

ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ?



Παναγιώτης Αν. Γεωργούλιας

*Αν. Καθηγητής Πυρηνικής Ιατρικής
Ιατρικό Τμήμα Πανεπιστημίου Θεσσαλίας
Διευθυντής Εργαστηρίου Πυρηνικής Ιατρικής*

Λάρισα, 2017

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΩΝ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

- [I] Κατρίτσης Ε.Δ. και Παπαδόπουλος Ν.Ι., “Ανατομική του Ανθρώπου” (Τόμος 3^{ος}), Αθήνα : Λίτσας, 1986
- [II] Guyton A.C., “**Human Physiology and Mechanisms of disease**” (3rd ed.- copyright), Αθήνα : Λίτσας, 1986
- [III] Wyngaarden J.B. and Smith L.H., “**CECIL Textbook of Medicine**”, WashingtonQ W.B.Saunders Company, 1988
- [IV] Π. Α. Γεωργούλιας – Ν.Σ. Καρκαβίτσας, “**Πυρηνική Ιατρική και Στεφανιαία Νόσος**”, Αθήνα: Επιστημονικές Εκδόσεις Παρισιάνου ΑΕ, 2004.
- [V] Gravanis M.B., “**Cardiovascular Disorder : Pathogenesis and Pathophysiology**”, St. Louis : Mosby, 1993
- [VI] Zaret B.L. and Beller G.A., “**Clinical Nuclear Cardiology. State of the Art and Future Directions**”, Philadelphia : Mosby, 2010
- [VII] Saha B.E., “**Physics and Radiology of Nuclear Medicine**”, New York : Springer Verlag, 1993
- [VIII] Coleman R.E., et. al., “**The Radiology Clinics of North America-Nuclear Medicine**”, Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1993
- [IX] The Medicine Publishing Foundation Symposium Series, “**Myocardial Perfusion Imaging : an Update**”, London : the Medicine Publishing Foundation, 1994
- [X] Gerson M.C., “**Cardiac Nuclear Medicine**”, (3rd ed) McGram Hill, 1997
- [XI] I.P.C. Murray P.J.Ell, “**Nuclear Medicine in Clinical Diagnosis and Treatment**”, (3^d ed) Hong Kong: Harcourt Broce and Co Ltd, 2004
- [XII] E. Gordon DePuey, Ernest V. Garcia and Daniel S. Berman, “**Cardiac SPECT Imaging**”, Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2001

Διαφοροποίηση του Σπινθηρογραφήματος από τις Μορφολογικές Απεικονίσεις



CT-Φυσιολογικό



MRI-Φυσιολογικό



PET -???

>> Καμία Απεικόνιση

>> Εγκεφαλικός Θάνατος

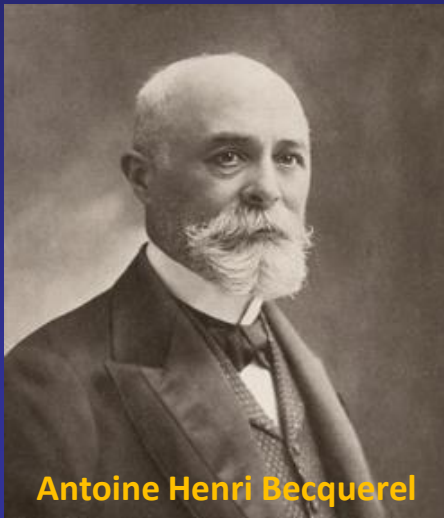
ΠΥΡΗΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

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

ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

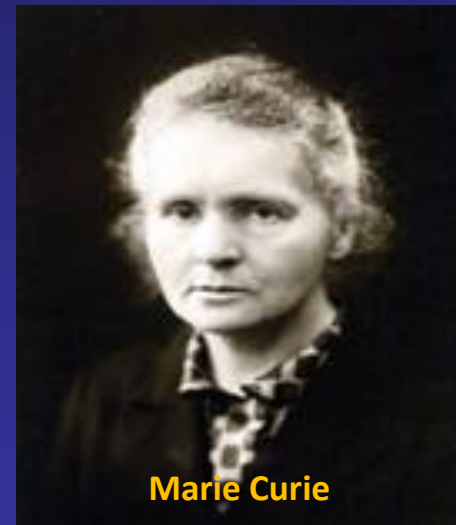
«Το φαινόμενο εκείνο κατά το οποίο οι πυρήνες ορισμένων ατόμων (πατρικοί πυρήνες) είναι ασταθείς, εκπέμπουν ακτινοβολία (σωματιδιακή ή/και ηλεκτρομαγνητική) και μετατρέπονται σε άλλους πυρήνες (θυγατρικούς πυρήνες), οι οποίοι έχουν μικρότερη μάζα ή μικρότερη ενέργεια.

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



Antoine Henri Becquerel

Source:
Wikimedia Commons
Smithsonian Institution Libraries



Marie Curie

Source:
Wikipedia

ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ

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

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



ΙΔΑΝΙΚΟ ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΟ

- Κατάλληλες φυσικές, χημικές, βιολογικές ιδιότητες.
- Σταθερή σύνδεση με το ραδιονουκλίδιο (για τον επιθυμητό χρόνο ακτινοβόλησης).
- Υψηλή ειδική ραδιενέργεια.
- Συγκέντρωση αποκλειστικά στο όργανο «στόχος» (μεγάλος λόγος target/background).
- Χωρίς παρενέργειες.
- Εύκολη διαθεσιμότητα – χαμηλό κόστος.

ΙΔΑΝΙΚΟ ΡΑΔΙΟΝΟΥΚΛΙΔΙΟ (για in vivo σπινθηρογράφηση)

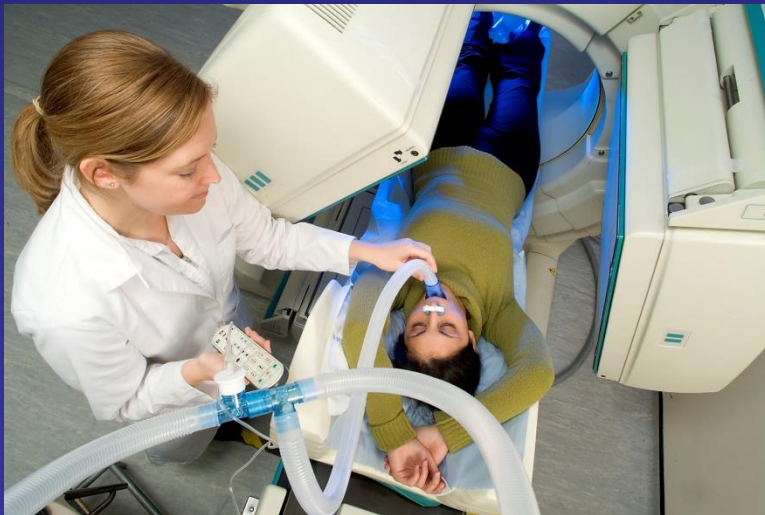
- Εκπομπή αποκλειστικά γ -ακτινοβολίας ($E_{\gamma} \approx 150 \text{ keV}$).
- Κατάλληλο χρόνο φυσικού υποδιπλασιασμού.
- Παροχή μέσω «γεννήτριας».
- Επισήμανση μεγάλου αριθμού ουσιών.
- Εύκολη διαθεσιμότητα – χαμηλό κόστος.
- ^{99m}Tc (τεχνητό)

Πίνακας 1: Τα σημαντικότερα ραδιονουκλίδια στην Πυρηνική Ιατρική

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

ΤΡΟΠΟΙ ΧΟΡΗΓΗΣΗΣ

- **Ενδοφλέβια (κατά κανόνα).**
- Per os, ενδοαρθρικά, 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** (Eγ 27-35 keV, T $\frac{1}{2}$ 60 d).
- Μέτρηση δειγμάτων στον γ-counter
- Τεχνικές:
 - **RIA** (radioimmunoassay),
 - **IRMA** (immunoradiometric assay).



RIA

- Ανταγωνισμός μεταξύ επισημασμένης και μη επισημασμένης ουσίας για τη σύνδεση με συγκεκριμένη (περιορισμένη) ποσότητα μονοκλωνικού αντισώματος.
- Το ποσοστό της επισημασμένης ουσίας που συνδέεται με το αντίσωμα είναι **αντιστρόφως ανάλογο** της συγκέντρωσης της μη επισημασμένης ουσίας.



+

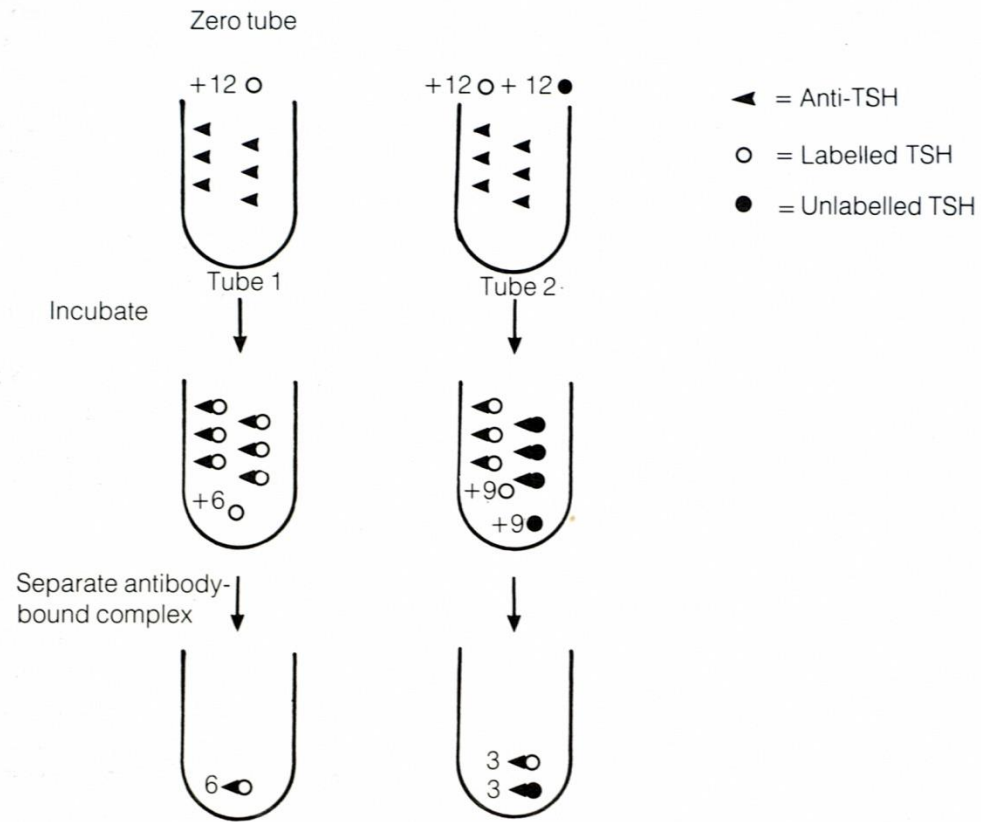
Ag



Aβ-Ag

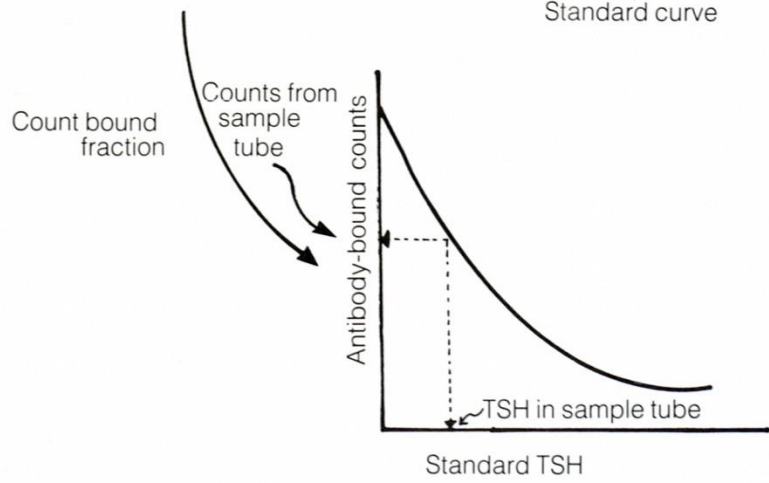
(μη επισημασμένο σύμπλοκο)

- Διαχωρισμός συμπλόκων από μη συνδεδεμένη ουσία – μέτρηση ραδιενέργειας.
- Πρότυπα διαλύματα – καμπύλη αναφοράς.



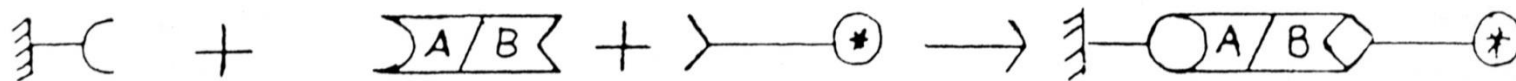
◄ = Anti-TSH
 ○ = Labelled TSH
 ● = Unlabelled TSH

Standard curve

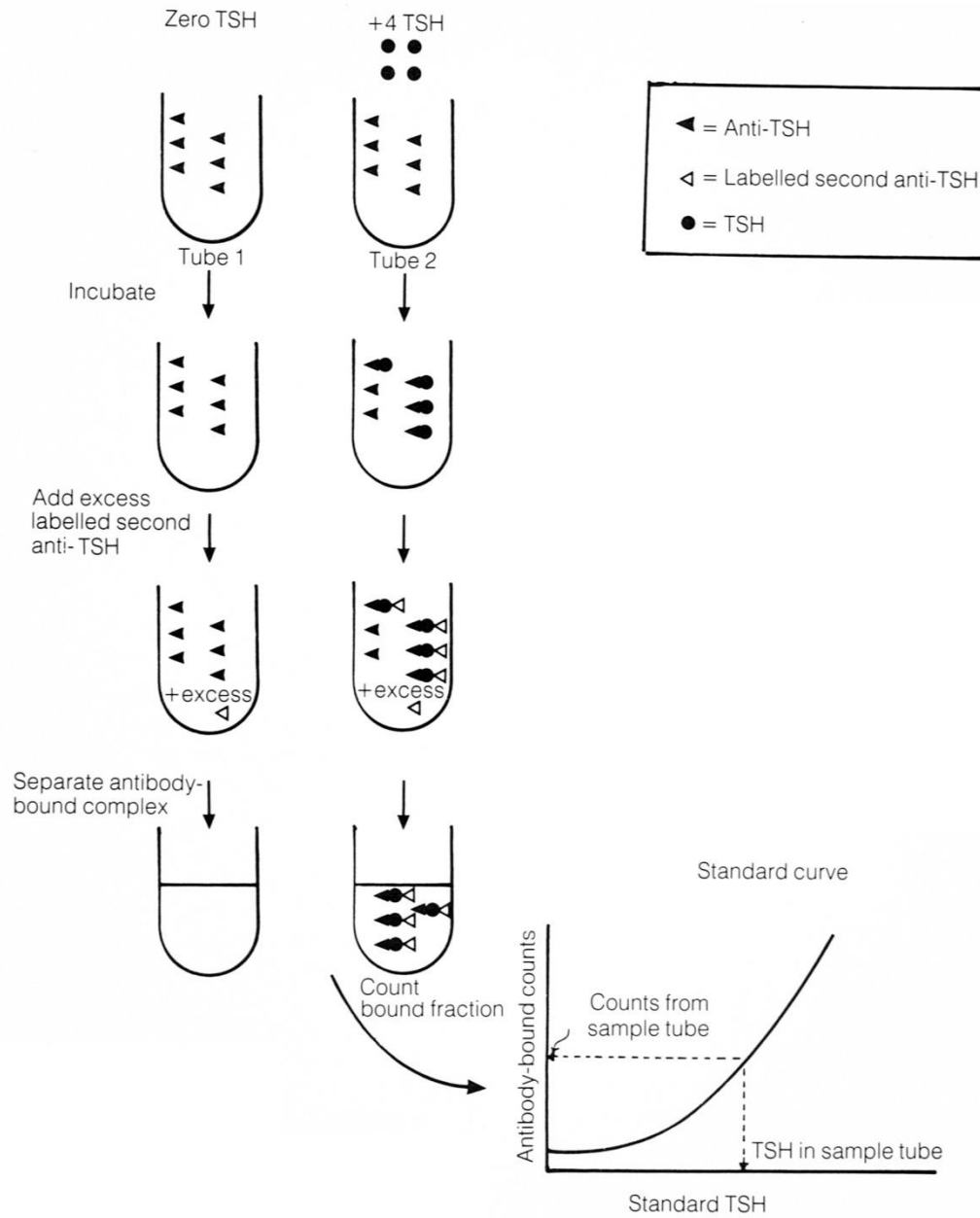


I R M A

- **Επισημαίνεται το μονοκλωνικό αντίσωμα (σε περίσσεια).**
- Το αντιγόνο προσροφάται σε στερεή φάση, ενώ το επισημασμένο αντίσωμα είναι σε υγρή φάση («one-site»).
- Δύο μονοκλωνικά αντισώματα (ένα επισημασμένο και ένα μη επισημασμένο) συνδέονται σε διαφορετικά σημεία της ουσίας – «sandwich» («two-site»).
- Το ποσοστό του επισημασμένου αντισώματος που συνδέεται με την προς μέτρηση ουσία είναι **ανάλογο** της συγκέντρωσης της ουσίας.
- Διαχωρισμός συμπλόκων αντιγόνου-επισημασμένου αντισώματος – μέτρηση ραδιενέργειας.
- Πρότυπα διαλύματα – καμπύλη αναφοράς.



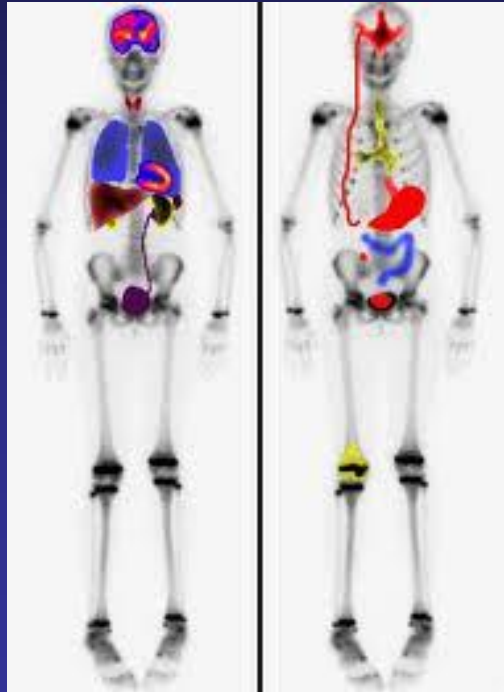
Μη επισημασμένο + Ορμόνη + Επισημασμένο → Σύμπλοκο
αντίσωμα αντίσωμα μορφής
«Sandwich»



ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

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

Απεικονιστικές - διαγνωστικές εφαρμογές της Πυρηνικής Ιατρικής



γ-CAMERA

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

Η δική μας γ – camera !

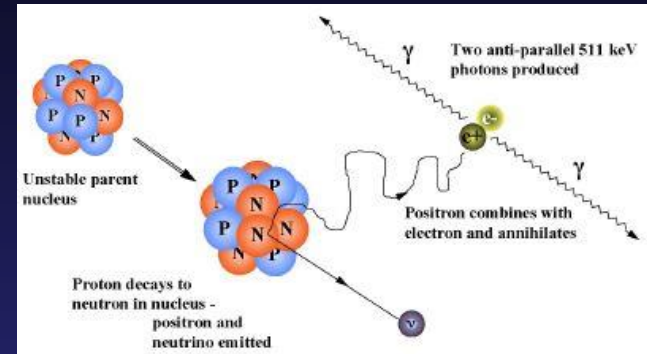


ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ SPECT ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

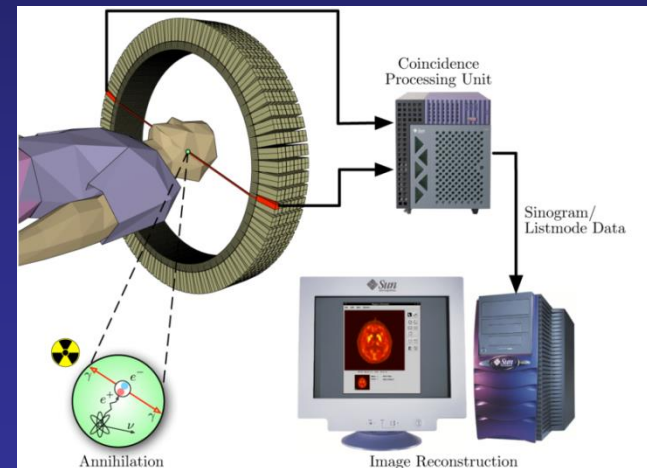
- Λήψη πληροφοριών για το εξεταζόμενο όργανο σε τρεις διαστάσεις, που παρέχει τη δυνατότητα καλύτερου και ακριβέστερου εντοπισμού των «βλαβών» - εκτίμηση του όγκου.
- Μικρότερη επίπτωση της ακτινοβολίας των παρακείμενων ιστών και οργάνων (background).
- Δυνατότητα διόρθωσης των εικόνων για εξασθένιση της ακτινοβολίας (attenuation correction) και την κίνηση του ασθενή (motion correction).
- Μεγαλύτερη δυνατότητα ημιποσοτικών υπολογισμών.

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).**



Source:
Wikipedia



Source:
Jens Maus - Wikipedia



PET Camera

Source:
Jens Maus
Südwestdeutsches PET-Zentrum, Stuttgart
Wikipedia

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά PET- ραδιονουκλιδίων

Ραδιονουκλίδιο	Χρόνος Υποδιπλασιασμού
^{11}C	20,4 min
^{13}N	10 min
^{15}O	2 min
^{18}F	110 min
^{68}Ga	68 min
^{82}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

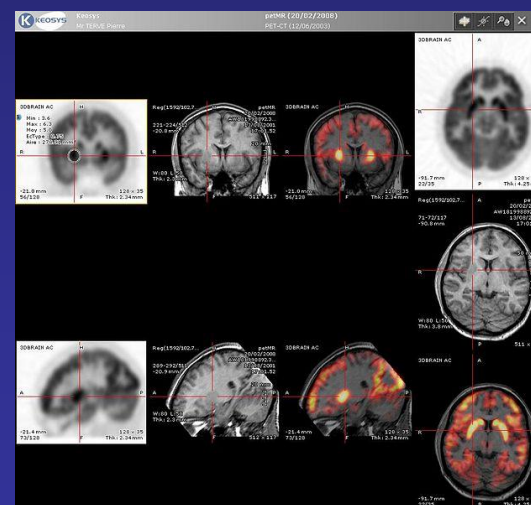
Μειονεκτήματα (?)

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

ΚΛΙΝΙΚΕΣ - ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

- Ογκολογία
- Νευρολογία
- Καρδιολογία
- Ψυχιατρική

Υπολογίζεται ότι το **80 - 90%** των εξετάσεων PET-CT αφορά **ογκολογικούς ασθενείς**



PET/ CT & PET/MRI
Απεικόνιση

Source:
Mco44 - Wikipedia

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ PET 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

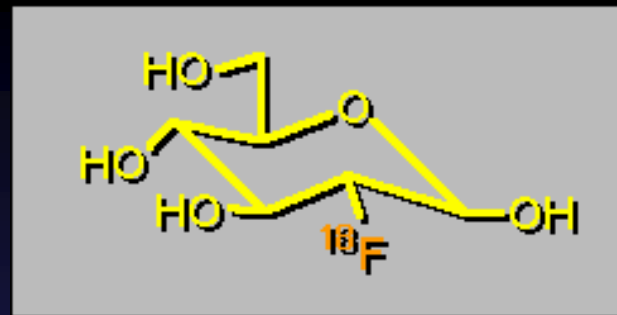
**Τελικά η ποζιτρονική τομογραφία επιφέρει αλλαγή της
θεραπευτικής αγωγής περίπου σε έναν στους τρεις
ογκολογικούς ασθενείς** (Czernin J et al, Ann Rev Med, 2002).

Απεικόνιση Όγκων με PET-camera

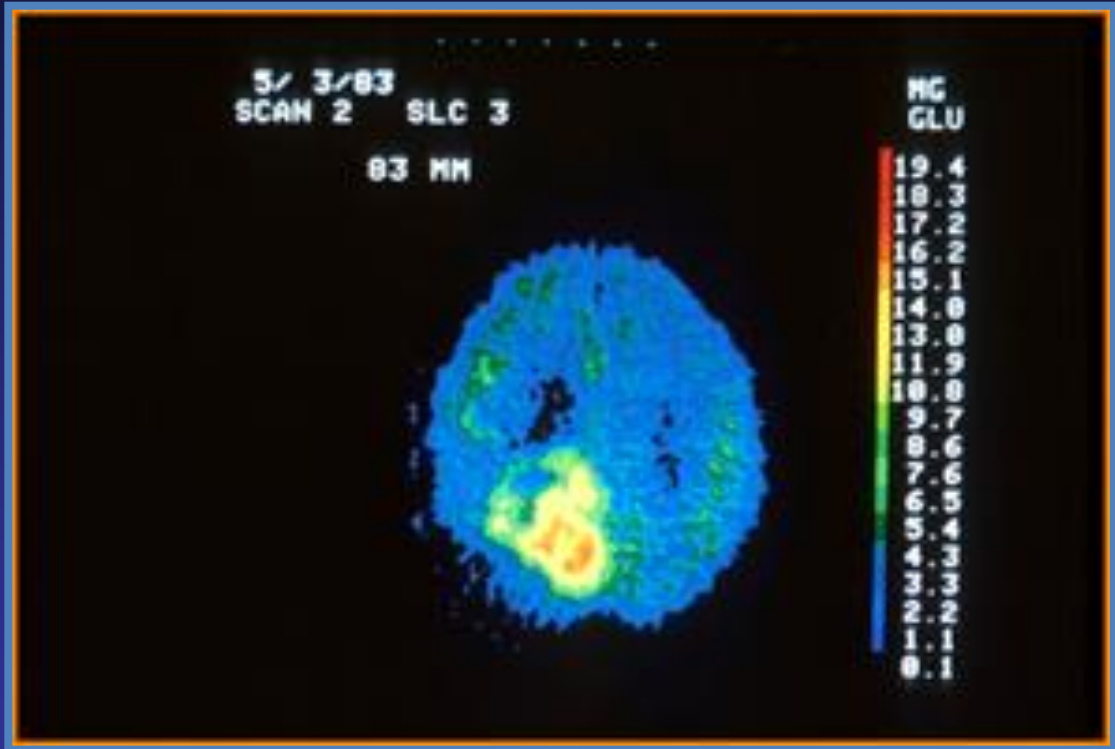
Τα νεοπλασματικά κύτταρα έχουν:

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

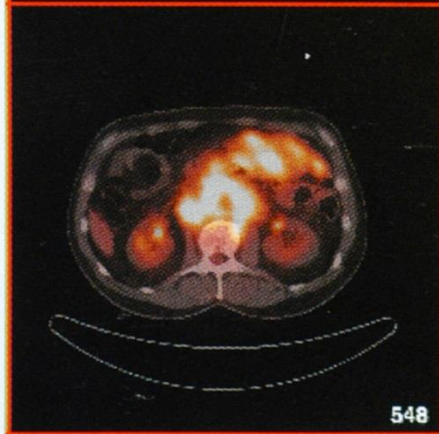
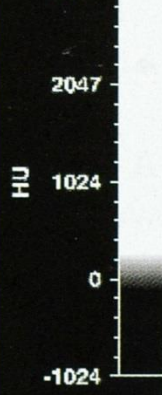
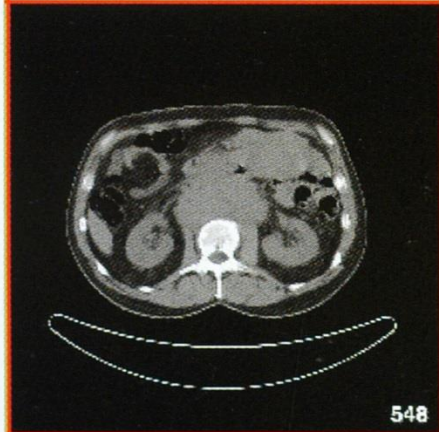
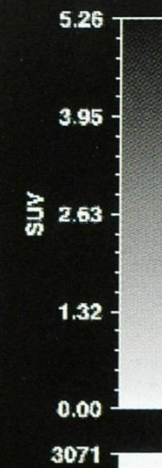
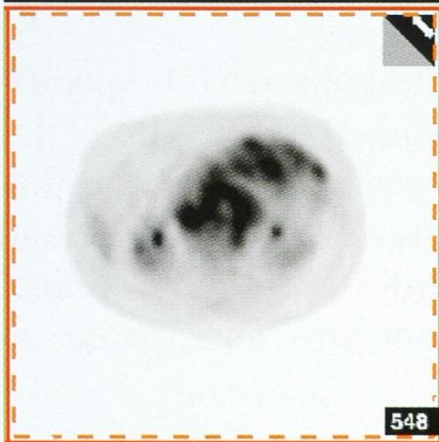
ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ



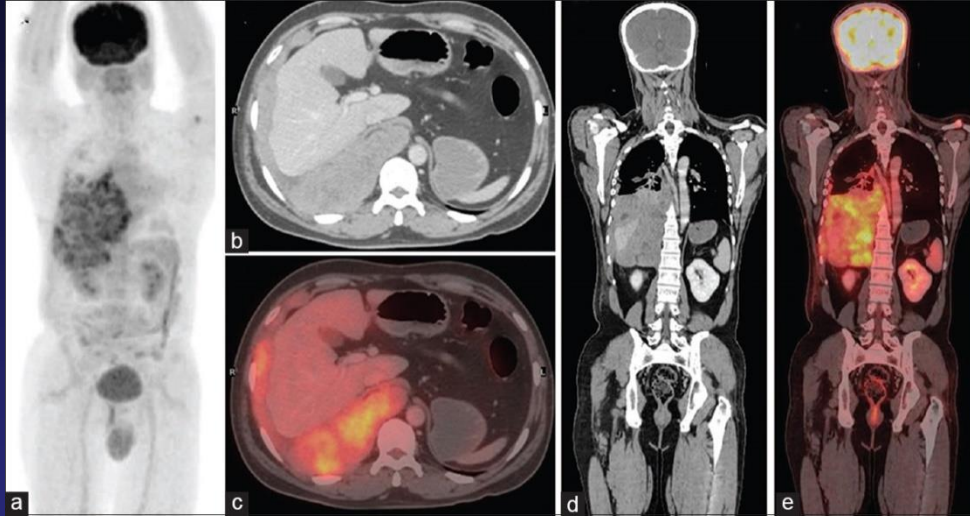
- **Fluorodeoxyglucose (^{18}F FDG)** - Επισημασμένο ανάλογο της γλυκόζης, προσλαμβάνεται από τα κύτταρα και φωσφορυλιώνεται από την εξοκινάση, δεν μεταβολίζεται περαιτέρω
 - **δόση:** 370-555 MBq – **ακτινική επιβάρυνση:** 4-10 mSv
- Επισημασμένα ανάλογα αμινοξέων (^{11}C -L-methionine, ^{18}F -fluoroalanine).
- Επισημασμένα ανάλογα βάσεων του DNA (^{11}C -thymidine, ^{18}F -adenosine, ^{18}F -fluorodeoxuridine, ^{18}F -ethyluracil).
- ^{15}O - H_2O , ^{62}Cu -PTSM (εκτίμηση αιματικής ροής).
- ^{18}F -fluoromisonidazole (υποξία).
- Επισημασμένα χημειοθεραπευτικά φάρμακα (^{18}F -fluorouracil, ^{13}N -cisplatin, ^{11}C -ethonal).
- ^{18}F - β -estradiol (απεικόνιση οιστρογονικών υποδοχέων).



Source:
National Cancer Institute

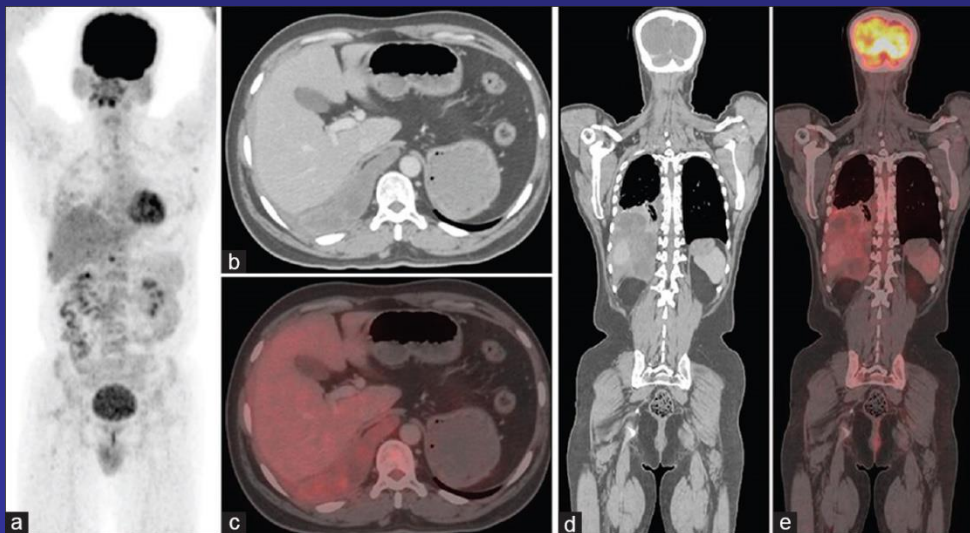


FOLLOW-UP



Ασθενής με σάρκωμα στο δεξιό ημιθωράκιο

FDG PET/CT προ της έναρξης θεραπείας (άνω) και μετά από 5 κύκλους ΧΜΘ (κάτω)



Source:

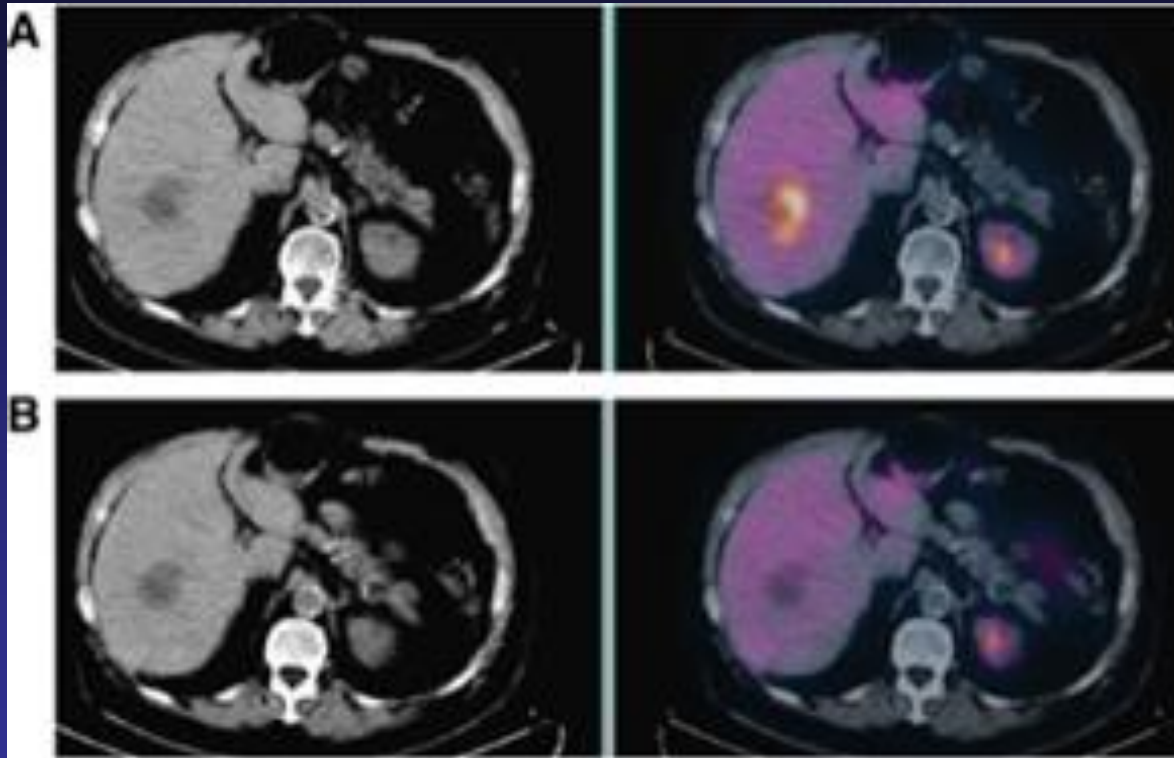
Harisankar CN, et al.

Fluoro deoxyglucose positron emission tomography-computerized tomography in primary staging and response assessment of a rare case of primary pleural synovial sarcoma.

Indian J Nucl Med. 2015;30(1):62-4.

CC BY-NC-SA 3.0

ΑΝΤΑΠΟΚΡΙΣΗ ΣΤΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ



Ηπατική μετάσταση σε ασθενή με GIST πριν (A) και 1 εβδομάδα μετά (B) την έναρξη θεραπείας με imatinib

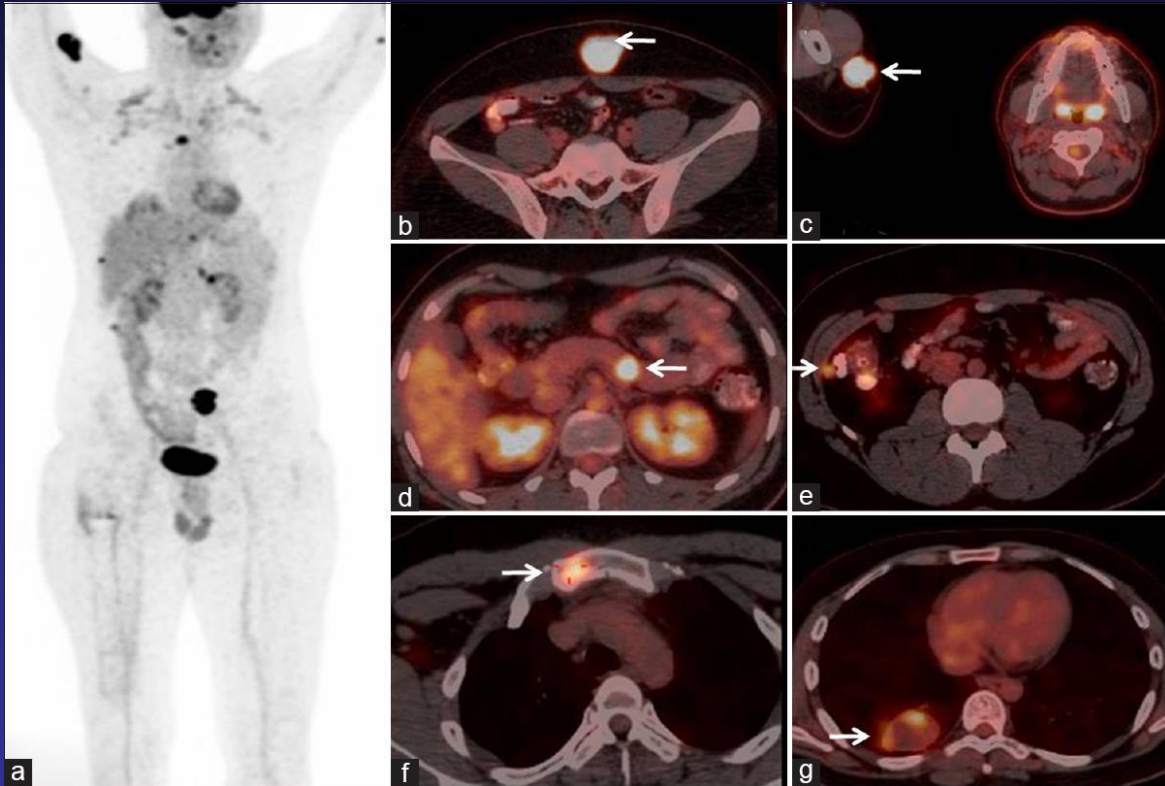
Παρά την απουσία μορφολογικών ενδείξεων ανταπόκρισης, η μεταβολική δραστηριότητα μειώθηκε σημαντικά, στοιχείο που υποδεικνύει ευαισθησία στη θεραπεία

Πτώση SUV από 5.0 σε 1.8

Source:

Castell F & Cook GJ.
Quantitative techniques in 18FDG PET scanning in oncology.
Br J Cancer 2008;98(10):1597-601.
CC BY-NC-SA 3.0

ΥΠΟΤΡΟΠΗ ΕΠΙΔΕΙΝΩΣΗ



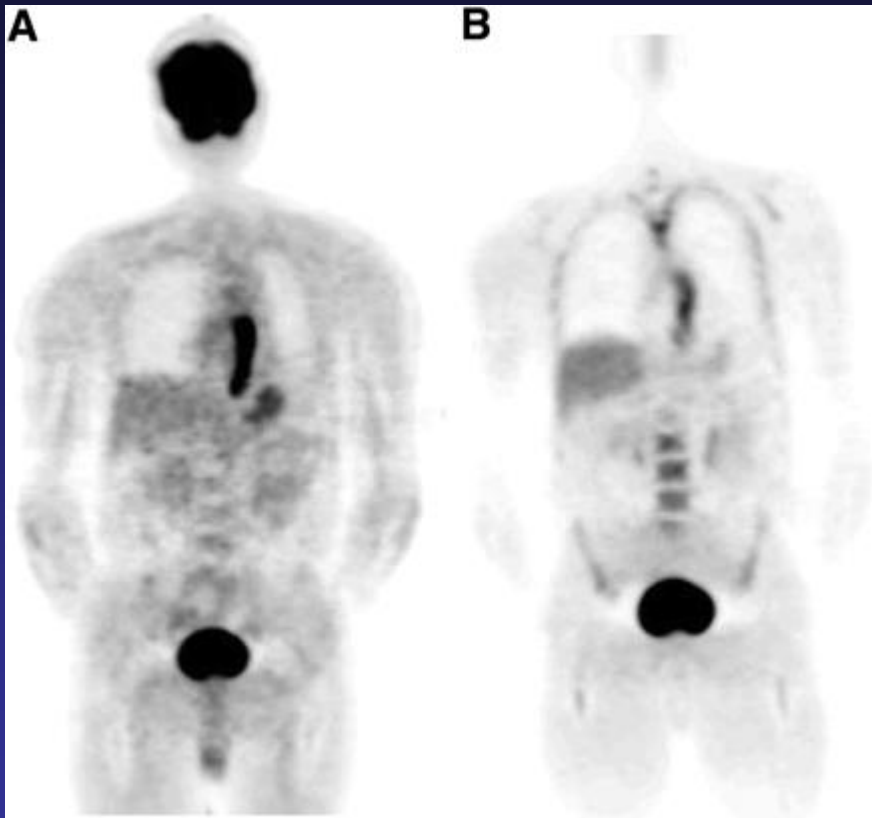
ΡΕΤ/CT απεικόνιση

Υποτροπή οστεοσαρκώματος
σε μαλακούς ιστούς μετά από
6 έτη ελεύθερα νόσου

Source:

Kabnurkar R, et al.
Unusual sites of metastatic recurrence of osteosarcoma detected on fluorine-18
fluorodeoxyglucose positron emission tomography/computed tomography.
Indian J Nucl Med. 2015;30(2):171-3.
CC BY-NC-SA 3.0

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΣΥΝΘΕΣΗΣ DNA – ΚΥΤΤΑΡΙΚΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ



^{18}F -FDG PET (A) και ^{18}F -FLT
PET (B) σε ασθενή με καρκίνο
οισοφάγου

Source:

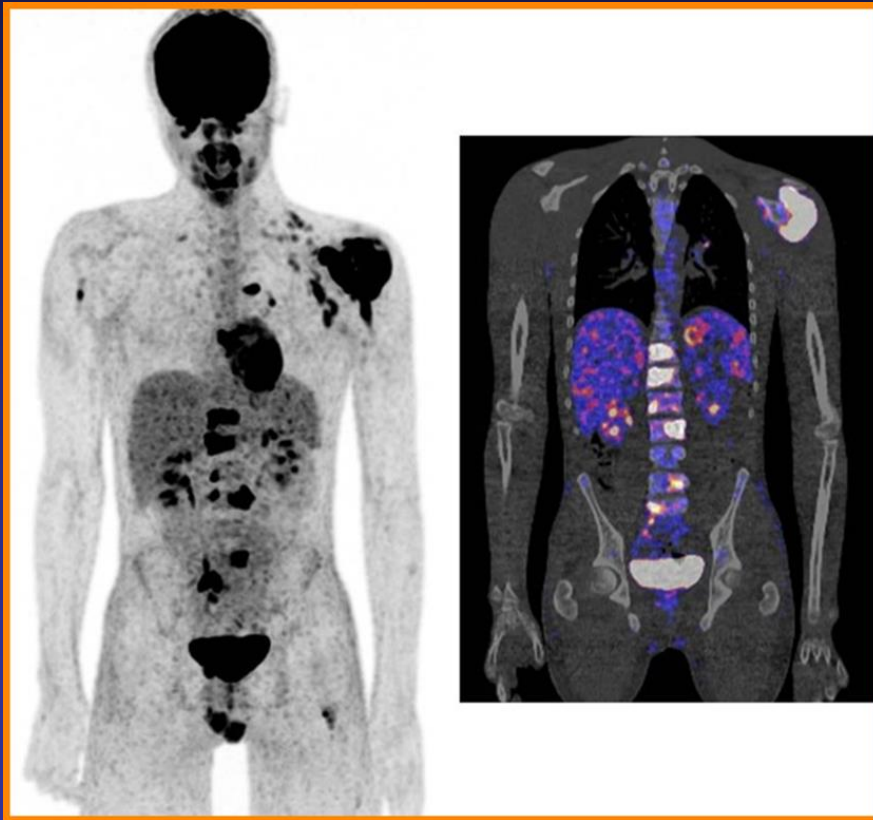
van Westreenen HL, et al.
Comparison of ^{18}F -FLT PET and ^{18}F -FDG PET in esophageal cancer.
J Nucl Med. 2005;46(3):400-4.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΛΕΓΜΟΝΩΝ με PET-CAMERA

- Αυξημένη κατανάλωση / συγκέντρωση γλυκόζης από τα ενεργοποιημένα λευκοκύτταρα και μακροφάγα.
- Ανίχνευση φλεγμονών στους πνεύμονες, ήπαρ, πάγκρεας, μαστούς, οστά, περιτοναϊκή κοιλότητα κλπ.
- Μειονεκτήματα: διαθεσιμότητα – κόστος.

ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΦΛΕΓΜΟΝΩΝ με PET-CAMERA

- Αυξημένη κατανάλωση / συγκέντρωση γλυκόζης από τα ενεργοποιημένα λευκοκύτταρα και μακροφάγα.



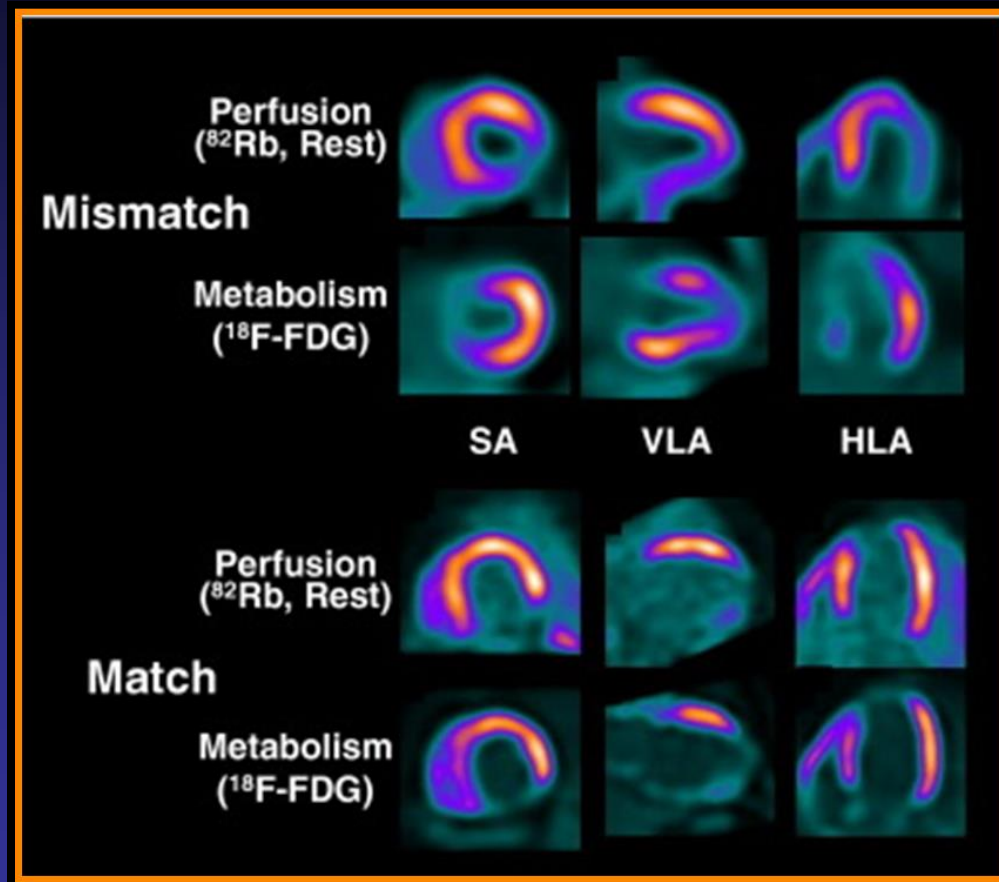
Ασθενής με TB οστεομυελίτιδα στον αριστερό ώμο

Η απεικόνιση FDG-PET (ΑΡ) και PET/CT (ΔΕ) ανέδειξε πολλαπλές φλεγμονώδεις εστίες στο σώμα του ασθενούς (ΑΡ ώμος, άνω τμήμα ΔΕ βραχιονίου, άνω τμήμα ΑΡ μηριαίου, σπόνδυλοι)

Source:

Govaert GA & Glaudemans AW.
Nuclear medicine imaging of posttraumatic osteomyelitis.
Eur J Trauma Emerg Surg 2016;42(4):397-410.
CC BY 4.0

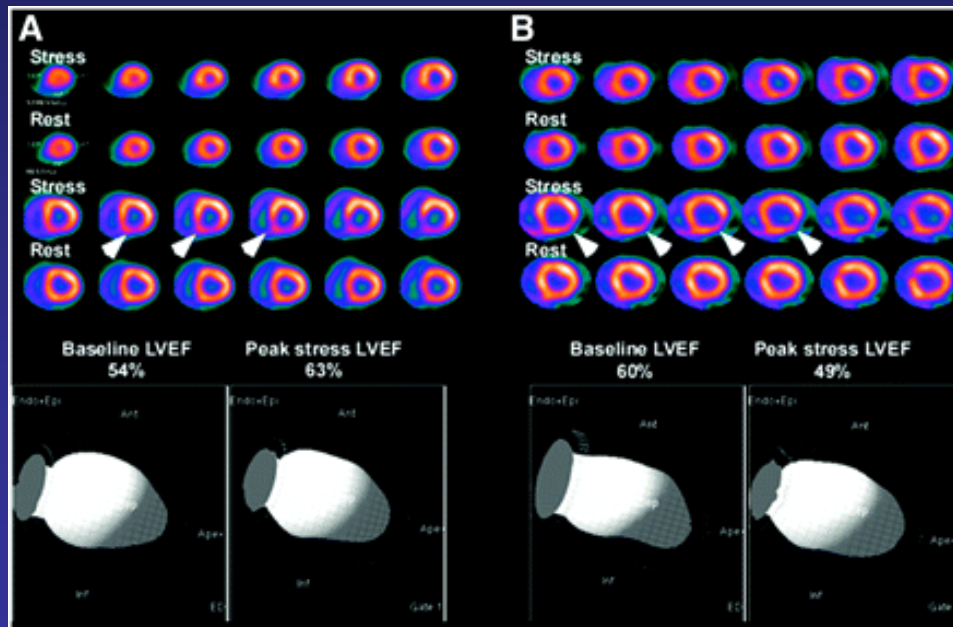
ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΡΕΤ



Source:
Bengel FM, Higuchi T, et al.
Cardiac positron emission tomography.
J Am Coll Cardiol 2009;54(1):1-15.

ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑΣ ΝΟΣΟΥ ΜΕ «ΡΕΤ» ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ

- **sens. \approx 93%, spec. \approx 92%, norm. \approx 93%, acc \approx 91%.**
- Συνδυασμός κατά κανόνα με φαρμακολογικές δοκιμασίες (μικρός χρόνος υποδιπλασιασμού των ισοτόπων).
- Ελαφρώς καλύτερη διαγνωστική αξία της PET σε σύγκριση με τη SPECT - Πιθανώς υπερτερεί της SPECT σε παχύσαρκους ασθενείς.



(A) Ασθενής με νόσο 1 αγγείου (στεφανιογραφικά)

(B) Ασθενής με πολυαγγειακή στεφανιαία νόσο

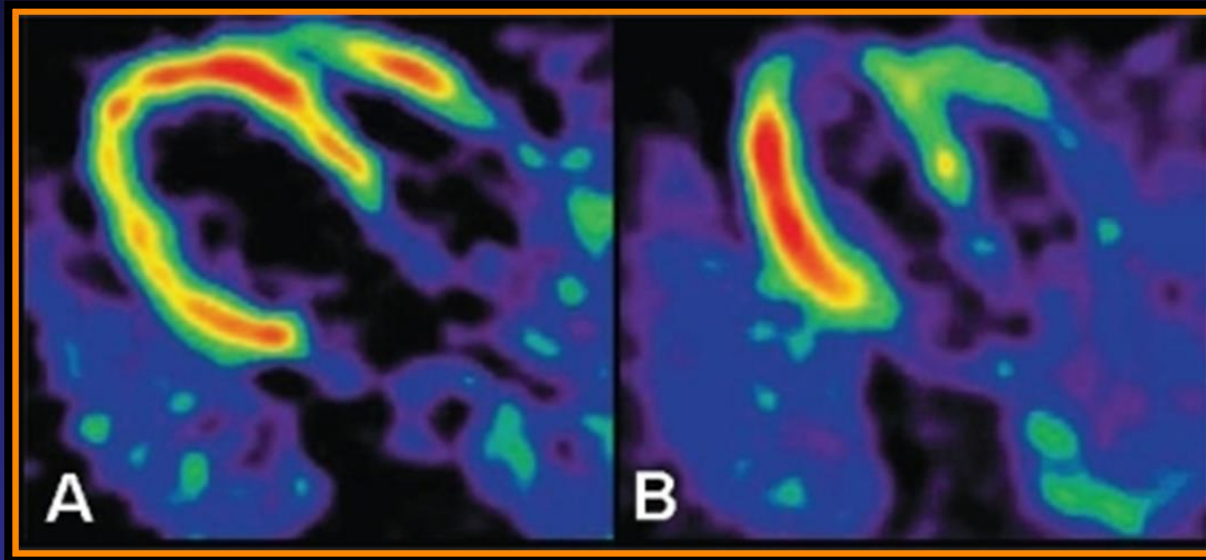
Source:

Di Carli MF, et al.

Clinical myocardial perfusion PET/CT.

J Nucl Med 2007;48(5):783-93.

^{11}C – HED



Διατατική μυοκαρδιοπάθεια

Ισχαιμική μυοκαρδιοπάθεια

Source:

Boogers M, et al.

Cardiac autonomic nervous system in heart failure: imaging technique and clinical implications

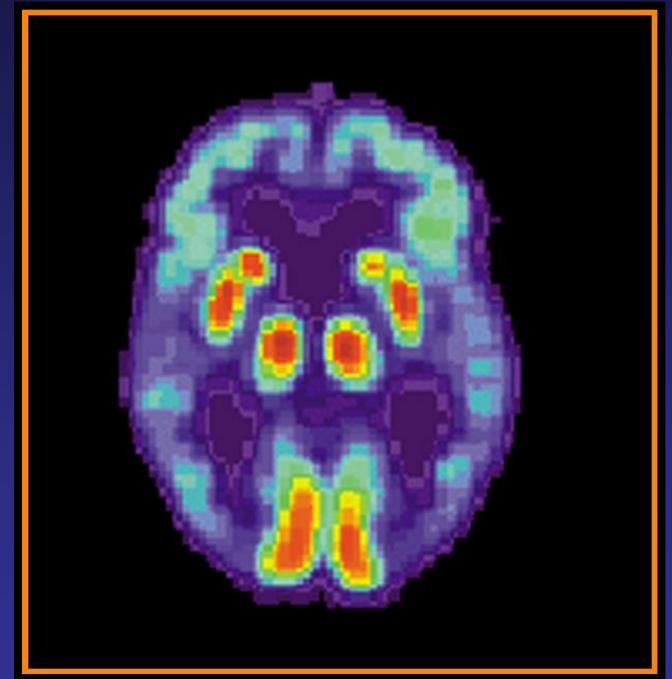
Curr Cardiol Rev 2011;7:35-42.

CC BY 2.5

Νόσος Alzheimer

Οι κυριότερες αναδείξεις της PET στη νόσο ALZHEIMER είναι:

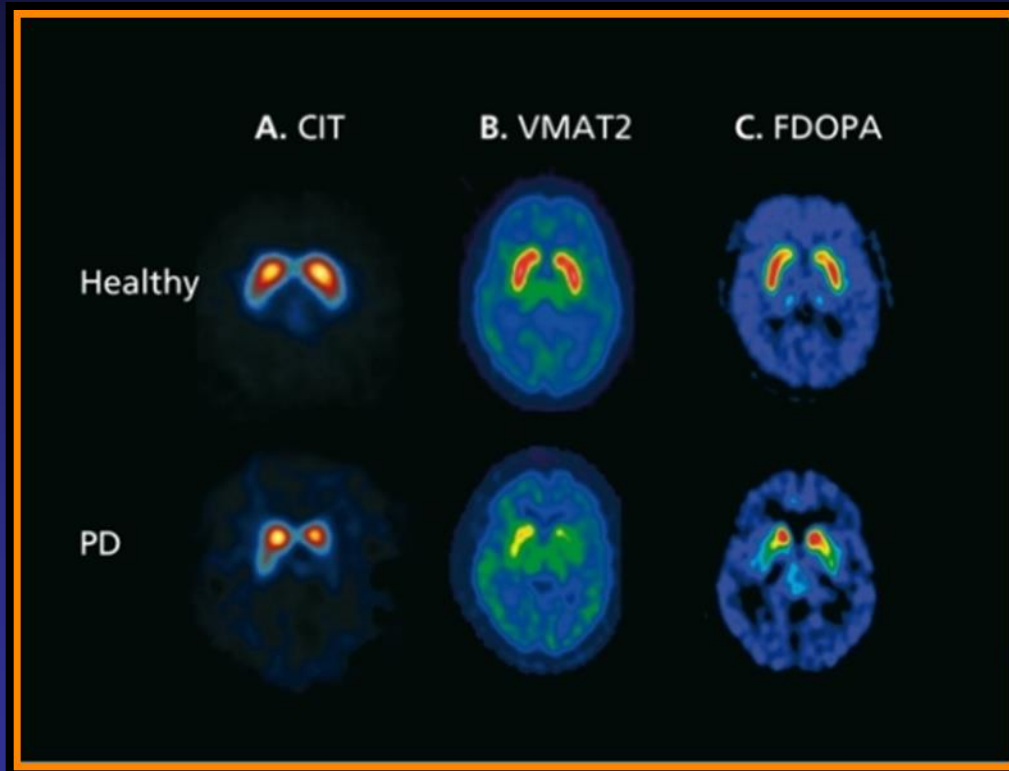
- δ.δ. από απλή ελάττωση της μνήμης, μετωποκροταφική άνοια και αγγειακή εγκεφαλοπάθεια
- εκτίμηση της ανταπόκρισης στην θεραπεία
 - Ευαισθησία 93%
 - Ειδικότητα 80%
 - Ακρίβεια 87%



Source:

US National Institute on Aging,
Alzheimer's Disease Education & Referral Centre
Wikimedia Commons

Νόσος Parkinson



Source:

Innis RB.

Imaging dopamine neurotransmission in Parkinson's disease: biomarker versus surrogate end point.

Dialogues Clin Neurosci 2004;6(3):312-3.

CC BY-NC-ND 3.0

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

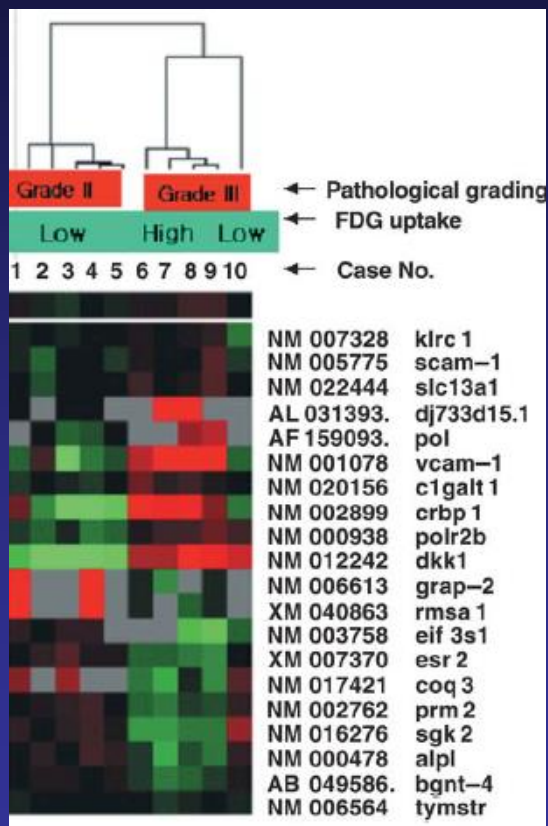
- Γονιδιακή απεικόνιση
- Νέα ραδιοφάρμακα
- Φαρμακοκινητική



micro PET-CT
Charite – Virchow Klinikum

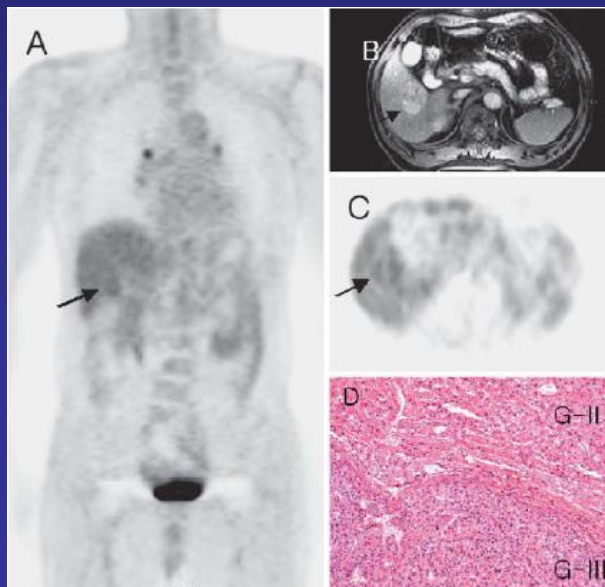
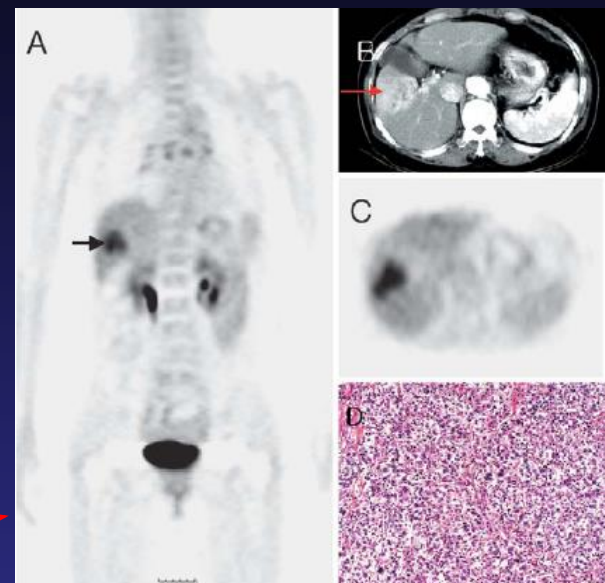
ΓΟΝΙΔΙΑΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

- συσχέτισμός γονότυπου – φαινότυπου
- απεικόνιση γονιδιακής θεραπείας



GRADE III

GRADE II



Σύγκριση γενετικού profile, συγκέντρωσης FDG και βαθμού κακοήθειας σε ασθενείς με ηπατοκυτταρικό καρκίνο (Lee JD et al., EJNM, 2004)

ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ – ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟ ΟΦΕΛΟΣ

- ✓ Η ποζιτρονική απεικόνιση, οδηγεί σε **εξοικονόμηση χρημάτων** (κυρίως σε ογκολογικούς ασθενείς), παρά το γεγονός ότι το κόστος της εξέτασης είναι σχετικά υψηλό
- ✓ Η **εξοικονόμηση δαπανών**, που σε ορισμένες περιπτώσεις **υπερβαίνει τα 5000\$** ανά ασθενή (2100\$ σε ασθενείς με colorectal cancer), οφείλεται στην καθοριστική συμβολή της μεθόδου στην **ορθή διάγνωση, θεραπεία και παρακολούθηση των ασθενών**
- ✓ **Η αποφυγή περιπτώων διαγνωστικών εξετάσεων και θεραπευτικών πράξεων**, πέρα από οικονομικό όφελος έχει **ανεκτίμητη αξία για την υγεία (συχνά και τη ζωή) του ασθενούς**, ενώ απελευθερώνει υγειονομικές υπηρεσίες για εκείνους που έχουν πραγματική ανάγκη

ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΔΕΔΟΜΕΝΑ

- ✓ Από τα στατιστικά δεδομένα της Ελλάδας η χρήση της τεχνολογίας αφορά 20000-25000 ασθενείς ετησίως.
- ✓ Για την Περιφέρεια Θεσσαλίας υπολογίζονται σε περίπου 2000 οι ογκολογικοί ασθενείς που χρήζουν εξέτασης PET-CT ετησίως.
- ✓ Η εξέταση έχει κοστολογηθεί από το ΚΕΣΥ στα 900 Ευρώ (το φάρμακο κοστολογείται επιπλέον 600 Ευρώ).
- ✓ 1 εξέταση ημερησίως καλύπτει όλα τα λειτουργικά έξοδα.
- ✓ 3-4 εξετάσεις ημερησίως καλύπτουν και το κόστος της επένδυσης.

Δεν υπάρχει μονάδα PET-CT στην Ελλάδα εκτός Αθηνών & Θεσσαλονίκης !!!

ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΣΗ!

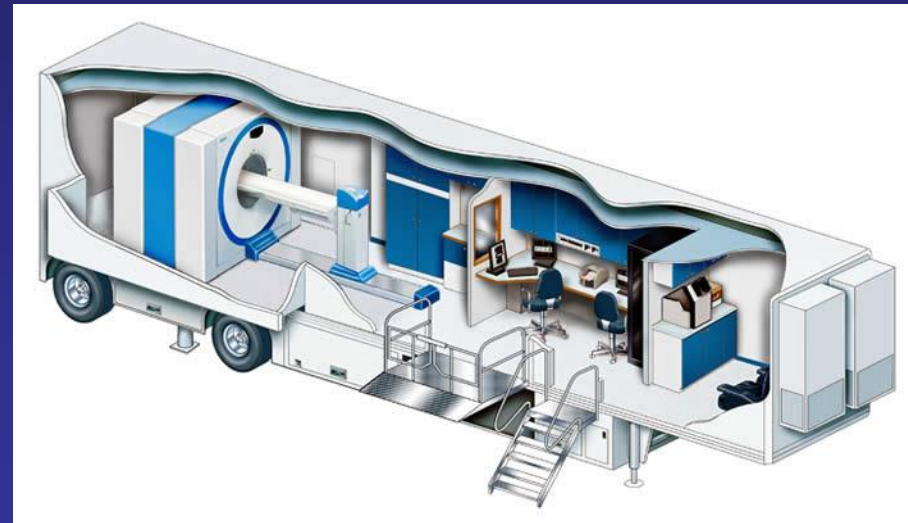


IMAGE OF THE YEAR 2008!



kazani.gr