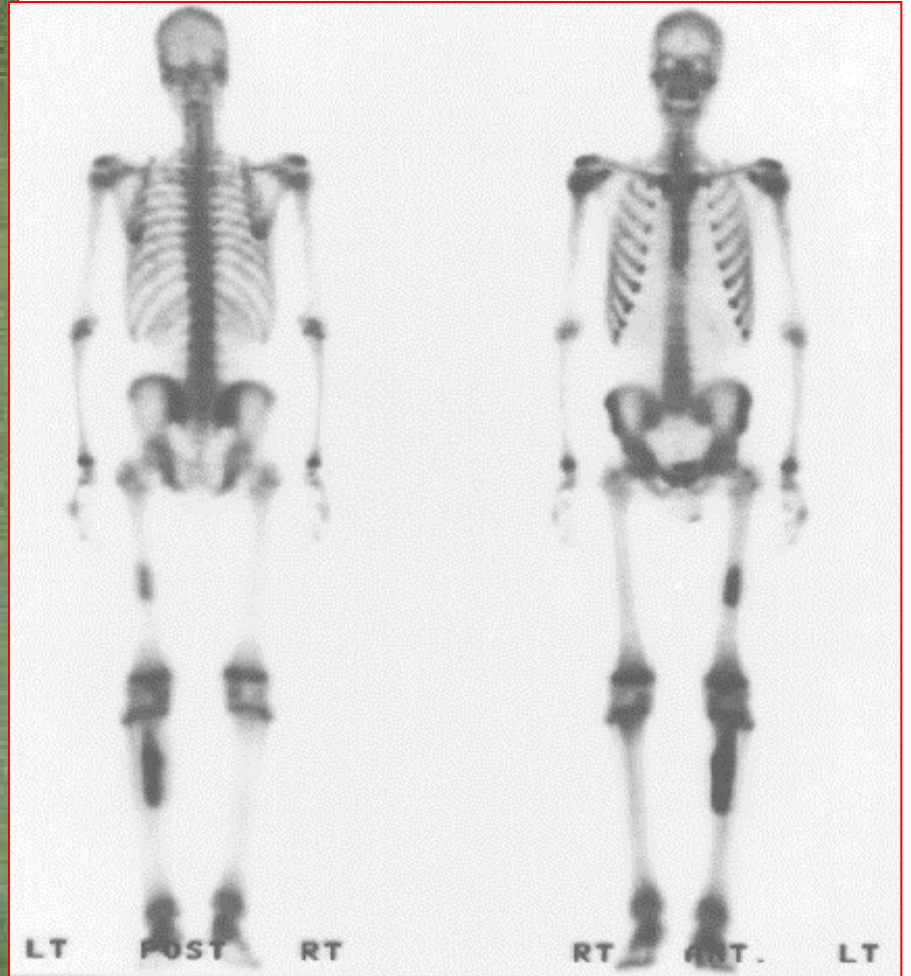
γ-Camera



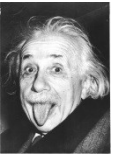




MHXANHMATA

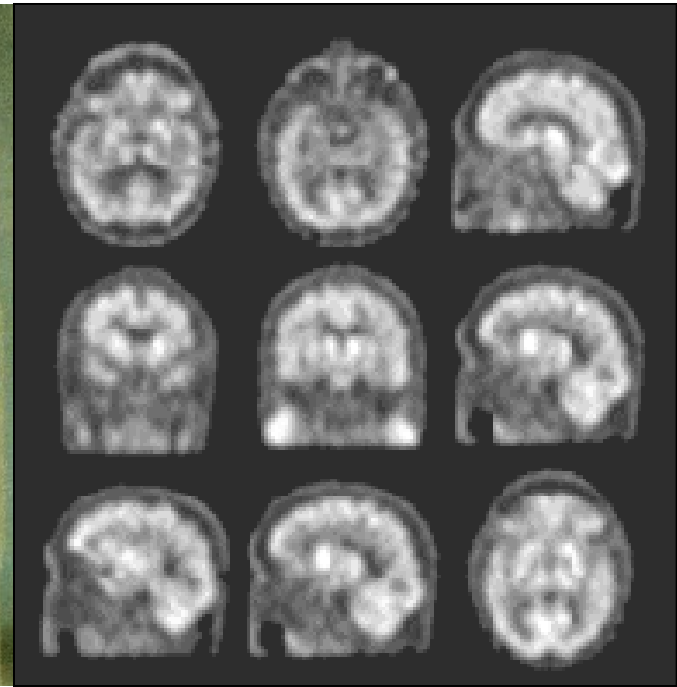
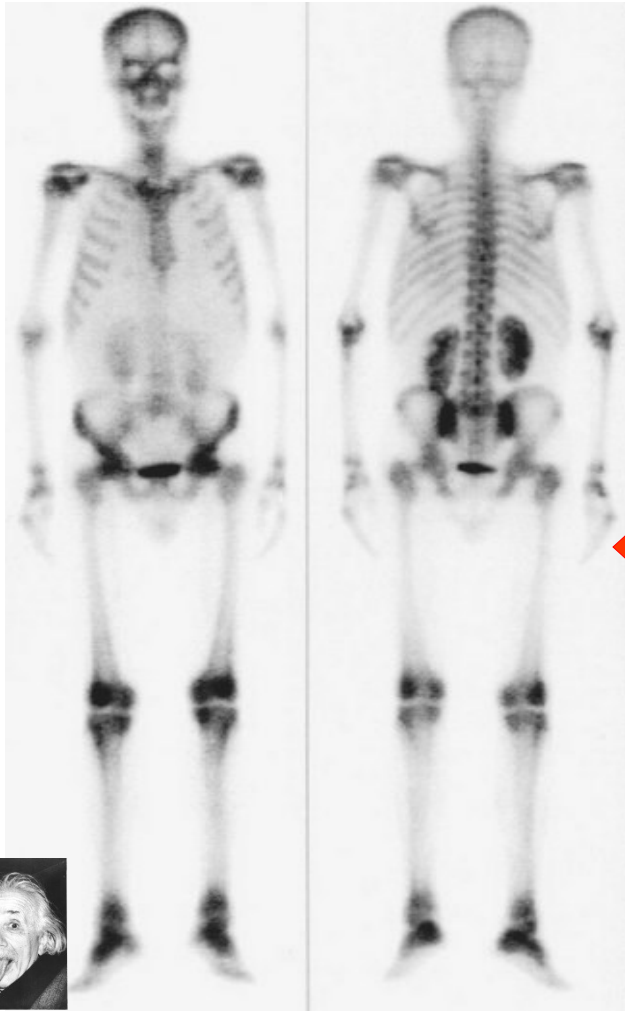


Μελέτες Πυρηνικής Ιατρικής



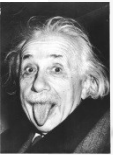
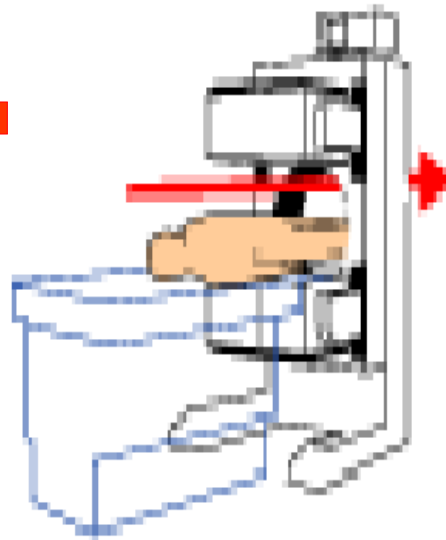
ΜΕΛΕΤΕΣ

ΒΑΣΙΚΕΣ
ΜΕΛΕΤΕΣ



ΟΛΟΣΩΜΟ

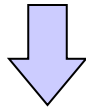
ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΟ



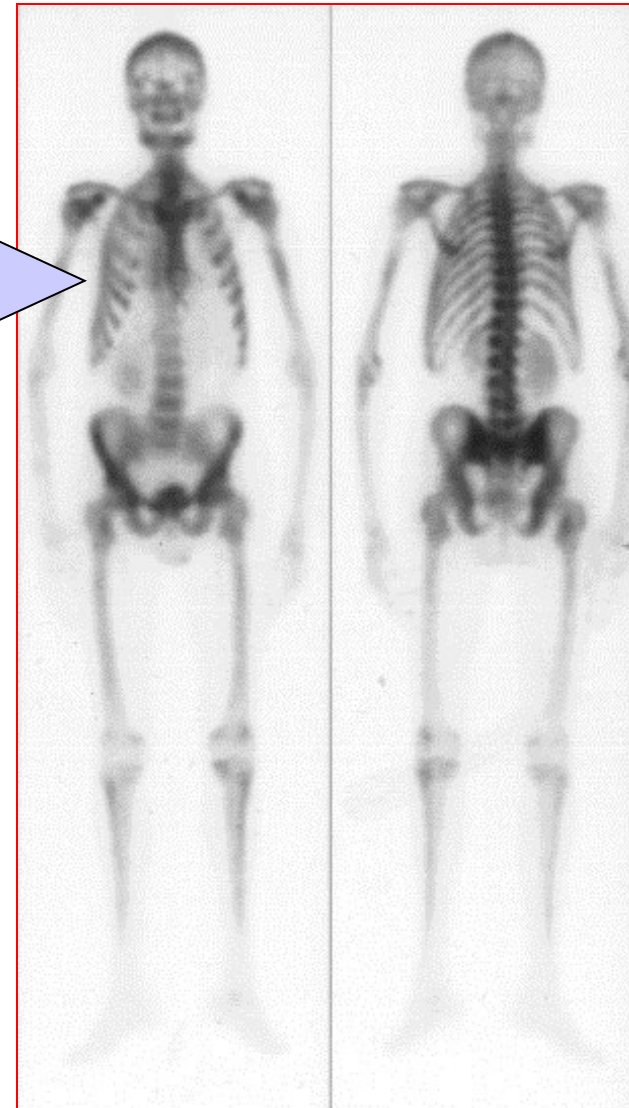
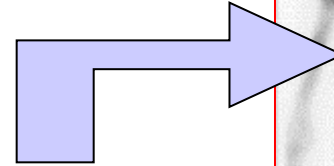
ΜΕΛΕΤΕΣ



1. Χορήγηση



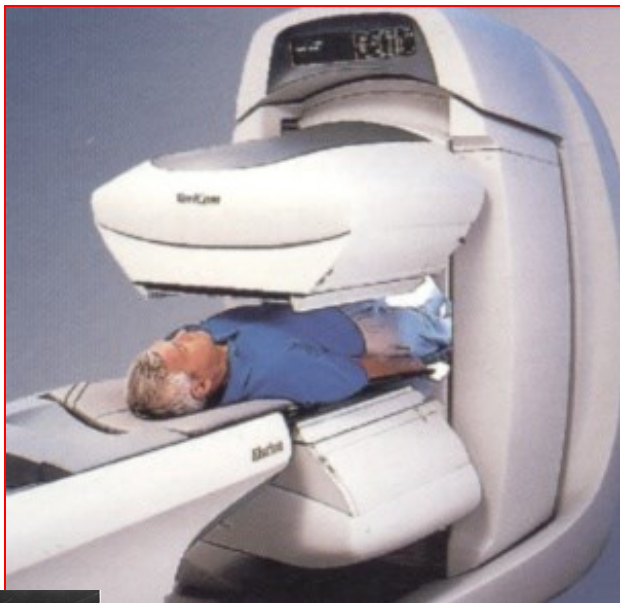
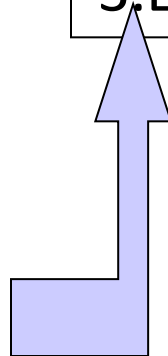
Διαδικασία της μελέτης



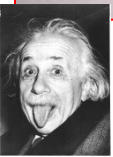
4. Απεικόνιση



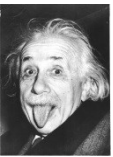
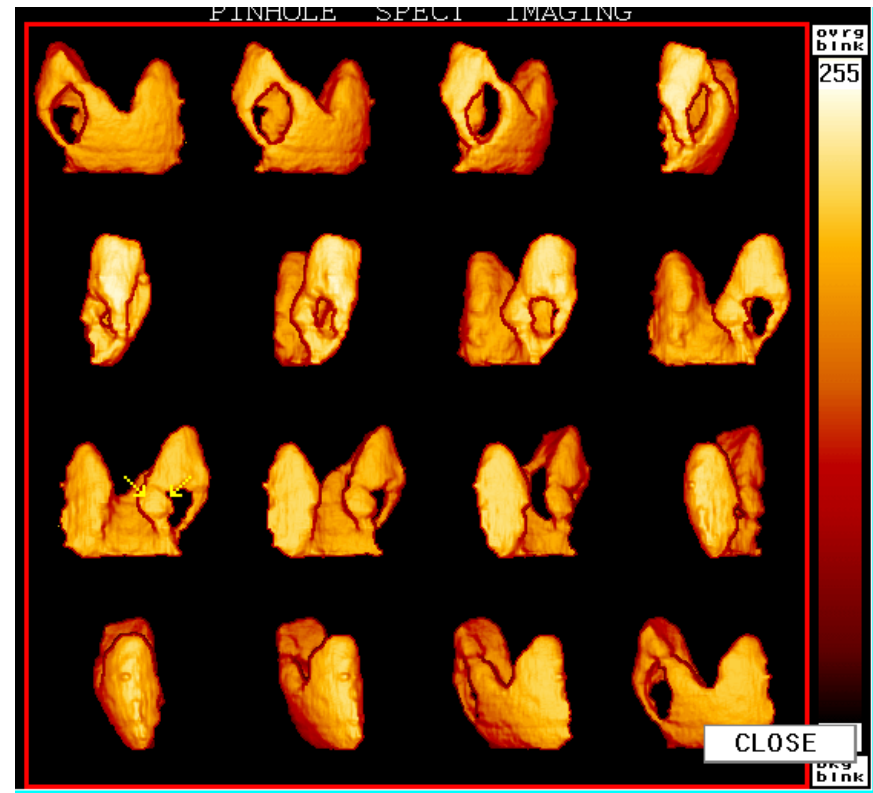
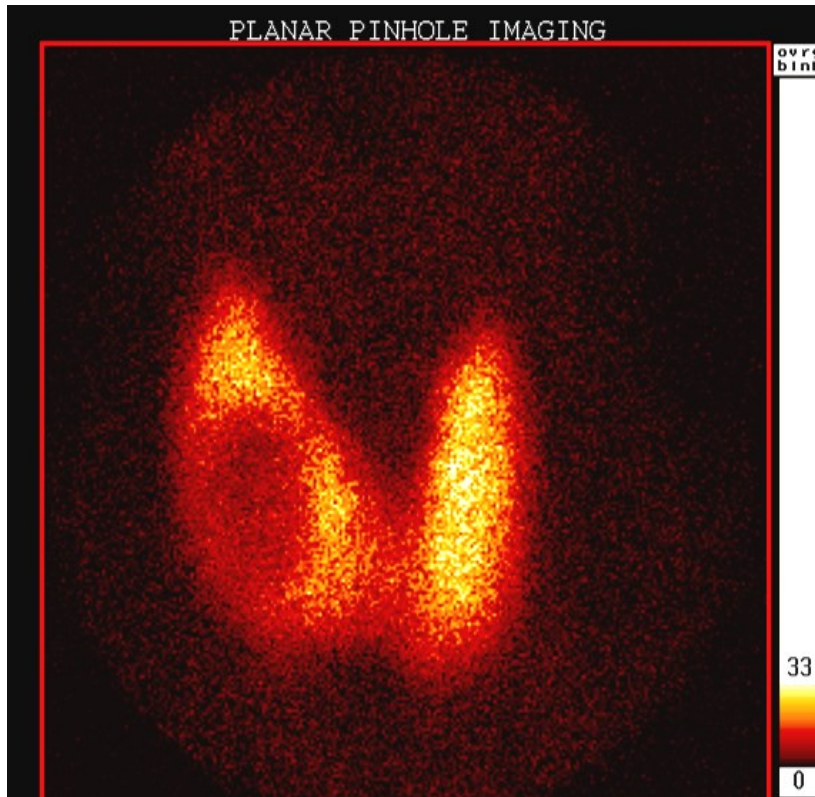
3. Επεξεργασία

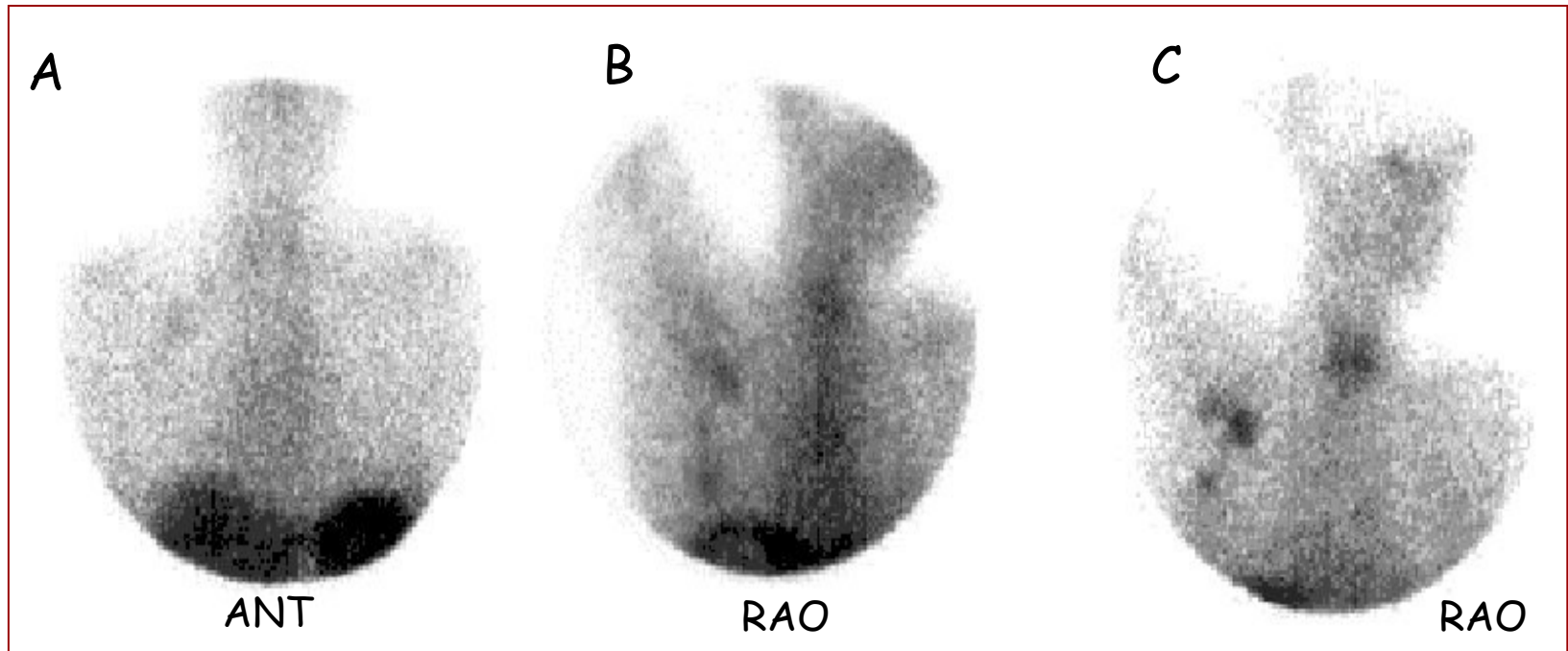


2. Λήψεις

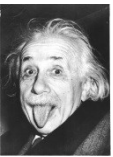


Μελέτη Θυρεοειδούς



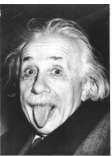
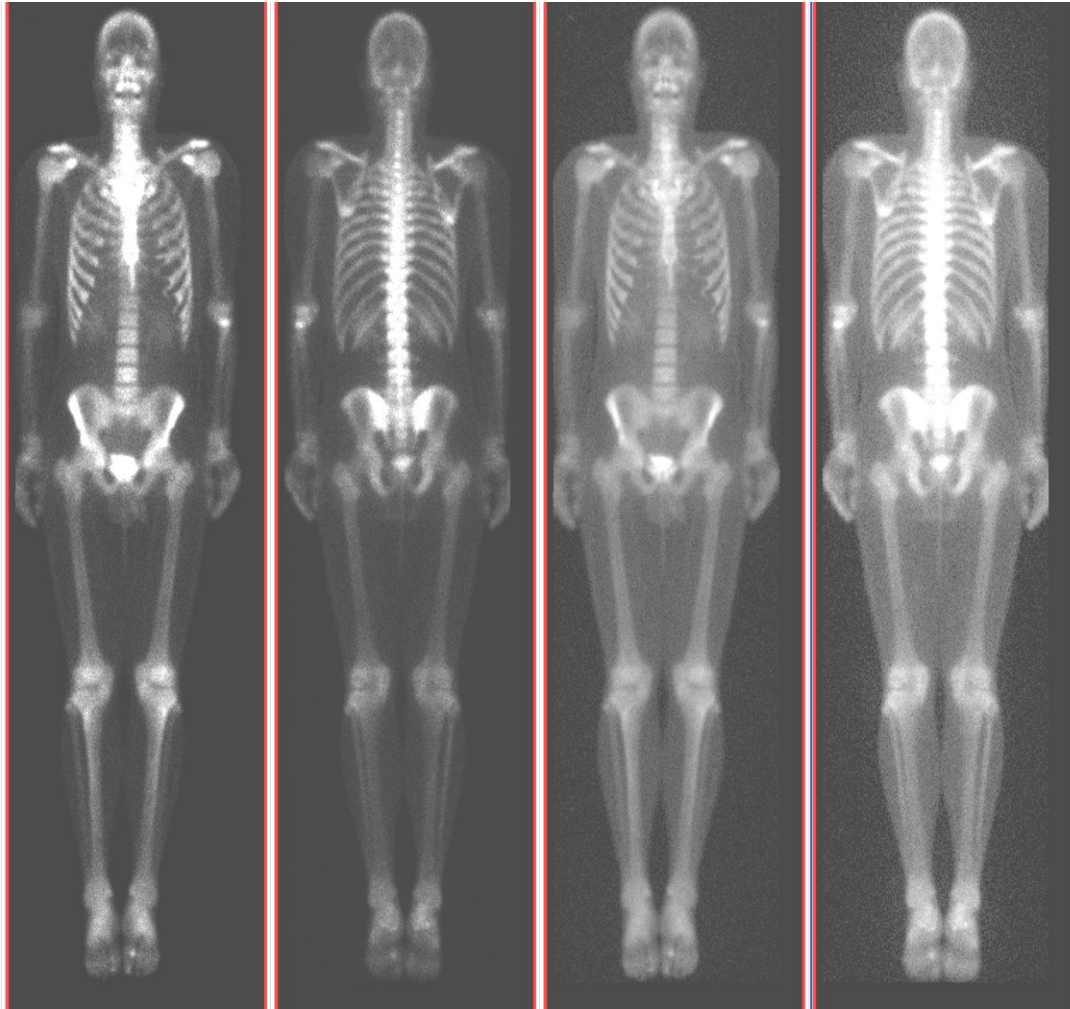
^{111}In -pentetreotide

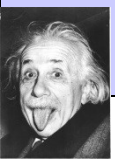
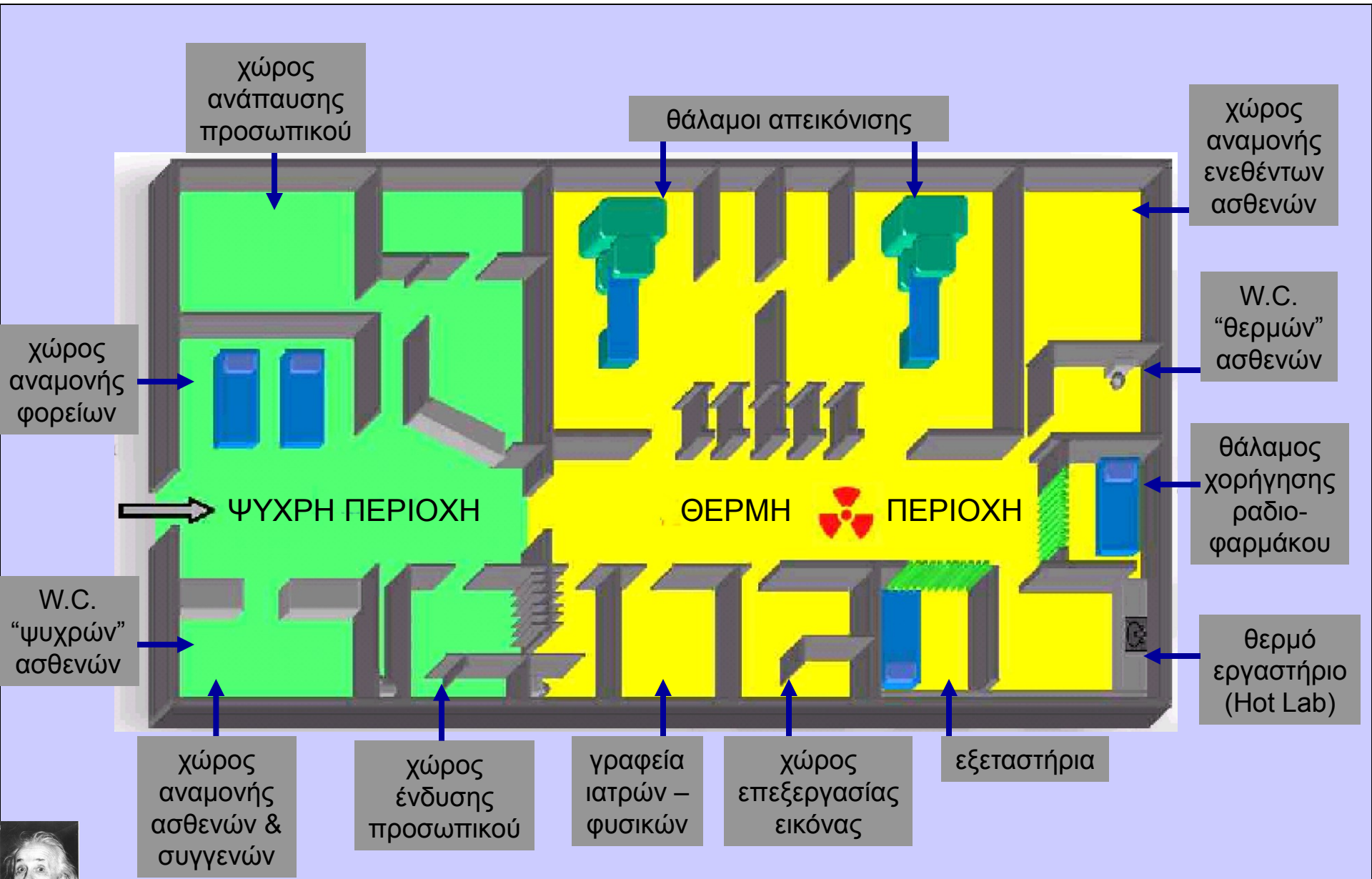
Γυναίκα 45 ετών με θετική σπινθηρογραφική απεικόνιση με ^{111}In -pentetreotide (Octreoscan). Βιοψία θετική για νεοπλασία ΔΕ μαστού. Απεικόνιση του πρωτοπαθούς όγκου αλλά και των διηθημένων μασχαλιαίων λεμφαδένων. Πρόσθια [A] και RAO [B] λήψεις στις 6 ώρες και RAO [C] λήψη στις 24 ώρες μετά την χορήγηση.



ΜΕΛΕΤΕΣ

Ολόσωμο σπινθηρογράφημα Οστών





Άλλος εξοπλισμός

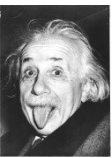
Μετρητές επιπέδων
ραδιομόλυνσης



Ατομικό ψηφιακό
δοσίμετρο



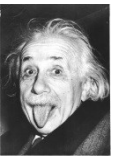
Υγρά Ραδιοαπολύμανσης (I-125, I-131)



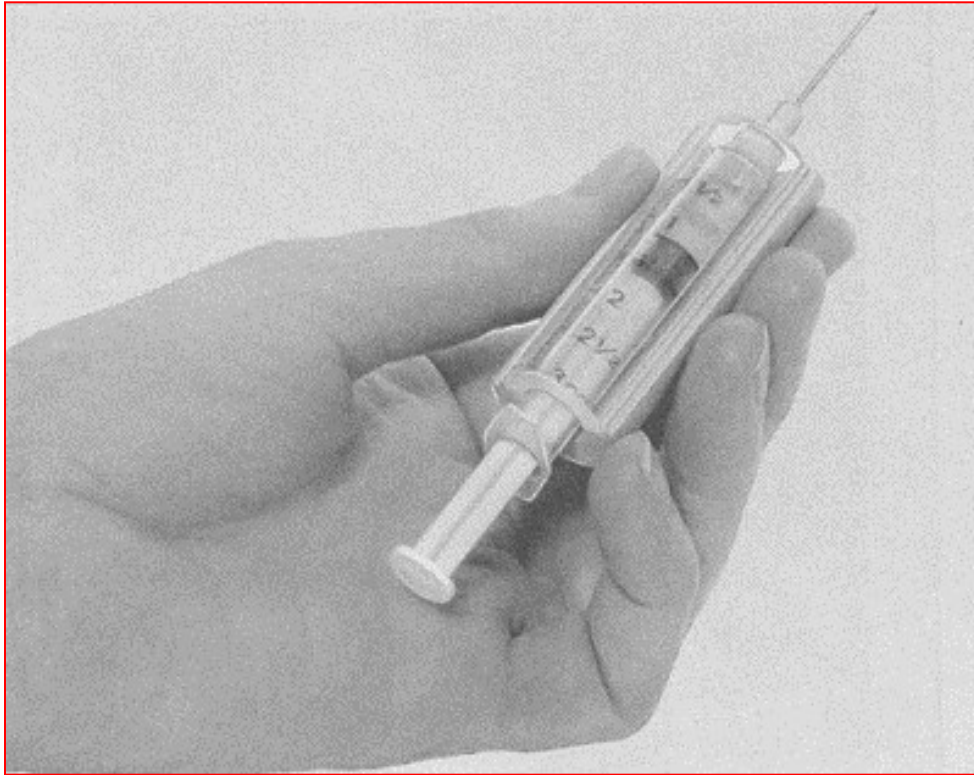


Ποδιές

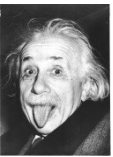
Ποδιά από μολυβδούχο υλικό καλυμμένο από πλαστική επένδυση για την προστασία κατά την παρασκευή, την χορήγηση και όποιον άλλο χειρισμό ραδιοφαρμάκων



Καλύμματα συριγγών

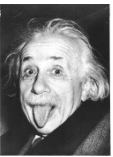
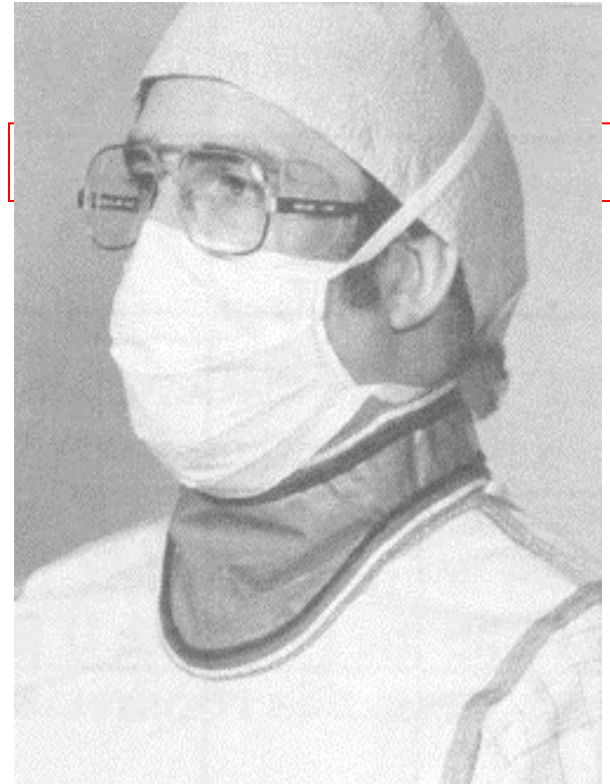
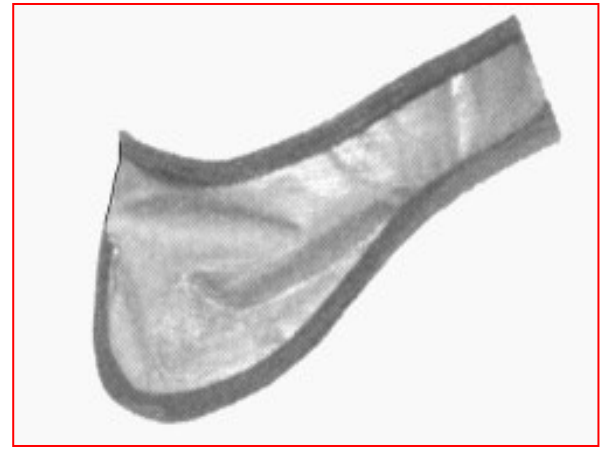


Κυλινδρικό περίβλημα από μόλυβδο με «παράθυρο» από μολυβδύαλο για προστασία κατά την χορήγηση των ραδιοφαρμάκων



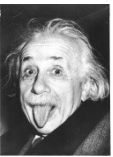
Προστασία του θυρεοειδούς και των οφθαλμών

Εύκαμπτο κάλυμμα που προστατεύει τον θυρεοειδή αδένα (ίδιο υλικό με τις ποδιές) και γυαλιά από μολυβδύαλο.

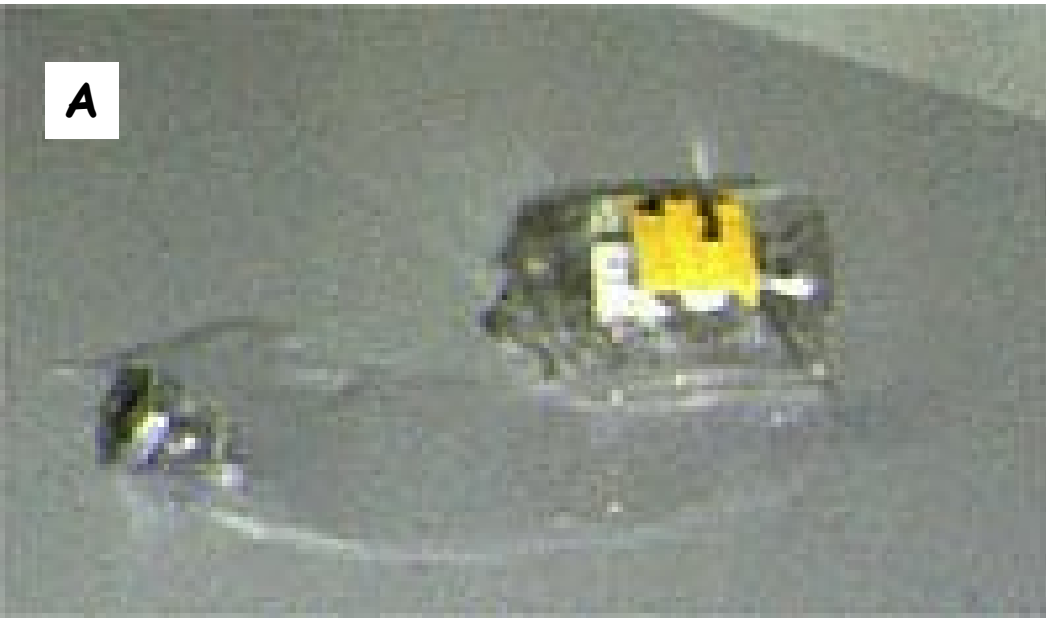


Τι δεν πρέπει να κάνουμε

- Απαγορεύεται το κάπνισμα, τα αναψυκτικά και οι τροφές για αποφυγή εσωτερικής ραδιομόλυνσης.
- Άτομα κάτω των 18 και έγκυες δεν πρέπει να κυκλοφορούν στους χώρους της Πυρηνικής Ιατρικής
- Δεν αφήνουμε φιαλίδια, σύριγγες κτλ που περιείχαν ραδιενεργά υλικά σε πάγκους ή αλλού. Οι χώροι και ιδιαίτερα ο χώρος του «θερμού» εργαστηρίου τηρούνται πάντα καθαροί και τα όποια χρησιμοποιημένα αναλώσιμα τοποθετούνται στους ειδικούς κάδους



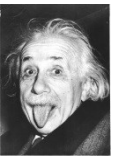
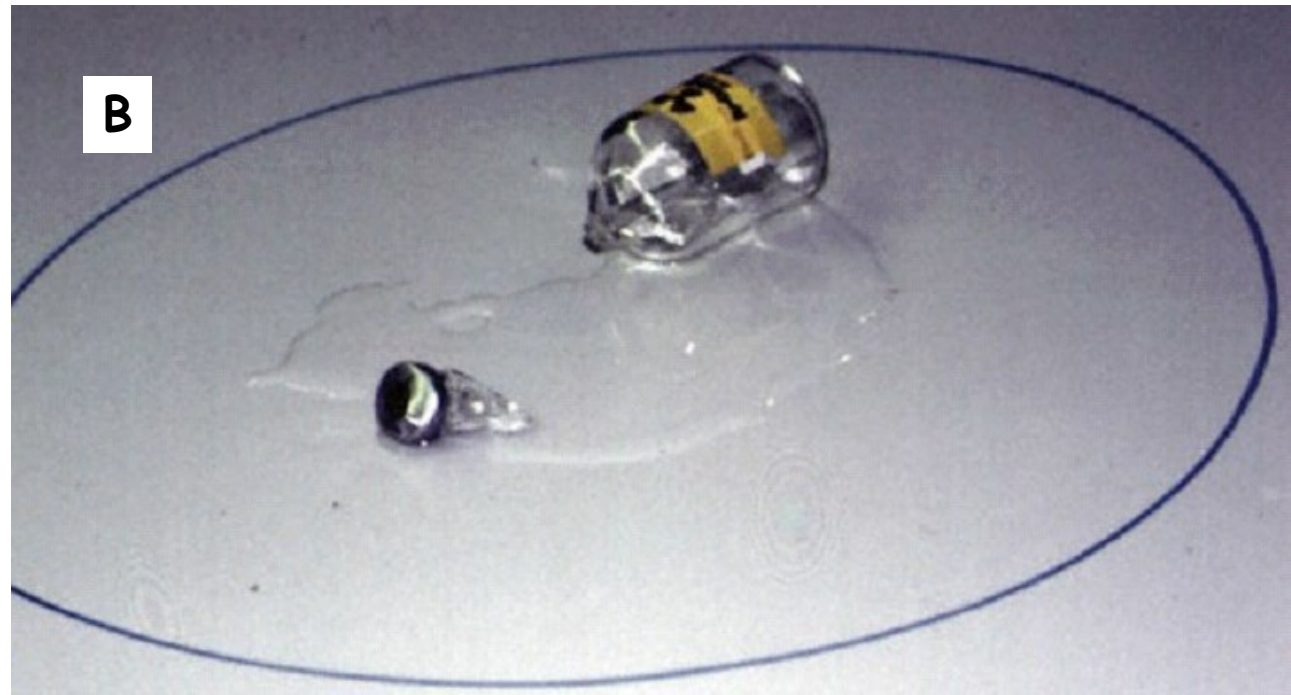
A



Φιαλίδιο με ραδιενεργή ουσία
μολύνει μια επιφάνεια

Η μολυσμένη περιοχή
οριοθετείται. Τα όρια
ασφαλείας είναι πολύ
μεγαλύτερα από την
ορατή μόλυνση.

B

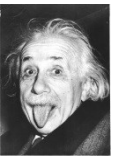
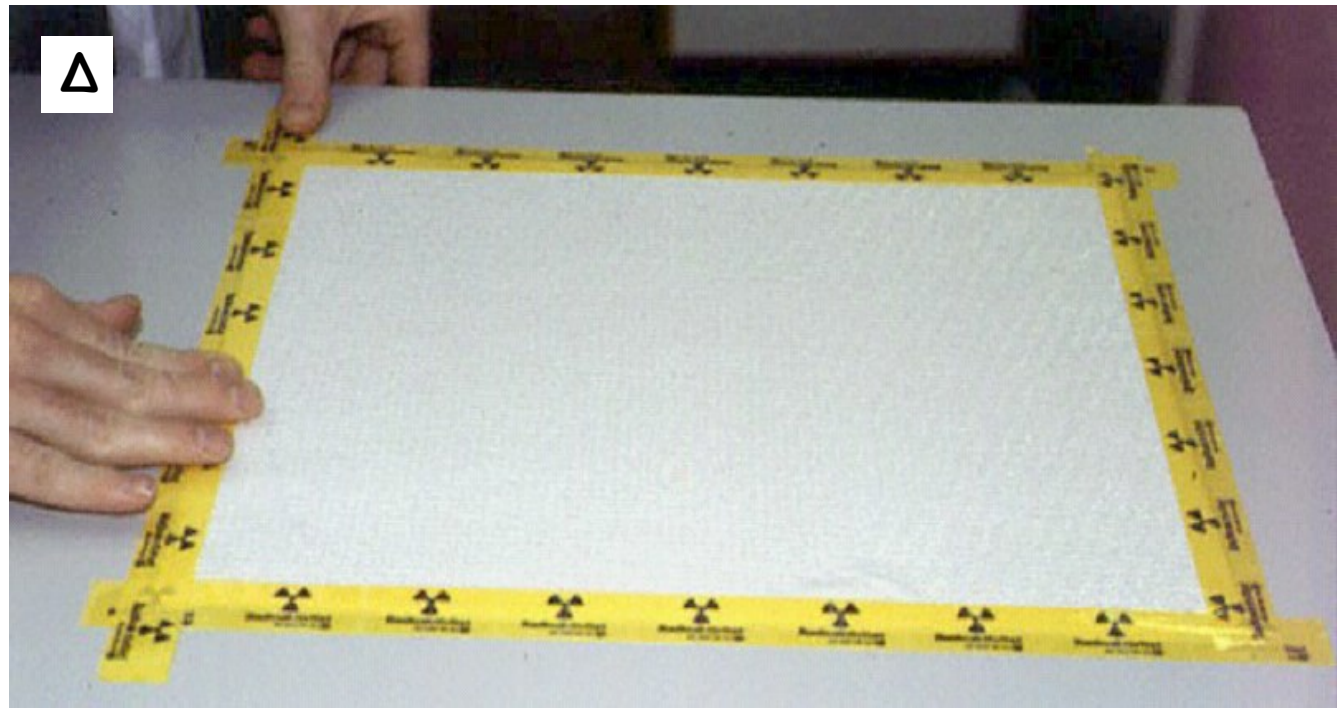


ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

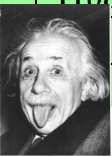
Η πιθανή περιοχή μόλυνσης ελέγχεται με μετρητή ακτινοβολίας



Η μολυσμένη περιοχή στεγανοποιείται για αποφυγή διασποράς της ραδιενέργειας

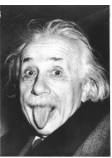


Εξετάσεις	Ενεργή Δόση (mSv)	Αντιστοιχία σε αριθμό ακτινογραφιών θώρακα	Αντίστοιχη περίοδος ακτινοβόλησης από το περιβάλλον
ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ			
Θώρακας	0.02	1	3 ημέρες
Οσφυϊκή Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης	2.4	120	14 μήνες
Πύελος	1.0	50	6 μήνες
Κοιλία	1.5	75	9 μήνες
Μελέτες με Βάριο	2.0	100	1 έτος
Οισοφάγος	5.0	250	2.5 έτη
Στόμαχος	6.0	300	3 έτη
Λεπτό Έντερο	9.0	450	4.5 έτη
Παχύ Έντερο	4.6	230	2.5 έτη
Ενδοφλέβια Ουρογραφία			
Αξονική Τομογραφία			
Εγκέφαλος	2.0	100	1 έτος
Αυχενική Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης	3.0	150	18 μήνες
Θωρακική Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης	6.0	300	3 έτη
Θώρακας	8.0	400	4 έτη
Κοιλία	8.0	400	4 έτη
Οσφυϊκή Μοίρα Σπονδυλικής Στήλης	3.5	175	1.8 έτη
Πύελος	7.0	350	3.5 έτη



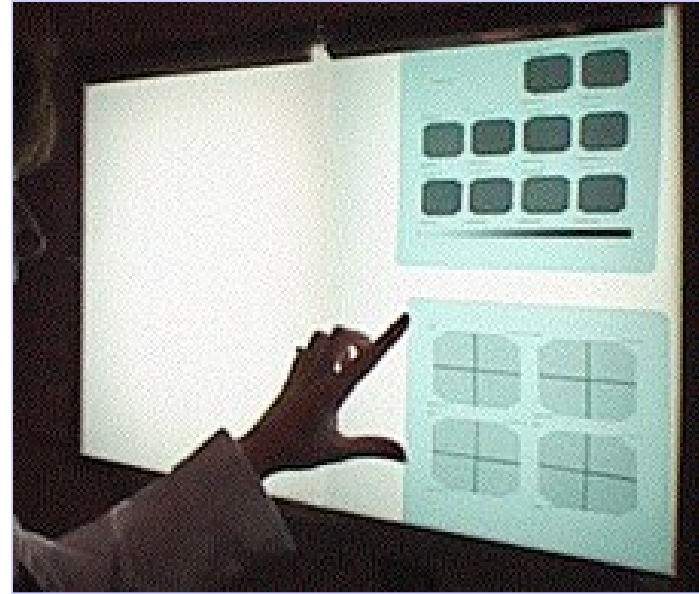
Δοσιμετρία στη Πυρηνική Ιατρική

Εξετάσεις		Ενεργή Δόση (mSv)	Αντιστοιχία σε αριθμό ακτινογραφιών θώρακα	Αντίστοιχη περίοδος ακτινοβόλησης από το περιβάλλον
Πυρηνική Ιατρική		Εγχυόμενη Ενεργότητα (MBq)		
Μελέτες με Tc-99m				
Σπινθηρογράφημα Οστών	600	3.6	180	1.8 years
Σπινθηρογράφημα Πνευμόνων	100	1.0	50	6 months
Σπινθηρογράφημα Μυοκαρδίου (MIBI)		5.0	250	2.5 years
Σπινθηρογράφημα Θυρεοειδούς	80	1.0	50	6 months
Νεφρόγραμμα DTPA	300	1.6	80	10 months
Σπινθηρογράφημα νεφρών DMSA	80	0.4	20	8 weeks
MAG3 νεφρόγραμμα	100	0.7	35	4 months
Σπινθηρογράφημα Χοληφόρων Πόρων	150	2.3	115	14 months
Σπινθηρογράφημα Ήπατος	80	0.7	35	4 months
Σπινθηρογράφημα με επισημασμένα ερυθρά αιμοσφαίρια	400	3.92	200	2 years
Σπινθηρογράφημα Εγκεφάλου (HMPAO)	200	2.8	140	17 months
MIBI σπινθηρογράφημα παραθυρεοειδούς	400	3.2	160	1.6 years
HMPAO Λευκοκυττάρων	200	2.8	140	17 months
Άλλα Ραδιονουκλίδια				
²⁰¹ Tl Σπινθηρογράφημα Μυοκαρδίου	80	18.0	900	9 years
¹²³ I Σπινθηρογράφημα Θυρεοειδούς	20	4.4	220	2.2 years
¹³¹ I Δοκιμασία πρόσληψης Θυρεοειδούς (uptake)	1.85	44.4	2220	22 years
⁶⁷ Ga Σπινθηρογράφημα	185	20.3	1015	10 years
¹²³ I-MIBG Σπινθηρογράφημα	400	5.6	280	2.8 years

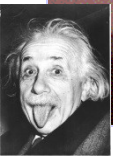


Συνοψίζοντας.....(1)

Ποιοτικός έλεγχος εξοπλισμού

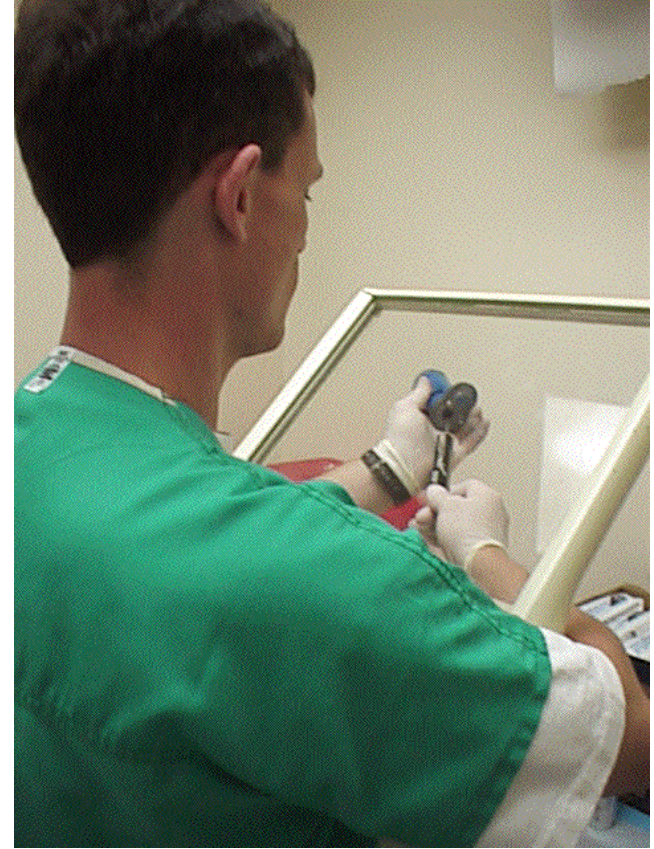


Διαδικασίες τήρησης ραντεβού
και Αρχείου εξετάσεων

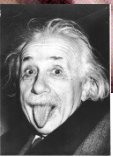


Συνοψίζοντας.....(2)

Παρασκευή Ραδιοφαρμάκων



Ιστορικό - παραπemptικό
Οδηγίες προς ασθενείς

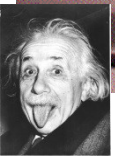


Συνοψίζοντας.....(3)

Χορήγηση ραδιοφαρμάκου



Τοποθέτηση Ασθενούς

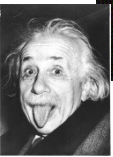


Συνοψίζοντας.....(4)

Επεξεργασία λήψεων
φωτογράφιση
εμφάνιση



Παράδοση για γνωμάτευση
στον Πυρηνικό Ιατρό



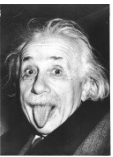
Μοριακή Απεικόνιση

- Η Τομογραφία Εκπομπής (PET and SPECT) είναι κατάλληλες για *in vivo* απεικόνιση λειτουργιών (διάχυση αίματος, χρήση οξυγόνου και γλυκόζης, συγκέντρωση πρωτεϊνών)
- Χρησιμοποιούνται μικρές ποσότητες εγχυόμενων ραδιοσημασμένων μορίων.

● PET

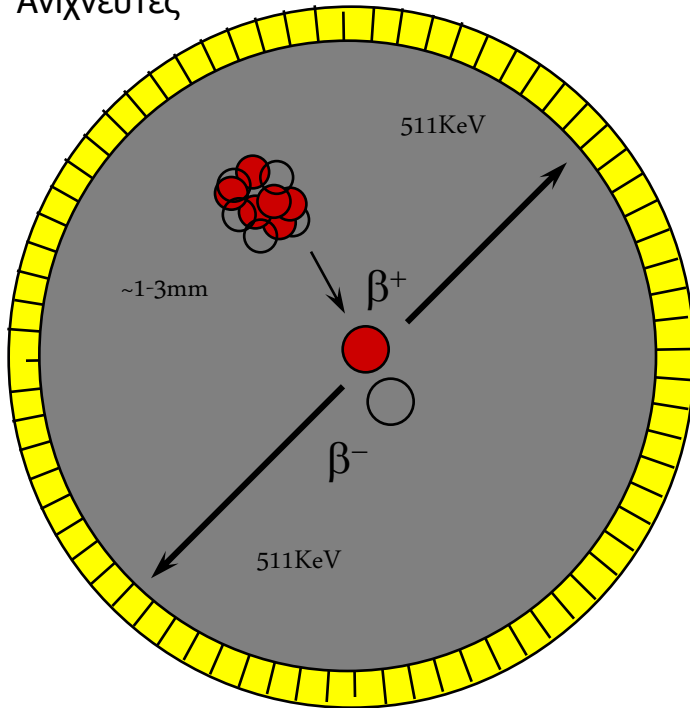


▪ SPECT



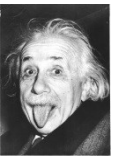
ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΠΟΖΙΤΡΟΝΙΩΝ

Ανιχνευτές



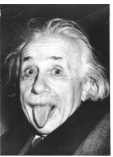
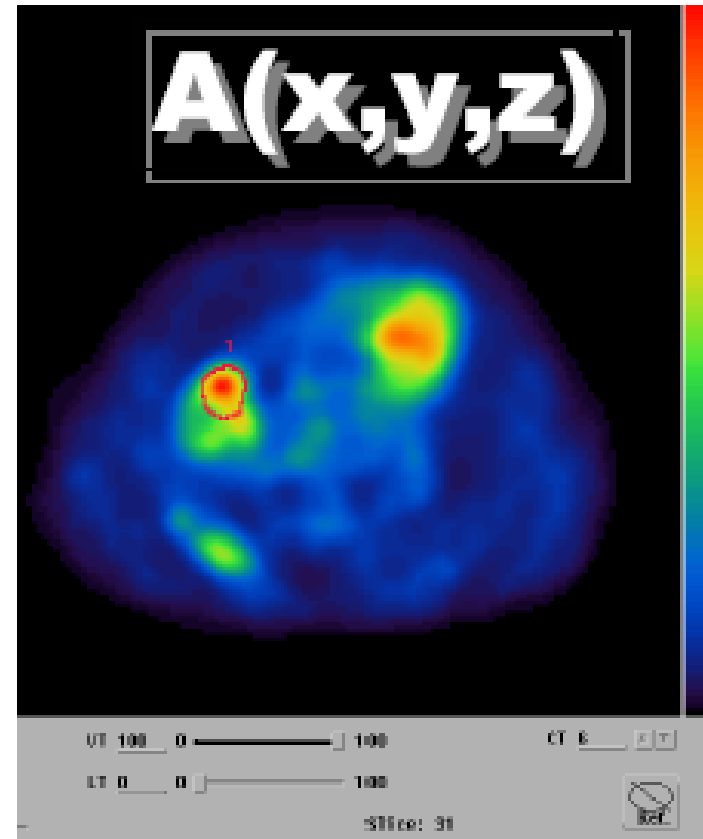
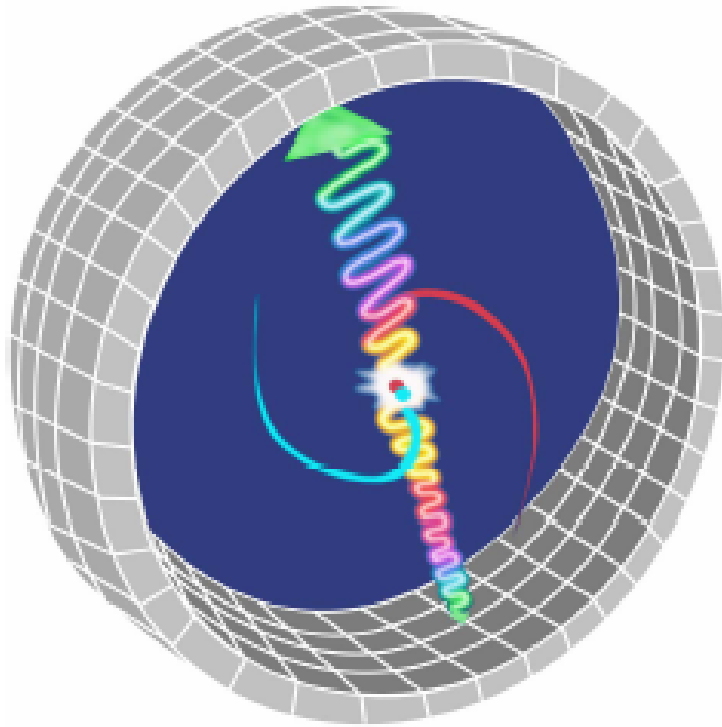
Εξαύλωση ποζιτρονίων

- Εκπομπή ποζιτρονίων κατά την μετάπτωση των πυρήνων
- Το ποζιτρόνιο κινείται σε μικρή απόσταση και εξαϋλώνεται με ένα ηλεκτρόνιο
- Βάση του φαινομένου της εξαϋλωσης παράγονται δύο φωτόνια :
 - Η ενέργεια του κάθε φωτονίου είναι 511KeV
 - Κινούνται σε αντίθετη κατεύθυνση
- Ταυτόχρονη ανίχνευση των δύο φωτονίων 511KeV



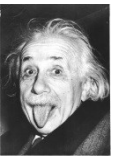
PET

PET Scanner





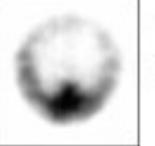





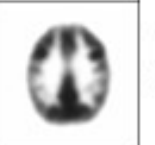

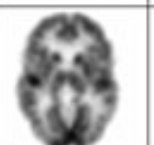
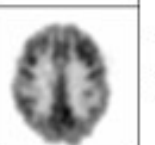

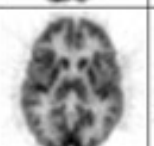
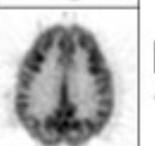
Ισότοπα Εκπομπής ποζιτρονίων

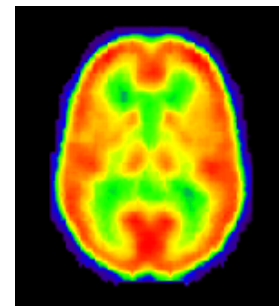
Ισότοπο	Χρόνος Ημι-ζωής	Κλινικές Εφαρμογές
<i>F-18</i>	110 min	Μεταβολισμό της γλυκόζης
<i>O-15</i>	2.1 min	Εγκεφαλική αιματική ροή
<i>N-13</i>	10.0 min	Αιμάτωση μυοκαρδίου
<i>C-11</i>	20.5 min	Όγκοι εγκεφάλου



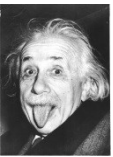
Positron Emission Tomography



			PET III 1975
			ECAT II 1977
			NeuroECAT 1978
			ECAT 931 1985
			ECAT EXACT HR ⁺ 1995



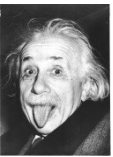
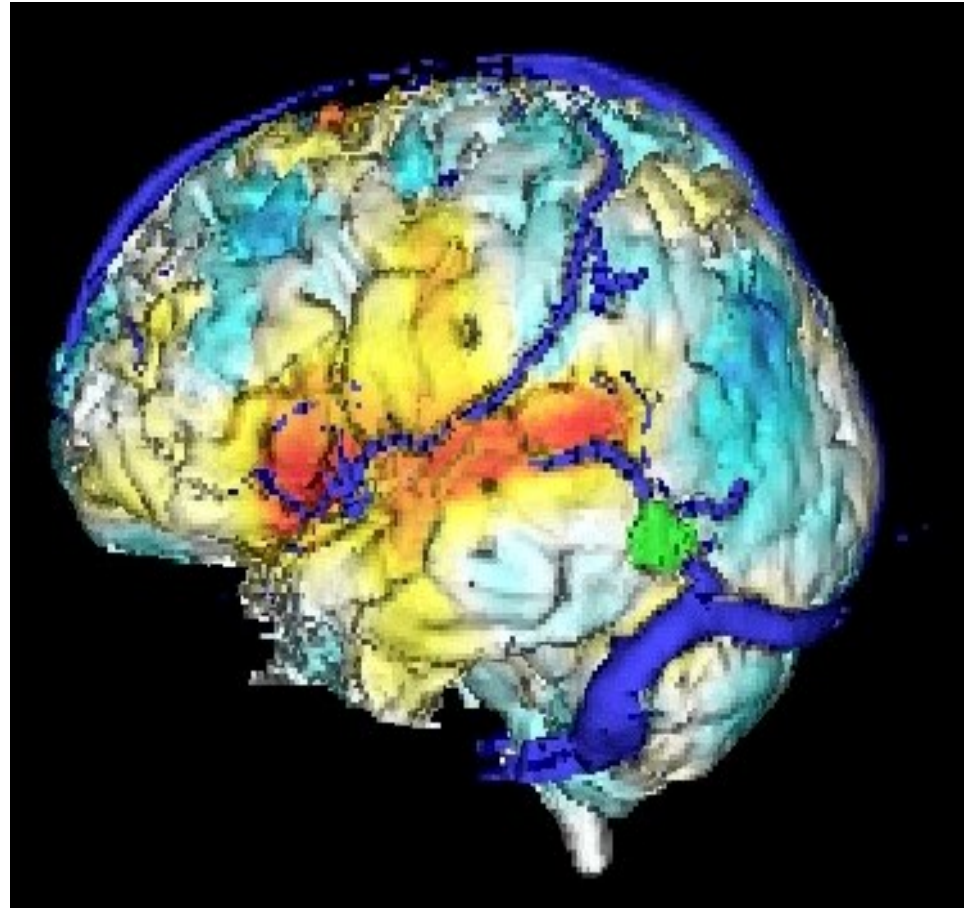
PET system



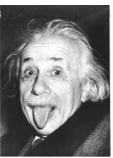
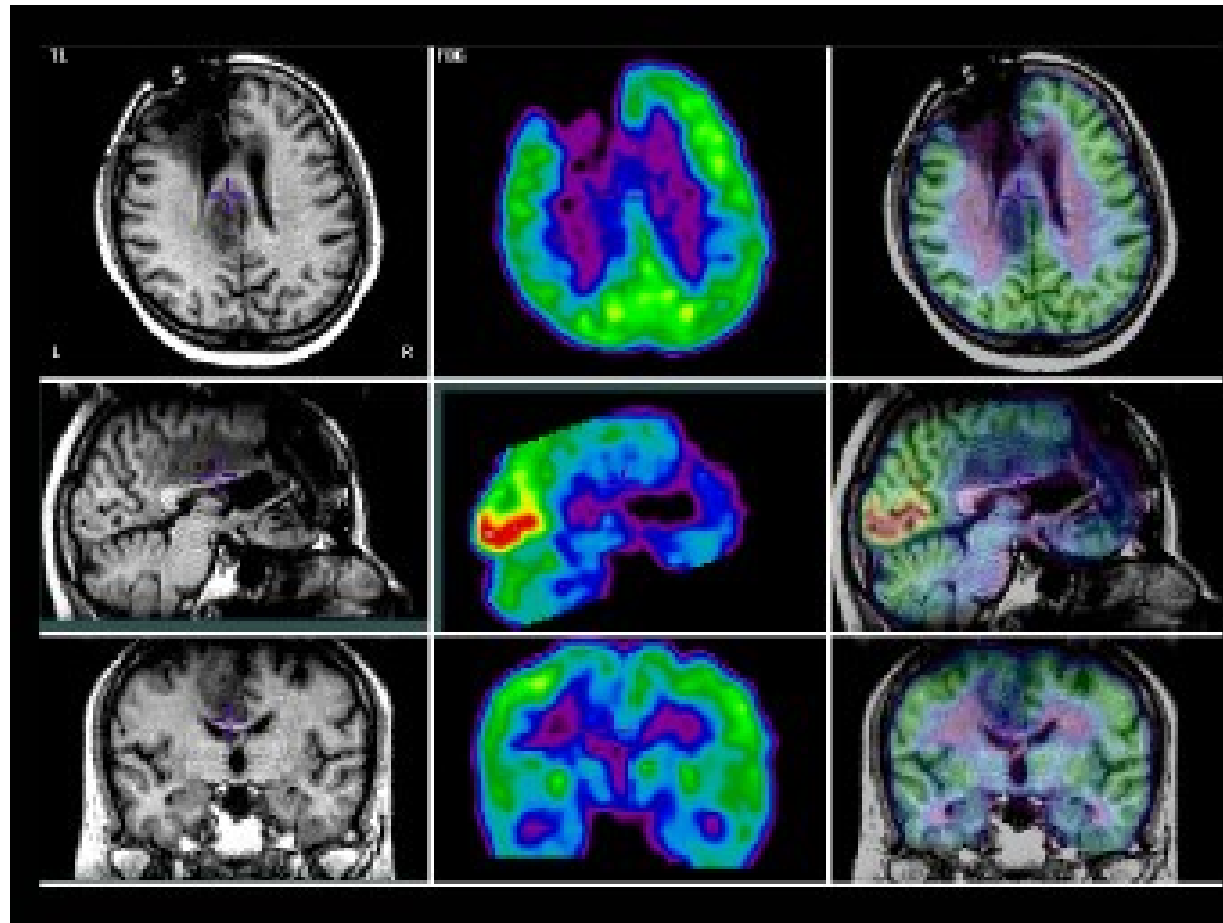
Positron Emission Tomography

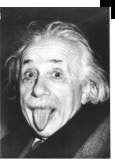
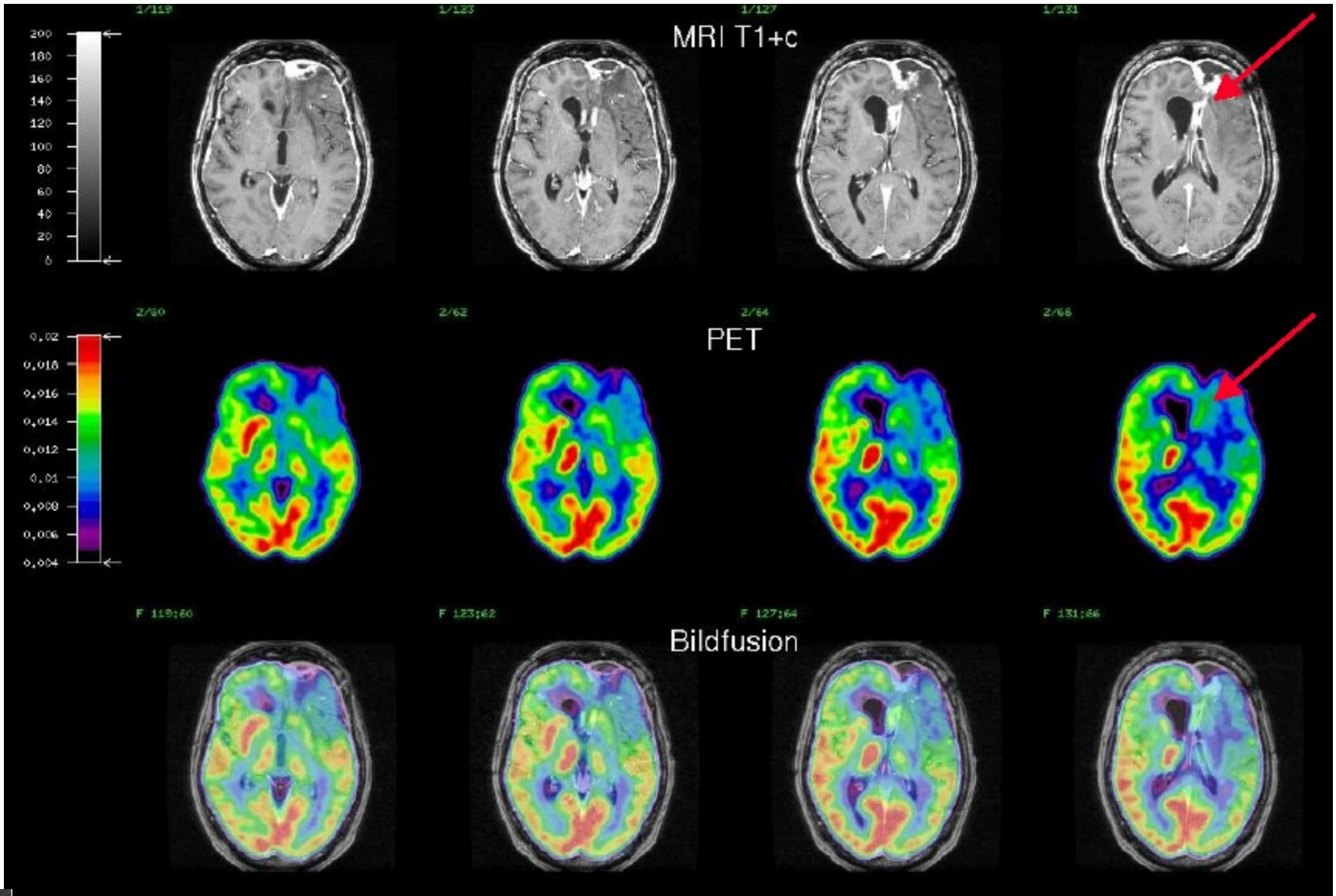
PET + MRI

Η ροή του αίματος
μεταβάλλεται με την
ενεργοποίηση της φωνής
(κόκκινο), όγκος (πράσινο)

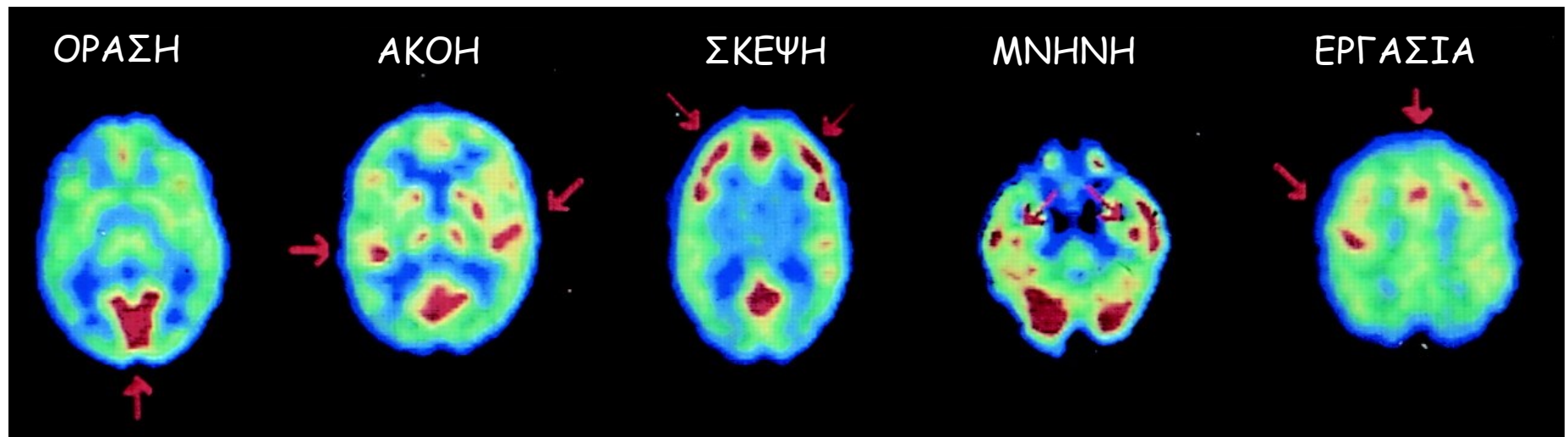


Χαμηλού Βαθμού Κακοήθειας Υποτροπιάζον Γλοίωμα

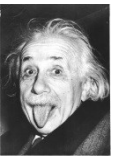




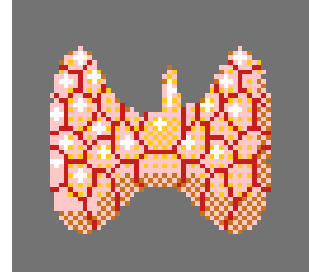
Ποιό τμήμα του εγκεφάλου είναι υπεύθυνο για τι;



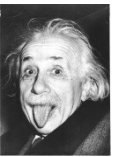
Οι PET και SPECT τεχνικές επιτρέπουν την απεικόνιση της κατανομής στον ανθρώπινο ιστό ραδιοσημασμένων μορίων

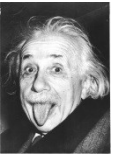


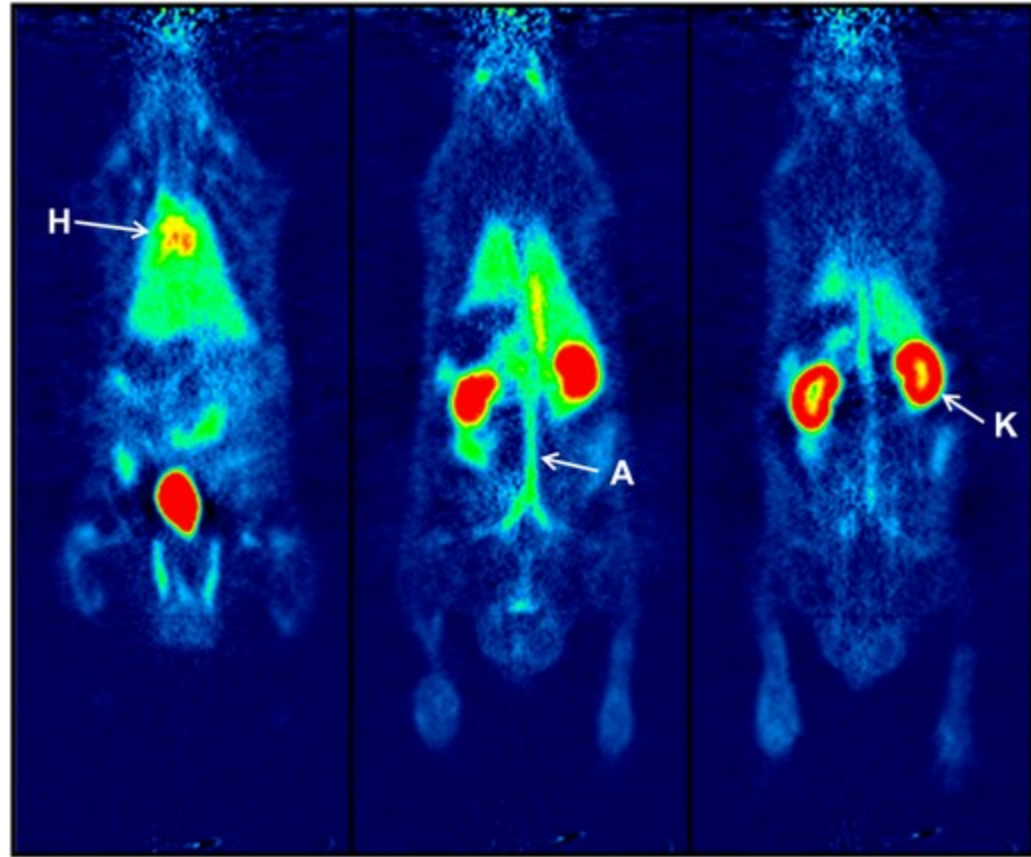
Μελέτες – Διάγνωση Θυρεοειδής



Γάτα με μεγάλη φλεγμονή στον τράχηλο (αριστερά) και σπινθηρογράφημα τεχνητίου το οποίο δεικνύει αμφίπλευρο υπερθυρεοειδισμό *δεξιά)







Biodistribution of a HPMA-based copolymer (coronar slices of a 55 kDa HPMA-ran-LMA copolymer 2 h post injection; H: heart, A: aorta, K: kidney). (Allmeroth, M, et al. Biomacromolecules 2011; 12; 2841–2849)

