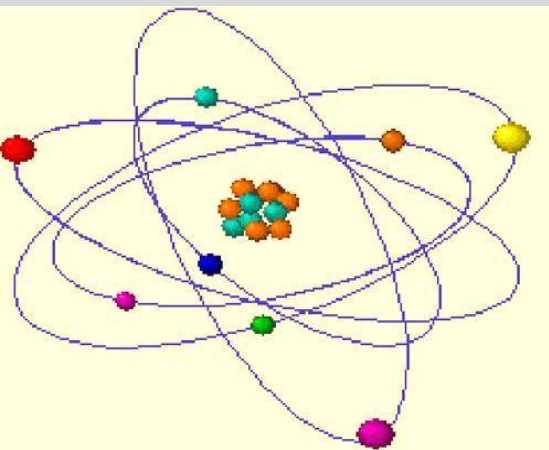


12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Καρδιομεταβολικών Παραγόντων Κινδύνου

27 - 30 Ιουνίου 2019
HOTEL ELITE CITY RESORT,
ΚΑΛΑΜΑΤΑ



**Ο ρόλος της απεικόνισης στις επιπλοκές του Σακχαρώδους
Διαβήτη. Η θέση του Πυρηνικού Ιατρού**



**Β.Πρασόπουλος
Δ/τής Πυρηνικής Ιατρικής- PET/CT
“ΥΓΕΙΑ”- “ΜΗΤΕΡΑ”**

Δηλώνω ότι δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων



ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΙΣ ΠΥΡΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΜΟΝΟΦΩΤΟΝΙΑΚΗ (γ, x)
ΕΠΙΠΕΔΗ / ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΚΗ
(Planar / SPECT)

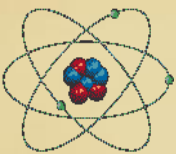
Μονοφωτονιακά Ραδιοϊσότοπα :
 ^{99m}Tc , ^{201}Tl , ^{67}Ga , $^{131,123}\text{I}$, ^{111}In

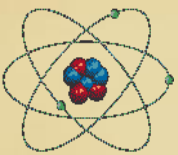
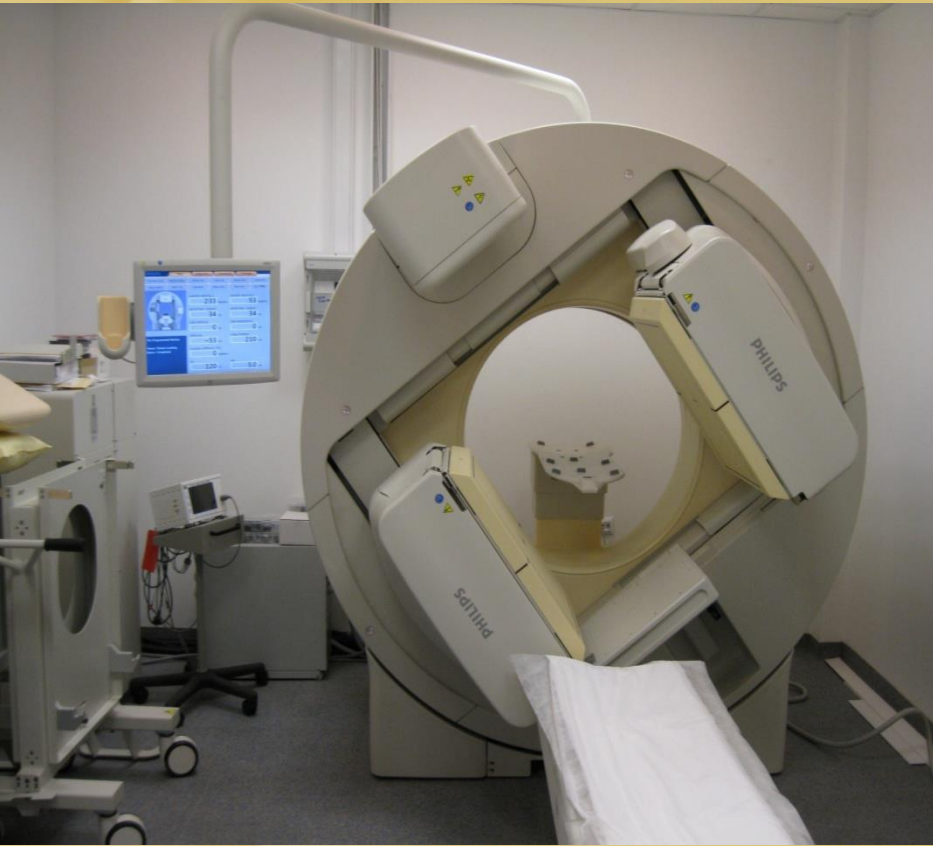
Ανατομική-Λειτουργική
Απεικόνιση

ΠΟΖΙΤΡΟΝΙΑΚΗ (e^+)
ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ
(PET)

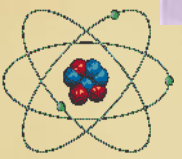
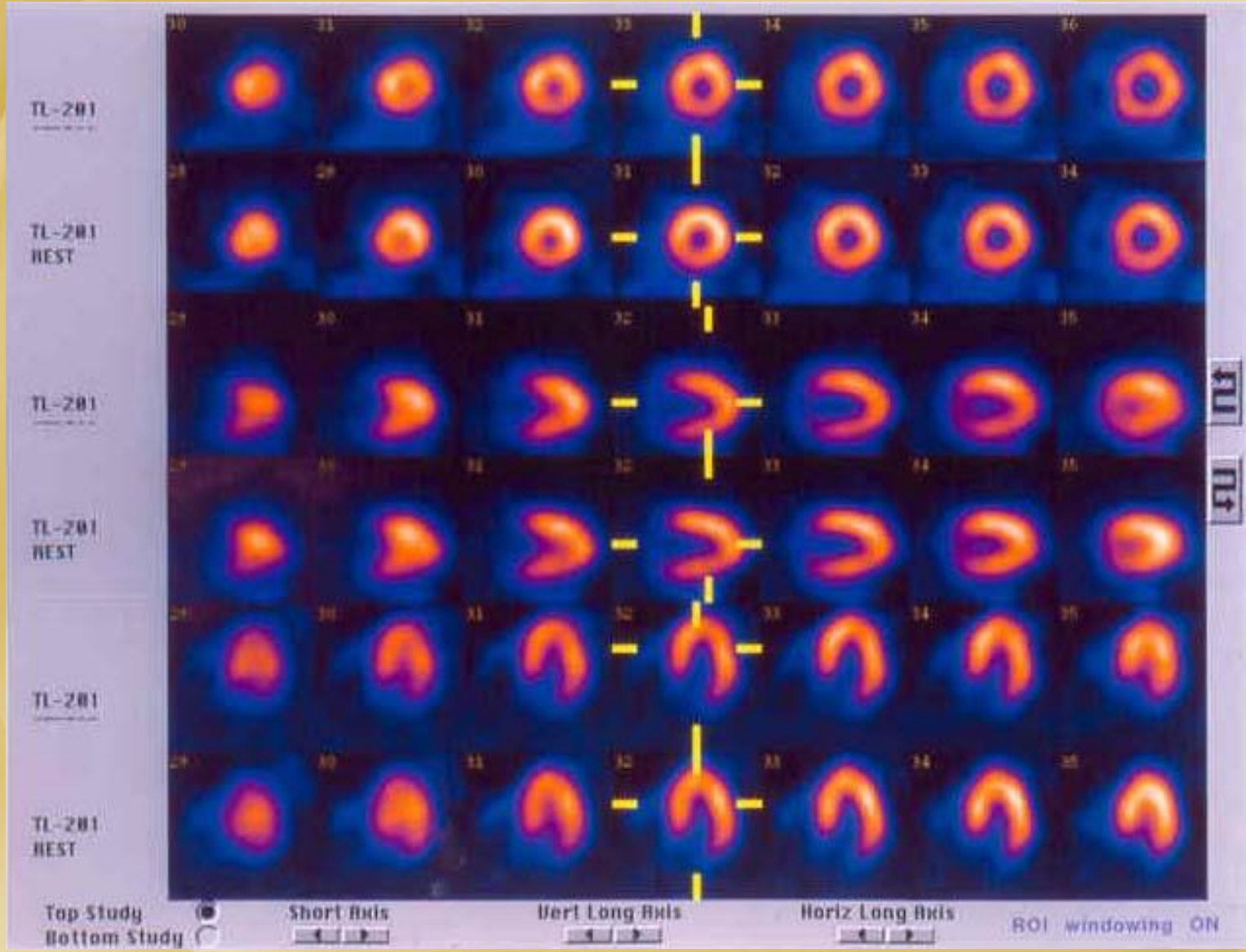
Ποζιτρονικά Ραδιοϊσότοπα
 ^{18}F , ^{15}O , ^{13}N , ^{11}C , ^{82}Rb , ^{68}Ga

Μοριακή-Χημική
Απεικόνιση





ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑ ΝΟΣΟΣ



Myocardial Perfusion Scintigraphy: Assessment of Diagnosis, Prognosis, and Treatment Response of Cardiovascular Risk.

Diagnosis, Prognosis, and Response to
Therapy

- Suspected Coronary artery disease
- Known stable coronary artery disease
- Prior to non-cardiac surgery
- Before and after cardiac revascularization

Myocardial Perfusion Scintigraphy: Assessment of Diagnosis, Prognosis, and Treatment Response of Cardiovascular Risk

Diagnosis, Prognosis, and Response to Therapy Special populations (women, diabetics)

- Evaluation of acute chest pain syndromes
- Myocardial infarction
- Screening: Multiple risk factors, Family history
- Response to medical therapy

Detection of Ischemia is Asymptomatic Diabetes

- Greater than one in five diabetic patients without symptoms have an abnormal gated SPECT MPI

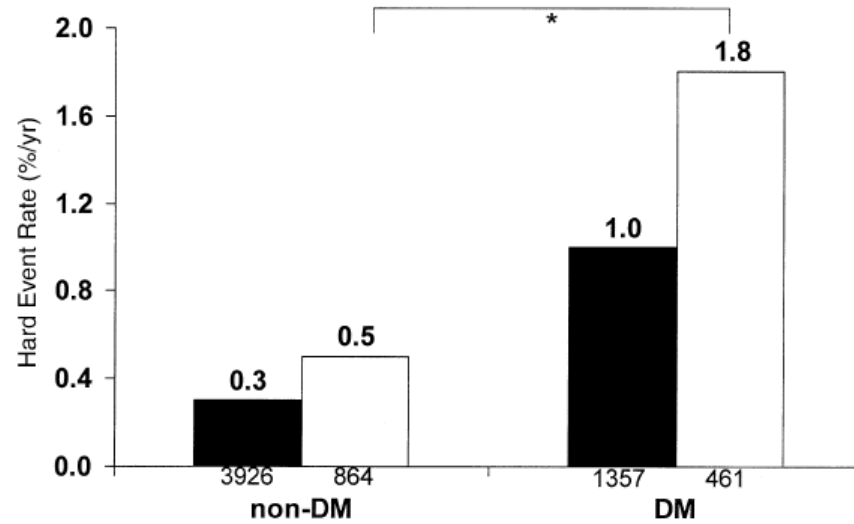


Figure 3. Hard event rates (% per year) in men (black bars) and women (white bars) with (right) versus without (left) diabetes. Numbers under bars represent number of patients within category. *p = 0.007. DM = diabetes mellitus.

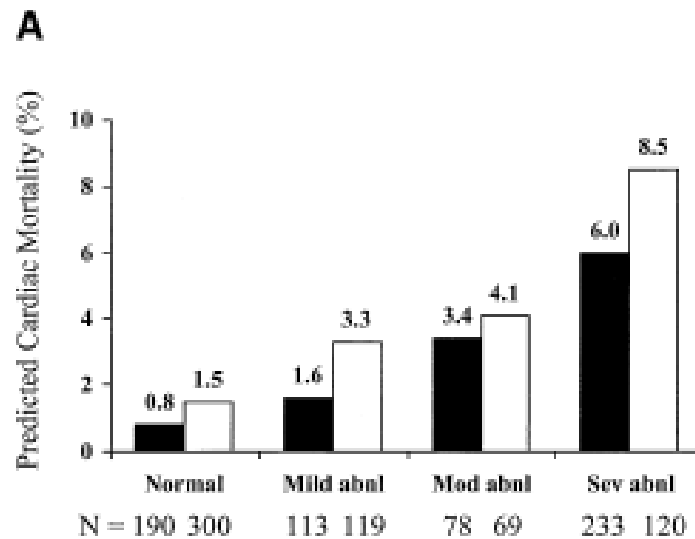
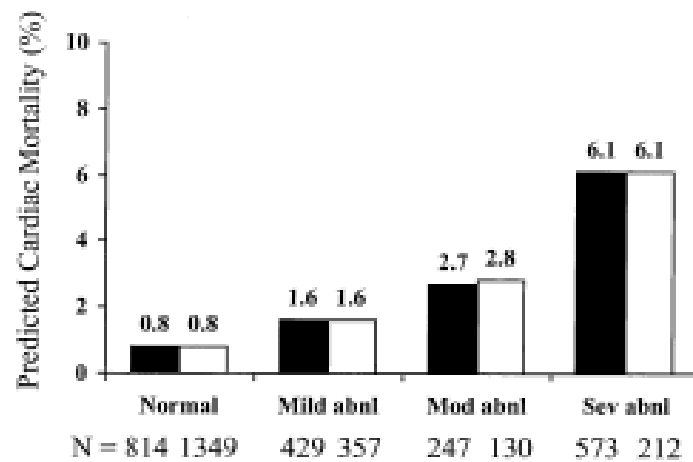


Figure 4. (A) Predicted cardiac mortality based on Cox proportional hazards model in nondiabetic men and women with normal, mildly, moderately, and severely abnormal scans. Significant difference in mortality as a function of increasing summed stress score (SSS) as based on the multivariable model ($p < 0.0001$). (B) Predicted cardiac mortality based on Cox proportional hazards model in diabetic men and women with normal, mildly, moderately, and severely abnormal scans. Significant difference in mortality as a function of increasing SSS as based on the multivariable model ($p < 0.0001$). abnl = abnormal; Mod = moderate; Sev = severe. Solid bar = men; open bar = women.

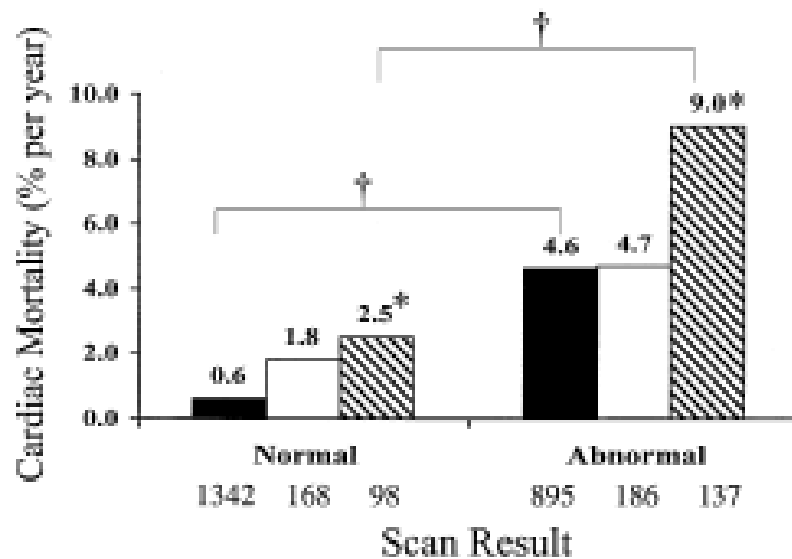
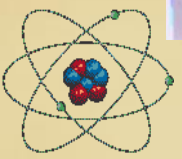
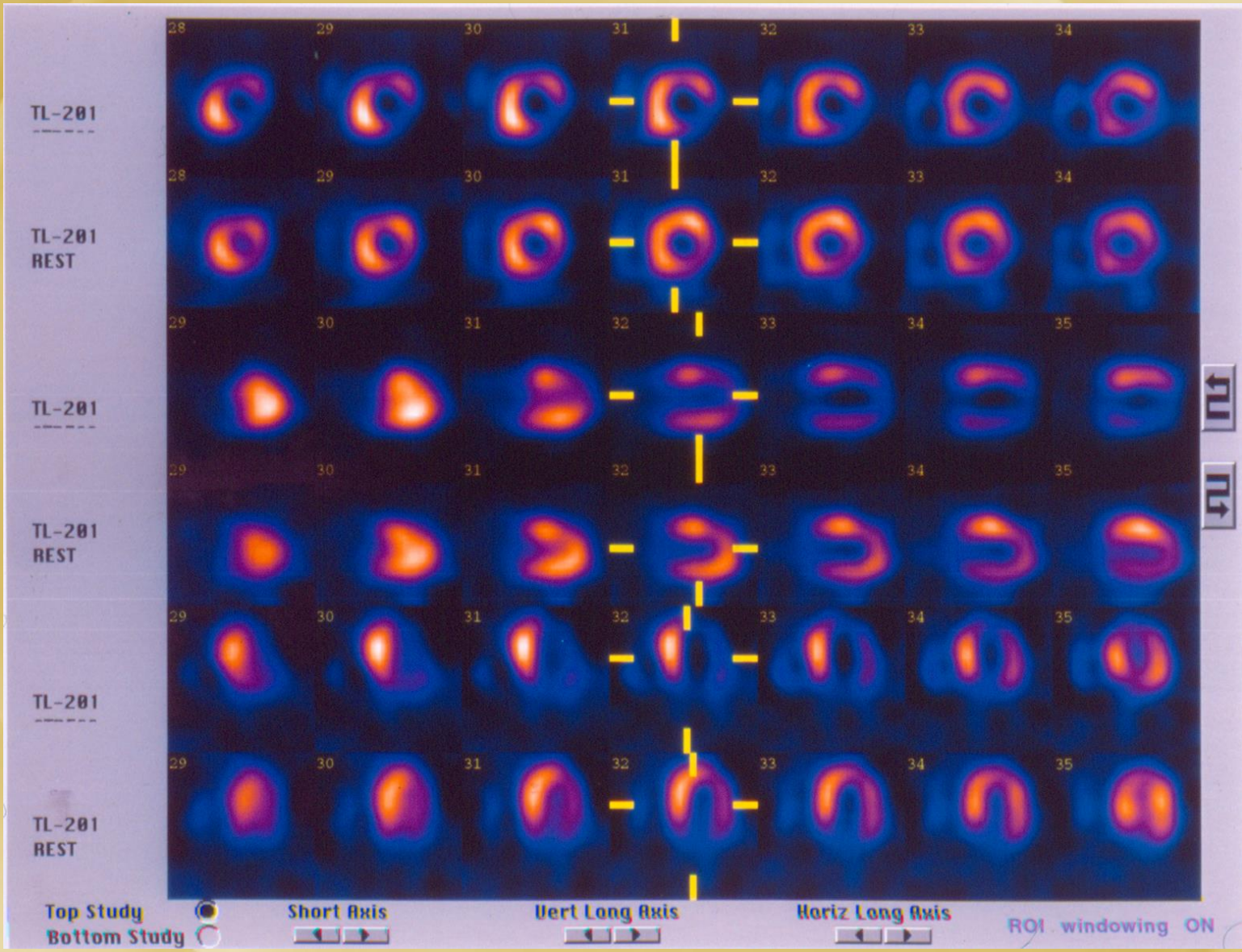


Figure 5. Cardiac mortality in patients without diabetes mellitus (DM) (solid bar), with non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM) (open bar), and with insulin-dependent diabetes mellitus (IDDM) (hatched bar) after normal versus abnormal myocardial perfusion single-photon emission computed tomography (MPS). * $p < 0.05$ among non-DM, NIDDM, and IDDM within MPS categories; † $p < 0.05$ between normal and abnormal MPS.



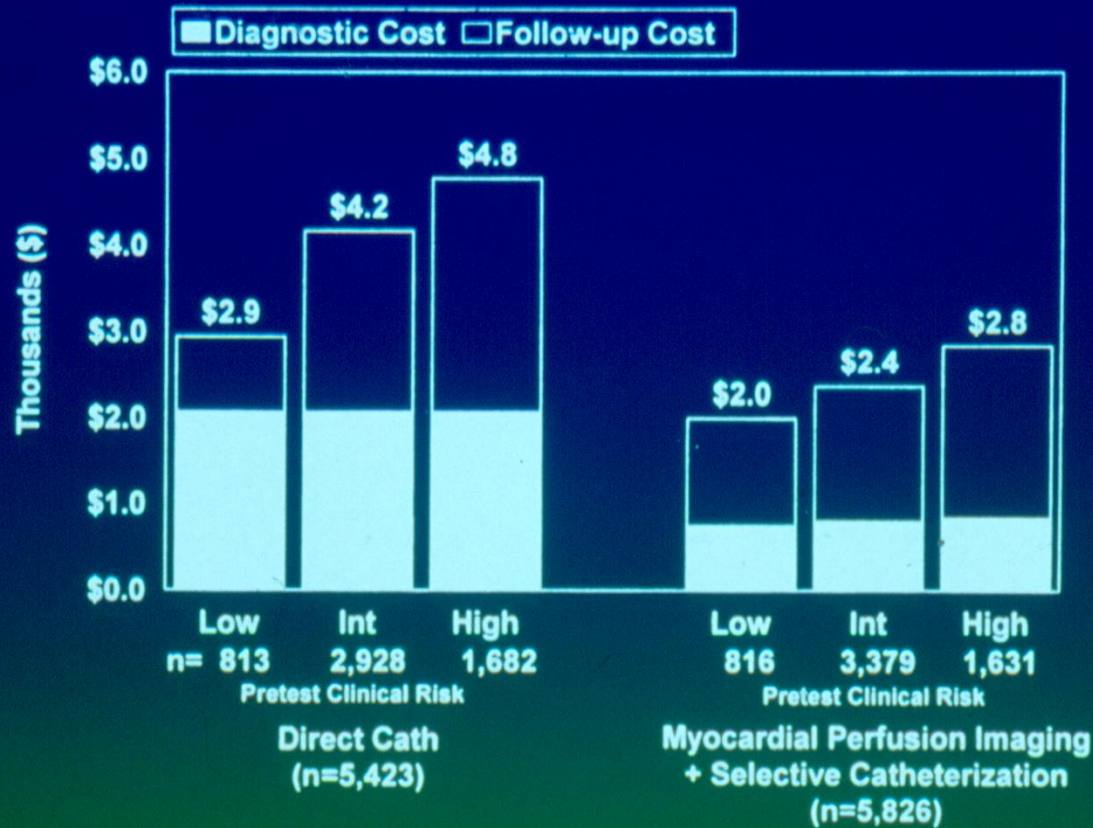
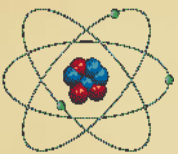
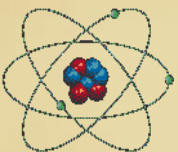


Figure 6. Overall diagnostic and follow-up costs of care for direct catheterization (Cath) and initial stress perfusion imaging.³⁶ Diagnostic and follow-up costs of care were 30% to 41% higher for patients undergoing direct cardiac catheterization. Groups are divided into those with low, intermediate (Int), and high pretest clinical risk of CAD. Reprinted with permission from the American College of Cardiology.³⁶



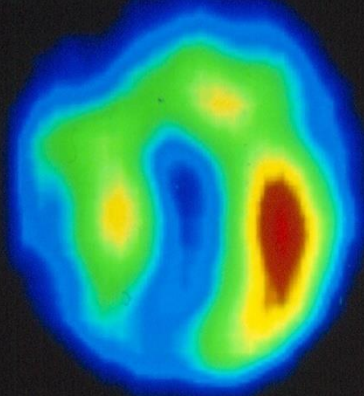
GATED SPECT Acquisition

- μυοκαρδιακή διάχυση
- περιοχική συστολική πάχυνση
- εκτίμηση δραστηριότητας αριστεράς κοιλίας - EF %
- προσδιορισμός όγκων αριστεράς κοιλίας
- έλεγχος κινητικότητας
- έλεγχος βιωσιμότητας
- ↑ ευαισθησίας και ειδικότητας στη διάγνωση CAD
- ↓ ψευδώς θετικών - εκτίμηση πιθανόν artifacts

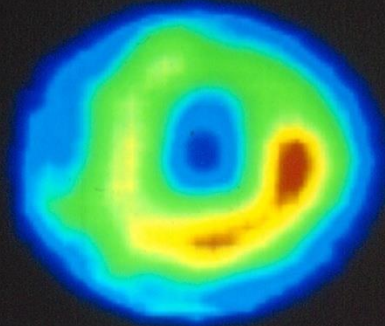


#

20-01-96

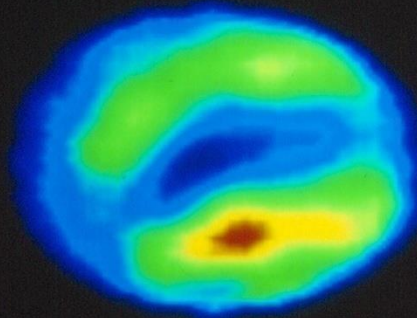


TRANSVERSE (s1 = 32 th = 1)

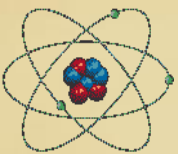
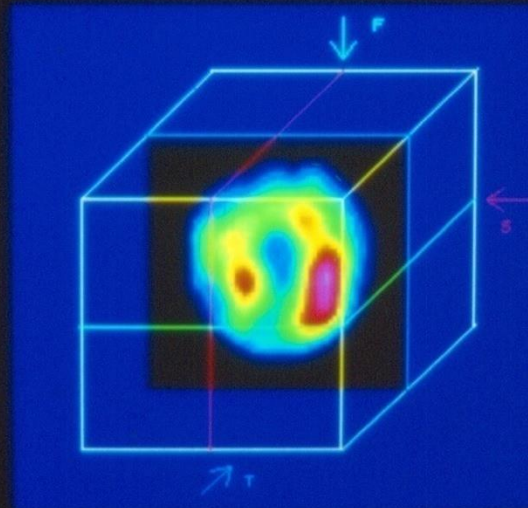


FRONTAL (s1 = 32 th = 1)

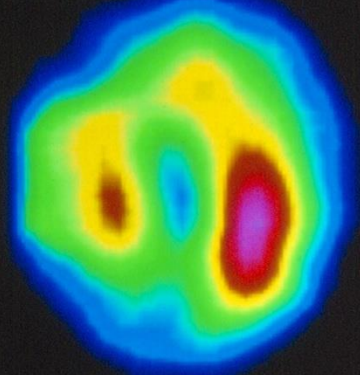
SAGITTAL (s1 = 32 th = 1)



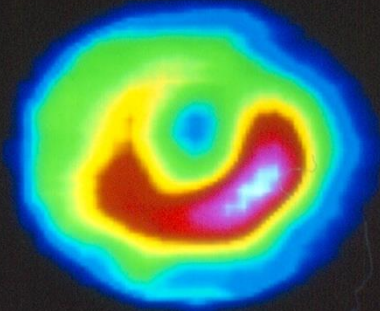
GATED REST-RECONALL



20-01-96

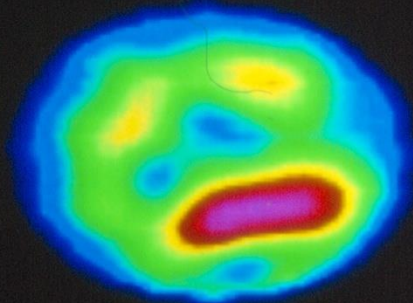


TRANSVERSE (s1 = 32 th = 1)

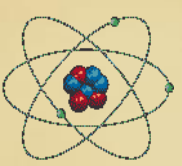
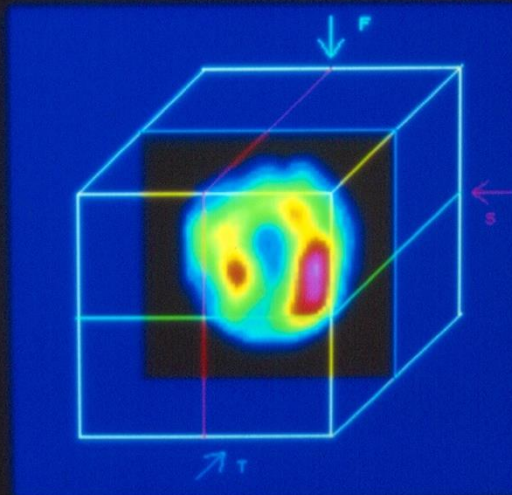


FRONTAL (s1 = 32 th = 1)

SAGITTAL (s1 = 32 th = 1)



GATED REST-RECONALL



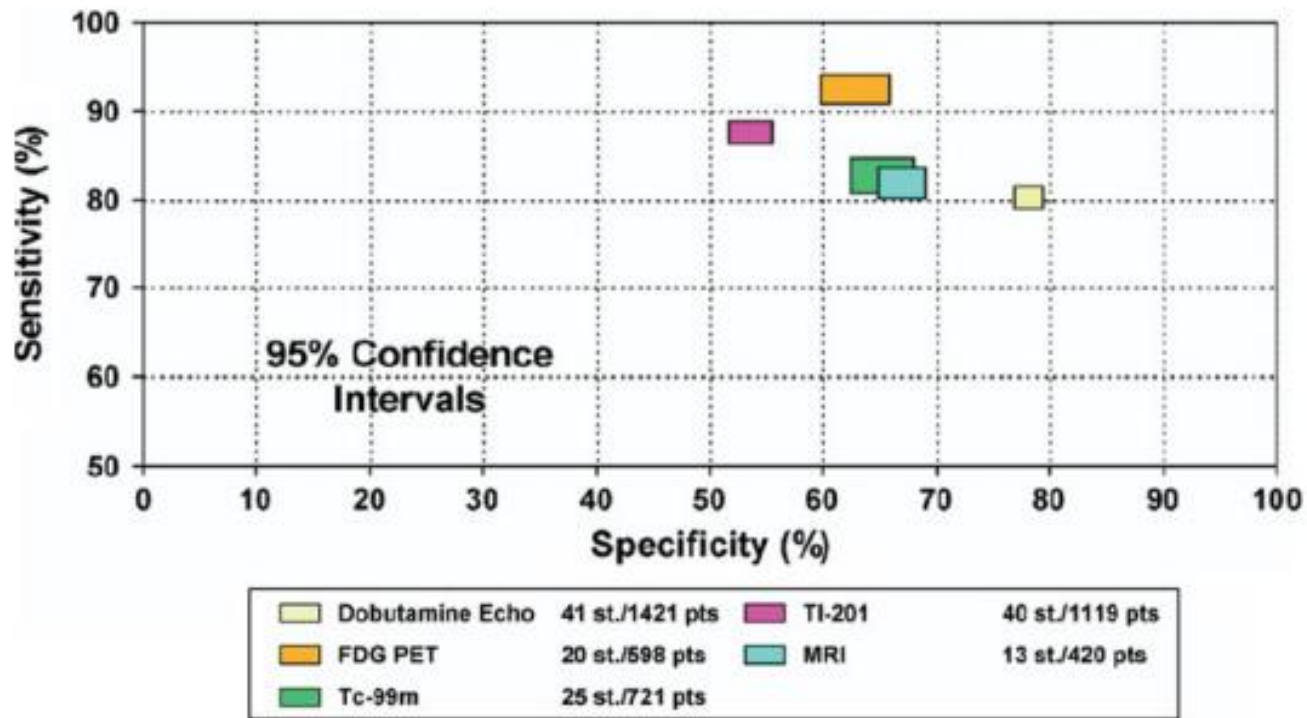
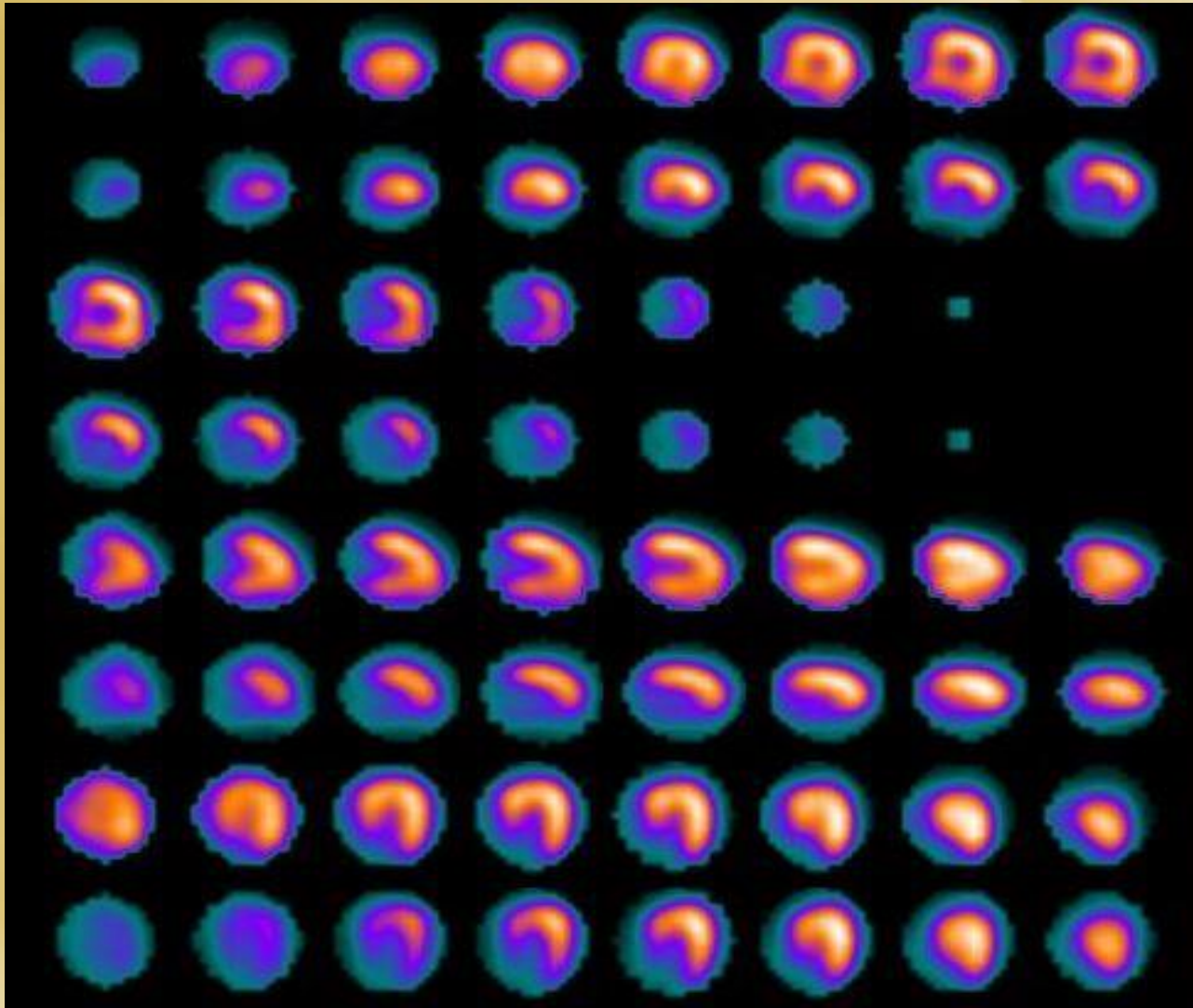


Figure 6. Comparison of sensitivities and specificities with 95% confidence intervals of the various techniques for the prediction of recovery of regional function after revascularization. Adapted from Schinkel et al⁴⁶ (with permission).

ΥΒΡΙΔΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ

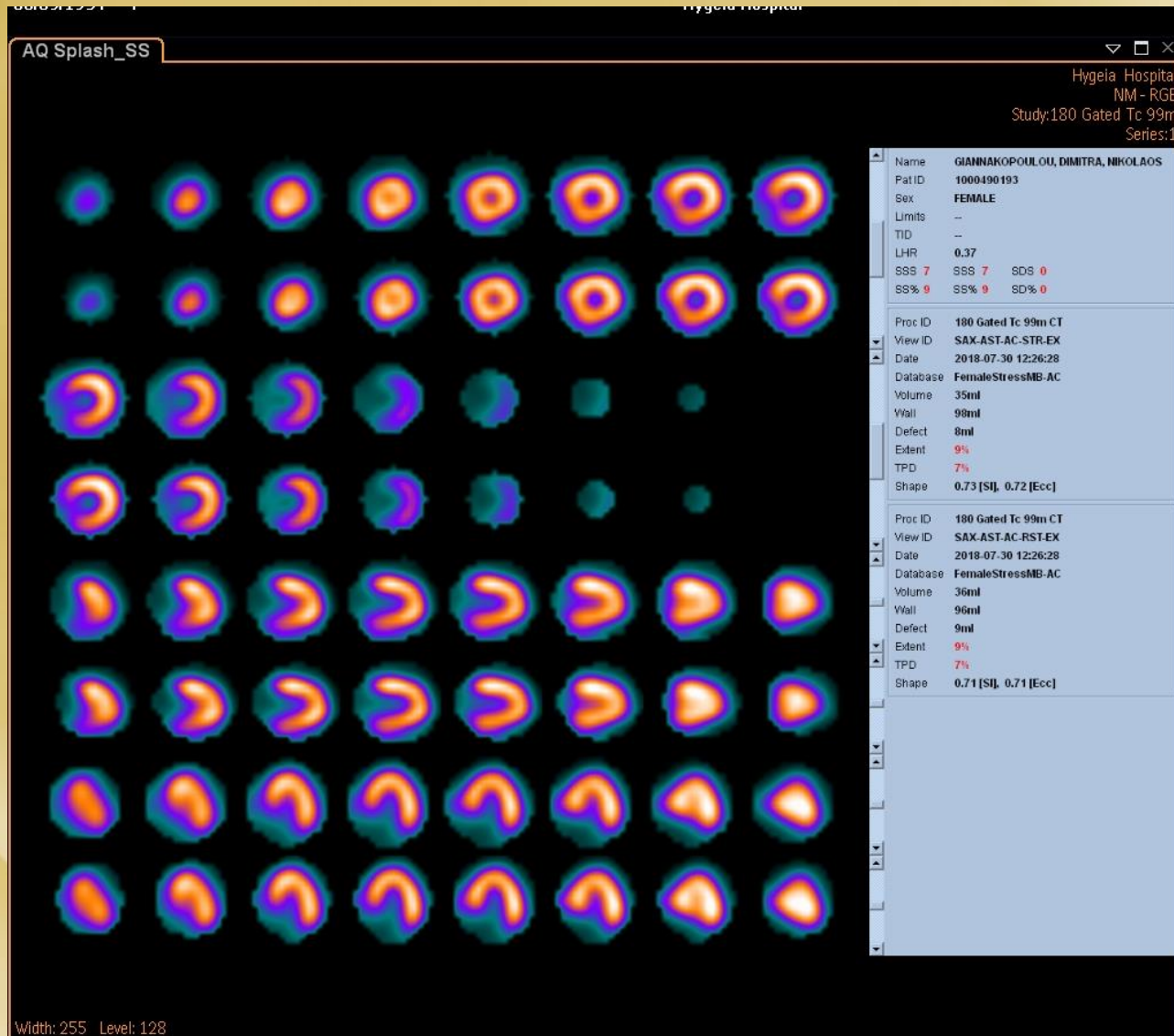
Υβριδικά συστήματα SPECT/CT

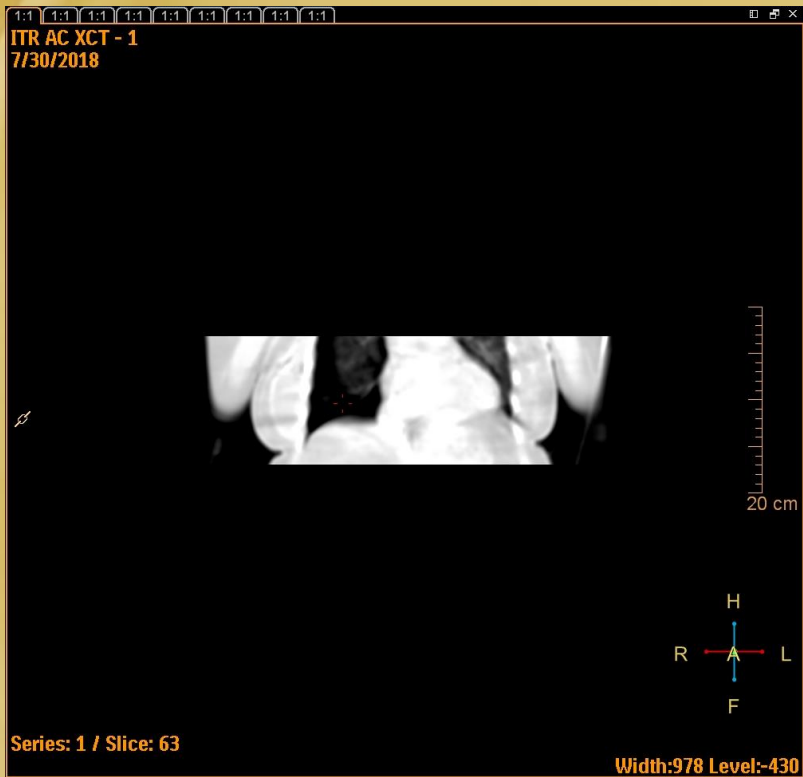
- Στα υβριδικά συστήματα το σκέλος του αξονικού τομογράφου μπορεί να αποτελείται από low resolution CT (μη διαγνωστικό CT) ή από πολυτομικό CT 2-64 τομών
- Και τα δύο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για attenuation correction στη διενέργεια του σπινθηρογράφηματος του μυοκαρδίου
- Για CACS (calcium score) ενδείκνυται CT > 6 τομών
- Για CCTA (αξονική στεφανιογραφία) ενδείκνυται πολυτομικός τομογράφος 64 τομών ή τουλάχιστον 16 τομών



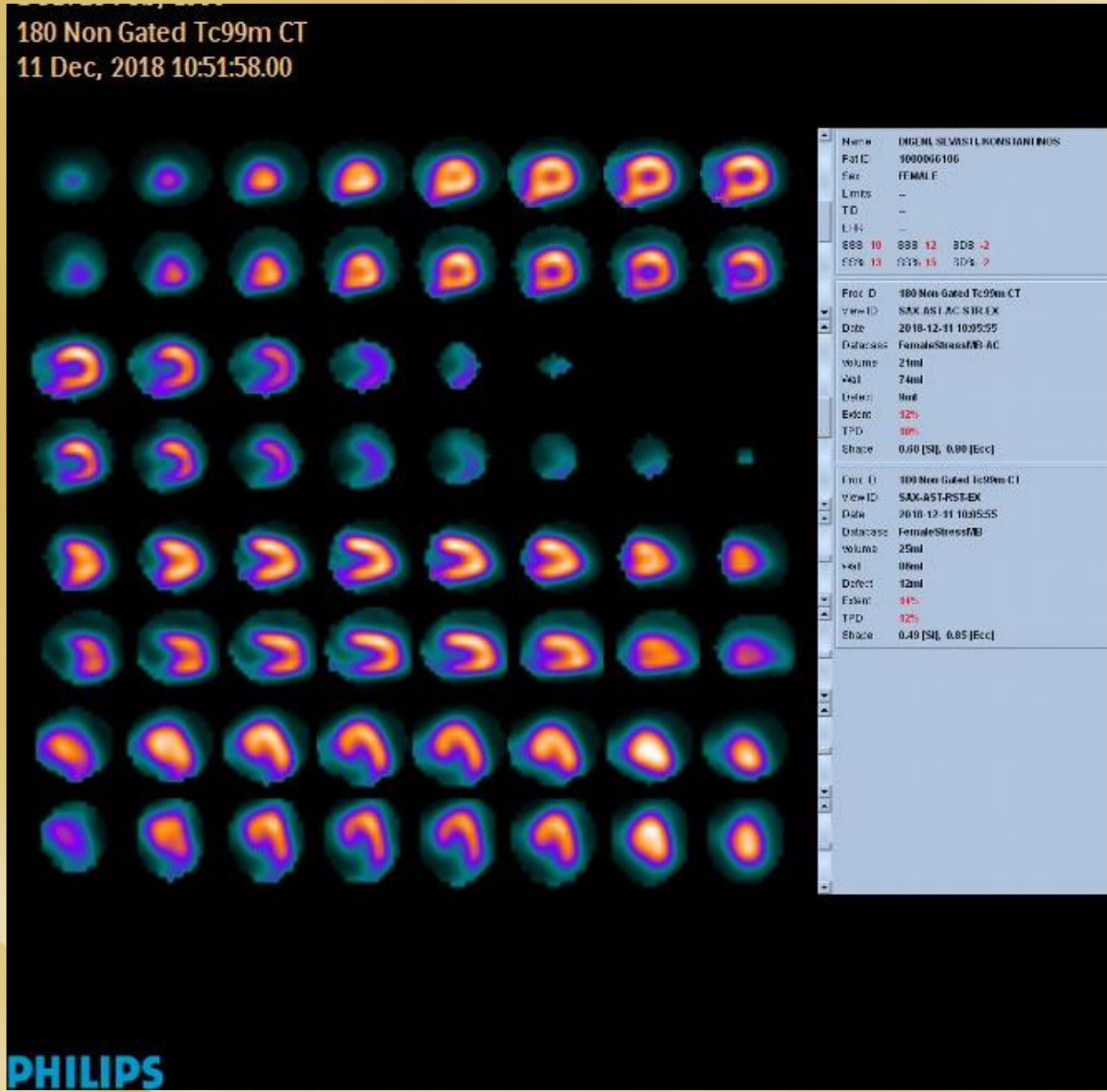
Σπινθηρογράφημα αιμάτωσης μυοκαρδίου (εικόνες stress) σε άρρενα παχύσαρκο.
Πάνω σειρές: διορθωμένες εικόνες, φυσιολογική μελέτη
Κάτω σειρές: έλλειμμα πρόσληψης του ραδιοφαρμάκου στο κατώτερο τοίχωμα στις λήψεις χωρίς διόρθωση της εξασθένησης των φωτονίων

Διερεύνηση στεφανιαίας νόσου





Διερεύνηση στεφανιαίας νόσου



DIGENI SEVASTI KONSTAN

1000066106 F

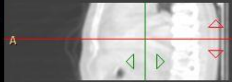
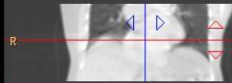
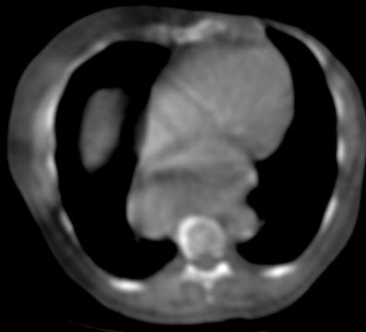
Hygeia Hospital
Philips Healthcare, BrightView
11 Dec, 2018 10:03:14.00
SW 2.00 mm
Z 1.00

DIGENI SEVASTI KO Hygeia Hospital
1000066106 F Philips Healthcare, BrightView
11 Dec, 2018 10:03:14.00
SW 2.00 mm
Z 1.00

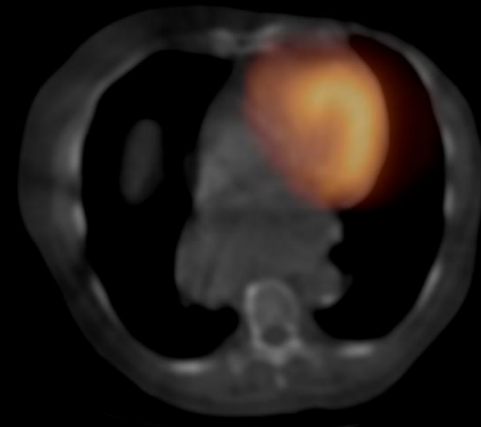
DIGENI SEVASTI KO Hygeia Hospital
1000066106 F Philips Healthcare, BrightView
11 Dec, 2018 10:03:14.00
SW 2.00 mm
Z 1.00

Average
C 90
W 750

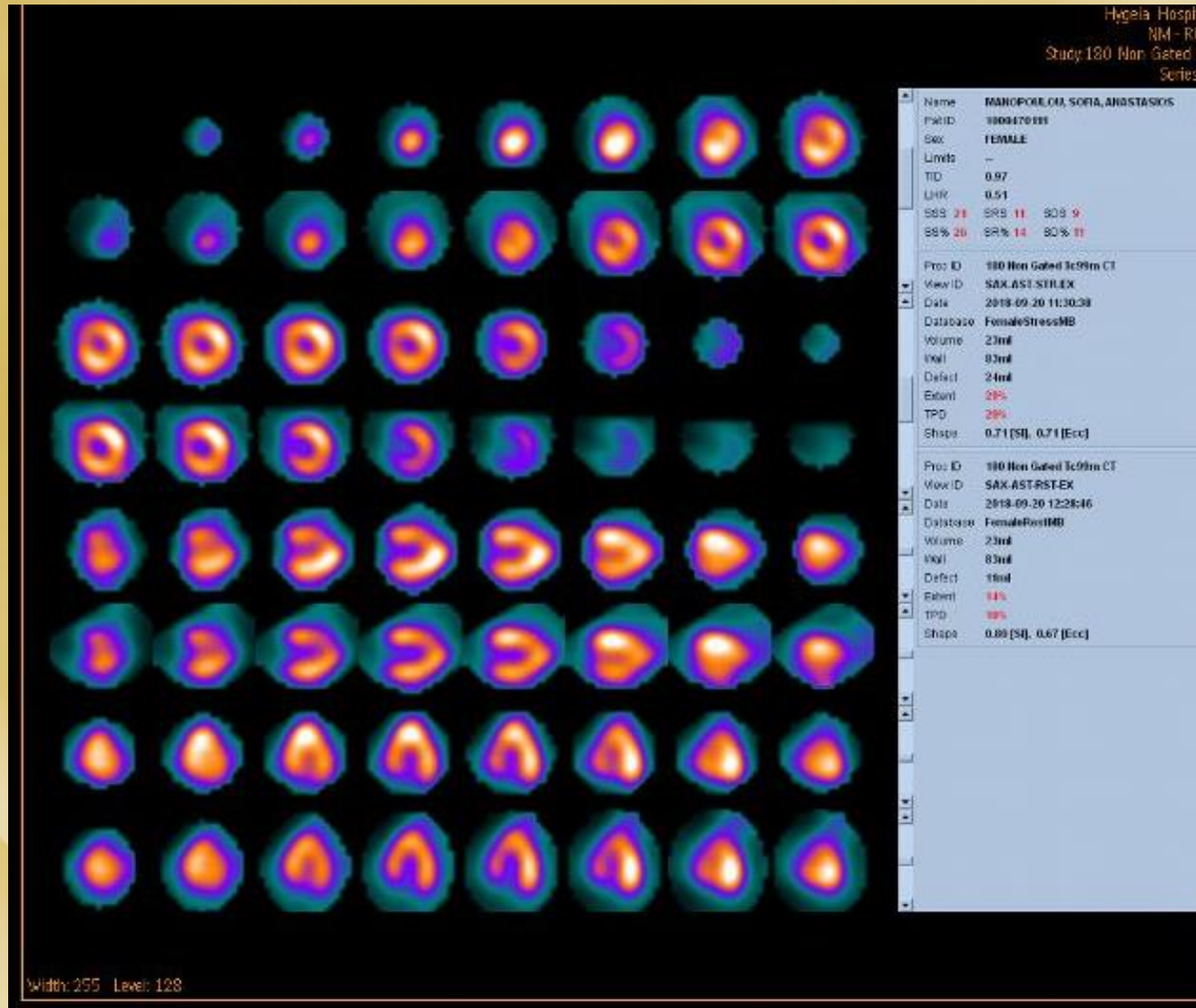
Average
C -600
W 1600

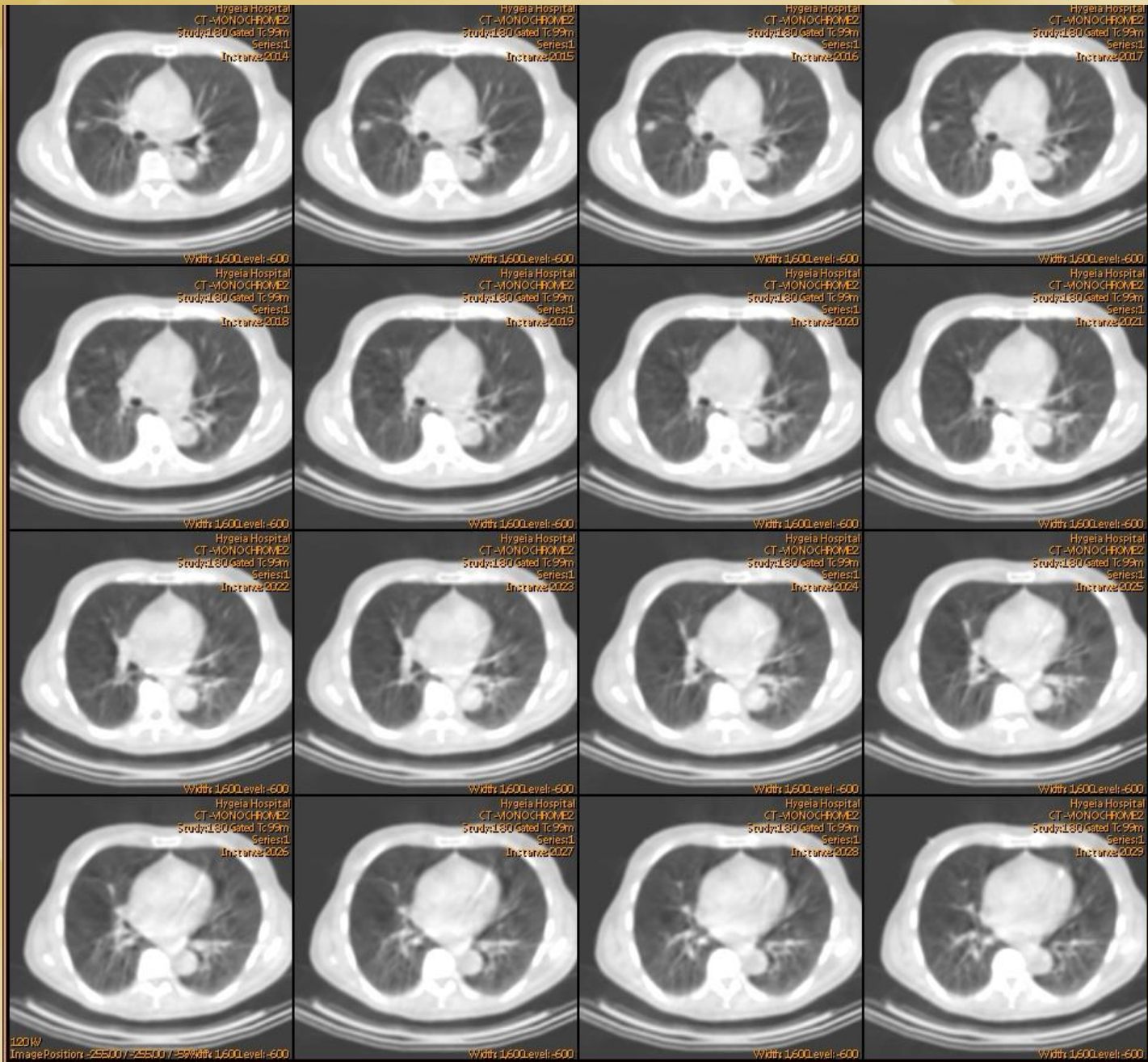


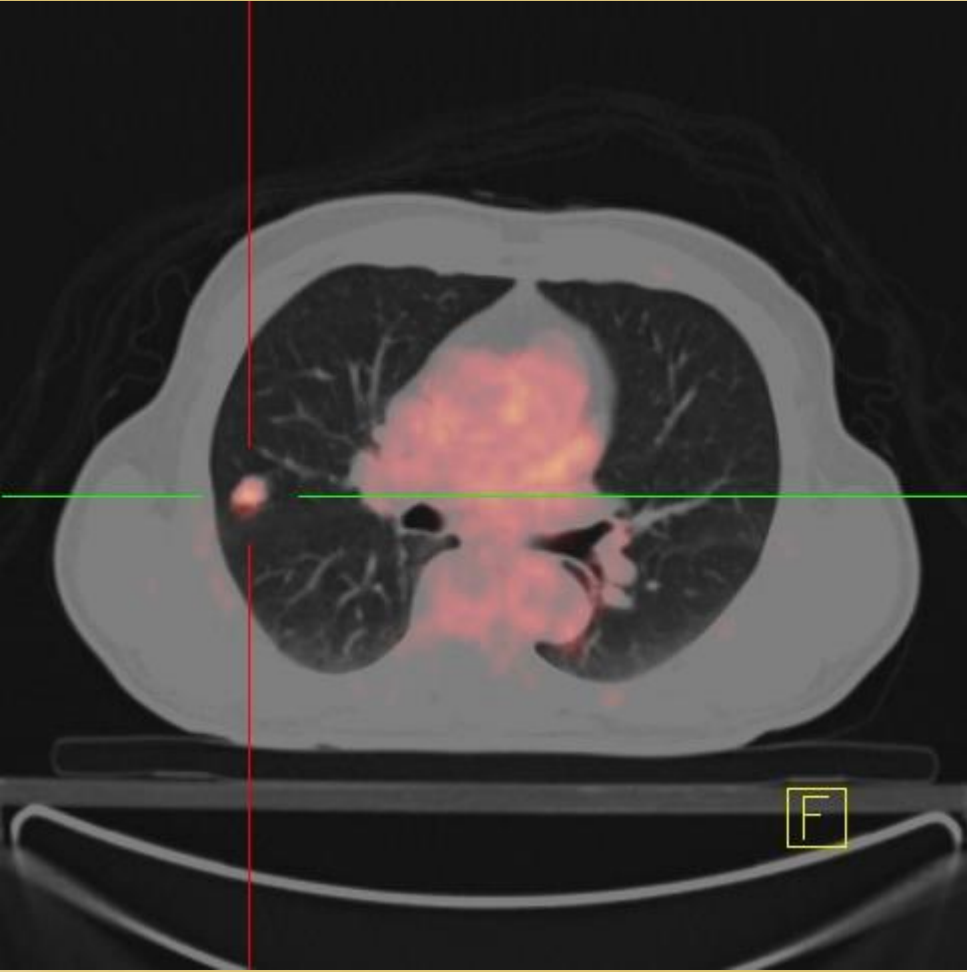
794-1:1 794-1:1 794-1:1 794-1:1 794-1:1 794-1:1



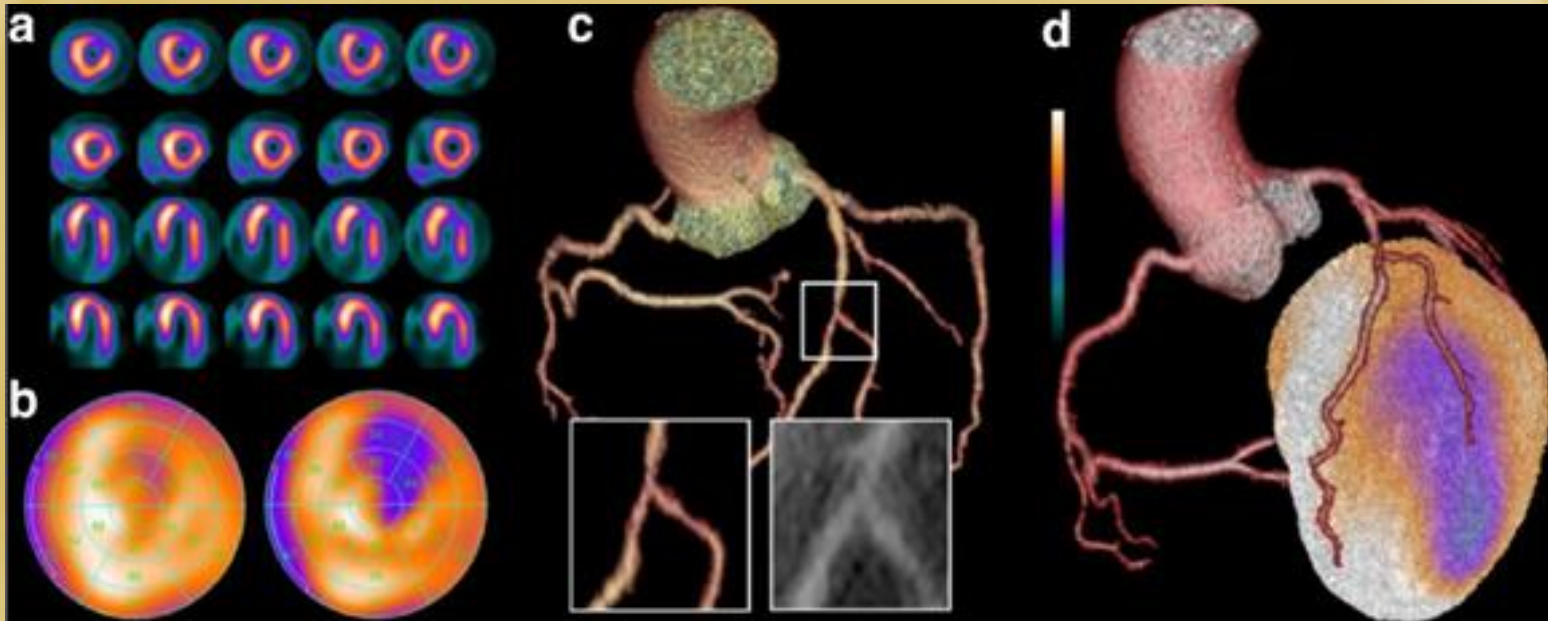
Διερεύνηση στεφανιαίας νόσου







SPECT/CCTA παράδειγμα



SPECT : ισχαιμία στο πρόσθιο πλάγιο τοίχωμα

CCTA : 50-70% στένωση στον LAD στο ύψος του δεύτερου διαγωνίου κλάδου

SPECT/CCTA : η περιοχή ισχαιμίας αντιστοιχεί στην επικράτεια του δεύτερου διαγωνίου κλάδου

ΔΙΑΒΗΤΙΚΟ ΠΟΔΙ

Διαβητικό πόδι

- Η οστεομυελίτιδα (ΟΜ) είναι η πιο συχνή επιπλοκή του διαβητικού ποδιού και η συχνότερη αιτία μη τραυματικών ακρωτηριασμών στις αναπτυγμένες χώρες
- Στην Ελλάδα κάθε χρόνο 2000 διαβητικοί οδηγούνται σε ακρωτηριασμό
- 30% των διαβητικών με ακρωτηριασμό στο ένα πόδι, θα υποστούν ακρωτηριασμό και στο άλλο πόδι στα επόμενα 3 χρόνια.

Σπινθηρογράφημα οστών 3 φάσεων

	n=	Ευαισθησία	Ειδικότητα
Seldin JNM 1985	30	94%	79%
Maurer Radiology 1986	13	75%	59%
Shults Am J Surg 1989	25	67%	43%
Keenan Arch Int Med 1989	77	100%	38%
Larcos AJR 1991	51	93%	43%
Newman JAMA 1991	41	69%	39%
Harvey JFAS 1997	31	91%	40%
Blume JFAS 1997	27	75%	29%
Palestro JFAS 2003	25	90%	27%

Σπινθηρογράφημα οστών 3 φάσεων

Βελτίωση της ειδικότητας

- Seldin: αξιολόγηση της αρτηριακής αιμάτωσης και όχι της φλεβικής ως κριτήριο θετικότητας
- Ευαισθησία 94%, ειδικότητα 79%
- 4^η φάση (24 ώρες μετά τη χορήγηση του ραδιοφαρμάκου)

	Ευαισθησία	Ειδικότητα	Ακρίβεια
3 φάσεων	100%	73%	80%
4 φάσεων	80%	87%	85%

Alazraki

WBC

- Η πρόσληψη των επισημασμένων λευκών (WBC) εξαρτάται από την ακεραιότητα της χημειοταξίας και τον αριθμό των κυττάρων που έχουν επισημανθεί ($>2000/\text{mm}^3$)
- Τα ευρήματα του σπινθηρογραφήματος με WBC ερμηνεύονται συγκριτικά με εκείνα του σπινθηρογραφήματος των οστών

	Ευαισθησία	Ειδικότητα	Ακρίβεια
Tc-99m WBC + 3 φάσεων	92%	97%	92%

In-111 WBC vs Tc-99m WBC

	In-111	Tc-99m
Ενέργεια	174,247 KeV	140 KeV
T ½	67 ώρες	6 ώρες
Δόση	10 - 18,5 MBq	185 - 370 MBq
Απεικόνιση	24 ώρες	4 ώρες

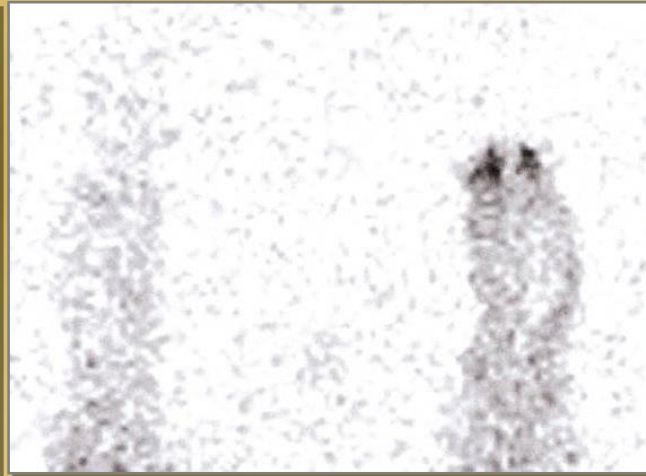
	Ευαισθησία	Ειδικότητα
In-111 WBC	75-100%	67-89%
Tc-99m WBC	80-100%	70-97%

In-111 WBC vs Tc-99m WBC

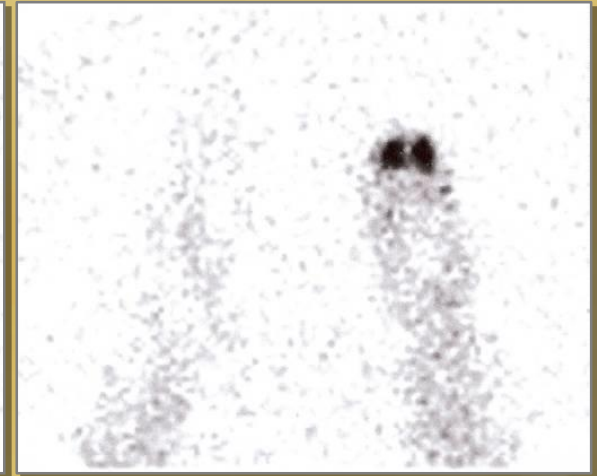
ΟΜ 1^{ου} και 3^{ου} μεταταρσίου



Tc-WBC
4 hours



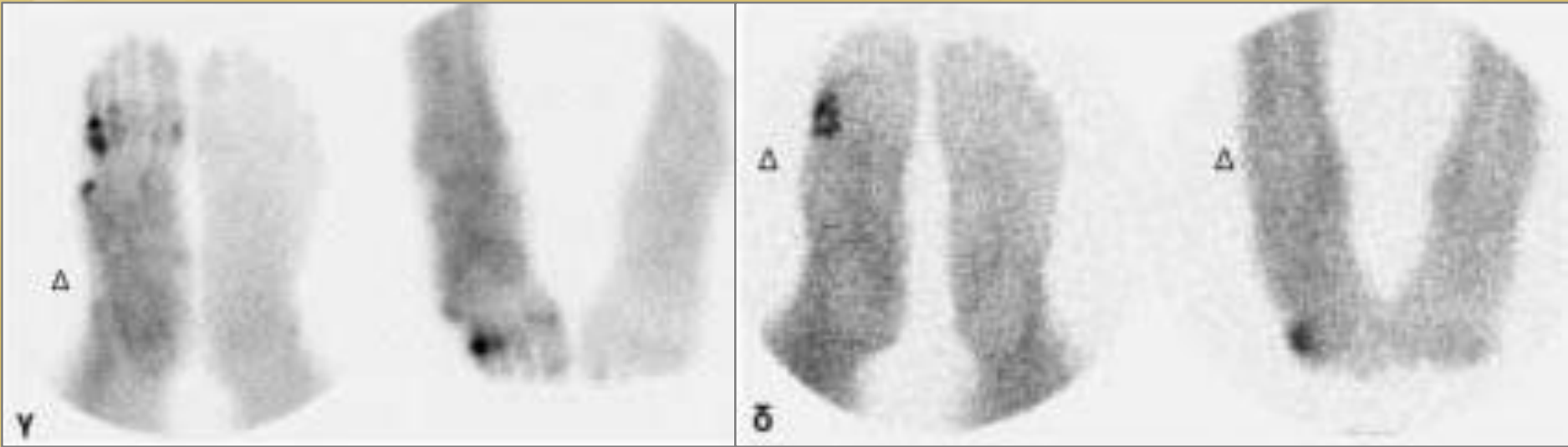
Tc-WBC
24 hours



In WBC
24 hours

WBC+3 φάσεων οστών

ΟΜ 4^{ου} μεταταρσίου

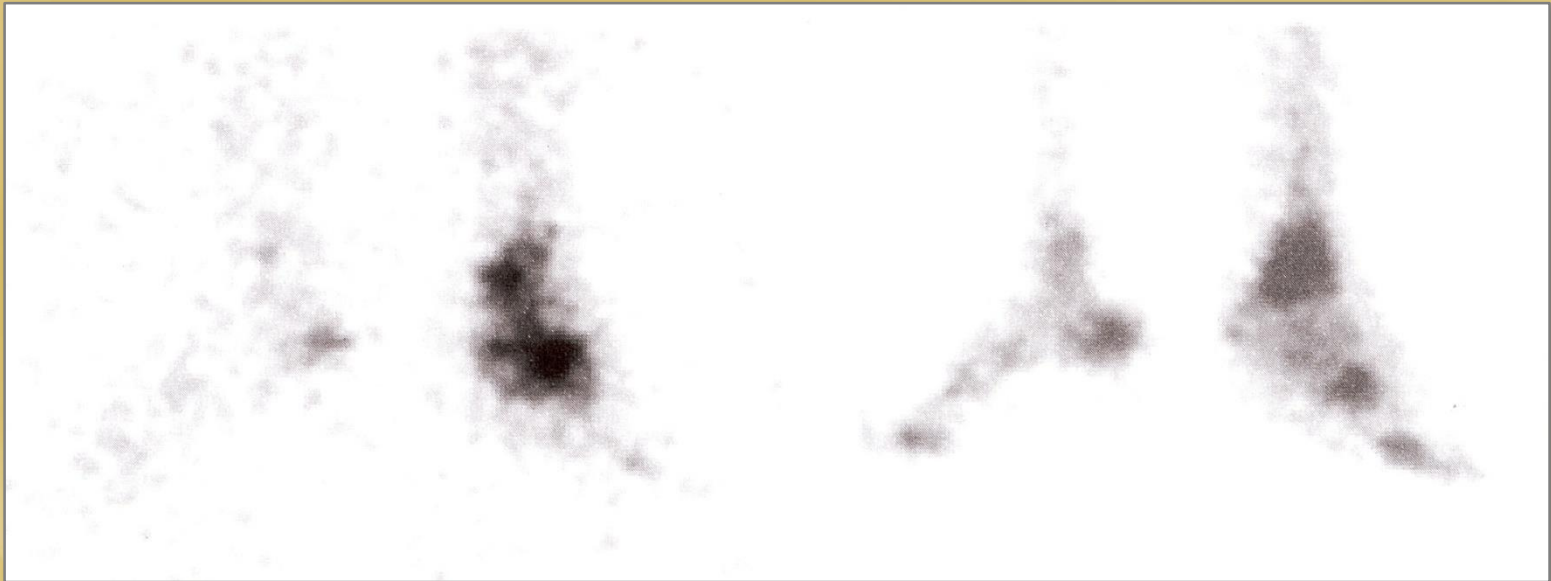


Tc-99m MDP

Tc-99m HMPAO WBC

WBC/Κολλοειδές

Charcot + OM

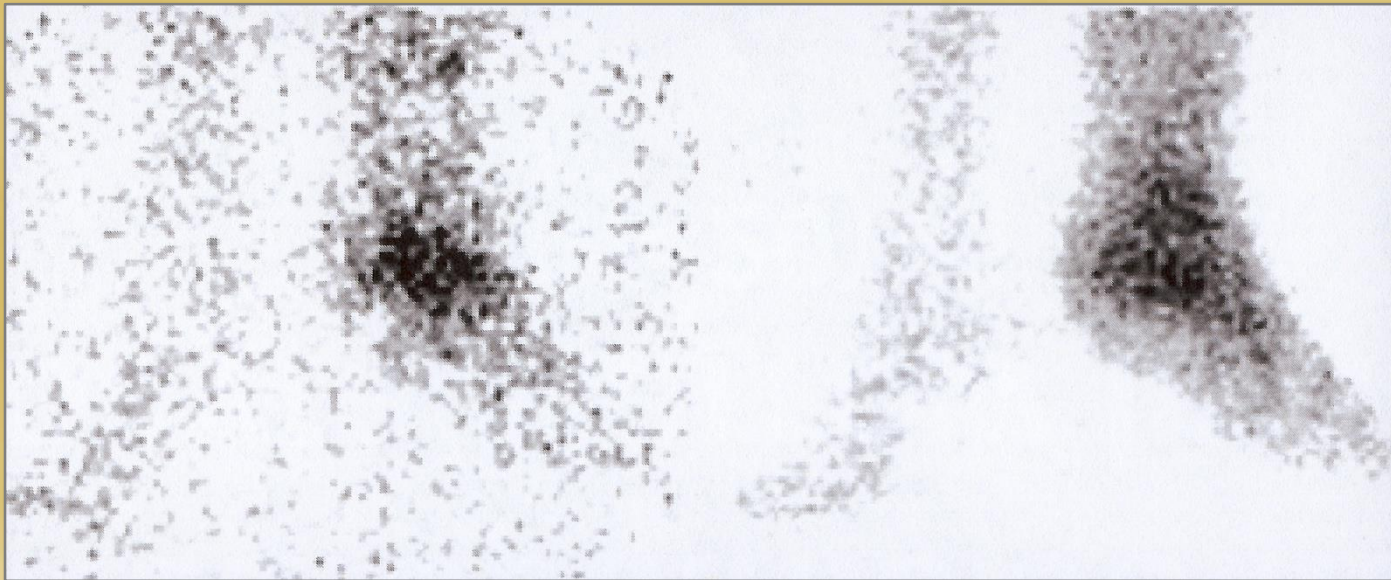


In-111 WBC

Tc-99m SC

WBC/Κολλοειδές

Αρθροπάθεια Charcot



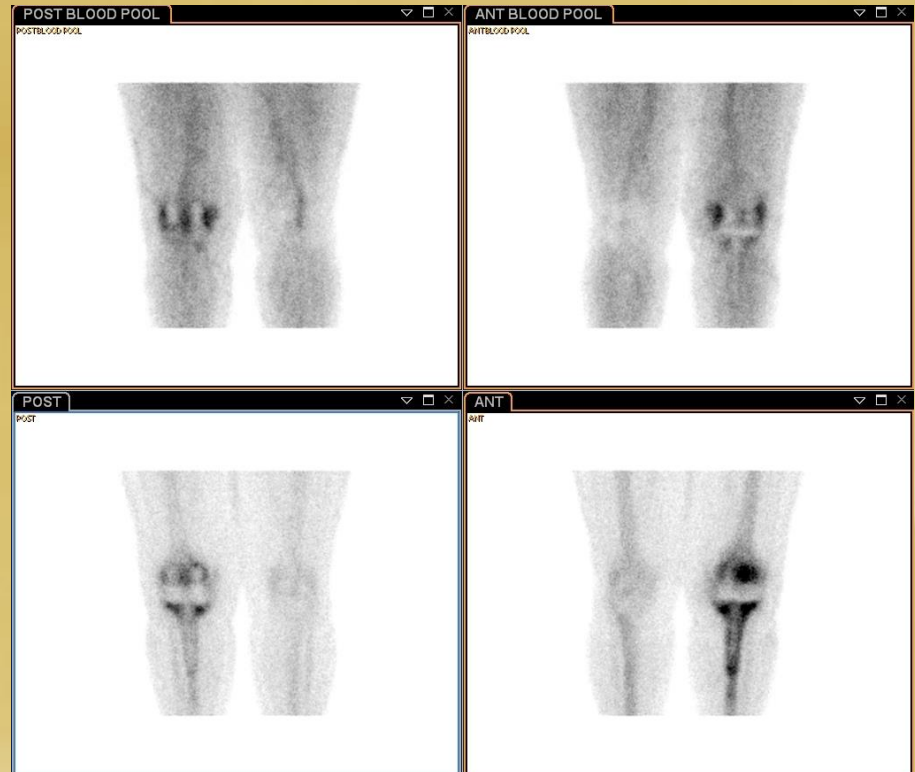
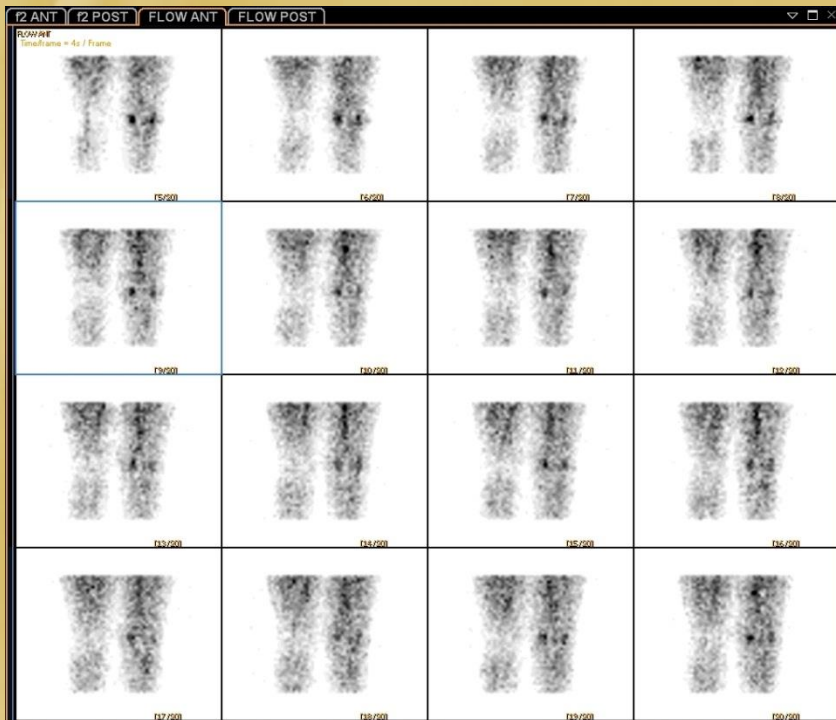
In-111 WBC

Tc-99m SC

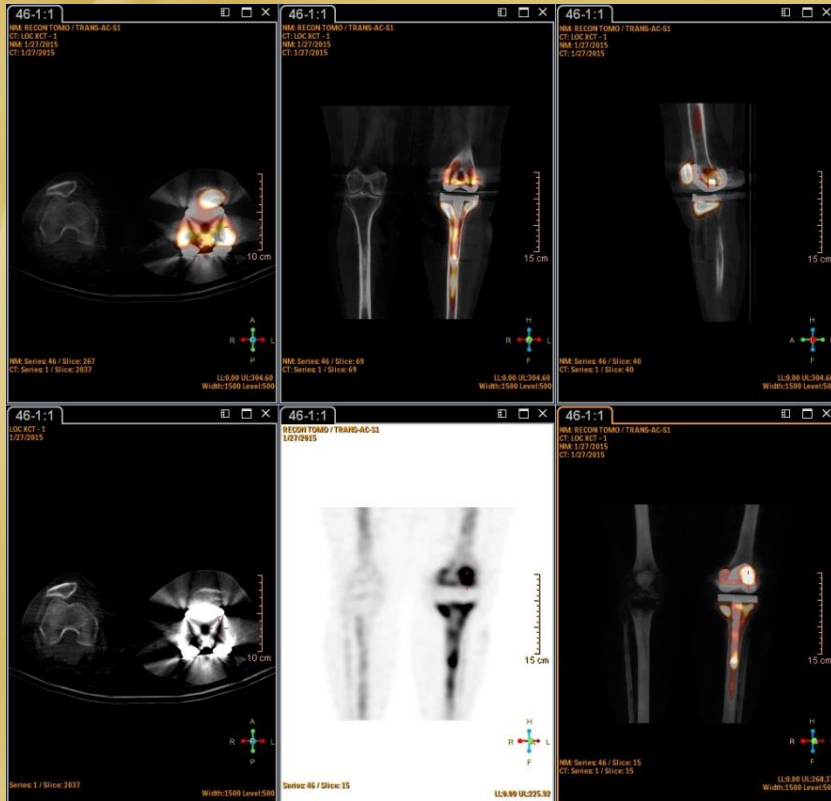
SPECT/CT

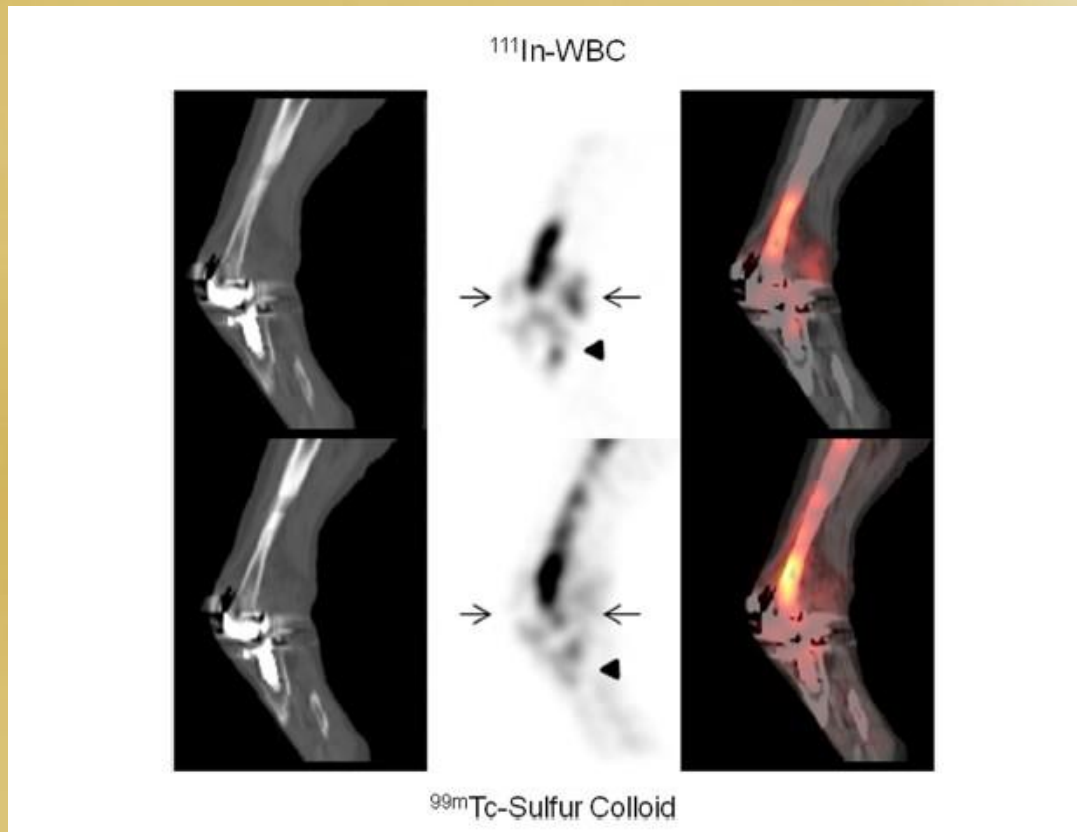
- Η κλασική απεικόνιση με τη γ- κάμερα προσφέρει χαμηλή σχετικά διακριτική ικανότητα και πολλές φορές μειωμένη δυνατότητα χωρικού εντοπισμού.
- Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τα σύγχρονα υβριδικά SPECT/CT συστήματα.
- Συγχρόνως με την σπινθηρογραφική απεικόνιση γίνεται λήψη χαμηλής δόσεως αξονικής τομογραφίας και η σύντηξη των δύο εικόνων δίνει ακριβή χωρικό εντοπισμό.
- Η διαδικασία αυτή εκτοξεύει την ειδικότητα μιας μεθόδου που έχει ούτως ή άλλως υψηλή ευαισθησία.

ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΟΣΤΩΝ 3 ΦΑΣΕΩΝ

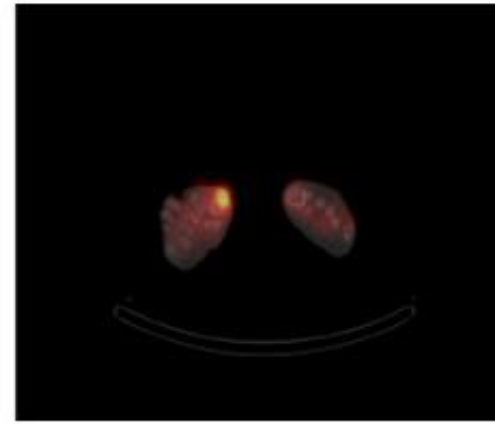
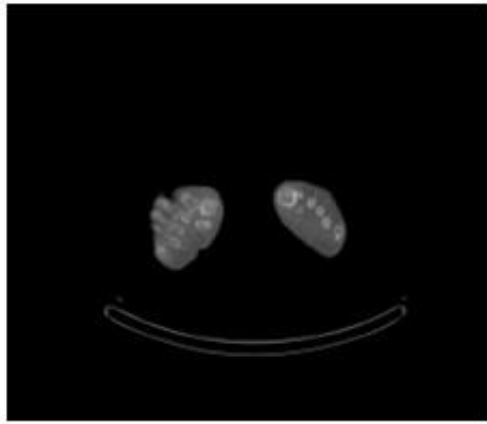


SPECT/CT

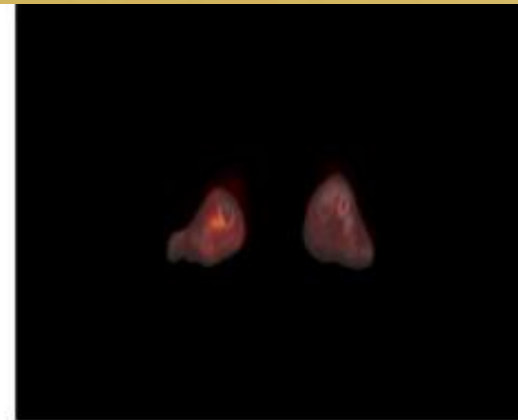
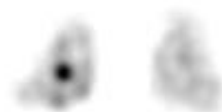
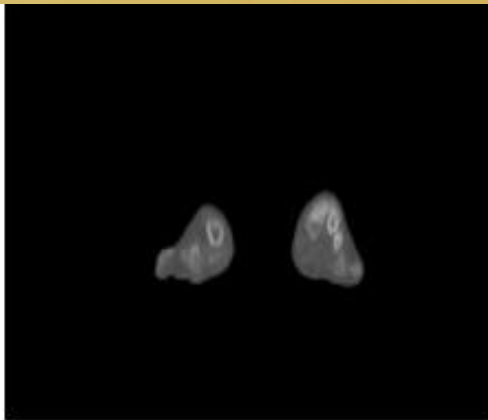




SPECT/CT συνδυασμένη απεικόνιση με ευρήματα φλεγμονής της αρθροπλαστικής.



Με τη SPECT/CT απεικόνιση η καθήλωση προβάλλει σε οστική δομή, κατευθύνοντας σε οστική φλεγμονή.



SPECT/CT μελέτη με πρόσληψη στα μαλακά μόρια: Μελέτη χωρίς ευρήματα οστεομυελίτιδας.

FDG-PET/CT

- Τα φλεγμονώδη κύτταρα έχουν αυξημένο μεταβολισμό γλυκόζης και προσλαμβάνουν ^{18}F -FDG
- Δεν υπάρχουν καθιερωμένα πρωτόκολλα για την απεικόνιση του διαβητικού ποδιού με PET/CT
- Πολλές εργασίες με διαφορετικά αποτελέσματα για το ρόλο της FDG-PET/CT στο διαβητικό πόδι
- Ευαισθησία 40-100%
- Ειδικότητα 80-94%
- Ακρίβεια 70-95%

FDG-PET/CT



ΟΜ δεύτερου δακτύλου αριστερού άκρου ποδός – SUV max 3,6

Σύντηξη εικόνων 18FDG-PET/MRI:



- 1. Πρόσληψη στην πελματιαία επιφάνεια= κυτταρίτιδα
- 2. Πρόσληψη στον αστράγαλο = οστεομυελίτιδα

Συμπερασματικά...

- Το σπινθηρογράφημα με επισημασμένα λευκά (in vivo ή in vitro) είναι η εξέταση επιλογής στη διάγνωση ΟΜ στο διαβητικό πόδι
- Είναι χρήσιμο όχι μόνο στη διάγνωση της ΟΜ, με ακρίβεια 80-95%, αλλά και στην εκτίμηση του θεραπευτικού αποτελέσματος
- Το σπινθηρογράφημα οστών 3 φάσεων είναι χρήσιμο ιδιαίτερα ως συμπληρωματική εξέταση, αλλά δε μπορεί να θεωρηθεί screening test
- Πλέον πρέπει να γίνεται SPECT/CT
- PET/CT; Νέα ραδιοφάρμακα;

ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΑ ΕΠΕΙΣΟΔΙΑ

SPECT imaging in cerebrovascular disease



- Measurement of regional cerebral blood flow (rCBF)
- Diagnosis and prognosis of cerebro-vascular disease
- SPECT: superior to CT/MRI in detecting cerebral ischemia—
- rCBF imaging: effective in acute phase, less sensitive in the subacute phase
 - 8h: SPECT-80%; CT-20%
 - 72h: SPECT=CT/MRI
- False negative: lacunar infarctions, luxury perfusion(2~28 days)

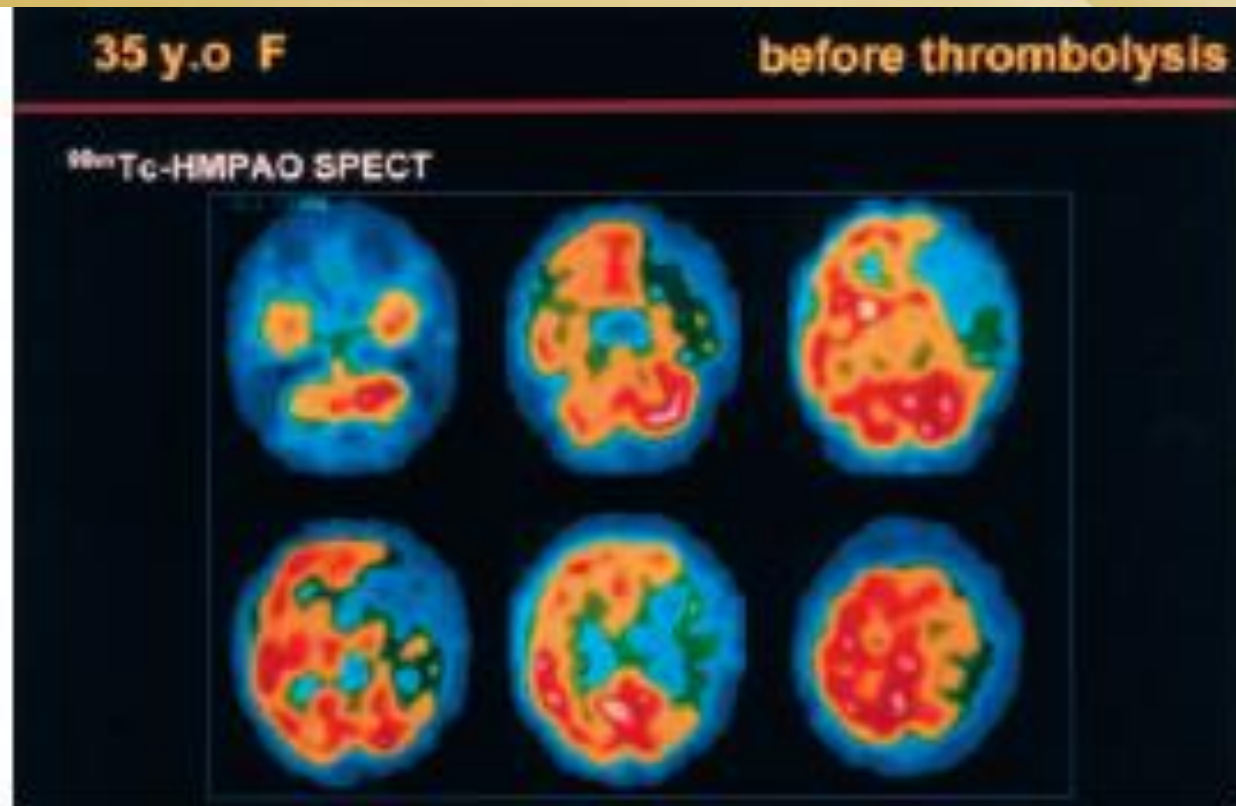


Figure 2. SPECT-HMPAO CBF study. A right-handed female had the acute onset of right hemiparesis and aphasia 5 hours previously. This study demonstrates decreased levels of CBF in the left frontotemporal region, but when comparing them to similar areas on the right, the ratio of counts suggests that the tissue is still viable, and thrombolysis may be of benefit.

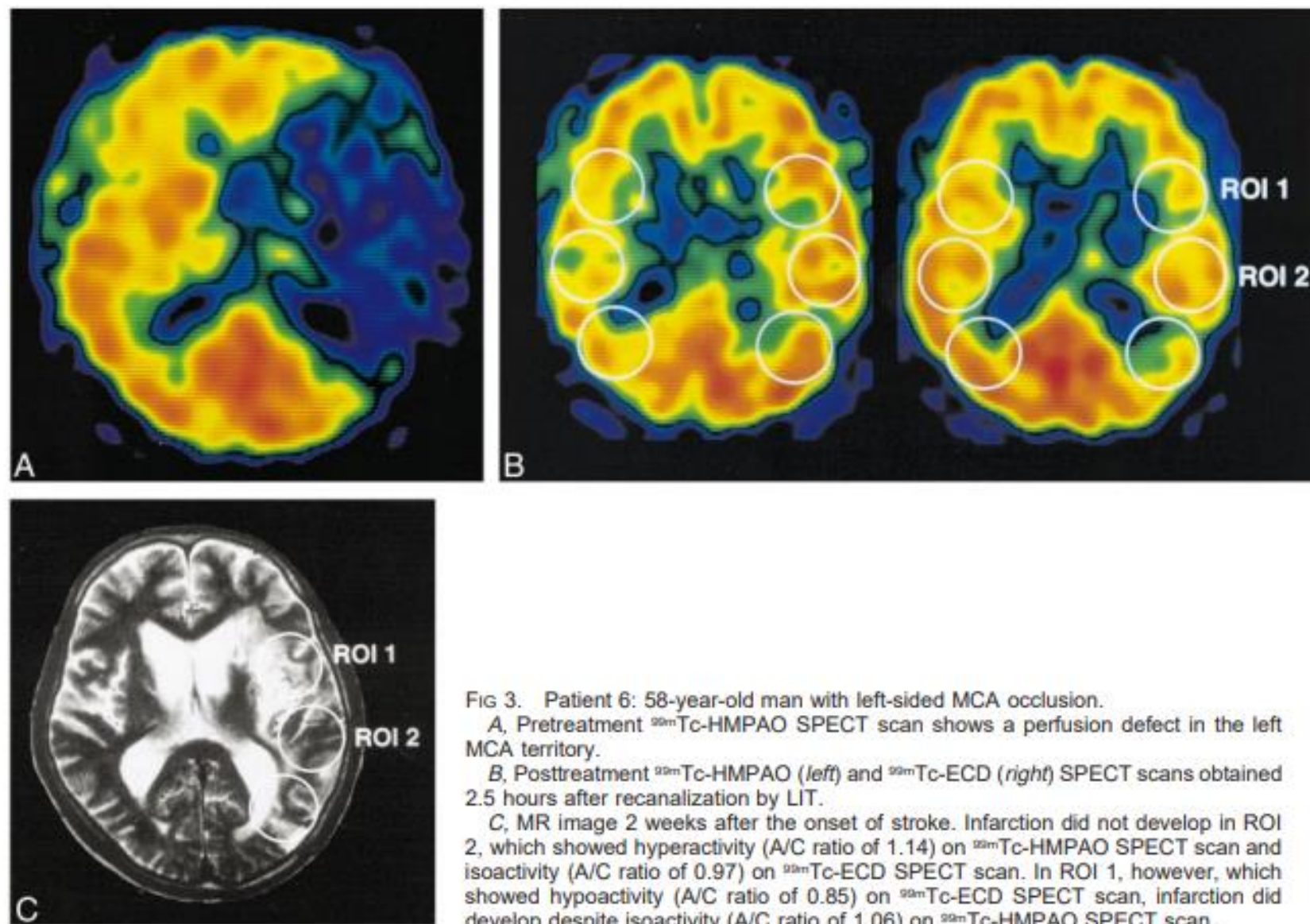


FIG 3. Patient 6: 58-year-old man with left-sided MCA occlusion.

A, Pretreatment ^{99m}Tc -HMPAO SPECT scan shows a perfusion defect in the left MCA territory.

B, Posttreatment ^{99m}Tc -HMPAO (left) and ^{99m}Tc -ECD (right) SPECT scans obtained 2.5 hours after recanalization by LIT.

C, MR image 2 weeks after the onset of stroke. Infarction did not develop in ROI 2, which showed hyperactivity (A/C ratio of 1.14) on ^{99m}Tc -HMPAO SPECT scan and isoactivity (A/C ratio of 0.97) on ^{99m}Tc -ECD SPECT scan. In ROI 1, however, which showed hypoactivity (A/C ratio of 0.85) on ^{99m}Tc -ECD SPECT scan, infarction did develop despite isoactivity (A/C ratio of 1.06) on ^{99m}Tc -HMPAO SPECT scan.

ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ ΝΕΦΡΑΓΓΕΙΑΚΗ ΥΠΕΡΤΑΣΗ

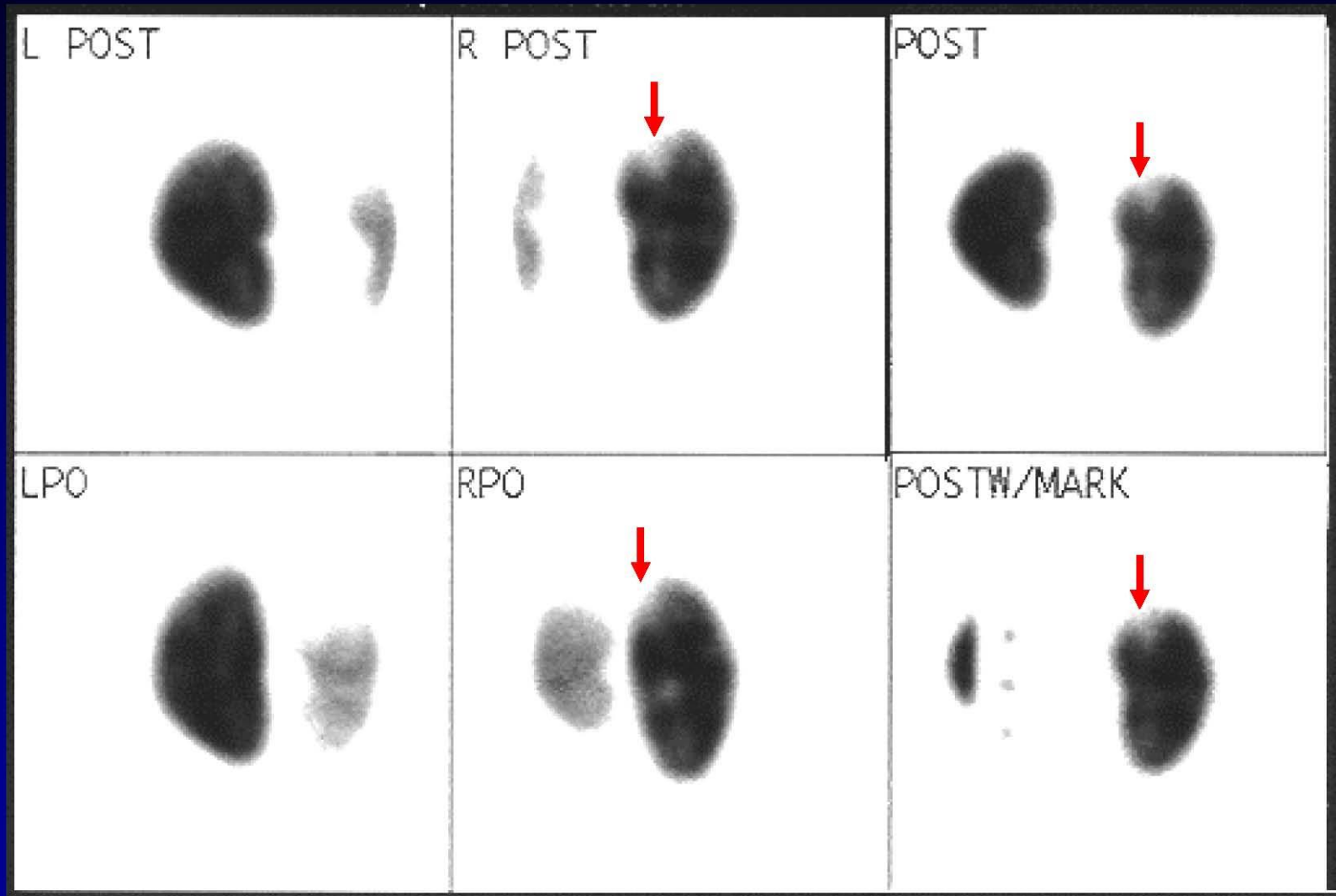


ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΠΟΥ ΛΑΜΒΑΝΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΙΣ ΡΑΔΙΟΙΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΤΩΝ ΝΕΦΡΩΝ *ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ*

- Αιμάτωση των νεφρών
- Ενεργός νεφρική πλασματική ροή ERPF
- Σπειραματική διήθηση GFR
- Χρόνος παρεγχυματικής διόδου MTT
- Λειτουργική νεφρική μάζα
- Συμμετοχή κάθε νεφρού στην ολική νεφρική λειτουργία
- Χρόνος υποδιπλασιασμού T1/2 αποχέτευσης
- Έλεγχος αποφράξεων
- Έλεγχος νεφραγγειακής υπέρτασης
- Μεταμοσχευθείς νεφρός
- Έλεγχος κυστεοουρητηρικής παλινδρόμησης
- Διάγνωση και παρακολούθηση νεφρικού τραύματος

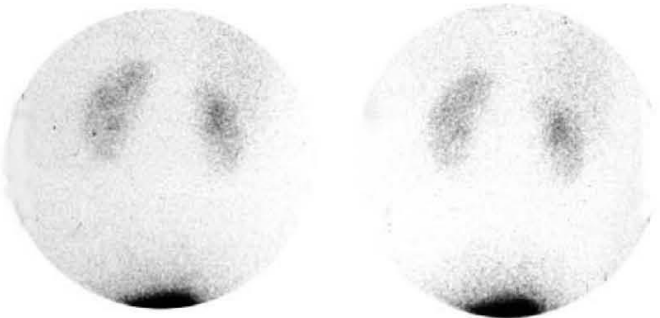
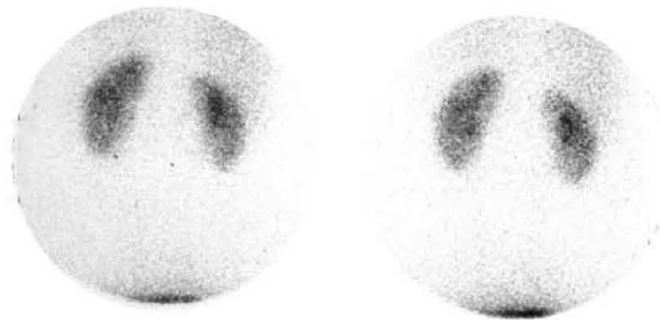
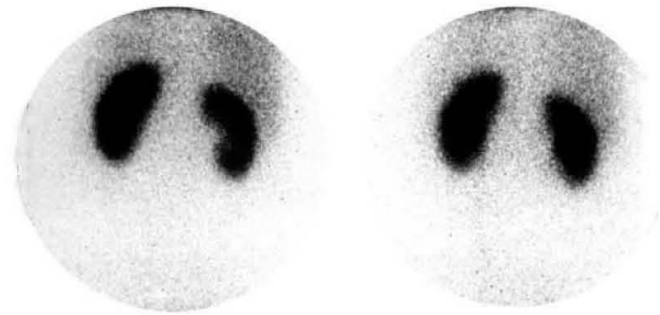
Οξεία Πνευμονεφρίτιδα με DMSA Planar (pinhole)

Ελλειμματική Εικόνα

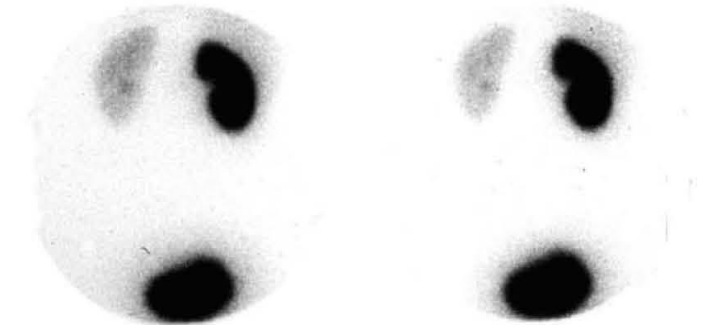
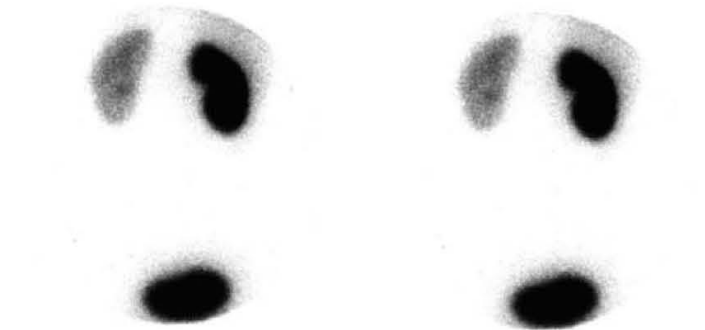
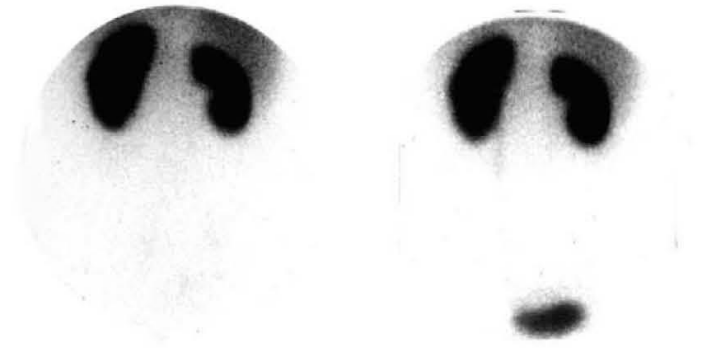


Δοκιμασίες MAG_3-F_0

Αντισταθμισμένη Στένωση Νεφρικής Αρτηρίας

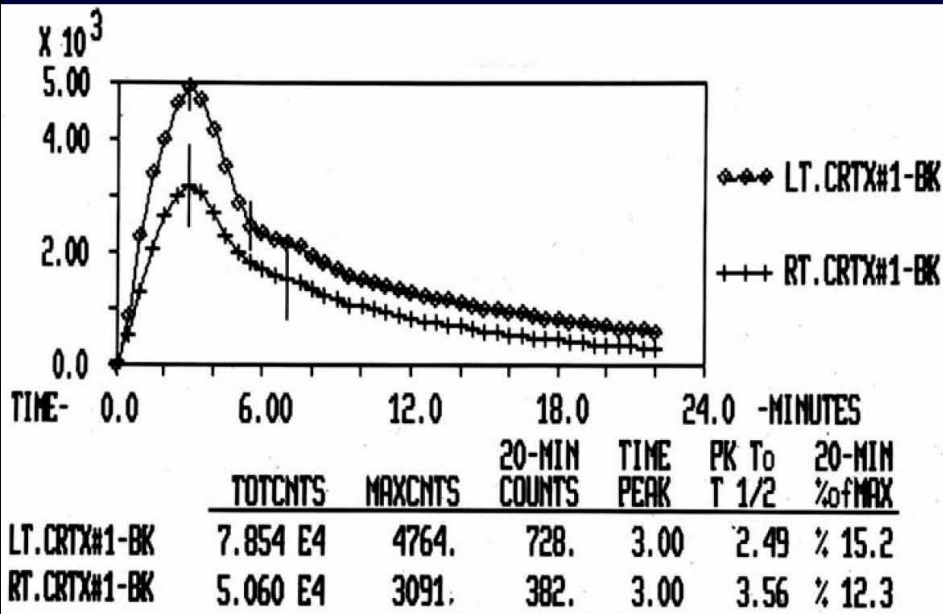


Μετά χορήγηση ΑΕΜΑ

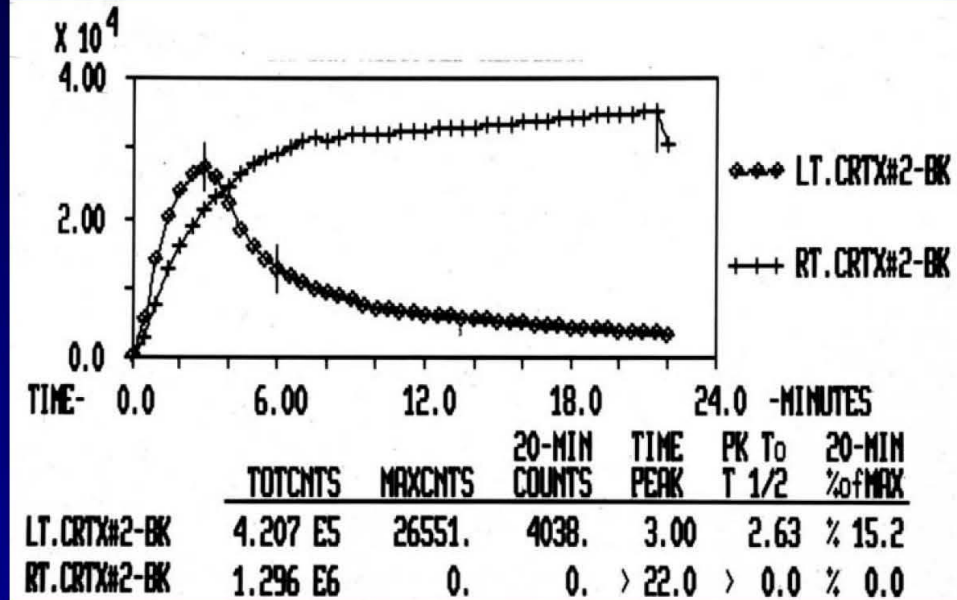


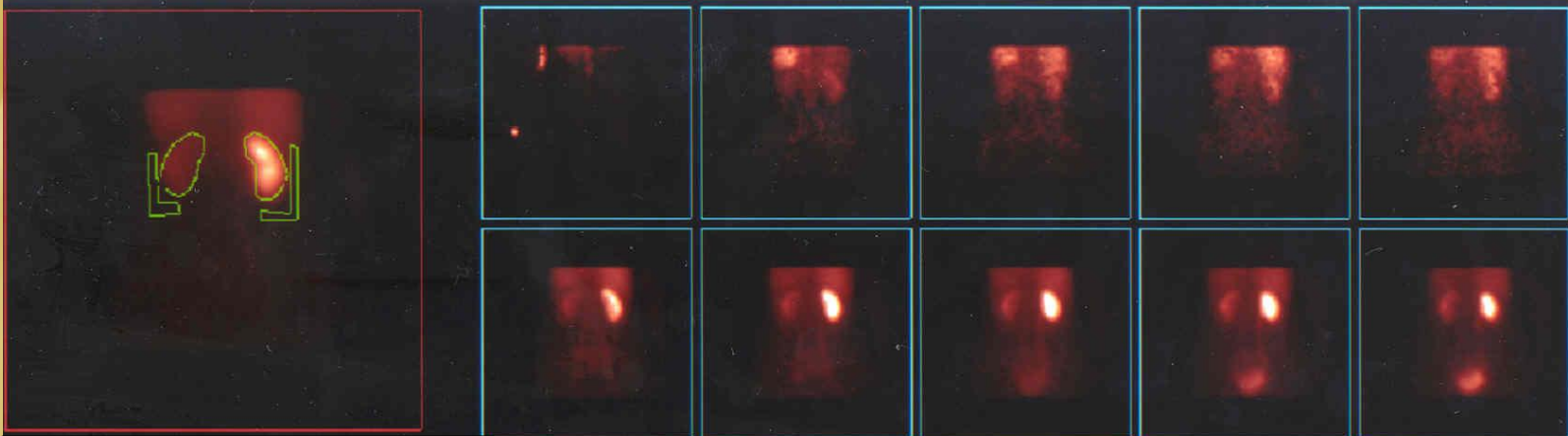
Δοκιμασίες MAG_3-F_0

Αντισταθμισμένη Στένωση Νεφρικής Αρτηρίας



Μετά χορήγηση ΑΕΜΑ





0000
17Dec2004

DIFFERENTIAL FUNCTION

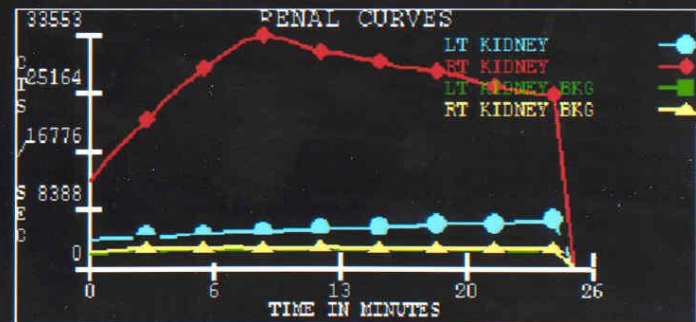
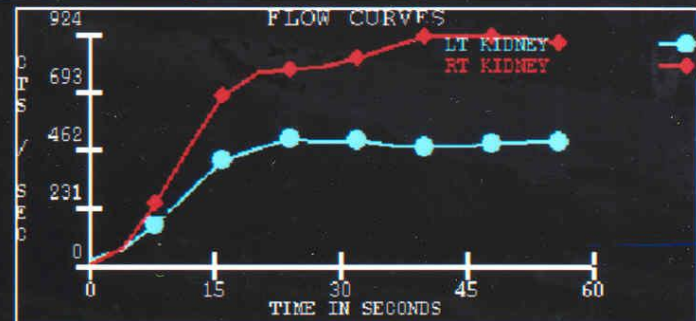
	LEFT	RIGHT
TIME TO PEAK (SEC)	1500.0	600.0
T 1/2 (SEC)	:120.0	1020.0
PERCENT UPTAKE	: 21.5	78.5

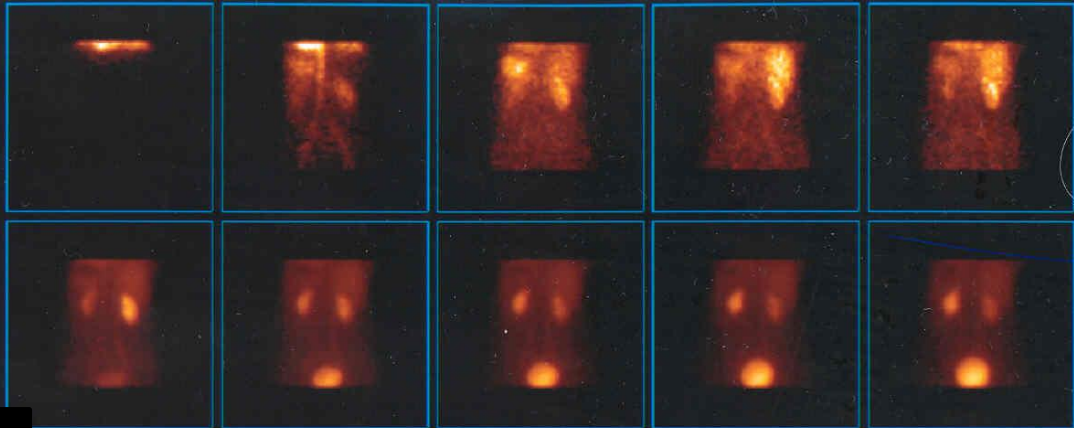
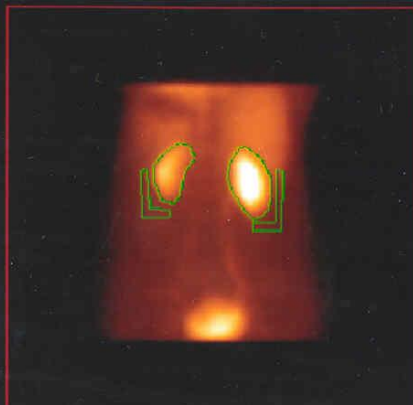
MAG3 CLEARANCE (ML/MIN)

TOTAL CLEARANCE: 356.23

----- ERPF -----

RIGHT: 526.57
LEFT : 143.94
TOTAL: 670.52





0000
20Dec2004

DIFFERENTIAL FUNCTION

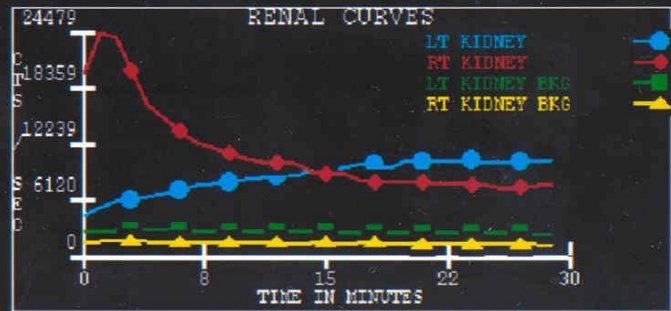
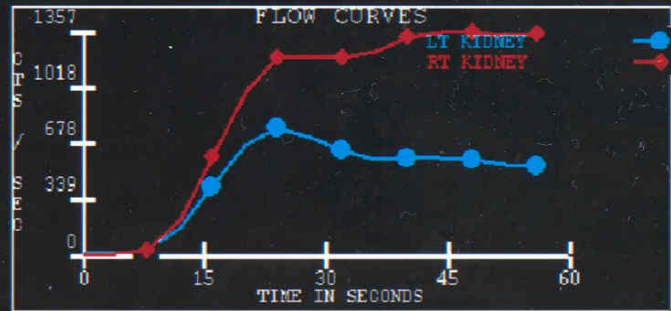
	LEFT	RIGHT
TIME TO PEAK (SEC)	1500.0	120.0
T 1/2 (SEC)	-13308	480.0
PERCENT UPTAKE	17.9 %	82.1 %

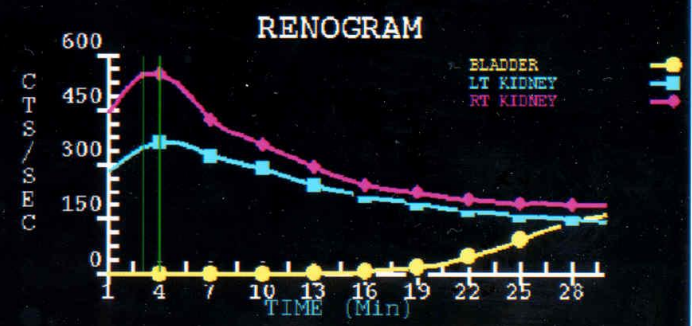
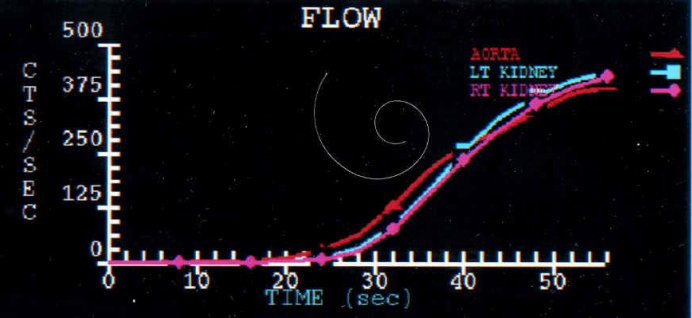
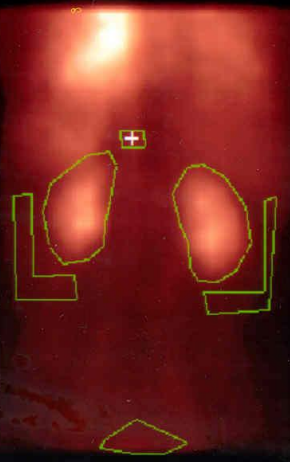
MAG3 CLEARANCE (ML/MIN)

TOTAL CLEARANCE: 145.74

----- ERPF -----

RIGHT: 236.46
LEFT : 51.40
TOTAL: 287.86

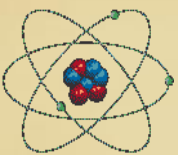




PATIENT'S NAME
 PATIENT'S ID : 1419474
 STUDY DATE : 22Feb2005

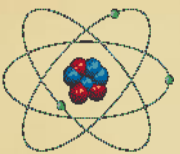
	LEFT	RIGHT
Peak Time (Min) :	5.00	3.00
1/2 Peak Time :	15.00	11.00
Diff Perfusion :	39%	61%

ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΗ ΕΜΒΟΛΗ



Επιτακτική η διάγνωση της Πνευμονικής Εμβολής

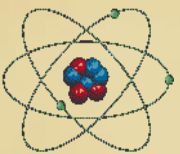
- Αδιάγνωστη ΠΕ Θνησιμότητα 30%
- Διαγνωσμένη ΠΕ Θνησιμότητα 8%



Ποιος ο τελικός στόχος της διάγνωσης της Πνευμονικής Εμβολής?

➤ Τροποποίηση της δυσμενούς φυσικής πορείας της νόσου με τη χορήγηση αντιπηκτικής αγωγής

*(Δεν θεραπεύει την υπάρχουσα...
Προφυλάσσει από τις επόμενες)*



Perfusion

Anterior



Rt

Lt

Posterior



Lt

Rt

Left Posterior Oblique



Lt

Right Posterior Oblique

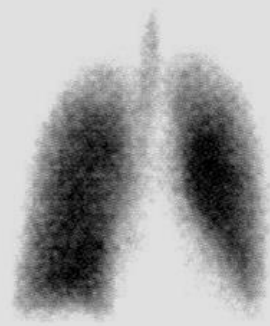


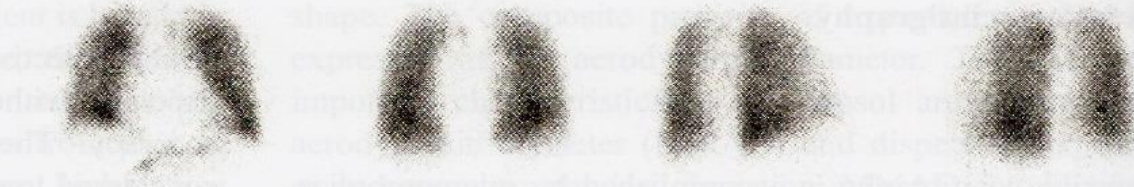
Rt

Lt

Rt

Ventilation





Perfusion

Anterior

Posterior

RPO

LPO



b

Ventilation

V/P SPECT



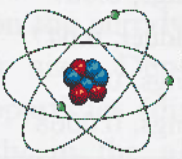
Perfusion

V/P quotient



Frontal slices

Sagittal slices



V/P planar και
spect εικόνες στον
ίδιο ασθενή

Αποτελέσματα από μεταanalύσεις 3000 V/P spect

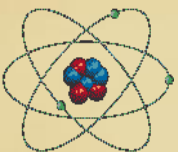
- NPV= 97-99%
- Sens= 96-99%
- Spec=91-98%
- Μη διαγνωστικά 1-3%

Reinartz P. et al J Nucl Med 2004

Lemb et al Nucl Med 2001

Bajc et al J Intern Med 2008

Leblanc et al Nucl Med Commun 2007



Διαγνωστική ακρίβεια (Accuracy) V/P scan vs MDCTA

Ευρήματα από μετααναλύσεις

- Με (-) αγγειογραφία 1,6% των ασθενών ανέπτυξε ΠΕ στη διάρκεια του follow up
- Με (-) MDCTA (318 ασθενείς) 1,5% των ασθενών ανέπτυξε ΠΕ στο follow up
- Με (-) V/P scan (1877 ασθενείς) 0.4% των ασθενών νοσούσε από ΠΕ στο follow up
- Συγκριτικές μελέτες ακόμη και πρόσφατες που δείχνουν υπεροχή της MDCTA, βασίζονται σε απαρχαιομένες σπινθηρογραφικές τεχνικές και διαγνωστικά κριτήρια

Κλινικά πραγματοποιήσιμες σε σχέση με διαθεσιμότητα

- MDCTA διαθέσιμο σχεδόν σε όλα τα νοσοκομεία και επί 24ώρου βάσεως
- Το V/P spect αλλά ακόμη και το V/P είναι διαθέσιμο σε πολύ λιγότερα νοσοκομεία και σπάνια σε 24ωρη βάση

□ Αυτό αποτελεί και τη βασική αιτία της ευρύτερης χρήσης της MDCTA για τη διάγνωση της ΠΕ

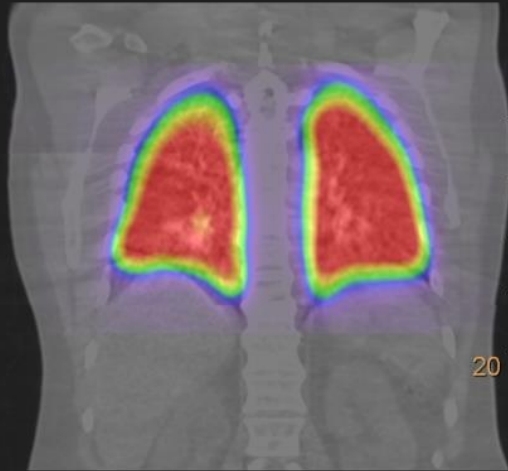
Συμπεράσματα

- Η διάγνωση της ΠΕ απαιτεί απεικονιστική επιβεβαίωση με άριστες τεχνικές (MDCTA ή V/Pspect)
- Διαθεσιμότητα : MDCTA ↑ V/P spect
- Αντενδείξεις: V/Pspect ↓ MDCTA
- Δοσιμετρία: V/Pspect ↓ MDCTA
- Ποσοστό μη διαγνωστικών : V/Pspect ↓ MDCTA
- Ευαισθησία για ίδια ειδικότητα V/Pspect ↑ MDCTA
- Εκτίμηση της έκτασης της ΠΕ βάσει της επίδρασής της στη λειτουργία των πνευμόνων:
V/P spect ↑ MDCTA

Fused Sagittal TRANSVERSE VENT 6/24/2019 10:29:52 AM

940-1:1

NM: RECON TOMO / TRANSVERSE VENT
CT: LOC XCT - 1
NM: 6/18/2019
CT: 6/18/2019



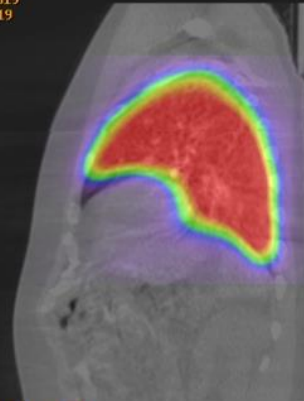
NM: Series: 940 / Slice: 78
CT: Series: 17 / Slice: 78

LL: 0.00 UL: 612.15
Width: 1600 Level: 600

Width: 255 Level: 128

940-1:1

NM: RECON TOMO / TRANSVERSE VENT
CT: LOC XCT - 1
NM: 6/18/2019
CT: 6/18/2019



Hygeia Hospital
NM - RGB
Study: Lung VEN-PER
Series: 940453



NM: Series: 940 / Slice: 41
CT: Series: 1 / Slice: 41

LL: 0.00 UL: 612.15
Width: 1600 Level: 600

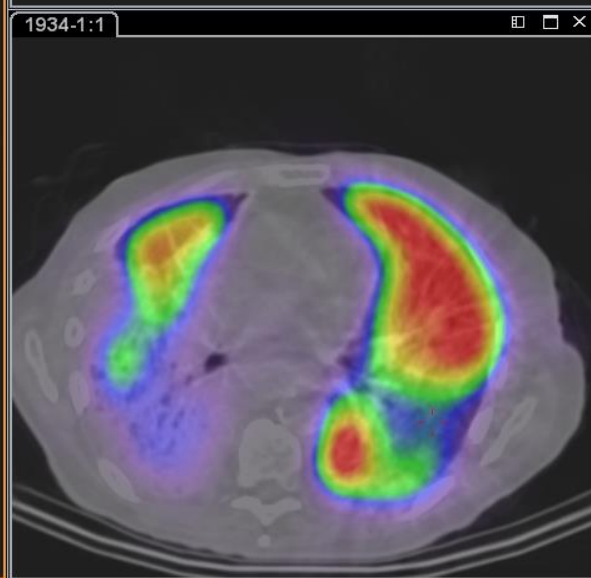
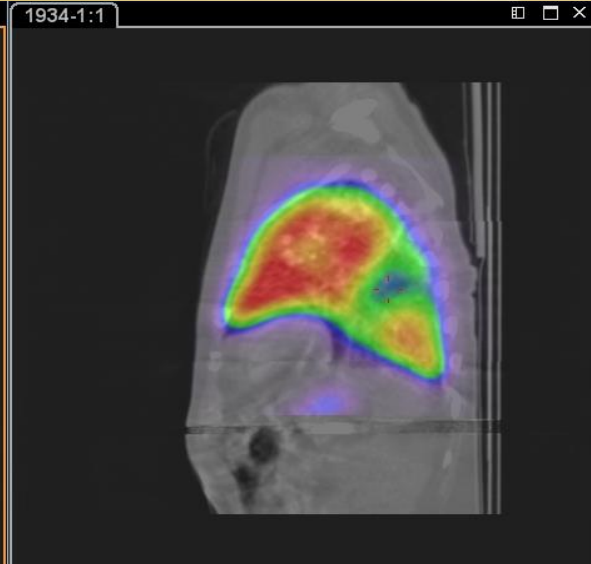
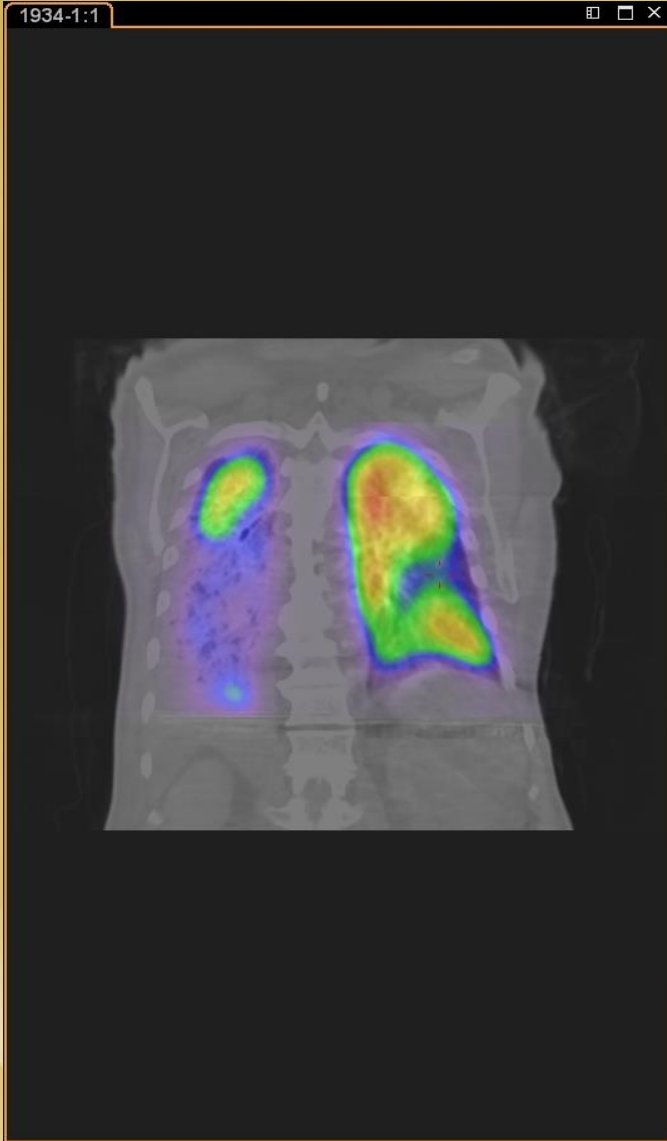
940-1:1

NM: RECON TOMO / TRANSVERSE VENT
CT: LOC XCT - 1
NM: 6/18/2019
CT: 6/18/2019



NM: Series: 940 / Slice: 241
CT: Series: 17 / Slice: 2068

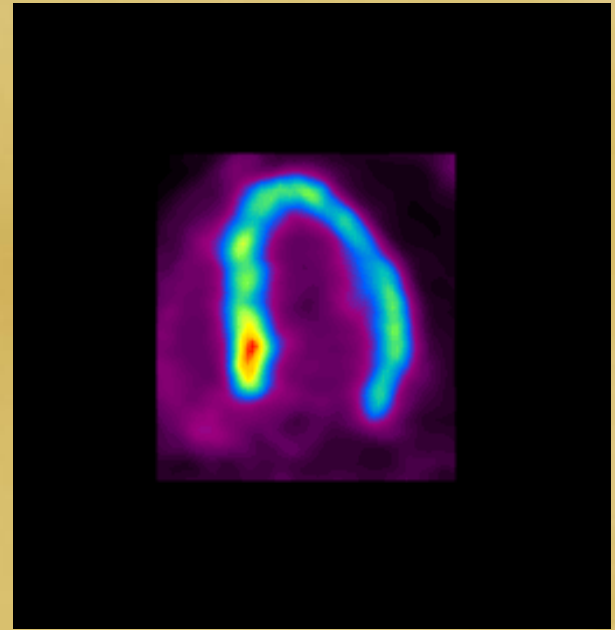
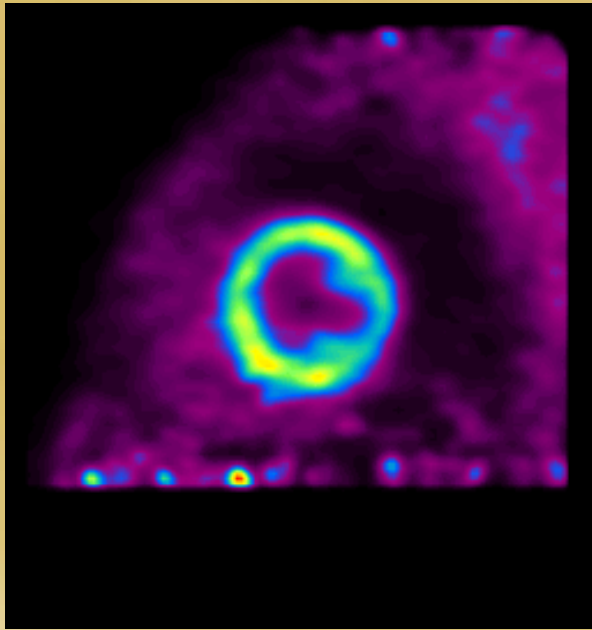
LL: 0.00 UL: 612.15
Width: 1600 Level: 600



Ευχαριστώ πολύ για τη προσοχή σας



FDG

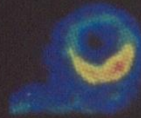


PET MYOCARDIAL VIABILITY STUDY

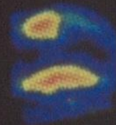
N-13 AMMONIA

F-18 FDG

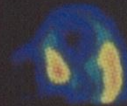
SHORT-AXIS



VERTICAL LONG-AXIS



HORIZONTAL LONG-AXIS



2894639

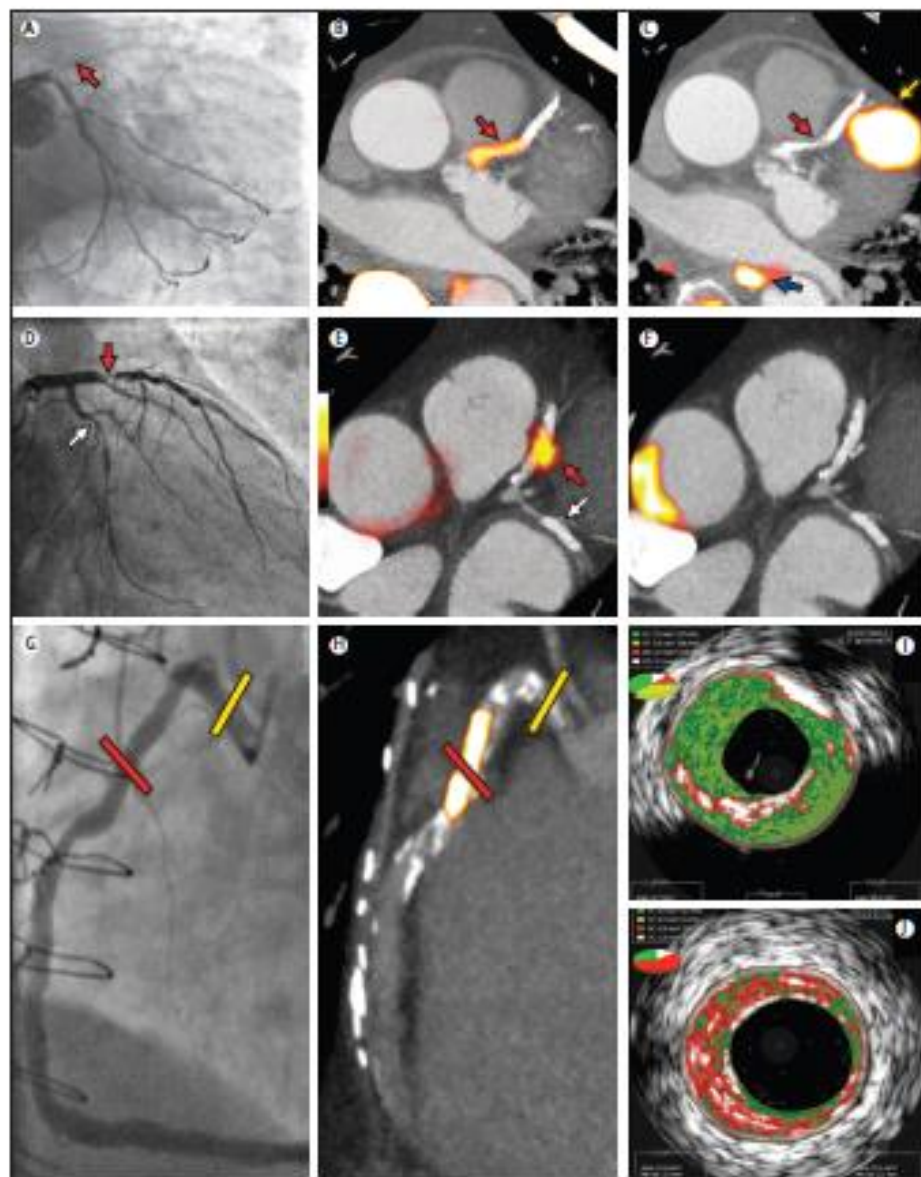


Figure 1: Focal ^{18}F -fluoride and ^{18}F -fluorodeoxyglucose uptake in patients with myocardial infarction and stable angina

Patient with acute ST-segment elevation myocardial infarction with (A) proximal occlusion (red arrow) of the left anterior descending artery on invasive coronary angiography and (B) intense focal ^{18}F -fluoride (^{18}F -NaF, tissue-to-background ratios, culprit 2.27 versus reference segment 1.09 [108% increase]) uptake (yellow-red) at the site of the culprit plaque (red arrow) on the combined positron emission and computed tomogram (PET-CT). Corresponding ^{18}F -fluorodeoxyglucose PET-CT image (C) showing no uptake at the site of the culprit plaque (^{18}F -FDG, tissue-to-background ratios, 1.63 versus reference segment 1.91 [15% decrease]). Note the significant myocardial uptake overlapping with the coronary artery (yellow arrow) and uptake within the oesophagus (blue arrow). Patient with anterior non-ST-segment elevation myocardial infarction with (D) culprit (red arrow; left anterior descending artery) and bystander non-culprit (white arrow; circumflex artery) lesions on invasive coronary angiography that were both stented during the index admission. Only the culprit lesion had increased ^{18}F -NaF uptake (^{18}F -NaF, tissue-to-background ratios, culprit 2.03 versus reference segment 1.08 [88% increase]) on PET-CT (E) after percutaneous coronary intervention. Corresponding ^{18}F -fluorodeoxyglucose PET-CT showing no uptake either at the culprit (^{18}F -FDG, tissue-to-background ratios, culprit 1.62 versus reference segment 1.49 [9% increase]) or the bystander stented lesion. Note intense uptake within the ascending aorta. In a patient with stable angina with previous coronary artery bypass grafting, invasive coronary angiography (G) showed non-obstructive disease in the right coronary artery. Corresponding PET-CT scan (H) showed a region of increased ^{18}F -NaF activity (positive lesion, red line) in the mid-right coronary artery (tissue-to-background ratio, 3.13) and a region without increased uptake in the proximal vessel (negative lesion, yellow line). Radiofrequency intravascular ultrasound shows that the ^{18}F -NaF negative plaque (I) is principally composed of fibrous and fibrofatty tissue (green) with confluent calcium (white with acoustic shadow) but little evidence of necrosis. On the contrary, the ^{18}F -NaF positive plaque (J) shows high-risk features such as a large necrotic core (red) and microcalcification (white).

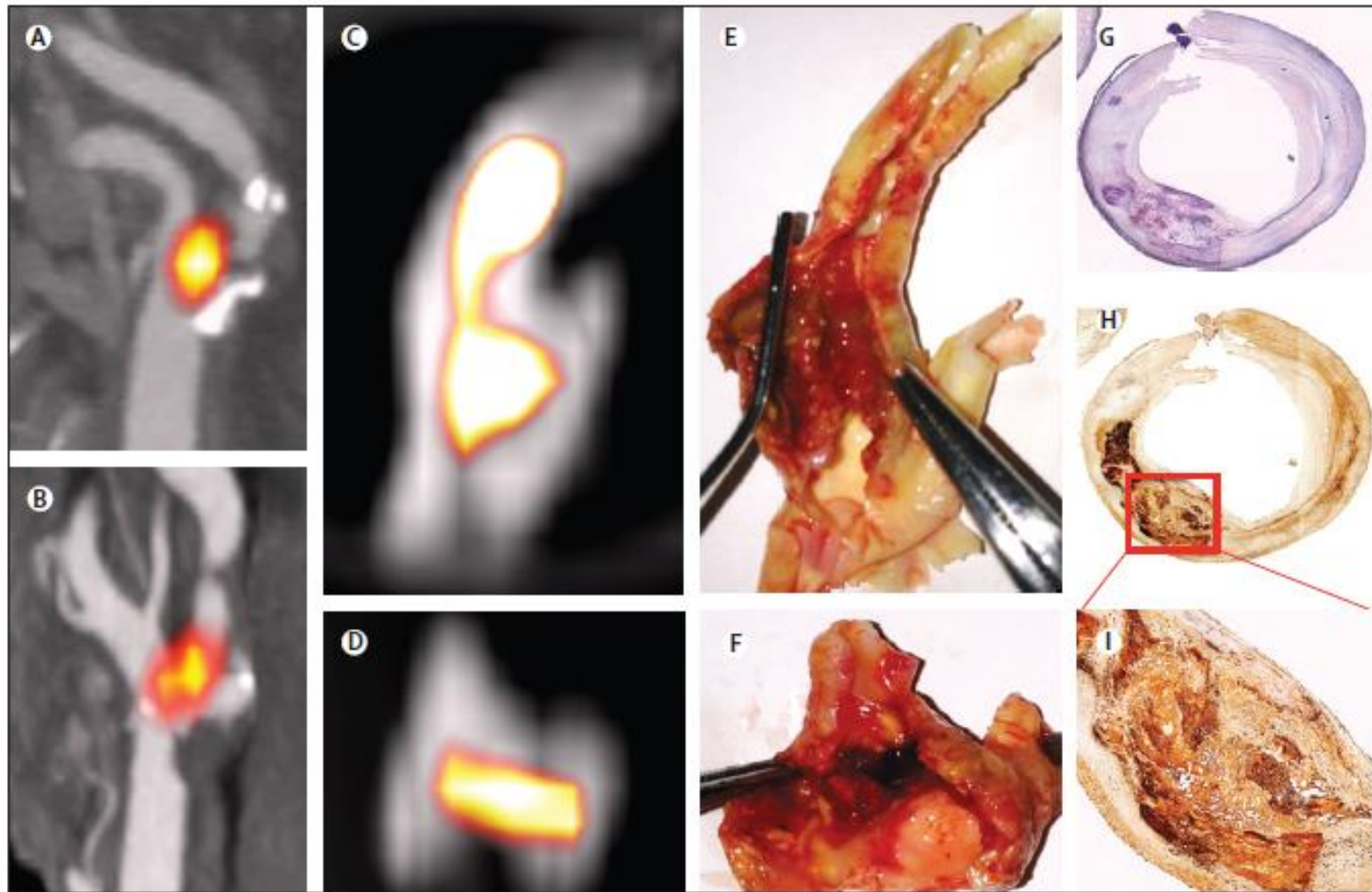


Figure 3: Carotid ^{18}F -fluoride uptake and carotid plaque rupture

In-vivo (A and B) and ex-vivo (C and D) positron emission and computed tomograms showing colocalisation of ^{18}F -fluoride (^{18}F -NaF) uptake (yellow-orange) to the site of plaque rupture with adherent thrombus on excised carotid endarterectomy tissue (E and F). Histology of the ^{18}F -NaF-positive region shows a large necrotic core (Movat's pentachrome, magnification 4x, G), within which increased staining for tissue non-specific alkaline phosphatase can be seen as a marker of calcification activity on immunohistochemistry (magnification 4x, H; magnification 10x, I).

Populations Who Benefit from SPECT MPI

- Diagnostic and prognostic chest pain evaluation
- Angina
- Atypical Angina
- Atypical Chest Pain
- Non-cardiac Chest Pain
- Peri-operative risk of non-cardiac surgery
- Diagnostic and prognostic evaluation of ACS
- Emergency Department
- In Hospital

Populations Who Benefit from SPECT MPI

- Hemodynamic/prognostic assessment of known CAD
- High risk asymptomatic populations
- Diabetes, Metabolic syndrome, insulin resistance syndrome
- Family history of sibling with coronary event
- Mediastinal radiation
- Multiple coronary risk factor
- Monitoring effectiveness of surgical and percutaneous revascularization
- Monitoring effectiveness of “ medical revascularization”

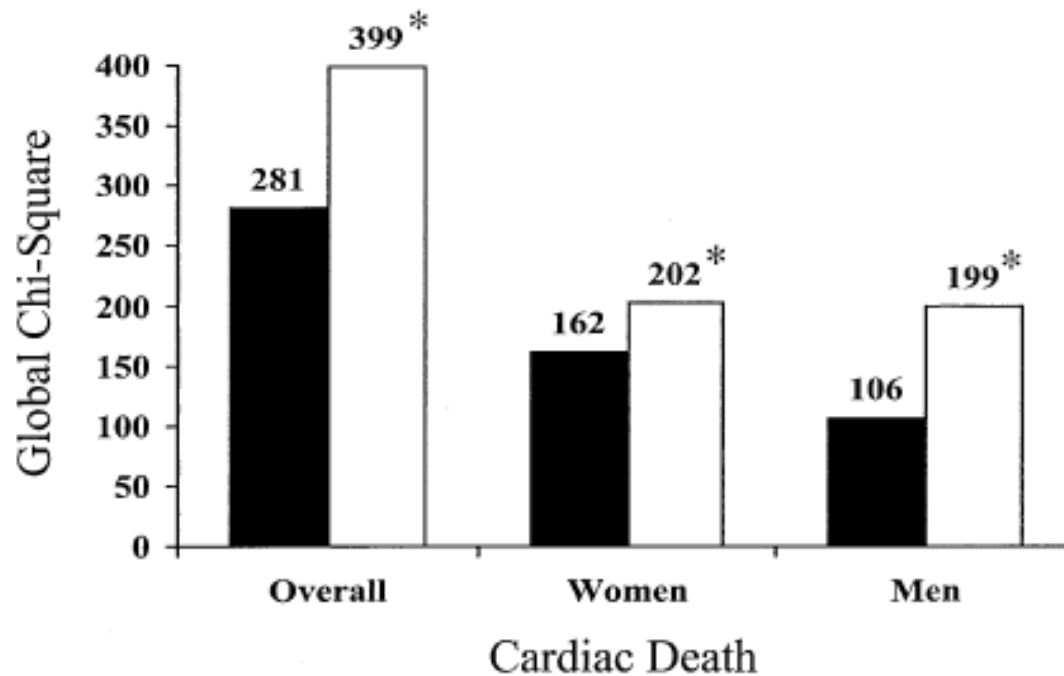
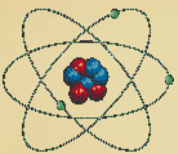


Figure 3. Chi-square values from the Cox proportional hazards models for the overall cohort, women, and men. Increase in chi-square is significant in all (* $p < 0.0001$). Solid bar = pre-MPS; open bar = pre-MPS + SSS.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΡΑΔΙΟΙΪΣΟΤΟΠΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΕ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑ ΝΟΣΟ

- **A. ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΘΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑΣ ΝΟΣΟΥ**
 - Ατομα με άτυπα ενοχλήματα ή μη διαγνωστικό ΗΚΓ κοπώσεως
 - Γυναίκες με ψευδώς θετική δοκιμασία κοπώσεως
 - LBBB
 - Σύνδρομο WPW
 - Διάταση αριστεράς κοιλίας
 - Εκτίμηση της στεφανιαίας νόσου για τη μελλοντική θεραπευτική αγωγή



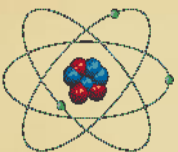
ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΕ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑ ΝΟΣΟ

- **Β. ΓΝΩΣΤΗ ΣΤΕΦΑΝΙΑΙΑ ΝΟΣΟΣ**

Ισχαιμία – Εμφραγμα

- Εκτίμηση βαρύτητας
- Εκτίμηση εκτάσεως
- Πρόγνωση
- Έλεγχος βιωσιμότητας
- Έλεγχος της εξελίξεως της στεφανιαίας νόσου

- **Γ. ΠΡΟ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΕΠΕΜΒΑΤΙΚΗΣ ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΕΩΣ**



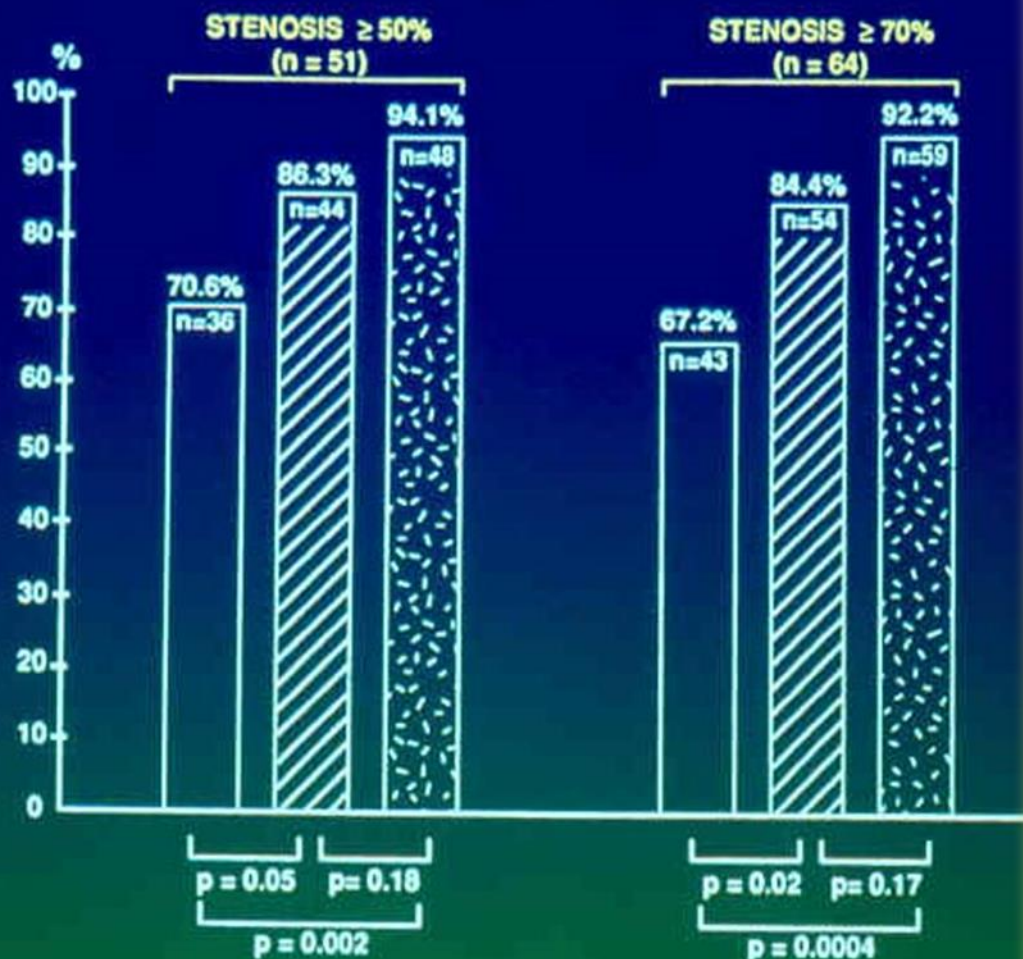


Figure 1. Specificity of ²⁰¹Tl (open bars), ^{99m}Tc-sestamibi perfusion (striped bars), and gated ^{99m}Tc-sestamibi SPECT (speckled bars) imaging studies for both women without CAD and normal volunteers.⁷ Values are given for ≥50% and ≥70% stenosis as definition for significant CAD. Reprinted with permission from the American College of Cardiology.⁷

Αναδρομική Μελέτη

- Συνολικά ανασκοπήθηκαν 824 σπινθηρογραφικές μελέτες.
- 525 ήταν φυσιολογικές.
- 299 έδειχναν διαταραχές αιμάτωσης στις ΝΑC εικόνες

	NAC	AC
οπίσθιο βασικό	131	24
λοιπό κατώτερο	78	36
κορυφαίο πρόσθιο	38	14
λοιπό πρόσθιο	22	21
κορυφή	19	12
πλάγιο/κατωτεροπλάγιο	30	49
σύνολο	299	156

**Συνολικά στις AC εικόνες αναγνωρίστηκαν 156/299
διαταραχές αιμάτωσης (μείωση 48%)**

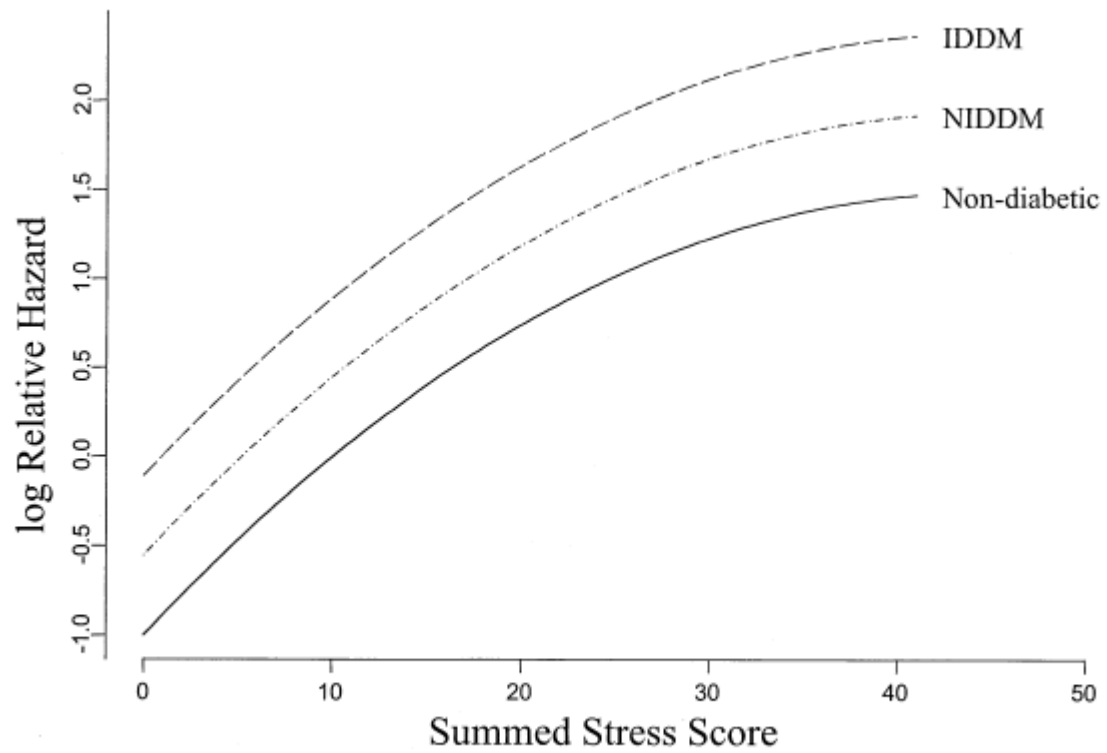
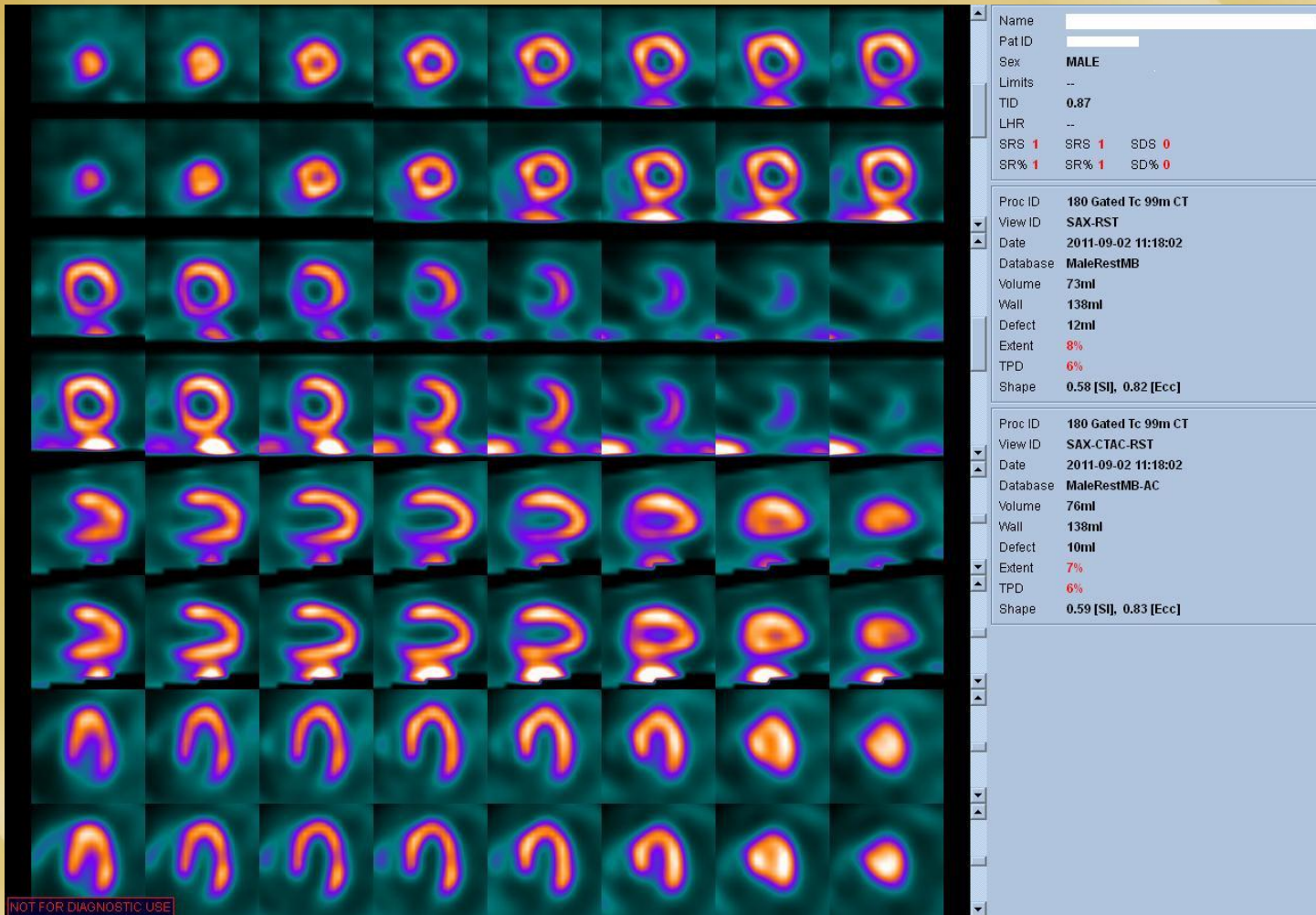


Figure 6. Relationship between log relative hazard for predicted cardiac mortality and summed stress score in insulin-dependent diabetes mellitus (IDDM), non-insulin-dependent diabetes mellitus (NIDDM), and nondiabetics. $p < 0.001$.

ATTENUATION CORRECTION



NOT FOR DIAGNOSTIC USE



MAKRIDAKIS, GEORGIOS ODYSSE 1000053827
01/01/1954 M

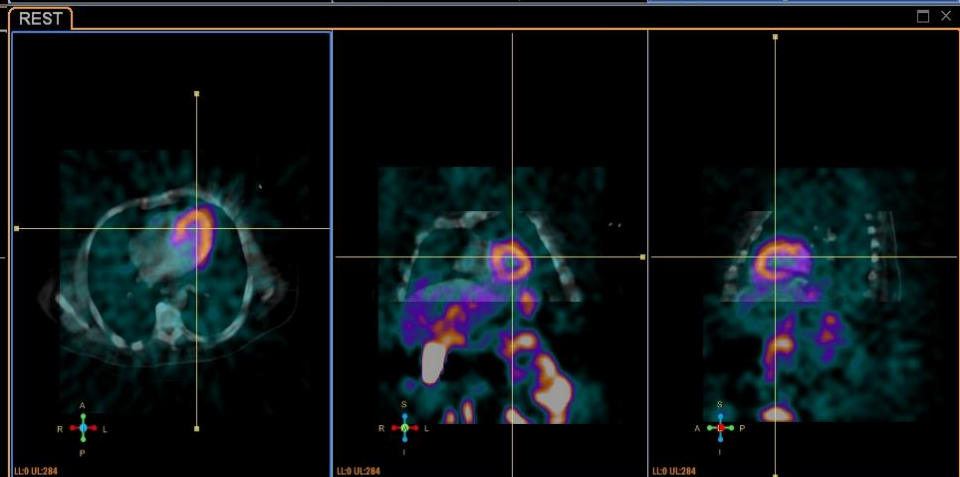
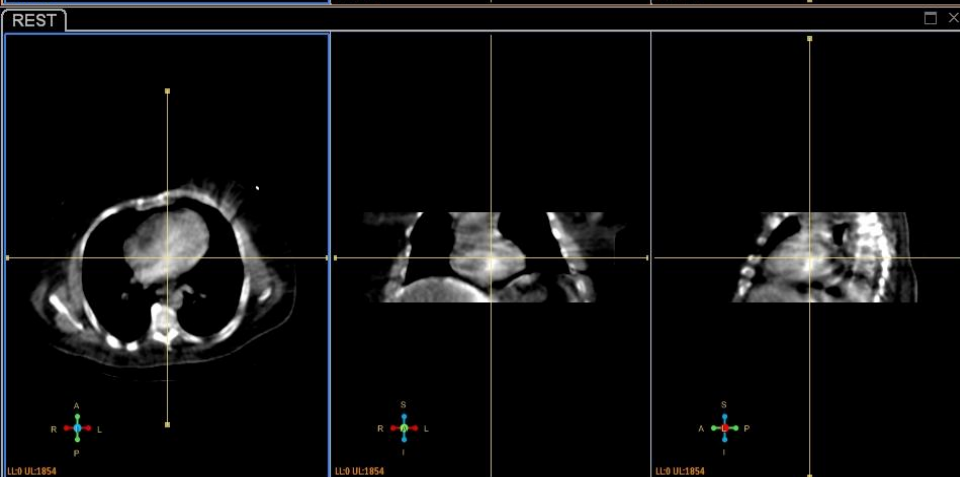
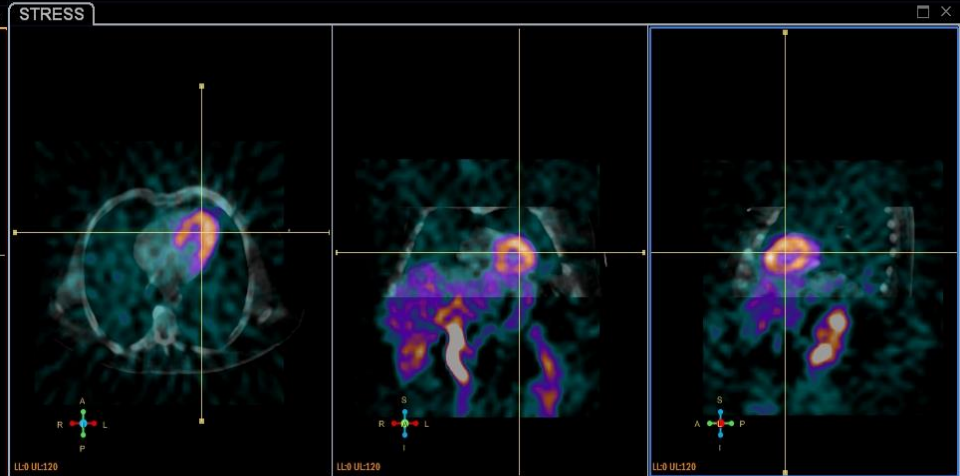
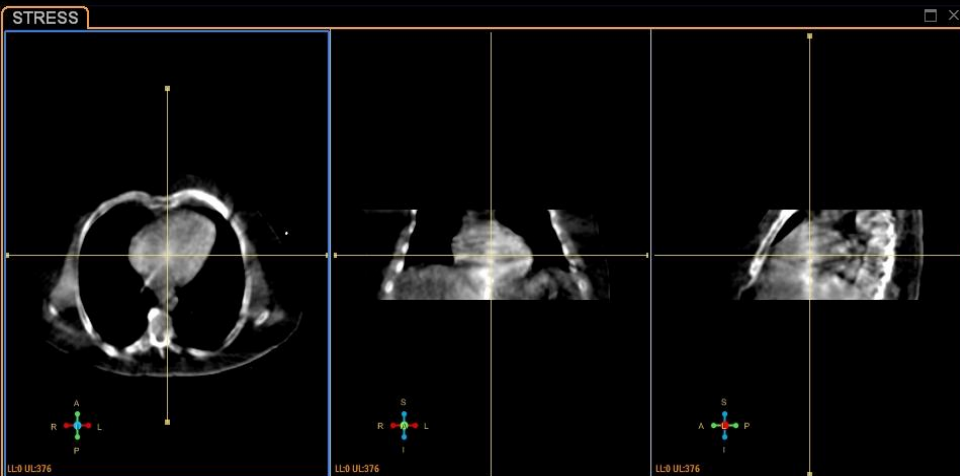
180 Gated Tc 99m CT
Hygeia Hospital

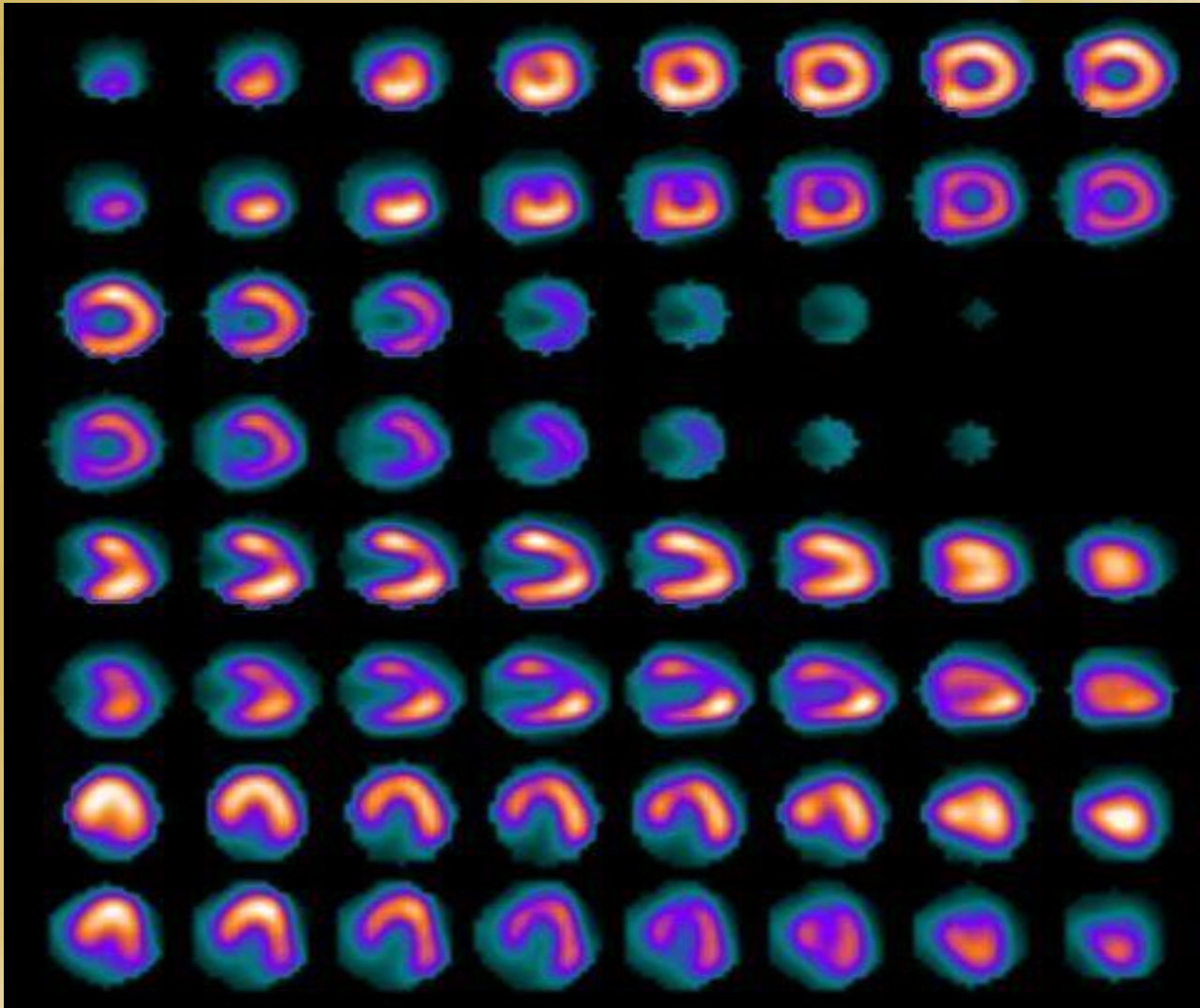
8 June, 2015

MAKRIDAKIS, GEORGIOS ODYSSE 1000053827
01/01/1954 M

180 Gated Tc 99m CT
Hygeia Hospital

8 June, 2015





Σπινθηρογράφημα αιμάτωσης μυοκαρδίου (εικόνες stress) σε θήλυ παχύσαρκο.
Πάνω σειρές: διορθωμένες εικόνες, φυσιολογική μελέτη
Κάτω σειρές: μη διορθωμένες εικόνες, μειωμένη πρόσληψη στο κορυφαίο πρόσθιο
τοιχώμα όπως και στο οπίσθιο βασικό τοίχωμα της αριστερής κοιλίας.

Υβριδική απεικόνιση

- **SPECT** αναδεικνύει αν οι στενώσεις των στεφανιαίων αγγείων που προκύπτουν στην CCTA είναι αιμοδυναμικά σημαντικές
- **CCTA** προσθέτει διαγνωστική αξία στο SPECT σε περιπτώσεις ασθενών με στεφανιαία νόσο τριών αγγείων, σε balanced ischemia

Υβριδική απεικόνιση μυοκαρδίου

- Συνδυάζει τα μορφολογικά-ανατομικά ευρήματα (CCTA) με τις λειτουργικές πληροφορίες-αιμάτωση, μεταβολισμός (SPECT) βελτιώνοντας την διαγνωστική ακρίβεια
- Μόνο το 32% των ασθενών με σημαντικές στενώσεις στην CCTA είχαν ισχαιμία στο SPECT (**Functionally relevant coronary artery disease: comparison of 64-section CT angiography with myocardial perfusion SPECT**, Gaemperli Oet.al)

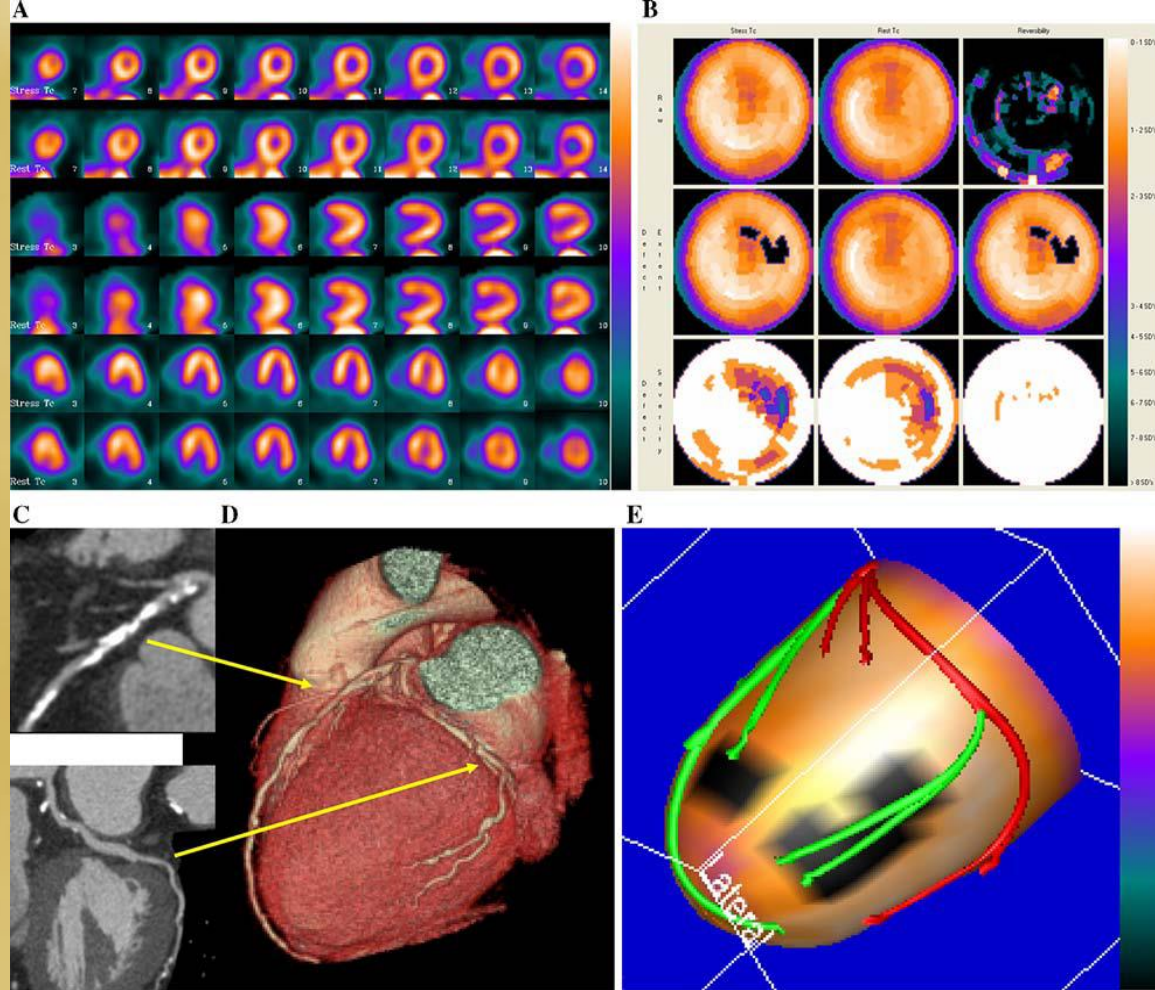


Figure 4. Example of fusion imaging in a patient with multi-vessel coronary artery disease. **A**, Short axis, vertical and horizontal long axis slices of the stress/rest SPECT. It was read as probably normal. **B**, Polar maps of the same SPECT study. **C**, Multi-planar reconstructions of the coronary arteries on CT angiography showing a plaque in the proximal left anterior descending coronary artery and possible stenosis in the left circumflex coronary artery. **D**, Three-dimensional rendering of the coronary arteries on CT angiography showing the paths of the coronary arteries and location of plaques seen in the multi-planar reformations in 3B. **E**, Fused display; the black area on the fused display identifies a region of myocardial hypoperfusion during stress. The segments of the coronary arteries rendered in green are segments distal to stenoses seen on CT angiography. This fused display was read as positive for coronary artery disease. Invasive angiography showed a 50% proximal left anterior descending coronary artery stenosis and a 90% stenosis in the first marginal vessel; thus the fused display was interpreted correctly.

ΚΛΙΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΡΕΤ

ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ

ΚΑΚΟΗΘΕΙΣ ΟΓΚΟΙ

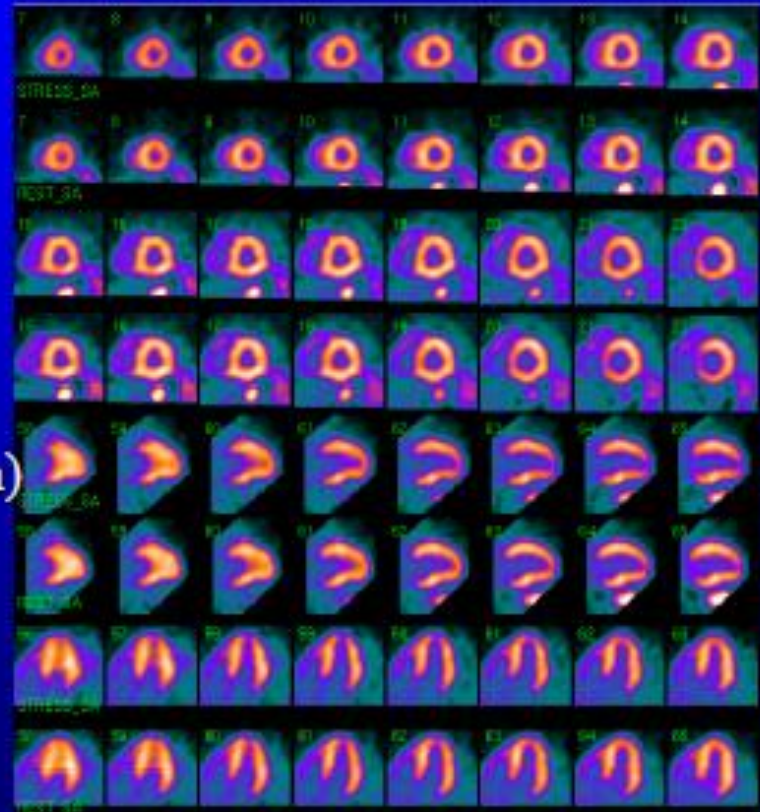
ΦΛΕΓΜΟΝΕΣ

PET Perfusion for Cardiac Imaging

◆ Cardiac PET allows evaluation:

- **Myocardial viability**
 - ◆ FDG (T1/2 110 min)
 - ◆ Others less available
- **Myocardial perfusion**
 - ◆ ^{82}Rb (T1/2 90 sec)
 - ^{82}Rb -Generator
 - ◆ ^{13}N -ammonia (T1/2 10 min)
 - Cyclotron
 - ◆ Advantage:
 - Better resolution
 - Lower radiation dose
 - Attenuation correction
 - Short with CT

PET ^{82}Rb Stress-rest



Courtesy of J. Machac-Mt Sinai, NY

ΡΑΔΙΟΦΑΡΜΑΚΑ ΡΕΤ

	Δόση(mCi)	T 1/2	Κλάσμα(EF) Απόσπασης	Παραγωγή
$^{13}\text{NH}_3$	20	10min	80%	Cyclotron
^{82}Rb	60	78sec	50-60%	Generator
H_2^{15}O	60	2min	100%	Cyclotron
^{18}FDG	10	110min	1-3%	Cyclotron

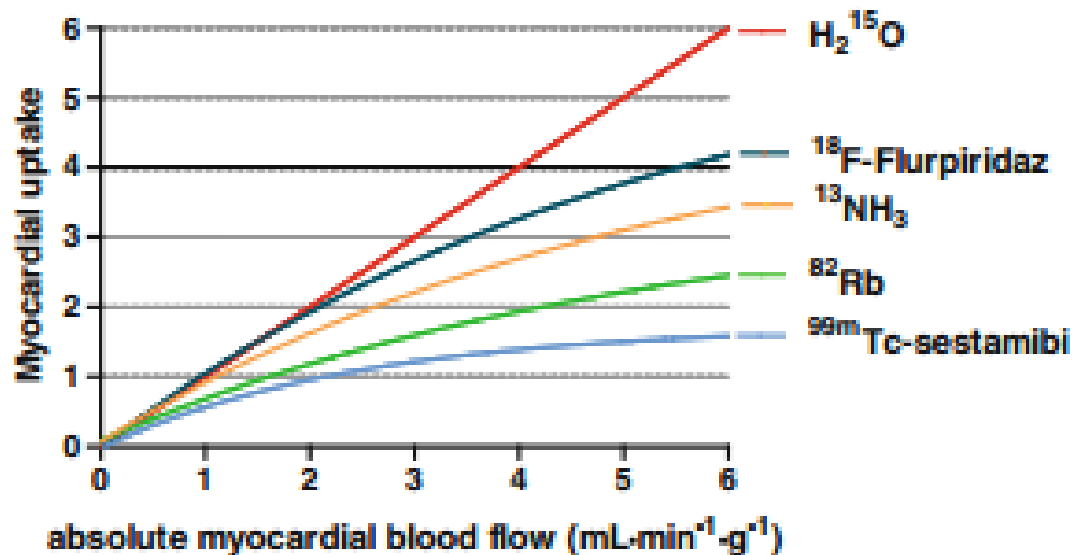
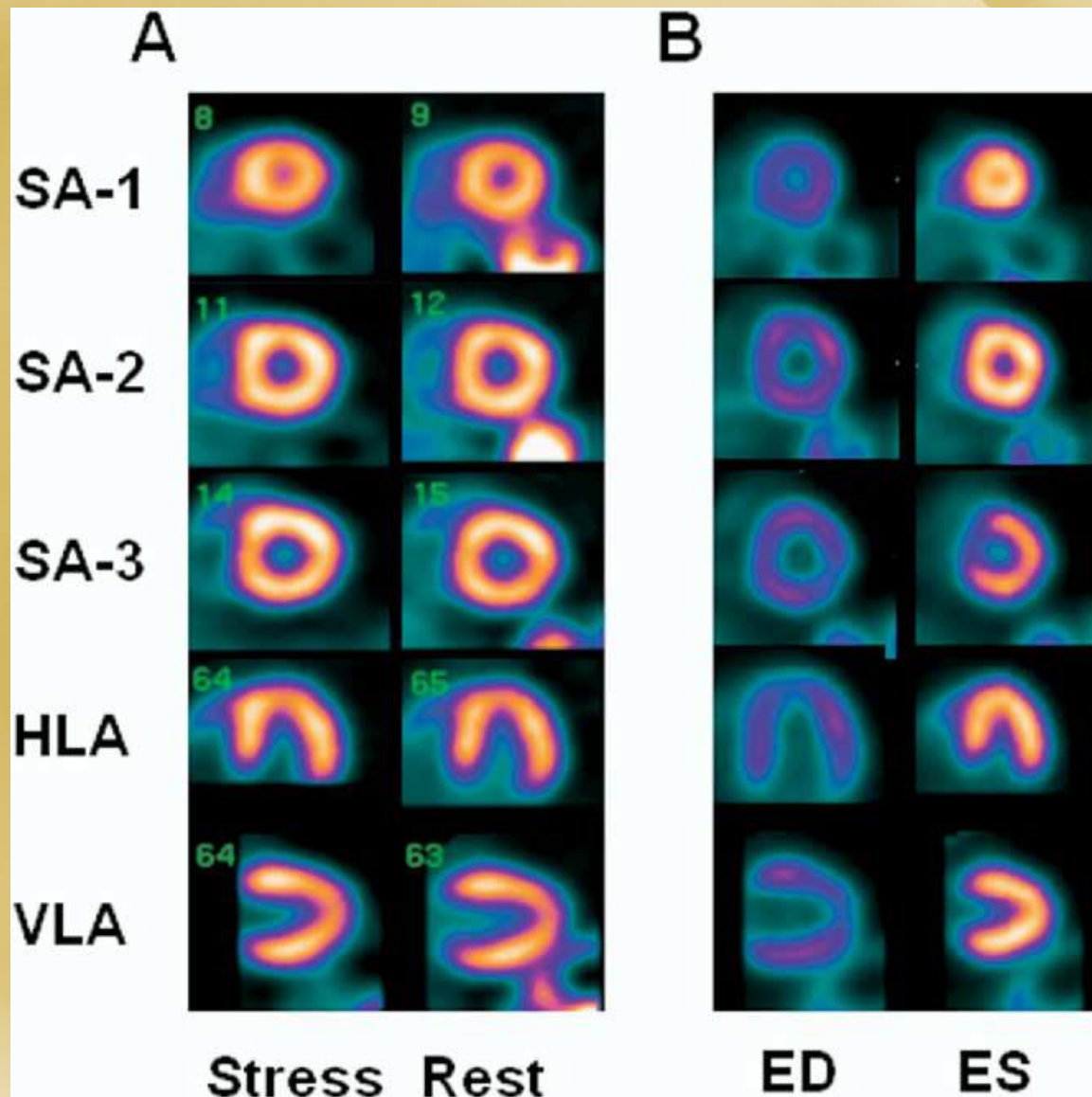


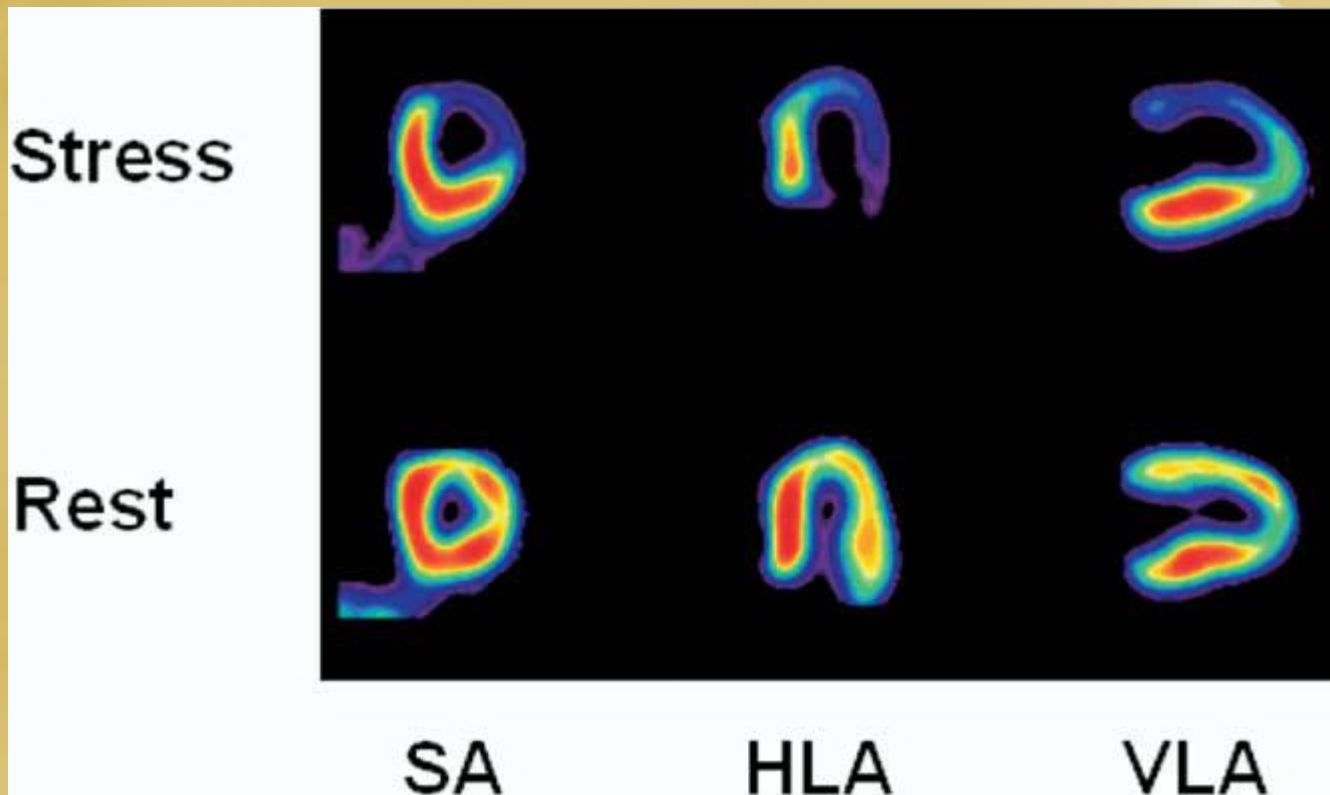
Figure 4. Kinetics of MPI perfusion tracers. Graphical presentation of the relationship between absolute MBF of the several PET radiotracers and actual tracer uptake.

^{82}Rb

	PET(min)	PET/CT(min)
Scout	5	1
Gated	8	8
Rest	8	8
Attenuation	8	1
Pharmaceutical	7	7
Stress	8	8
Total	44	33

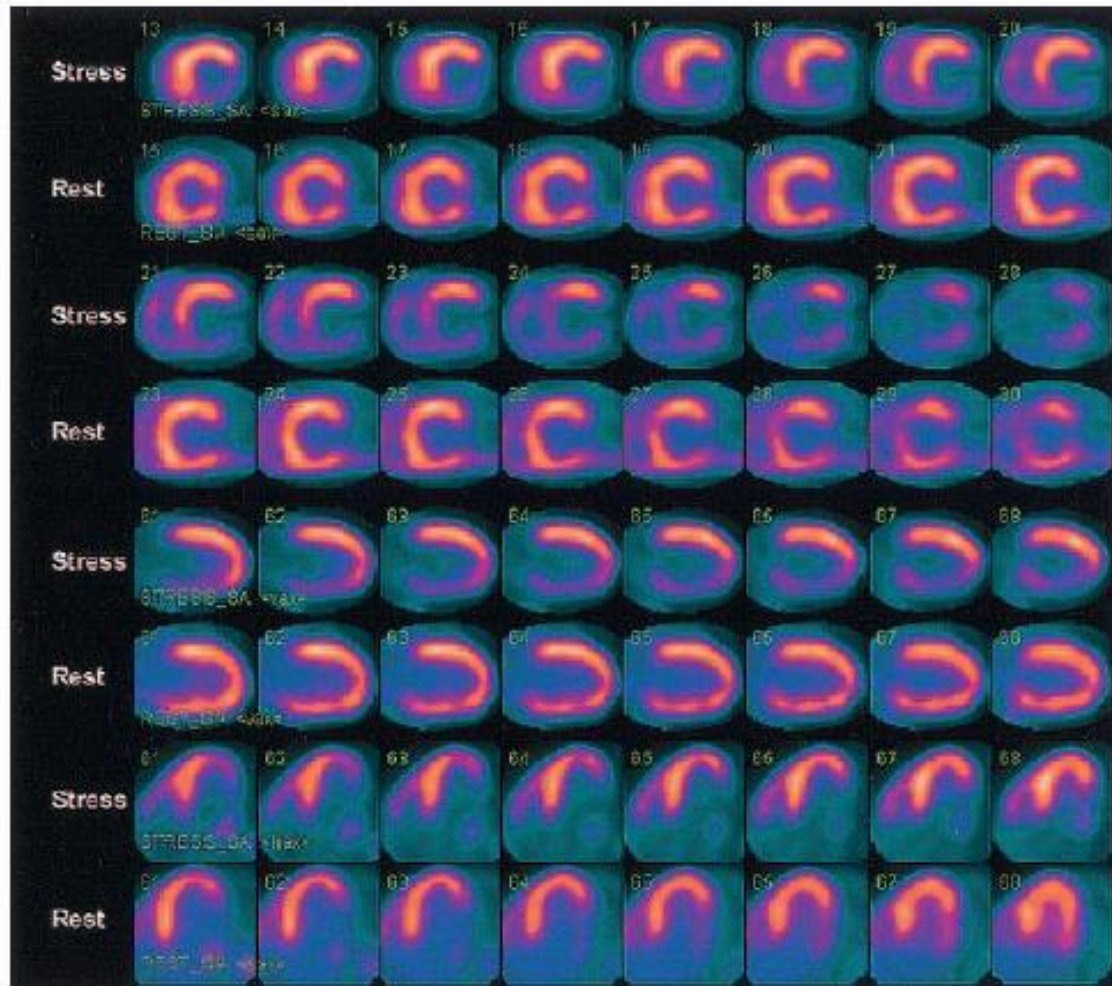


A, Normal stress and rest ^{82}Rb PET images. B, Resting end-diastolic (ED) and end-systolic (ES) gated images, showing uniformly good contractility.



¹³N Ammonia PET images demonstrating anterior and lateral defects during pharmacological stress and significant improvement at rest, consistent with ischemia. SA, short axis; HLA, horizontal long axis; VLA, vertical long axis (courtesy of Dr. H Schelbert, UCLA School of Medicine, CA).

Dipyridamole stress and rest ^{82}Rb PET/CT images in a 56 year old obese (BMI \approx 33kg/m 2) patient



In obese individuals
and women:

Sensitivity: 95%

Specificity: 90%

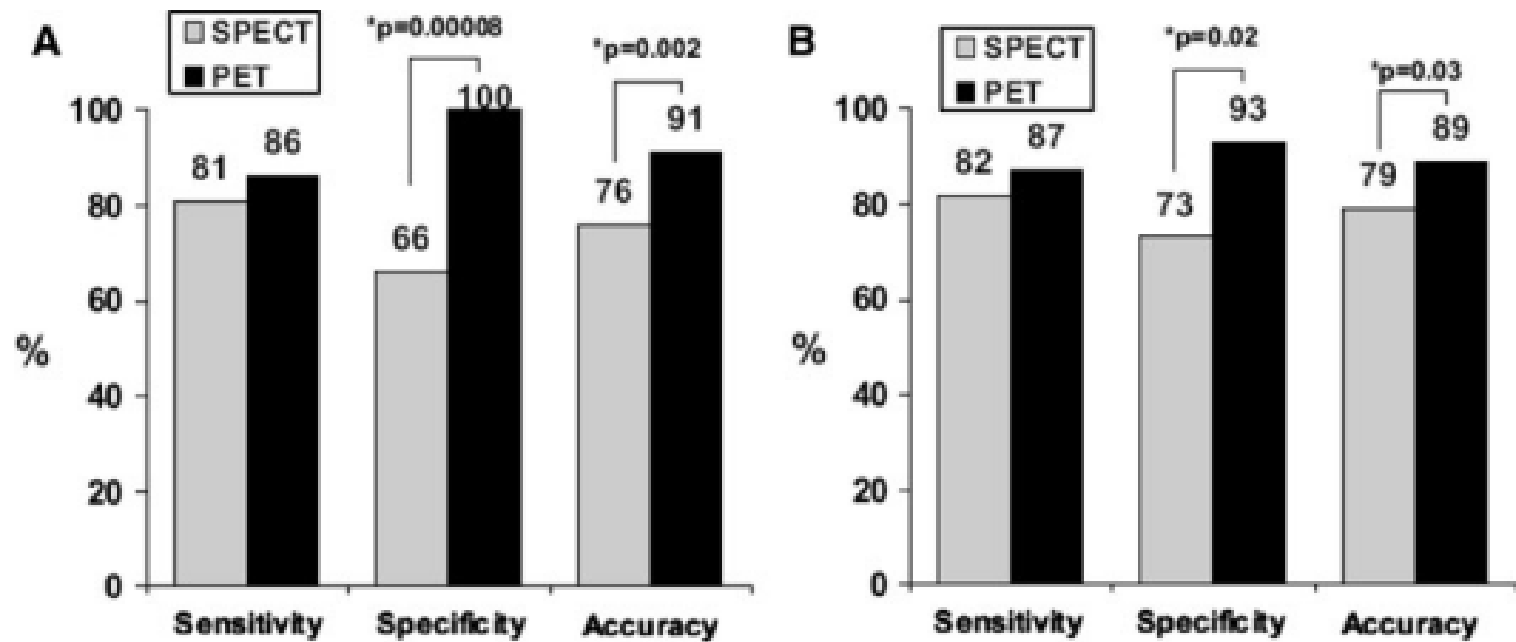


Figure 3. Overall diagnostic accuracy for PET and SPECT: 50% coronary stenosis threshold (A) and 70% stenosis threshold (B). Adapted from Bateman et al¹⁹ (with permission).

Diagnostic Accuracy: PET vs SPECT

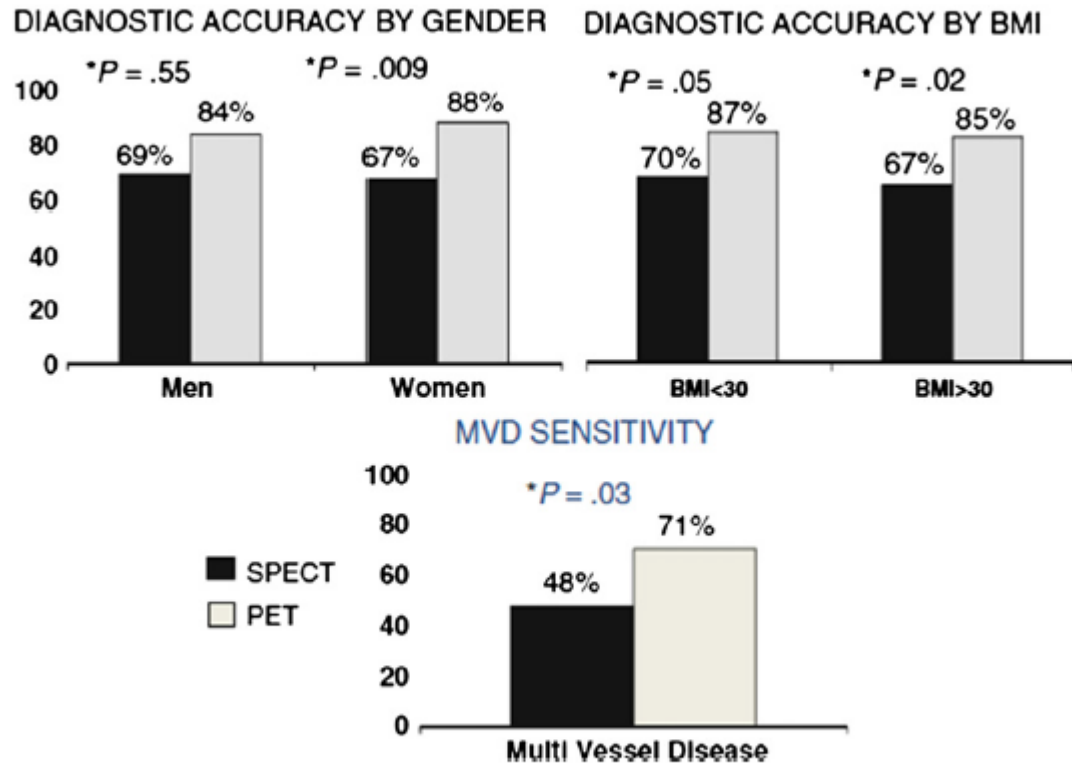


Fig. 2. Diagnostic accuracy: body mass index (BMI), gender influence, comparison of SPECT/PET disease severity. (Data from Bateman TM, Heller GV, McGhie AI, et al. Diagnostic accuracy of rest/stress ECG-gated Rb-82 myocardial perfusion PET: comparison with ECG-gated Tc-99m sestamibi SPECT. J Nucl Cardiol 2006;13:24–33.)

TABLE 5
**Comparison of Diagnostic Information Provided
 by PET and Multislice CT**

Parameter	PET	Multislice CT
Left ventricular function	++	+++
Coronary calcification	-	++
Coronary angiography	-	++
Perfusion	+++	+
Metabolism	+++	-
Viability	+++	+ (?)
Plaque morphology	-	+
Molecular imaging	++	-

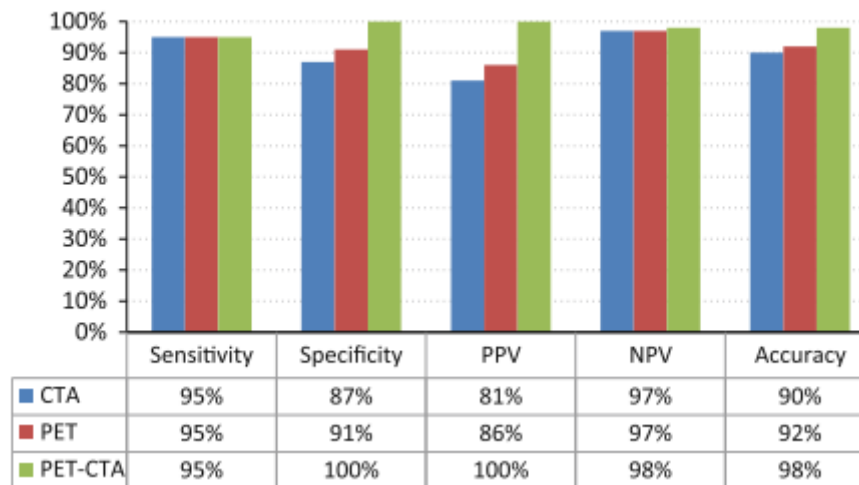


Figure 4. Addition of CTA to quantitative PET improves diagnostic accuracy sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and overall diagnostic accuracy for coronary CT angiography (CTA), quantitative ^{15}O water PET stress perfusion or both among 107 prospective patients compared to quantitative invasive coronary angiography and fractional flow reserve assessments. Addition of CTA to PET significantly improved overall diagnostic accuracy compared to CTA alone ($P = .004$) or PET alone ($P = .01$). Adapted with permission from Kajander et al⁷⁹.

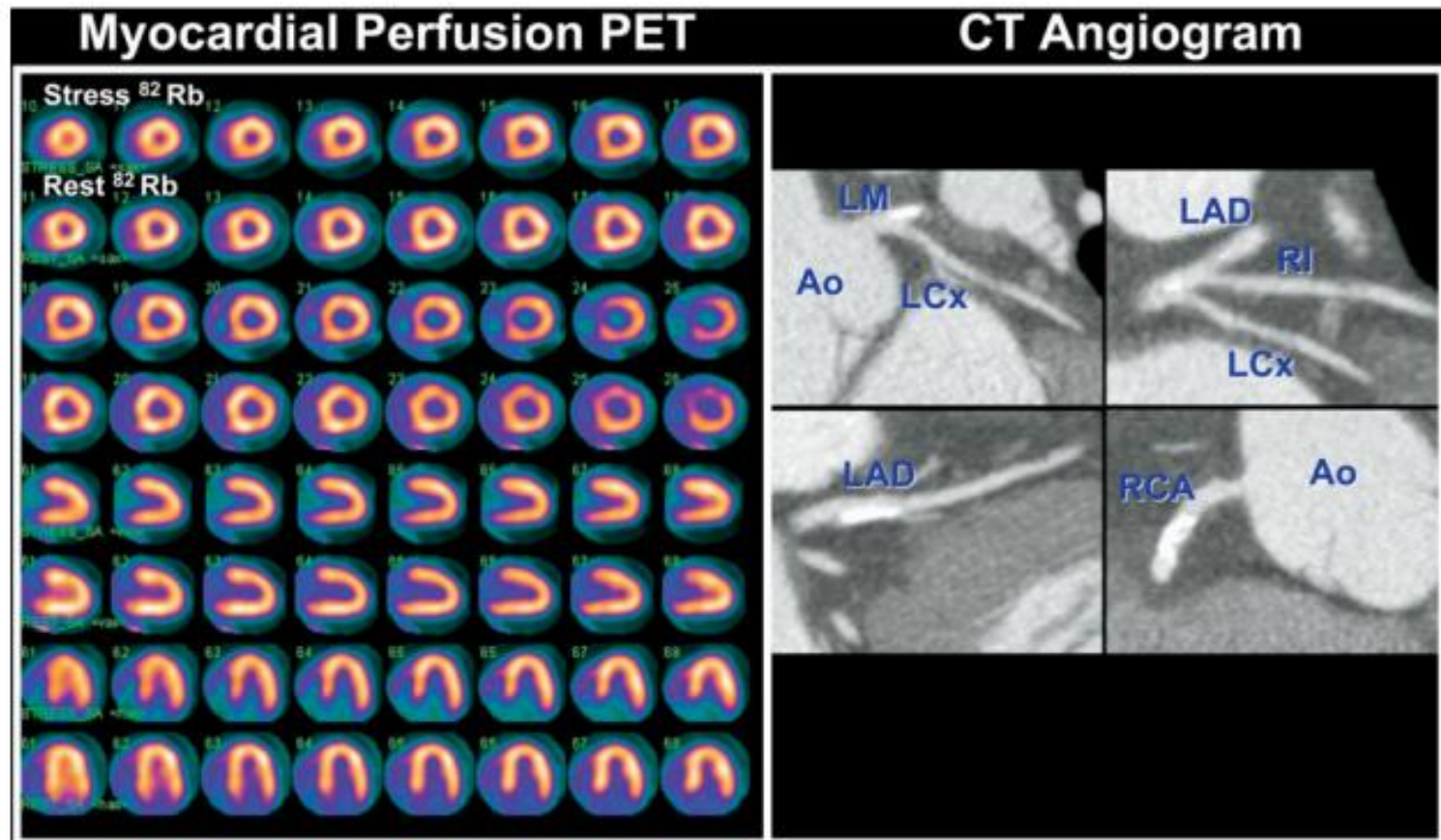


Figure 4. Integrated Rb-82 myocardial perfusion and CT coronary angiography images in patient with suspected CAD. These rest and stress myocardial perfusion PET images are normal. The coronary anatomy was left-dominant (images not shown). The CT angiogram demonstrates discrete areas of severe calcification in the proximal right coronary artery (RCA) and left anterior descending artery (LAD), as well as in the distal left main artery (LM). The integrated PET-CT findings are consistent with the presence of extensive coronary atherosclerosis without flow-limiting disease (ie, normal perfusion), suggesting no need for revascularization. Ao, Aorta; LCx, left circumflex artery; RI, ramus intermedius.

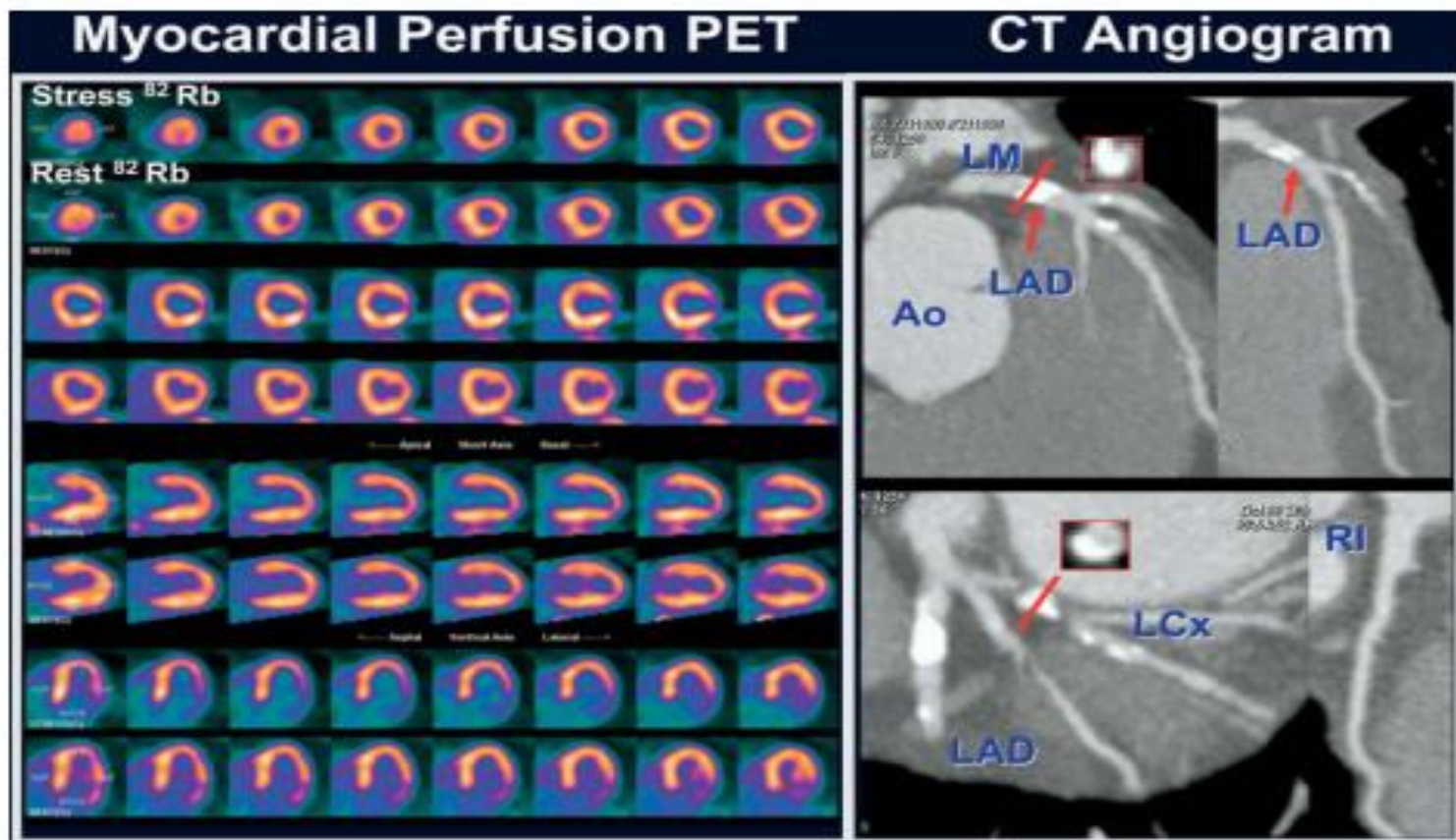


Figure 3. Integrated Rb-82 myocardial perfusion and CT coronary angiography images in patient with suspected CAD. The rest and stress myocardial perfusion PET images demonstrate a small perfusion defect of severe intensity in the mid and basal lateral walls with significant but not complete reversibility. On CTA, the coronary anatomy was right-dominant (images not shown), with severe luminal narrowing of the proximal left anterior descending artery (LAD) and left circumflex coronary artery (LCx) (shown in cross-sectional images of the vessels in the inset). The integrated PET-CT results suggest that although the patient has extensive coronary atherosclerosis in the proximal LAD and LCx, only the LCx stenosis is hemodynamically significant. Follow-up catheter-based coronary angiography demonstrated a totally occluded LCx (filled by collaterals), with minimal disease in the proximal LAD. ANT, Anterior; SEP, septal; LAT, lateral; INF, inferior; LM, left main artery; Ao, aorta; RI, ramus intermedius.

Στεφανιαία εφεδρεία

(Myocardial Flow Reserve)

Myocardial Flow Reserve (MFR) = Vasodilator Capacity of the Coronary Circulation

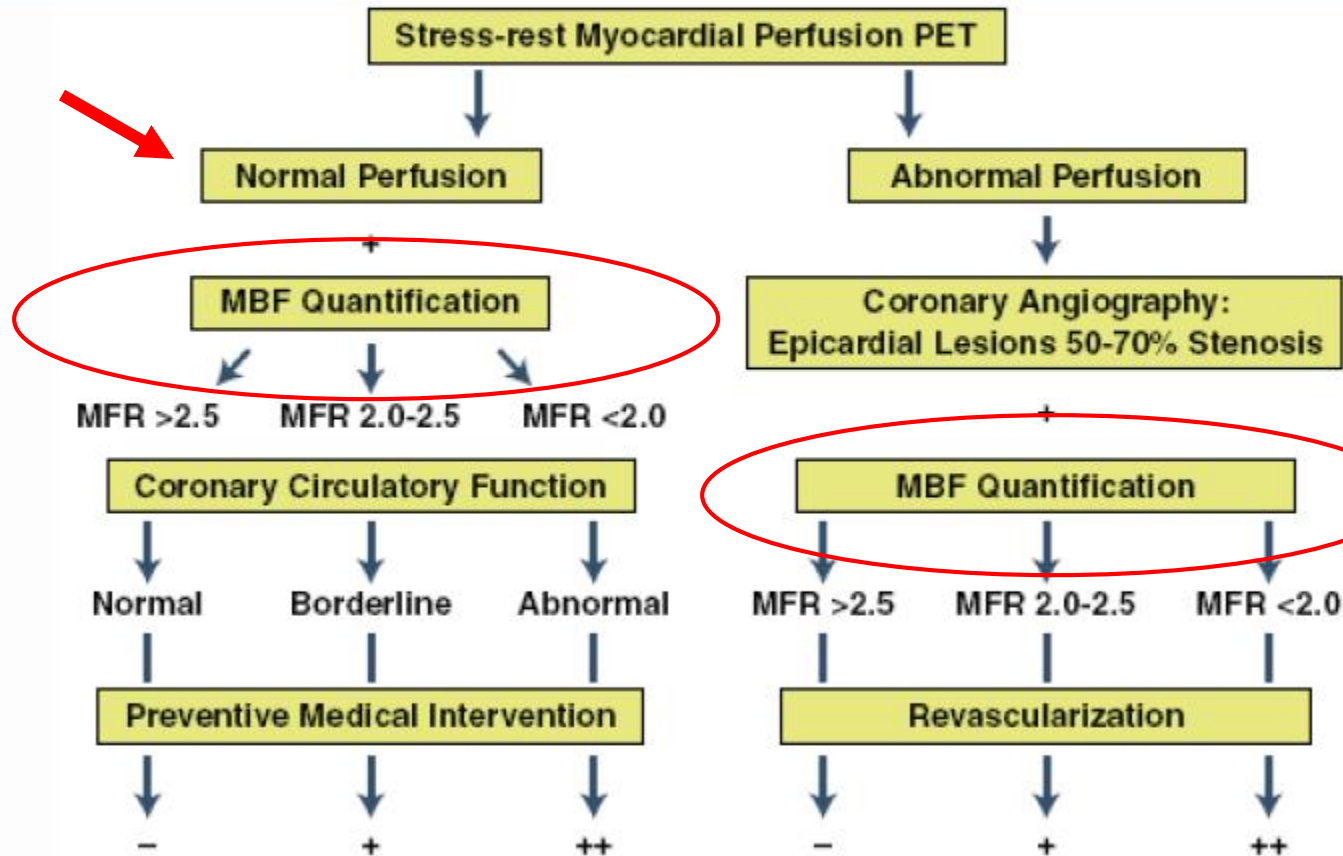
$$\text{MFR} = \frac{\text{MBF during hyperemia (a)}}{\text{MBF at rest (b)}}$$

(MBF=myocardial blood flow as determined with PET)

(a) Increasing age and microvascular dysfunction due to cardiovascular risk factors hyperemic MBF ↓ ⇒ MFR ↓

(b) Resting MBF dependent on metabolic demand (or myocardial workload) !: e.g. heart rate ↑ and/ or arterial blood pressure ↑ ⇒ resting MBF ↑ ⇒ MFR ↓

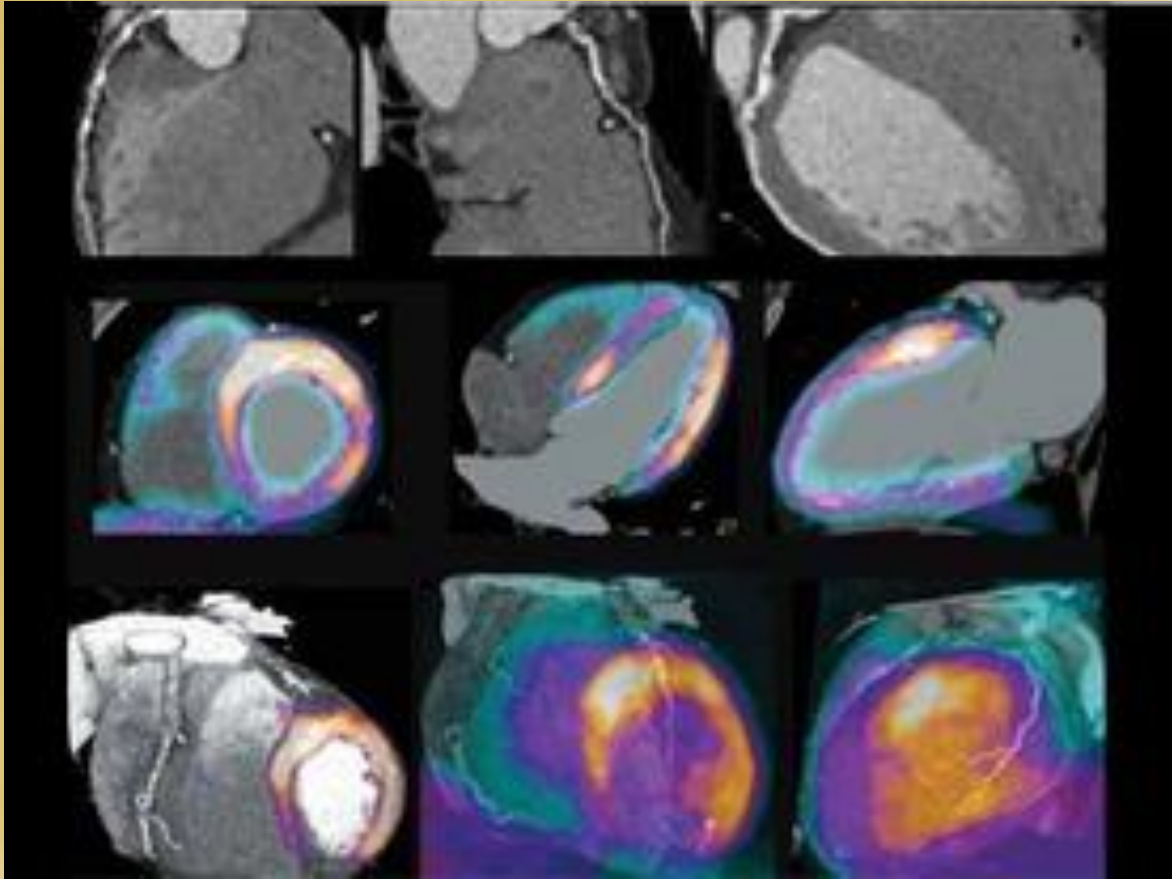
Integration of PET Perfusion Imaging and MFR



Βιωσιμότητα

Γιατί PET/CT

- ✓ Ακριβής τοποθέτηση
- ✓ Διόρθωση απορρόφησης , γρήγορη+ακριβής
- ✓ Διόρθωση αναπνευστικών κινήσεων
- ✓ *Cardiac gated*
- ✓ Δυνατότητα στεφανιαίας αγγειογραφίας
> 16 slices
- ✓ *Calcium scoring*
- ✓ Κοιλιογραφία με σκιαγραφικό



ΣΑΡΚΟΕΙΔΩΣΗ

ΣΑΡΚΟΕΙΔΩΣΗ

- Βιβλιογραφικά <5% των ασθενών με σαρκοείδωση έχουν καρδιακή συμμετοχή
- Αυτοψία: καρδιακή συμμετοχή στο 20-25% των ασθενών
- 2,4% στη μαύρη φυλή, 0,85% στη λευκή φυλή
- 15-25% των θανάτων ασθενών με σαρκοείδωση οφείλονται στην καρδιακή συμμετοχή

ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΣΑΡΚΟΕΙΔΩΣΗ

	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ
$^{99}_{\text{m}}\text{Tc-MIBI}$	63,6%
^{67}Ga	36,3%
$^{18}\text{FDG-PET}$	98%

Okumura W, et al, JNM 2004;45:1989-98

	ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑ	ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ
$^{18}\text{FDG-PET}$	87,5%	38,5%
MRI	75%	76,9%

Ohira H, et al, Eur J Nucl Med Mol Imaging 2008; 35:983-41

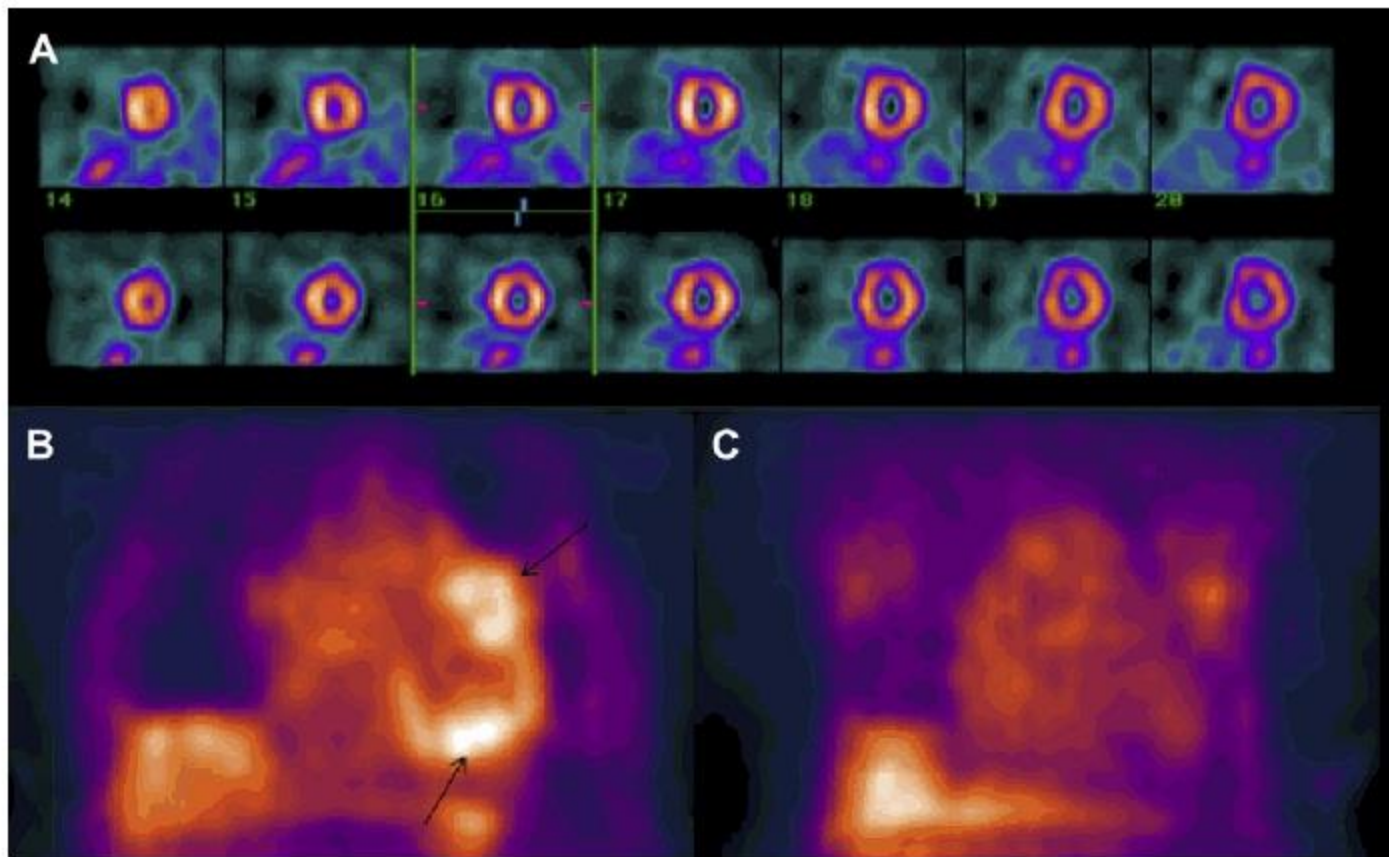


Fig. 1. Images from a 42-year-old woman with biopsy proven neurosarcoidosis who presented with ventricular tachycardia. (A) Myocardial perfusion single-photon emission tomography images; stress (*top row*) and rest (*bottom row*) showed normal perfusion. (B) FDG-PET image showed focal uptake in the midanterior and midinferior region of the myocardium, suggesting sarcoidosis involvement. (C) Follow-up FDG-PET images showed resolution of focal FDG uptake after steroid treatment.

ΑΘΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΠΛΑΚΑ

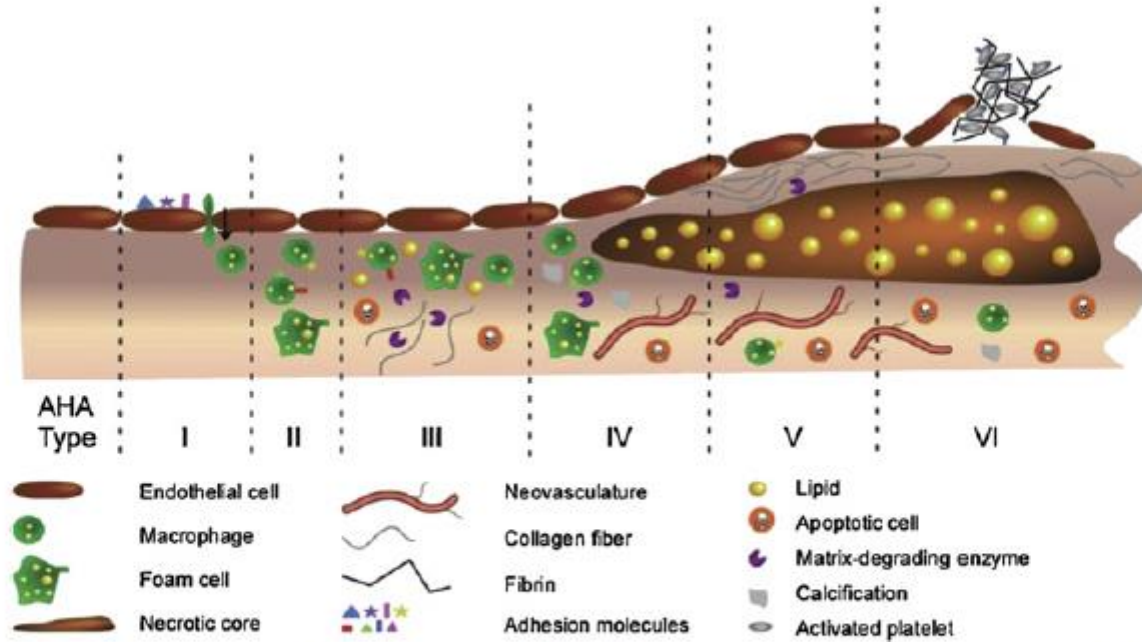


Fig. 1. The different stages of atherosclerotic plaque development in humans. AHA, American Heart Association. (From Douma K, Prinzen L, Slaaf DW, et al. Nanoparticles for optical molecular imaging of atherosclerosis. *Small* 2009;5(5):544–57; with permission.)

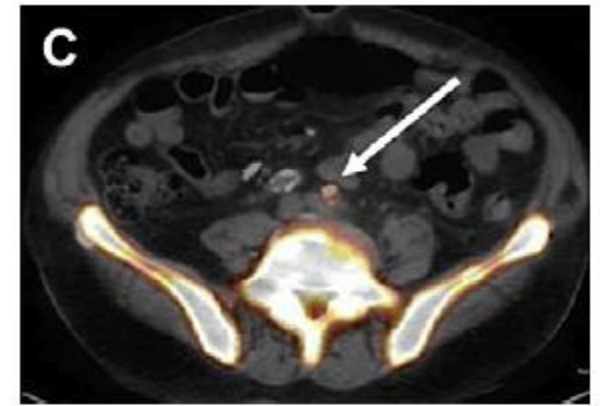
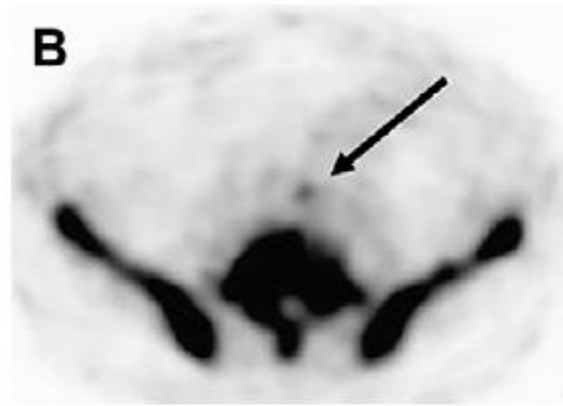


Fig. 3. Transaxial ^{18}F -NaF-PET/CT images of common iliac arteries. (A) CT image. White arrow shows calcification. (B) There is an ^{18}F -NaF uptake indicated by a black arrow on the PET image. (C) Fused PET/CT image shows colocalization of ^{18}F -NaF uptake and calcification in atherosclerotic lesion (*white arrow*). (From Derlin T, Richter U, Bannas P, et al. Feasibility of ^{18}F -sodium fluoride PET/CT for imaging of atherosclerotic plaque. *J Nucl Med* 2010;51(6):862-5; with permission.)

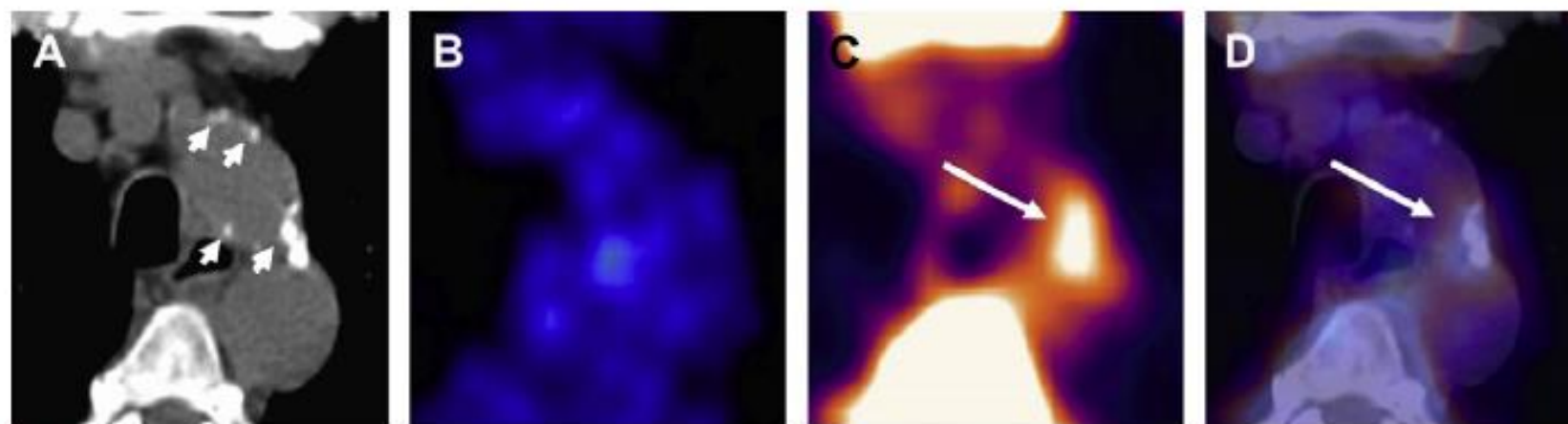


Fig. 5. Transaxial PET/CT images of atherosclerotic plaque in ascending aorta: (A) CT image shows calcification (*short arrows*). (B) ^{18}F -FDG PET image shows no tracer uptake; however, on ^{18}F -NaF PET image (C) there is an accumulation of tracer indicated by a long arrow. (D) Coregistered and fused ^{18}F -FDG/ ^{18}F -NaF PET/CT (*long arrow*). (From Derlin T, Toth Z, Papp L, et al. Correlation of inflammation assessed by ^{18}F -FDG PET, active mineral deposition assessed by ^{18}F -fluoride PET, and vascular calcification in atherosclerotic plaque: a dual-tracer PET/CT study. *J Nucl Med* 2011;52(7):1020–7; with permission.)

Cardiac Calcification

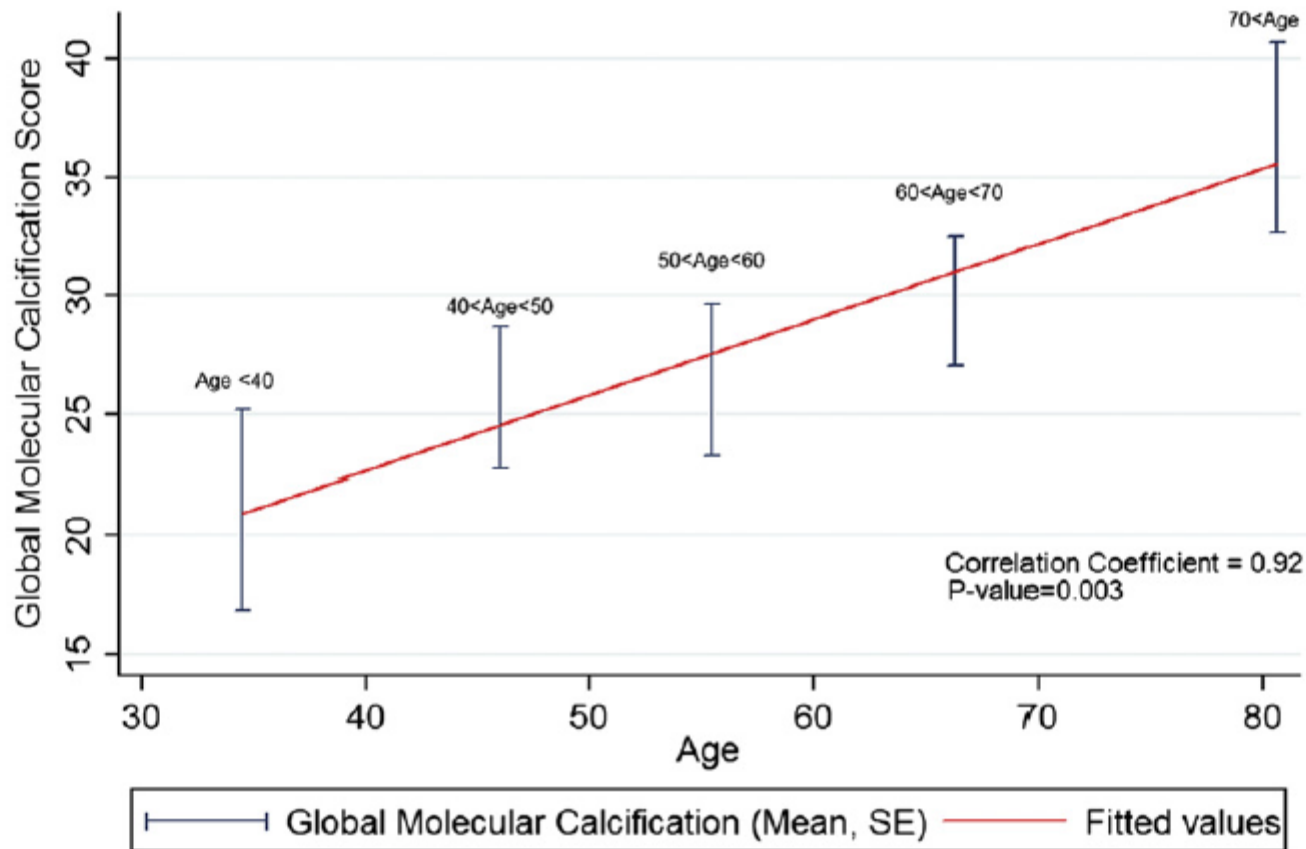


Fig. 7. Correlation between cardiac Global Molecular Calcification Score (GMCS), measured by ^{18}F -NaF-PET/CT, and age. There is a statistically significant increase in cardiac molecular calcification with age (Pearson correlation coefficient = 0.92; $P = .003$). (From Beheshti M, Saboury B, Mehta N, et al. Detection and global quantification of cardiovascular molecular calcification by fluoro-18-fluoride positron emission tomography/computed tomography—A novel concept. *Hell J Nucl Med* 2011;14(2);114–20; with permission.)

Aortic Calcification

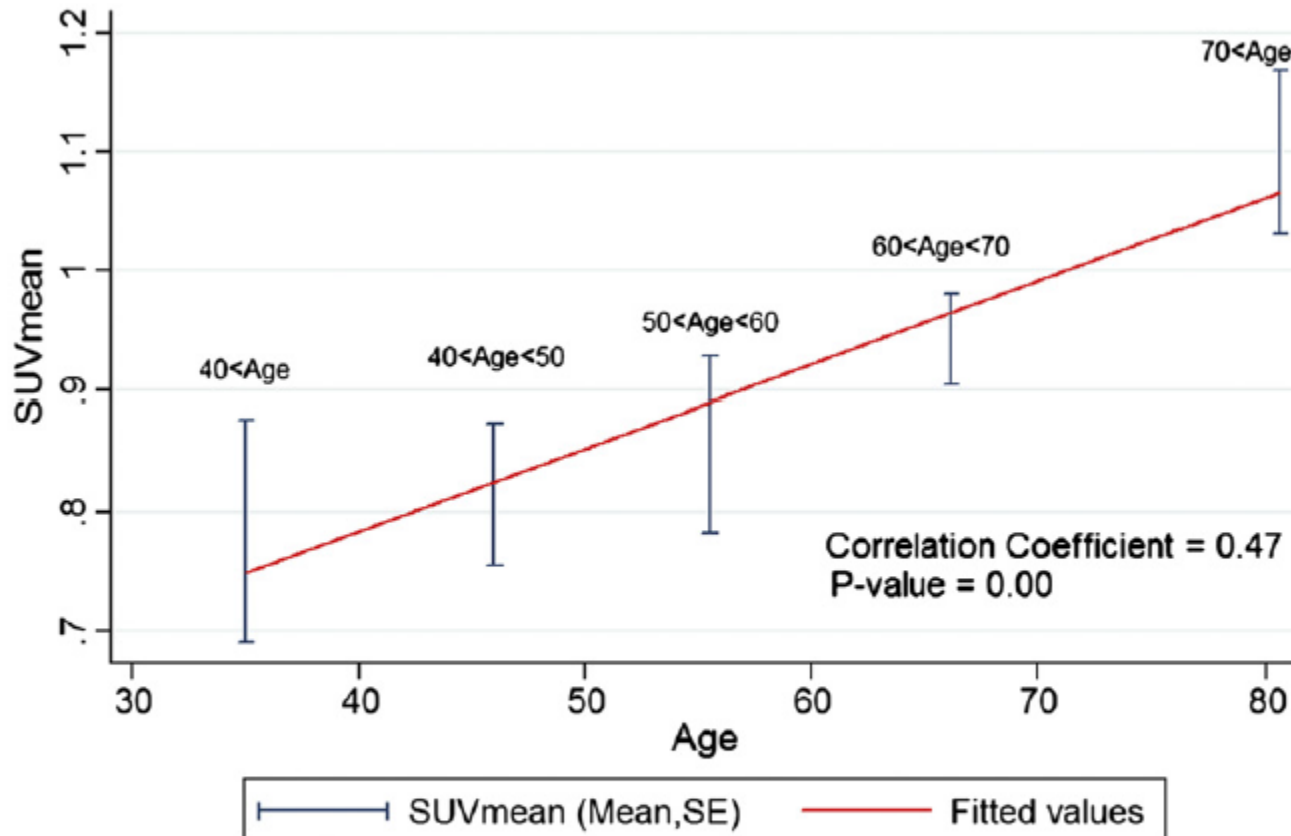


Fig. 8. Correlation between aortic SUV_{mean} , measured by ^{18}F -NaF-PET/CT, and age. There is a statistically significant increase in aortic molecular calcification with age (Pearson correlation coefficient = 0.97; $P = .004$). (From Beheshti M, Saboury B, Mehta N, et al. Detection and global quantification of cardiovascular molecular calcification by fluoro-18-fluoride positron emission tomography/computed tomography—A novel concept. *Hell J Nucl Med* 2011;14(2);114–20; with permission.)

^{18}F -fluoride positron emission tomography for identification of ruptured and high-risk coronary atherosclerotic plaques: a prospective clinical trial

Nikhil V Joshi, Alex T Vesey, Michelle C Williams, Anoop S V Shah, Patrick A Calvert, Felicity H M Craighead, Su Ern Yeoh, William Wallace, Donald Salter, Alison M Fletcher, Edwin J R van Beek, Andrew D Flapan, Neal G Uren, Miles W H Behan, Nicholas L M Cruden, Nicholas L Mills, Keith A A Fox, James H F Rudd, Marc R Dweck*, David E Newby*

www.thelancet.com Published online November 11, 2013 [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61754-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61754-7)

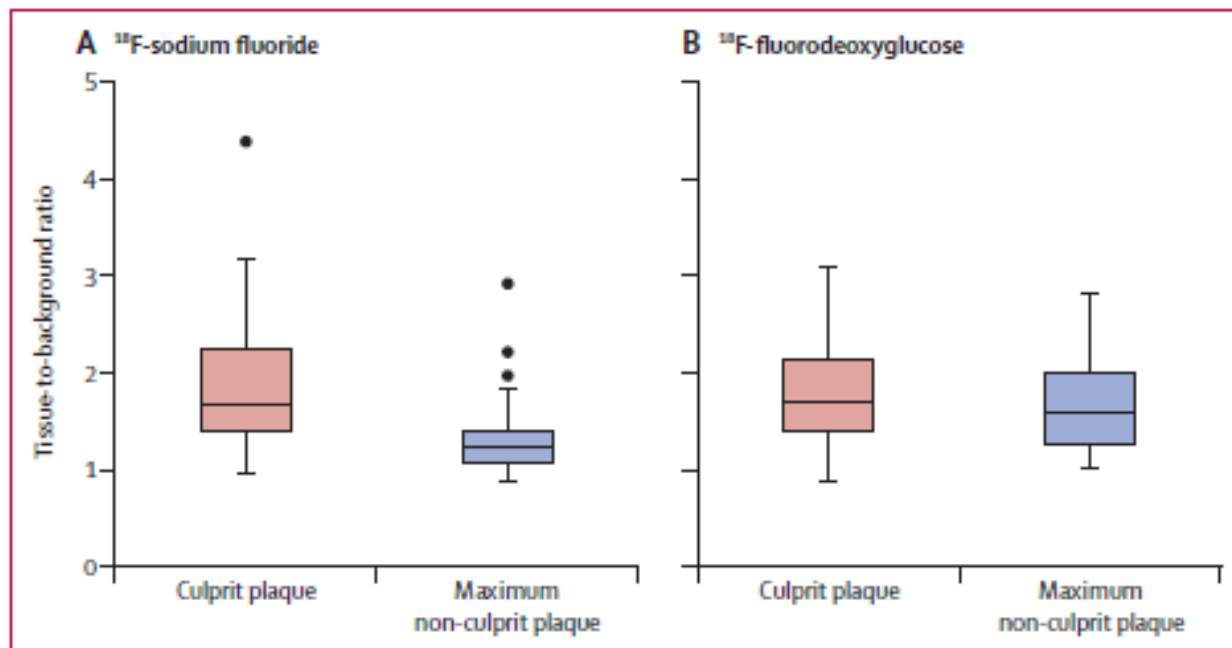


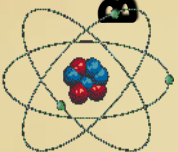
Figure 2: ^{18}F -fluoride and ^{18}F -fluorodeoxyglucose uptake in patients with myocardial infarction

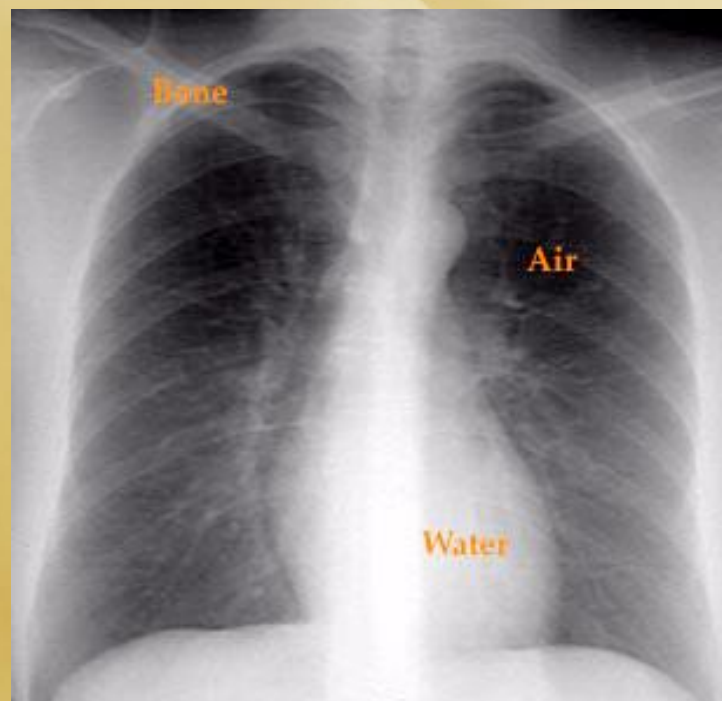
^{18}F -fluoride activity (maximum tissue-to-background ratio) was increased in the culprit plaque (red) compared with the maximum uptake in any of the non-culprit plaques (blue). By contrast, there was no difference in the activity of ^{18}F -fluorodeoxyglucose between these regions.

Τυπικές Τιμές Ενεργού Δόσης

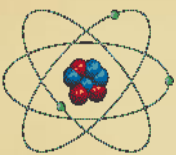
Ακτινογραφία Θώρακα (AP)	0.02	mSv ¹
Μαστογραφία (x4)	0.7	mSv ²
Ακτινογραφία Λεκάνης (AP)	0.7	mSv ¹
Ακτινογραφία κοιλίας	0.7	mSv ¹
Αξονική Θώρακος	8.0	mSv ¹
Αξονική κοιλίας - λεκάνης	10.0	mSv ¹

1. The British Journal of Radiology 70:437-439:1997
2. UNSCEAR Vol 1: 2000





Ο κίνδυνος πτώσης αεροπλάνου είναι μικρότερος από 1/1000000. 4 ώρες πτήσης αντιστοιχούν στη δόση 1 ακτινογραφίας θώρακα.

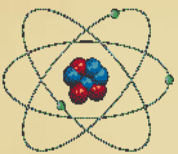


Τυπικές Τιμές Ενεργού Δόσης

Εξετάσεις καρδιάς

Εξέταση	Ενεργή δόση (mSv)
Επεμβατική Στεφανιογραφία με αγγειογράφο	4.6 - 15.8 mSv ²
Αγγειοπλαστική	7.5 - 57 mSv ²
CT στεφανιογραφία	6.4 mSv (16-slice) ³ 11 mSv (64 slice) ³ 1035 ασθενείς

2. UNSCEAR Vol 1: 2000
3. Circulation 2006;113:1305-10

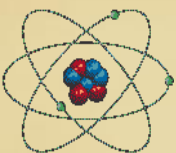


Τυπικές Τιμές Ενεργού Δόσης

Εξετάσεις καρδιάς

Εξέταση	Ενεργή δόση (mSv)
RF-ablation	15.2 (2.1-59.6) mSv ⁴
H/Φ μελέτη	3.2 (1.3-23.9) mSv ⁴

4. Europace 2006 8(6):443-448

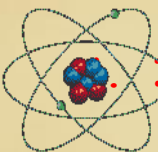


Τυπικές Τιμές Ενεργού Δόσης

Εξετάσεις καρδιάς

Σπινθηρογράφημα	Ενεργή δόση (mSv)
Tl-201	17+ mSv ⁶
Tc-99m-tetrofosmin	8.5+ mSv ⁶
Tc-99m-sestamibi	8.9+ mSv ⁵

5. International Commission on Radiation Protection. Radiation dose to patients from radiopharmaceuticals: Addendum to ICRP 53. New York, NY: Pergamon Press; ICRP Publication 80; 1999.



6. International Commission on Radiation Protection. Radiological protection in biomedical research. New York, NY: Pergamon Press; ICRP Publication 62; 1993.

Table 2
Average Effective Radiation Doses for Myocardial Perfusion PET and SPECT

Protocol	Average Effective Dose from MPI (mSv)*	Average Effective Dose from CT Attenuation Correction (mSv)†	Average Total Effective Dose (mSv)
One-day technetium 99m (^{99m} Tc) SPECT	9.9–11.4	0.5	10.9–12.4
Two-day ^{99m} Tc SPECT	12.8–15.7	0.5	13.8–16.7
²⁰¹ Tl/ ^{99m} Tc SPECT	29.3	0.5	30.3
Stress-only ^{99m} Tc SPECT	7.1–8.0	0.5	8.1–9.0
¹³ N-ammonia PET	2.2	0.5	2.7
⁸² Rb PET	3.7	0.5	4.2

Note.—MPI = myocardial perfusion imaging.

*Estimated using injected doses per American Society of Nuclear Cardiology guidelines (21). ⁸²Rb dosimetry estimated according to references 18 and 22.

†CT attenuation dose is based on typical protocols used for cardiac imaging. Attenuation correlation for SPECT assumes two separate scans (stress and rest).

TABLE 3
Effective Radiation Dose for Cardiac PET/CT Studies
(61,123,124)

Study	Effective radiation dose (mSv)
PET	
^{18}F -FDG (370 MBq)	7.0
^{13}N -NH ₃ rest/stress (2 × 550 MBq)	2.2
^{82}Rb rest/stress (2 × 740 MBq)	5.0
H ₂ ^{15}O rest/stress (2 × 740 MBq)	1.4
Transmission ^{68}Ge rod sources	0.08–0.13
Multislice CT	
Calcium scoring	1.5–6.2
CT angiography	6.7–13.0
CT-based PET attenuation correction	0.23–5.66

Table 21 Estimated annual cost of FDG-PET for myocardial viability assessment in comparison with SPECT, CE-MRI and DE.

Test	MBS item	Unit cost (\$)	Proportion of patients	Cost per patient (\$)	MBS cost estimate (\$)	
					low and high use	
					3000 cases	5000 cases
FDG-PET	61562	899	1	1182	3 546 000	5 910 000
Perfusion study (SPECT)	61303	565	0.5			
SPECT	61307	835	1	835	2 505 000	4 175 000
CE-MRI	63385 & 63491	493	1	493	1 479 000	2 465 000
DE	55117 & 11712	405	1	405	1 215 000	2 025 000

It is important to note that the estimates here represent a comparison of gross annual costs of testing all the potential 3000 to 5000 cases by each modality, and are highly dependent both on use and on the unit costs of testing.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΡΕΤ/CT

- Μικρή διαθεσιμότητα
- Περιορισμένα επιστημονικά δεδομένα
- Υψηλό κόστος
- Μη κάλυψη από ασφαλιστικό σύστημα

Box 1

Advantages of cardiac PET and PET-CT

Improved image quality

Higher spatial and contrast resolution

Accurate attenuation correction

Higher diagnostic accuracy

Excellent risk stratification

Rapid procedure

Rest and peak stress gating

Added information: blood flow, calcium, coronary CT

Data from Heller G, Calnon D, Dorbala S. Recent advances in cardiac PET and PET/CT myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2009;16(6):962–9.

Υβριδική απεικόνιση μυοκαρδίου

- Τα περισσότερα διαθέσιμα υβριδικά συστήματα έχουν 16 slice CT-χαμηλή χρονική και χωρική διακριτικότητα
- Υπάρχουν αυτόνομα συστήματα με fusion software (stand-alone systems) που επιτρέπουν την σύντηξη των εικόνων αξονικής στεφανιογραφίας με τις εικόνες του σπινθηρογραφήματος σε λιγότερο από 5min

Additional Absorbed Dose in Hybrid systems

Απορροφούμενη δόση για CACS και CCTA

– εξαρτάται από το μηχάνημα και από το πρωτόκολλο απεικόνισης που χρησιμοποιείται

- Για calcium score υπολογίζεται $\approx 1-2\text{mSv}$
- Για την αξονική στεφανιογραφία(64CT με ECG trigger και step-and-shoot πρωτόκολλο) $2-5\text{mSv}$

Coronary artery calcium score (CACs)

- Ghadri et al.: **Very high coronary calcium score unmasks obstructive coronary artery disease in patients with normal SPECT MPI**
 - Ανέδειξε την πρόσθετη προγνωστική αξία του δείκτη calcium score στο σπινθηρογράφημα μυοκαρδίου
 - 3 ομάδες (υβριδική απεικόνιση SPECT-CACS)
 - matched :θετικό SPECT και CACS
 - unmatched :αρνητικό SPECT και CACS θετικό
 - matched: αρνητικό SPECT και CACS
 - Η πρώτη ομάδα (θετικό SPECT και CACS) είχε τα πιο δυσμενή αποτελέσματα ($p < 0,01$ για έμφραγμα μυοκαρδίου και θάνατο)

Συμπεράσματα

- Η συμπληρωματική ανατομική και λειτουργική πληροφορία που παρέχεται από την υβριδική απεικόνιση SPECT / CCTA:
 - προσδίδει πρόσθετη διαγνωστική αξία στην ανίχνευση στεφανιαίας νόσου
 - αποτελεσματικότερη διαστρωμάτωση κινδύνου
 - προγνωστική αξία
 - καλύτερη διαχείριση των ασθενών
 - συμβολή στη βέλτιστη χρήση των πόρων

Συμπεράσματα

- Επιτρέπει την αποτελεσματική αναγνώριση ασθενών με:
 - στεφανιαία νόσο που θα επωφεληθούν από φαρμακευτική αγωγή έναντι εκείνων που θα πρέπει να υποβληθούν σε επαναγγείωση
 - πολλαπλές βλάβες που θα καθοδηγηθούν στην κατάλληλη μέθοδο επαναγγείωσης
 - υποκλινική στεφανιαία αρτηριοσκλήρωση όπου μπορεί να ενδείκνυται πιο επιθετική πρόληψη
 - φυσιολογικές στεφανιαίες αρτηρίες, οι οποίοι μπορούν με ασφάλεια να αναβάλουν περαιτέρω καρδιολογικές εξετάσεις

Υβριδική απεικόνιση μυοκαρδίου

324 ασθενείς	CCTA/SPECT	CCTA/SPECT	CCTA/SPECT
	matched	unmatched	negative
Ποσοστό ετήσιων συμβάντων	6,0%	2,5%	0%
Επαναγγείωση μετά από 60 ημέρες	41%	11%	0%

- υψηλή προγνωστική αξία
- ισχυρό αντίκτυπο στην επιλογή της κατάλληλης θεραπείας

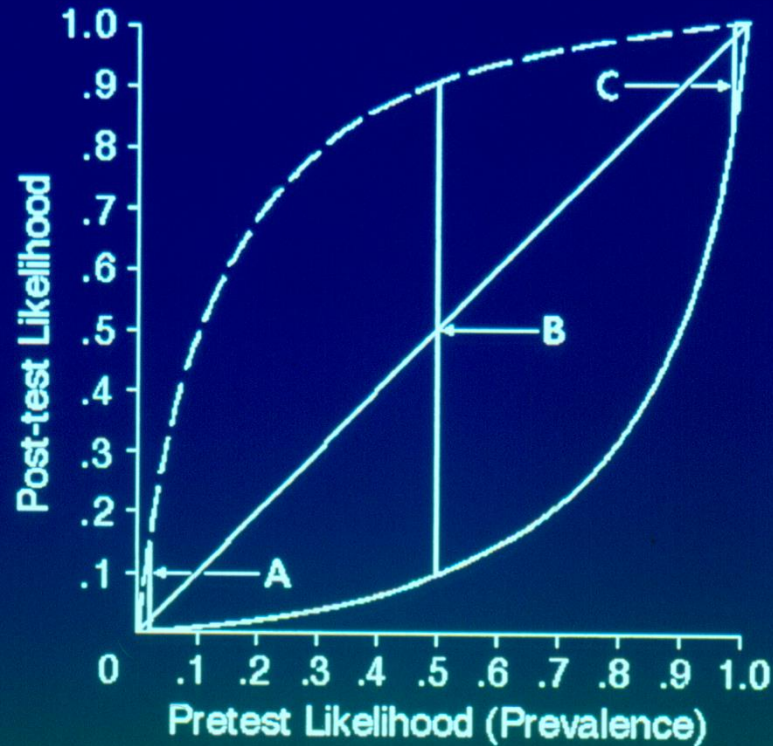


Fig 1. Relationship between pretest likelihood (X axis) and posttest likelihood (Y axis) of angiographically significant CAD for a test with 90% sensitivity and 90% specificity. The upper curve (*dashed*) depicts this relationship for the abnormal test results, and the lower curve (*solid*) for the normal test results. The center line is the line of identity. Vertical lines a, b, and c delineate three different pretest likelihoods of 0.01, 0.5, and 0.99, respectively. The length of these lines can be considered a measure of the diagnostic value of the test. Note that the longest line (greatest separation between the pretest and posttest likelihoods) is associated with the midrange of pretest likelihood. (Reprinted with permission.¹⁵)

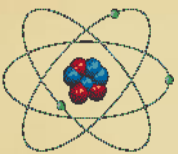


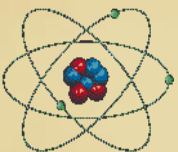


Figure 2. Rate of death or nonfatal myocardial infarction in patients with normal and abnormal stress SPECT images from 14 published reports comprising >12 000 patients. Reprinted with permission from the American College of Cardiology.²⁶

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

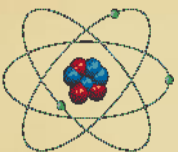
• **Ειδικότερα οι ραδιοϊσοτοπικές μέθοδοι είναι χρήσιμες στις κάτωθι περιπτώσεις :**

- α) Στη διάγνωση της ύπαρξης ή μη κλινικά σημαντικής ΣΝ, την εκτίμηση της θέσης, του βαθμού και της έκτασης της ισχαιμίας ή της μυοκαρδιακής ουλής.
- β) Στην εκτίμηση της αιμοδυναμικής σημαντικότητας γνωστών από τη στεφανιογραφία αλλοιώσεων
- γ) Στον καθορισμό του κινδύνου (risk stratification) και της πρόγνωσης του στεφανιαίου ασθενούς γενικά. Οσον αφορά τον καθορισμό του κινδύνου, ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν : i) ασθενείς μετά από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου και ii) ασθενείς με γνωστή ή ύποπτη ΣΝ πριν από μείζονα (μη καρδιοχειρουργική) χειρουργική επέμβαση.
- δ) Επί εμφράγματος, στην εκτίμηση της βιωσιμότητας του μυοκαρδίου. Η μέθοδος είναι χρήσιμη για την διάκριση ουλής – ισχαιμίας και την πρόβλεψη της λειτουργικής αποκατάστασης του μυοκαρδίου μετά από επαναγγείωση.
- ε) Στη διάκριση στεφανιαίων ή μη αιτίων σε ασθενείς που προσέρχονται στα επείγοντα εξωτερικά Ιατρεία με σύνδρομο πρόσθιου θωρακικού άλγους.

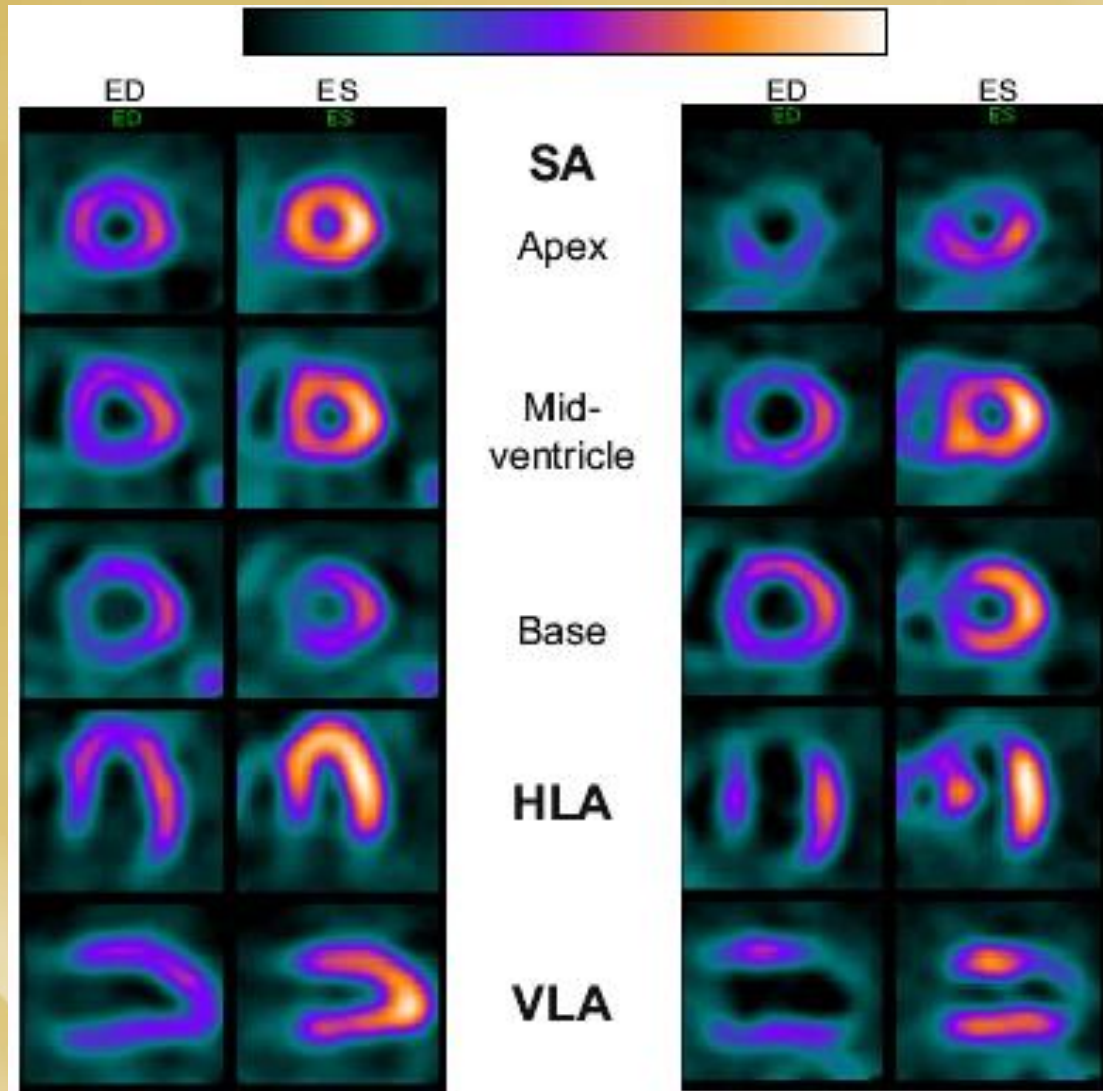


ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ, ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ, ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ

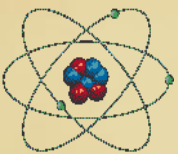
	ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΣ	ΑΙΜΑΤΩΣΗ	ΚΙΝΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΠΑΝΑΚΑΤΑΝΟΜΗ
I. Φυσιολογικό	Φ	Φ	Φ	-
II. Ισχαιμία	Π	Π	Π	+
III. «Stunned»	Π	Φ	Π	-
IV. «Hibernating»	Π	Π	Π	+
V. Ουλή	Π	Π	Π	-



GATED - SPECT



EANM/ESC guidelines EJNM 32:855, 2005



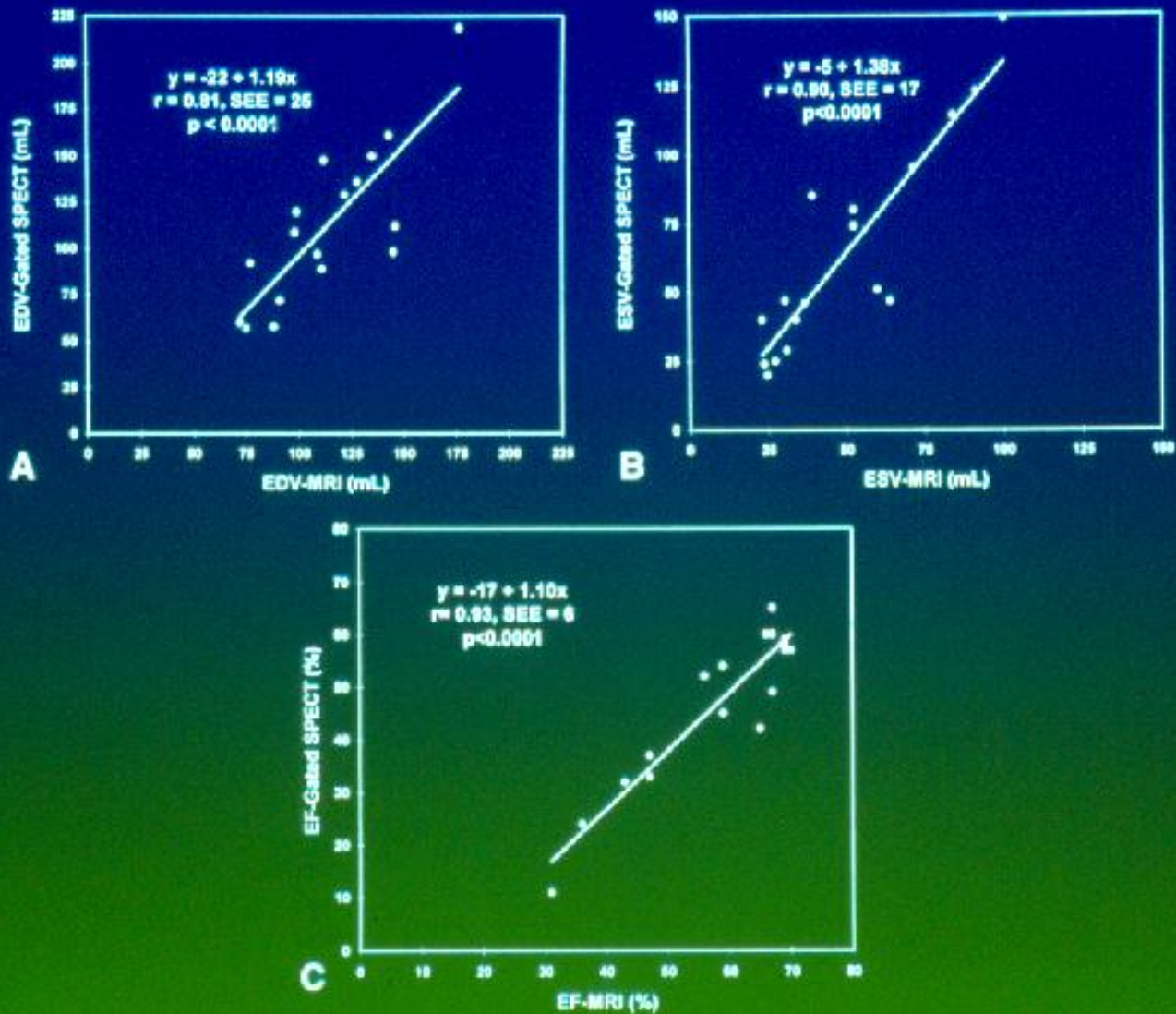
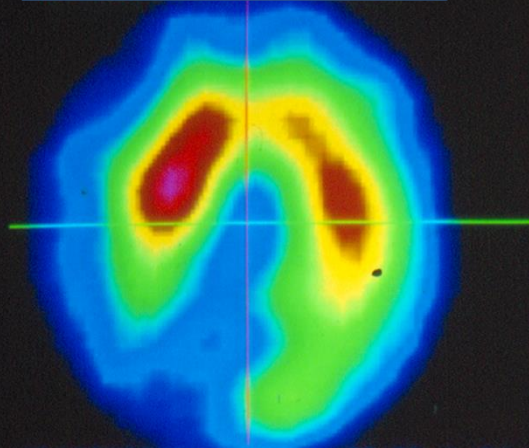
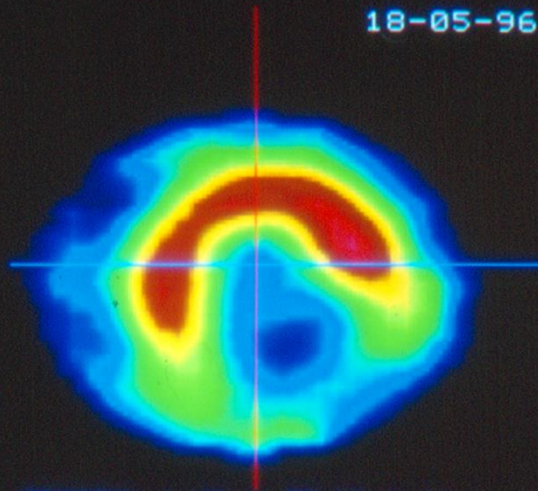


Figure 2. Correlation between end-diastolic volume (EDV) (A), end-systolic volume (ESV) (B), and ejection fraction (EF) (C) measured by gated single photon emission computed tomography (SPECT) and magnetic resonance imaging (MRI).

18-05-96

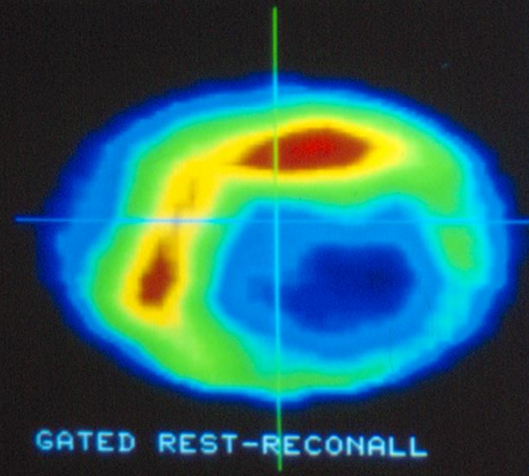


TRANSVERSE (s1 = 32 th = 1)

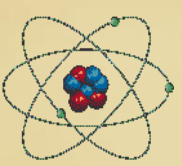
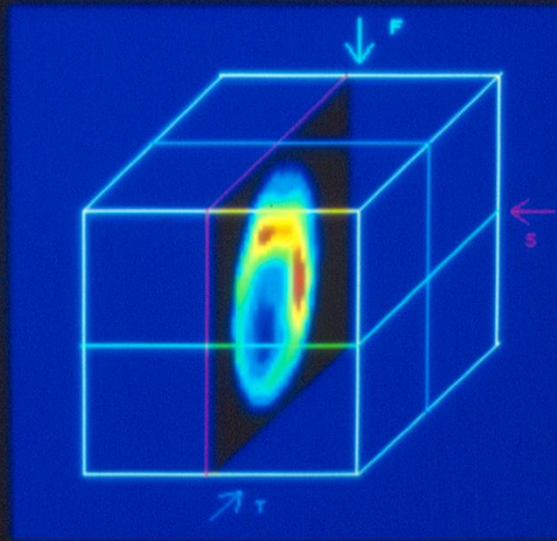


FRONTAL (s1 = 32 th = 1)

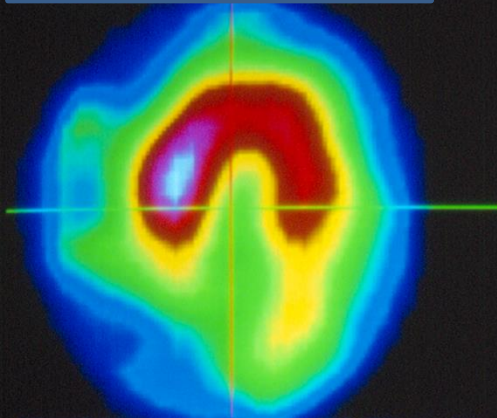
SAGITTAL (s1 = 29 th = 1)



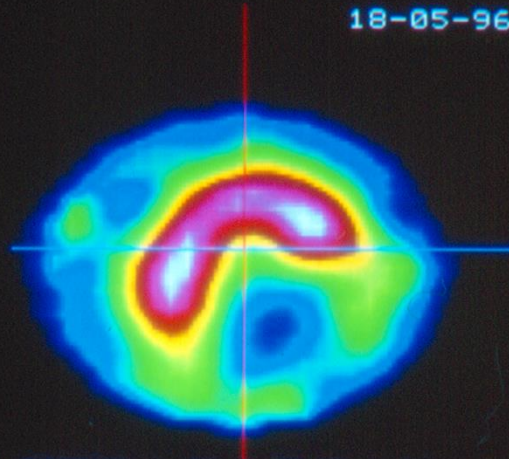
GATED REST-RECONALL



18-05-96

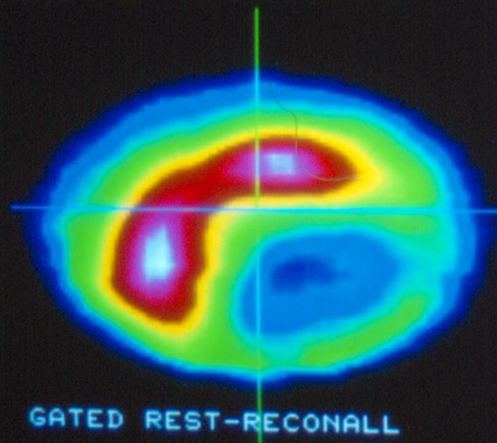


TRANSVERSE (s1 = 32 th = 1)

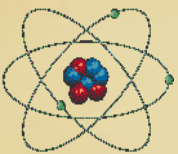
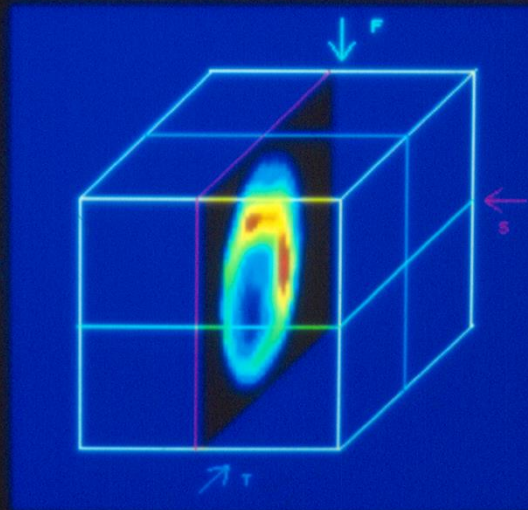


FRONTAL (s1 = 32 th = 1)

SAGITTAL (s1 = 29 th = 1)

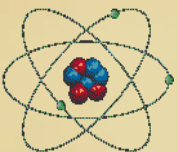


GATED REST-RECONALL



ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑ ΑΓΓΕΙΟΠΛΑΣΤΙΚΗ

Προγνωστική αξία TI – 201		Προγνωστική αξία δοκιμασίας κοπώσεως	
Επαναστένωση	74%	Επαναστένωση	50%
Στηθάγχη	66%	Στηθάγχη	38%

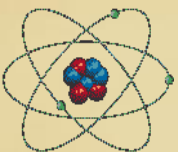


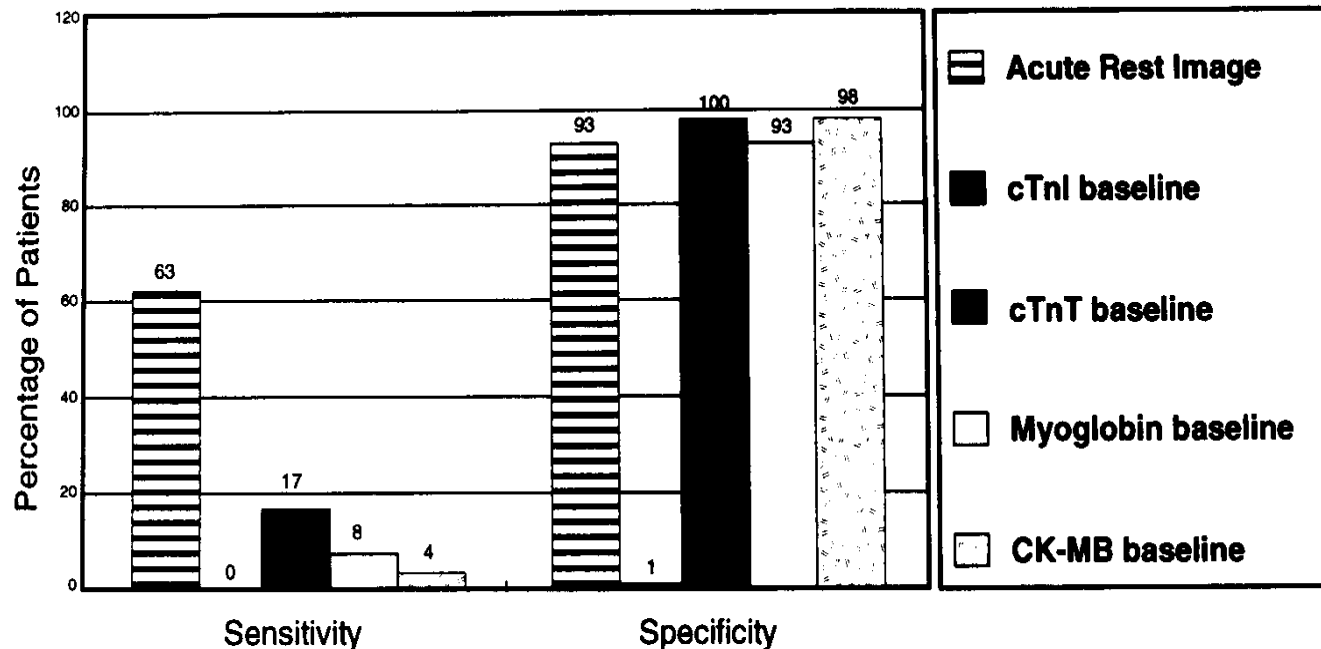
ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑ ΑΓΓΕΙΟΠΛΑΣΤΙΚΗ

Προγνωστική αξία TI – 201		Προγνωστική αξία δοκιμασίας κοπώσεως	
Θετική	93%	Θετική	86%
Αρνητική	93%	Αρνητική	63%

Breisblatt et al, *Am J Cardiol* 1988 ; 12:1199

- Θετικό σπινθηρογράφημα 4-6 εβδομάδες μετά αγγειοπλαστική διαγιγνώσκει ή προβλέπει επαναστένωση σε 3-6 μήνες.
- Αρνητικό σπινθηρογράφημα απομονώνει ομάδα χαμηλού κινδύνου





Duca, et al, Comparison of acute rest myocardial perfusion imaging and serum markers of myocardial injury in patients with chest pain syndromes. J. Nucl. Cardiol. 6:570-576, 1999



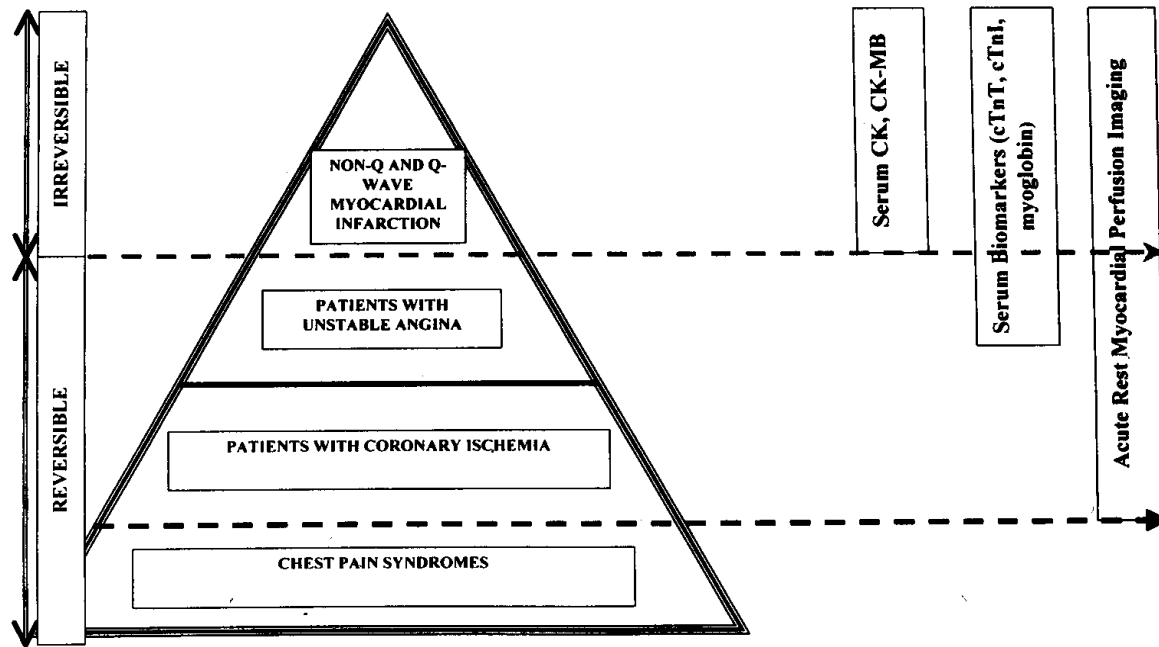
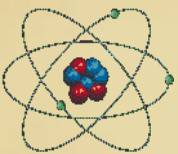
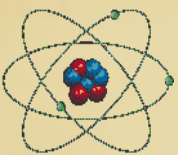
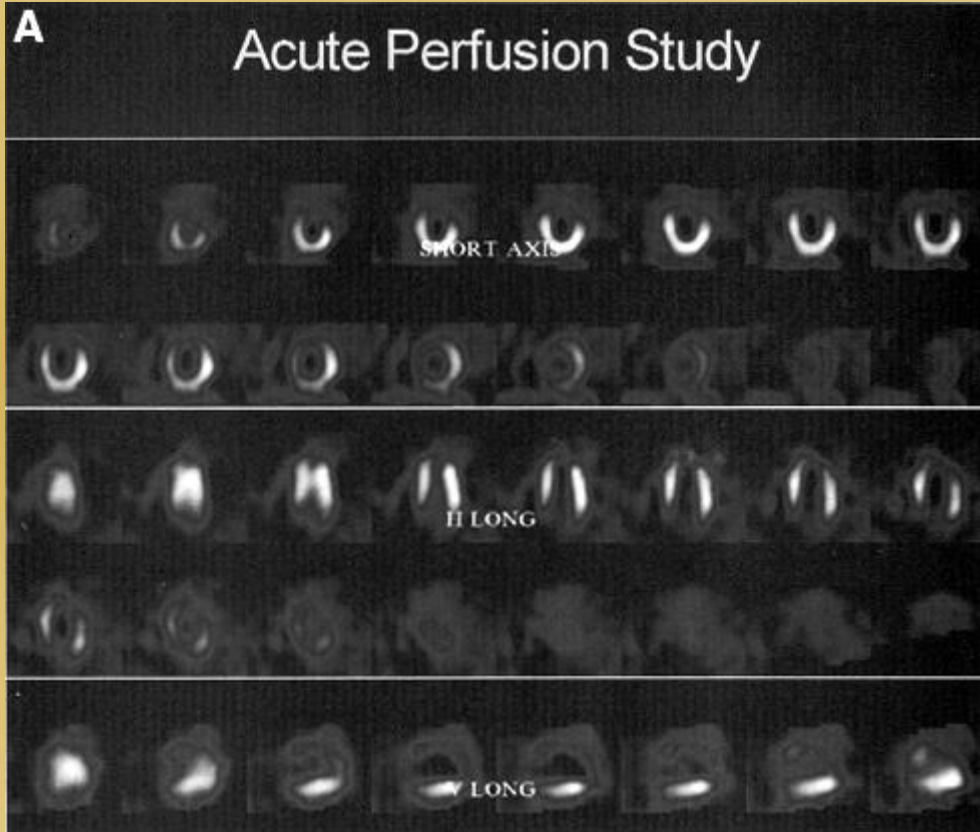
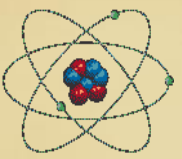
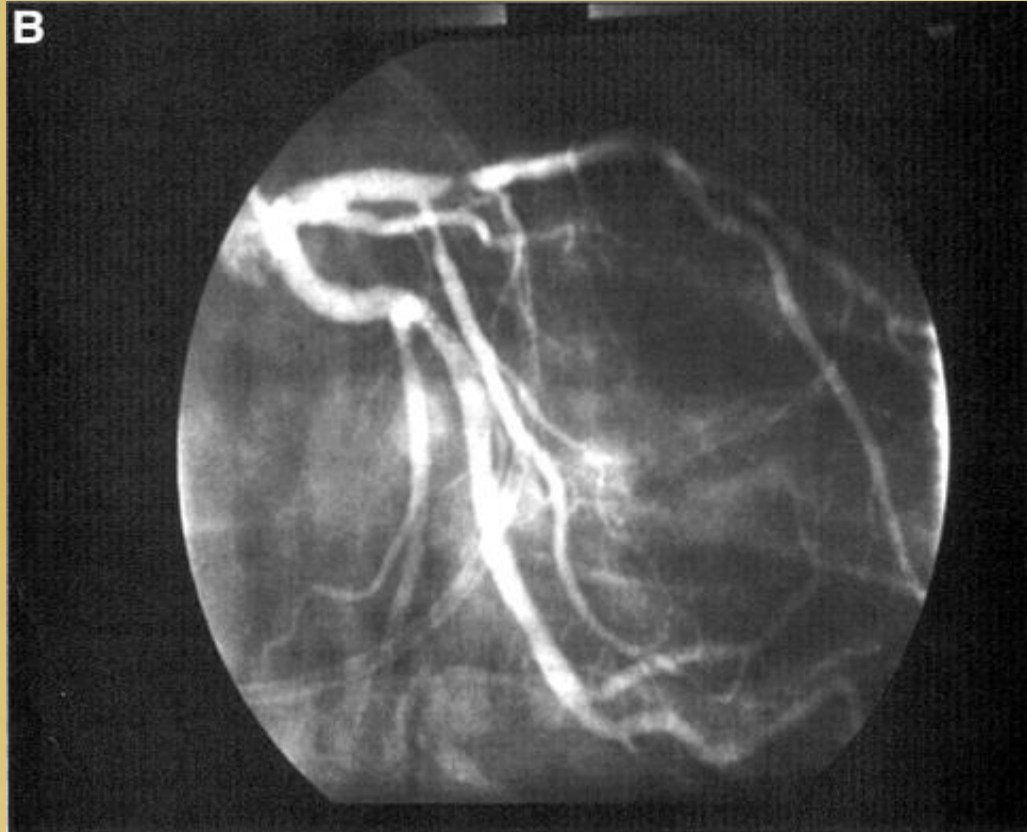


Figure 2. Conceptual model depicts role of diagnostic modalities throughout a wide spectrum of acute coronary syndromes. Spectrum varies from those patients with atypical symptoms and no ECG changes to patients with typical symptoms, ECG changes, and higher likelihood of acute MI (biochemical markers, serum enzymes, and acute rest MPI)

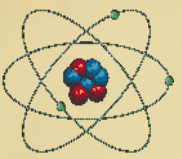
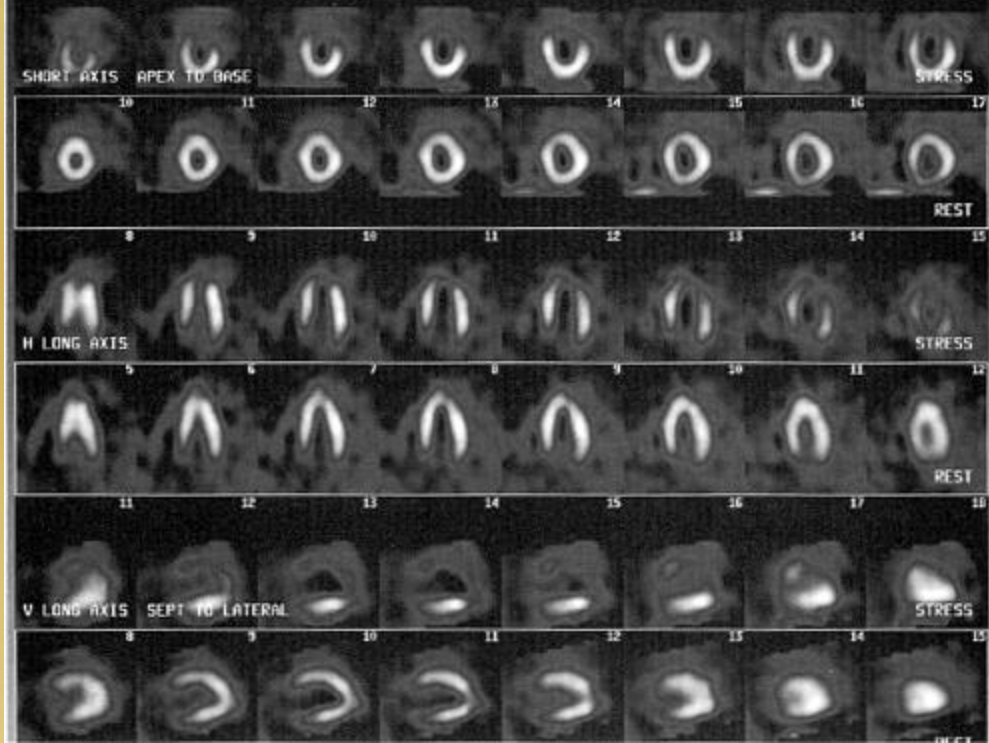
Duca, et al, Comparison of acute rest myocardial perfusion imaging and serum markers of myocardial injury in patients with chest pain syndromes. *J. Nucl. Cardiol.* 6:570-576, 1999





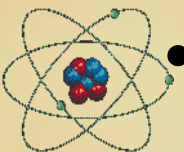


C Acute (top) versus Post PTCA (bottom)



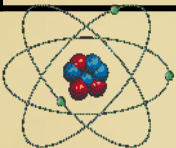
ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΜΕΣΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΤΟ ΕΠΕΙΓΟΝΤΑ Cost- effective ΤΕΧΝΙΚΗ;

- Μείωση των γενικών εισαγωγών κατά 35% και κατά 59% στην εντατική μονάδα
- Μείωση του μέσου κόστους νοσηλείας κατα 1843\$
- Μείωση του μέσου χρόνου νοσηλείας στη εντατική μονάδα κατα 1 μέρα
- Μείωση του μέσου χρόνου νοσηλείας στο θάλαμο κατα 2 μέρες.
- Μείωση των αγγειογραφιών κατά 40%



ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΩΝ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΤΗ ΧΡΟΝΙΑ ΙΣΧΑΙΜΙΚΗ ΚΑΡΔΙΑΚΗ ΝΟΣΟ

ΕΝΔΕΙΞΗ	ΕΞΕΤΑΣΗ	ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
1. Εκτίμηση φαρμακευτικής αγωγής α. Κοιλιακή λειτουργία β. Μυοκαρδιακή αιμάτωση	Ραδιοισοτοπική κοιλιογραφία (ηρεμίας ή κόπωσης) Απεικόνιση αιμάτωσης κόπωσης	IIα IIβ
2. Εκτίμηση επαναστενώσεως μετά από PTCA (συμπτωματική)	Απεικόνιση αιμάτωσης κόπωσης ή φαρμακολογική Ραδιοισοτοπική κοιλιογραφία κόπωσης	I IIα
3. Εκτίμηση ισχαιμίας σε συμπτωματικούς ασθενείς μετά από CABG	Απεικόνιση αιμάτωσης κόπωσης ή φαρμακολογική Ραδιοισοτοπική κοιλιογραφία κόπωσης	I IIα
4. Εκτίμηση επιλεγμένων ασυμπτωματικών ασθενών μετά από PTCA ή CABG, όπως σε ασθενείς με παθολογική ΗΚΓ ανταπόκριση στην άσκηση ή ΗΚΓ ηρεμίας που δεν επιτρέπει την ανίχνευση ισχαιμίας κατά την άσκηση	Απεικόνιση αιμάτωσης κόπωσης ή φαρμακολογική Ραδιοισοτοπική κοιλιογραφία κόπωσης	I IIα
5. Εκτίμηση ρουτίνας ασυμπτωματικών ασθενών μετά από PTCA ή CABG	Όλες οι εξετάσεις	III

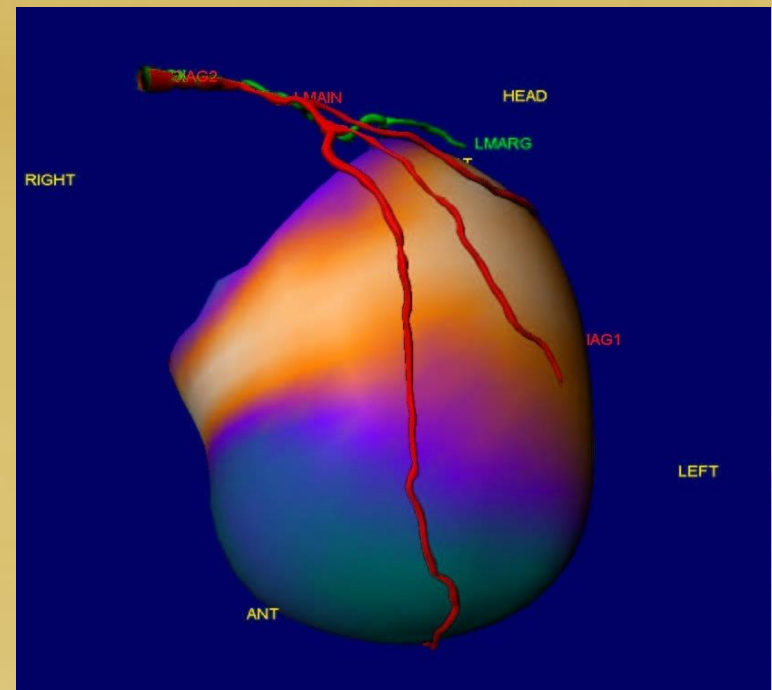
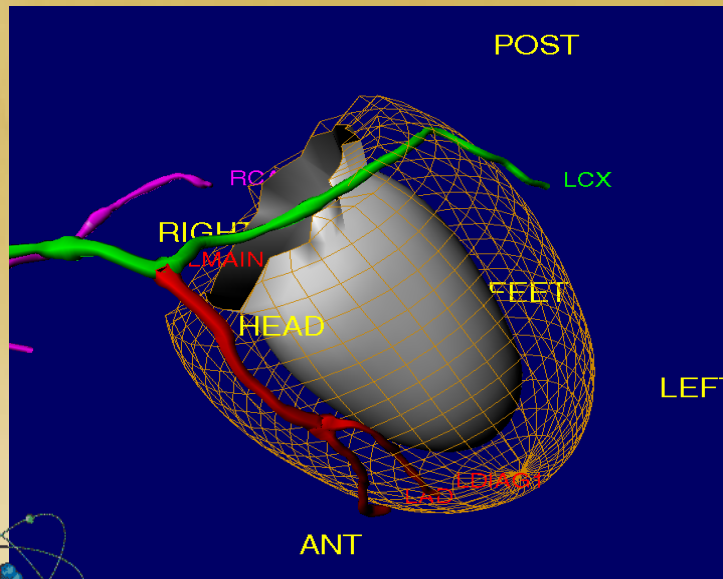


ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ:

Εμπορικά διαθέσιμα σύστημα SPECT/CT προσφέρονται με επιλογή έως και 64 τομών ανά περιστροφή και κλινικές εφαρμογές οι οποίες ξεπερνάνε κατά πολύ την διόρθωση της απορρόφησης, και τον εντοπισμό της βλάβης.

Χαρακτηριστικά αναφέρονται:

1. Calcium Scoring
2. Απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων
3. Αγγειογραφίες



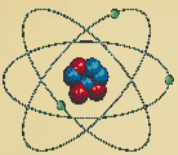
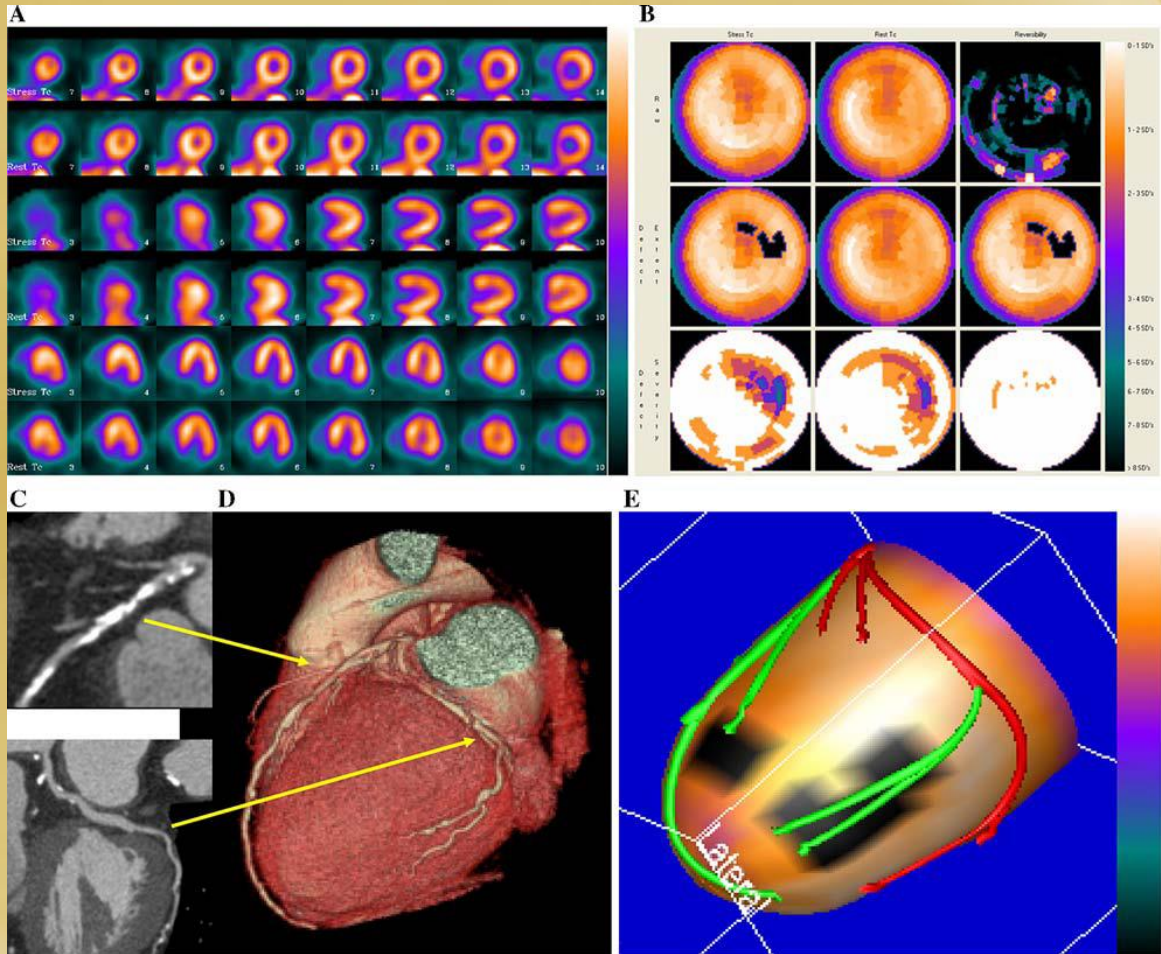
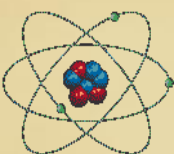


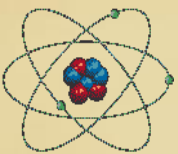
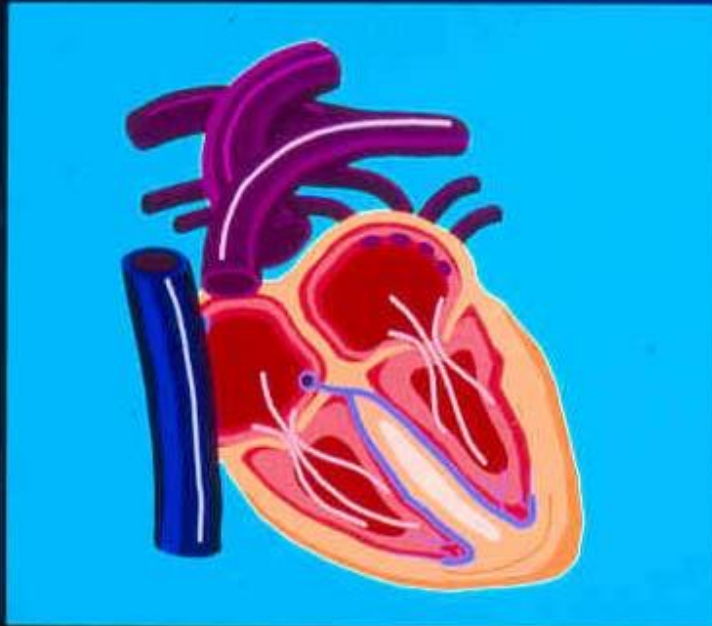
Table 3. Test characteristics of the three methods used to diagnose obstructive coronary artery disease in the 37 patients submitted to invasive angiography; none of the comparisons was statistically significant. The confidence intervals are shown in parentheses

	Overall coronary artery disease			Vessel specific analysis		
	MPI	MPI + CTA	Fused	MPI	MPI + CTA	Fused
Sensitivity	82% (63-93)	79% (59-92)	89% (72-98)	65% (52-78)	75% (61-85)	76% (63-87)
Specificity	44% (14-79)	56% (21-86)	67% (30-92)	71% (58-83)	77% (64-87)	80% (68-90)
Accuracy	73% (56-86)	73% (56-86)	84% (68-94)	68% (59-77)	76% (67-83)	78% (70-86)

CTA, Computed tomography angiography; MPI, myocardial perfusion imaging.

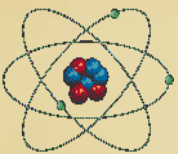


**ΙΑΣΙΜΕΣ
(ΚΑΤΑ ΤΟ ΜΑΛΛΟΝ Η ΗΤΤΟΝ)
ΠΑΘΗΣΕΙΣ**



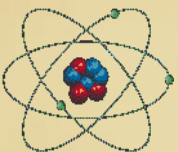


ΑΝΙΑΤΕΣ ΠΑΘΗΣΕΙΣ



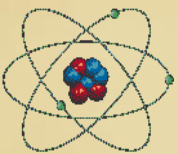
ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΤΑ ΑΓΓΕΙΟΠΛΑΣΤΙΚΗ

- Πρώιμο σπινθηρογράφημα με Tl-201 και διπυριδαμόλη
- Χρόνος σπινθηρογραφήματος : 2.9 ± 2.7 ημέρες μετά PTCA
- Ισχαιμικό σπινθηρογράφημα : 14 ασθενείς → επαναστένωση 10 (71%)
- Αρνητικό σπινθηρογράφημα : 27 ασθενείς → επαναστένωση 3 (11,5%)
- Ανωμαλίες της στεφανιαίας εφεδρείας δεν είναι τόσο έντονες κατά τη χορήγηση διπυριδαμόλης ;
» (Jain et al *J Am Coll Cardiol* 1988; 11:970)



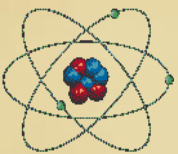
ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΜΕΣΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΤΟ ΕΠΕΙΓΟΝΤΑ Cost- effective ΤΕΧΝΙΚΗ;

- Heller, et al, J.Am.Coll.Cardiology 31:1011-1017,1998
- Weissman, et al, Radiology 199:353-357, 1996
- Radensky PW, et al, Am J Cardiology 79:595-599, 1997
- Kontos MC, et al, J Nucl Cardiol 10:284-290, 2003
- Mc Guive, et al, Am Heart J 139: 359-370, 2000



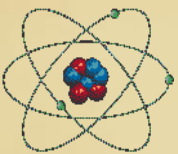
ΠΟΙΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΔΥΣΧΕΡΑΙΝΟΥΝ ΤΗΝ ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΟΥ ΗΚΓ ΗΡΕΜΙΑΣ

1. Μη φυσιολογικό ΗΚΓ-μα ηρεμίας.
2. L.V.B.V
3. Λήψη φαρμάκων.
4. Βηματοδότης.
5. Υπερτροφία L.V

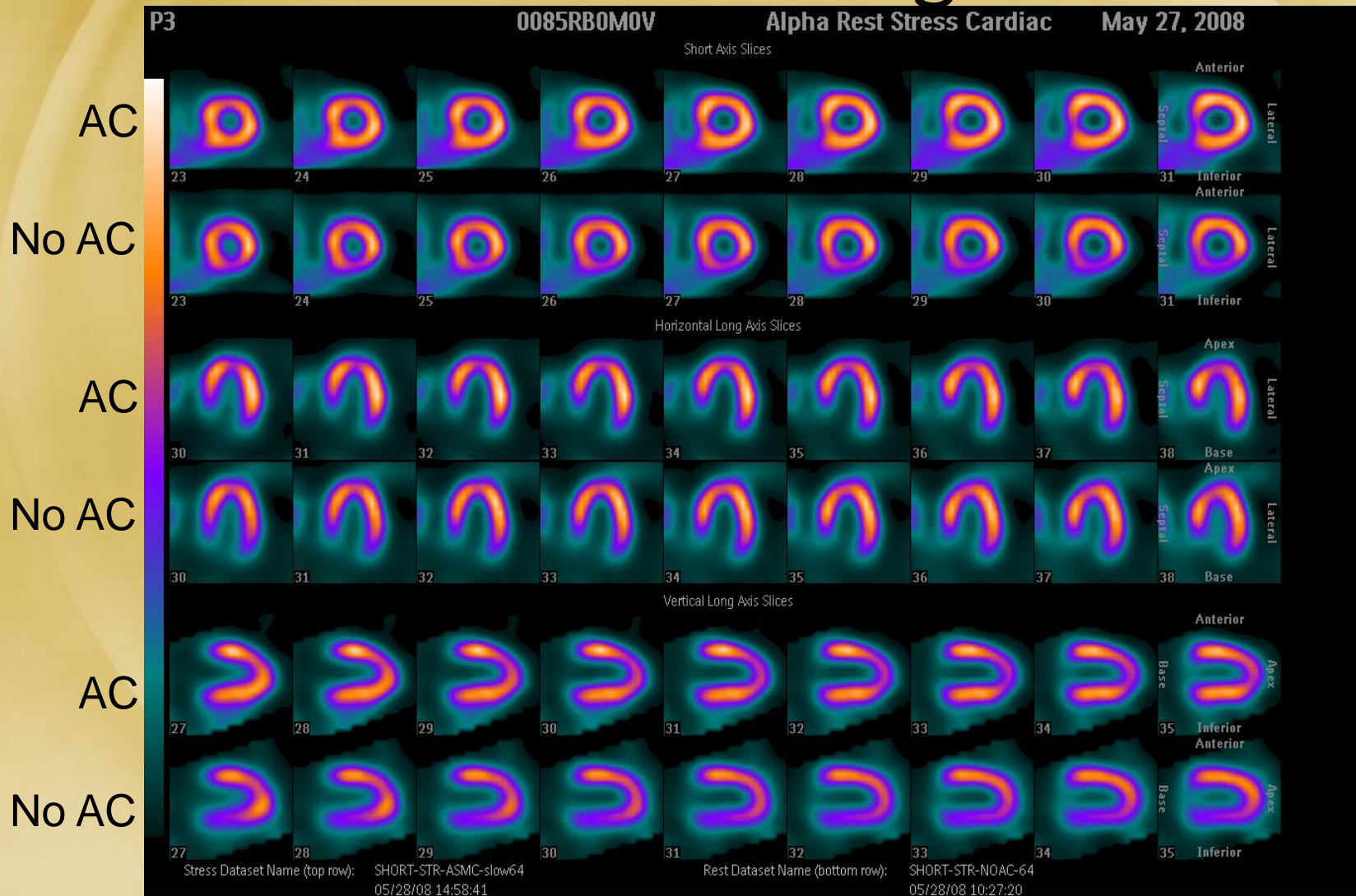


ΠΟΙΑ ΑΤΟΜΑ ΔΕΝ ΜΠΟΡΟΥΝ ΝΑ ΥΠΟΒΛΗΘΟΥΝ ΣΕ ΔΟΚΙΜΑΣΙΑ ΚΟΠΩΣΗΣ

1. Ορθοπεδικά προβλήματα.
2. Νευρολογικά προβλήματα.
3. Αρτηριοπάθεια κάτω άκρων.
4. Υπέρταση.
5. Δυσκολία προσαρμογής στον τάπητα.



Inferior wall attenuation – 60 sec tidal breathing

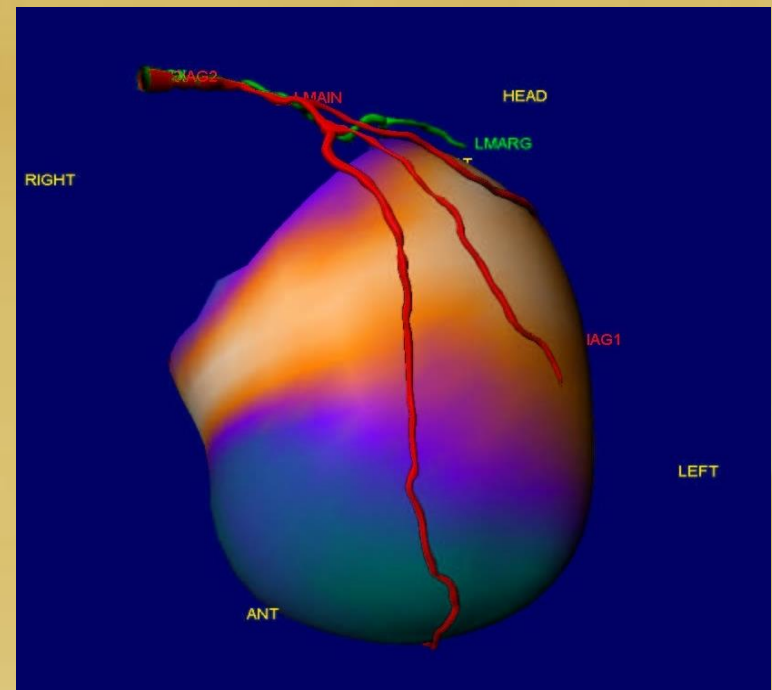
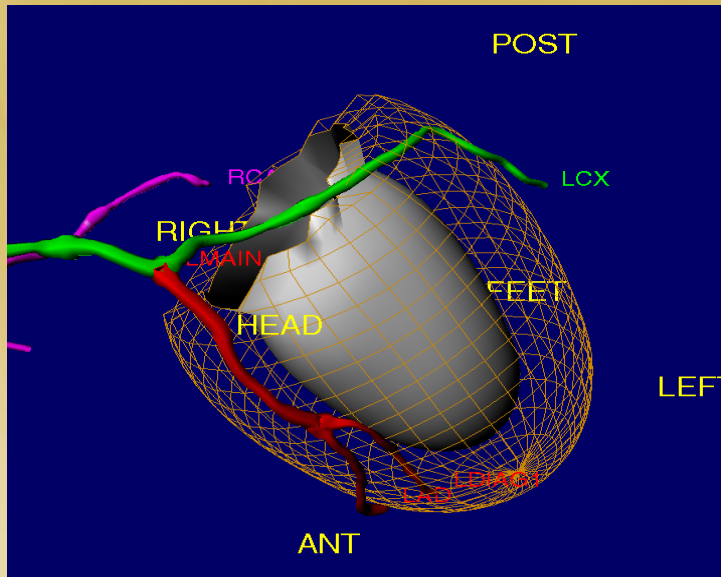


ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ:

Εμπορικά διαθέσιμα σύστημα SPECT/CT προσφέρονται με επιλογή έως και 64 τομών ανά περιστροφή και κλινικές εφαρμογές οι οποίες ξεπερνάνε κατά πολύ την διόρθωση της απορρόφησης, και τον εντοπισμό της βλάβης.

Χαρακτηριστικά αναφέρονται:

1. Calcium Scoring
2. Απεικόνιση των στεφανιαίων αγγείων
3. Αγγειογραφίες



Acquisition Parameters

CT Parameters

All CT's at 120 kVp, 0.5 mm Cu filtration

Procedure	Axial FOV (cm)	Time (sec)	X-ray mode	CTDI _{VOL} (mGy)
AC Breath hold	14	12	Continuous	1.2
AC Tidal Respiration	14	60	10 msec pulse	0.79
Body Localization	40.6	50 @ 3 12 sec. rotations	Continuous	6.8
Extremity	14	24	10 msec pulse	14.9

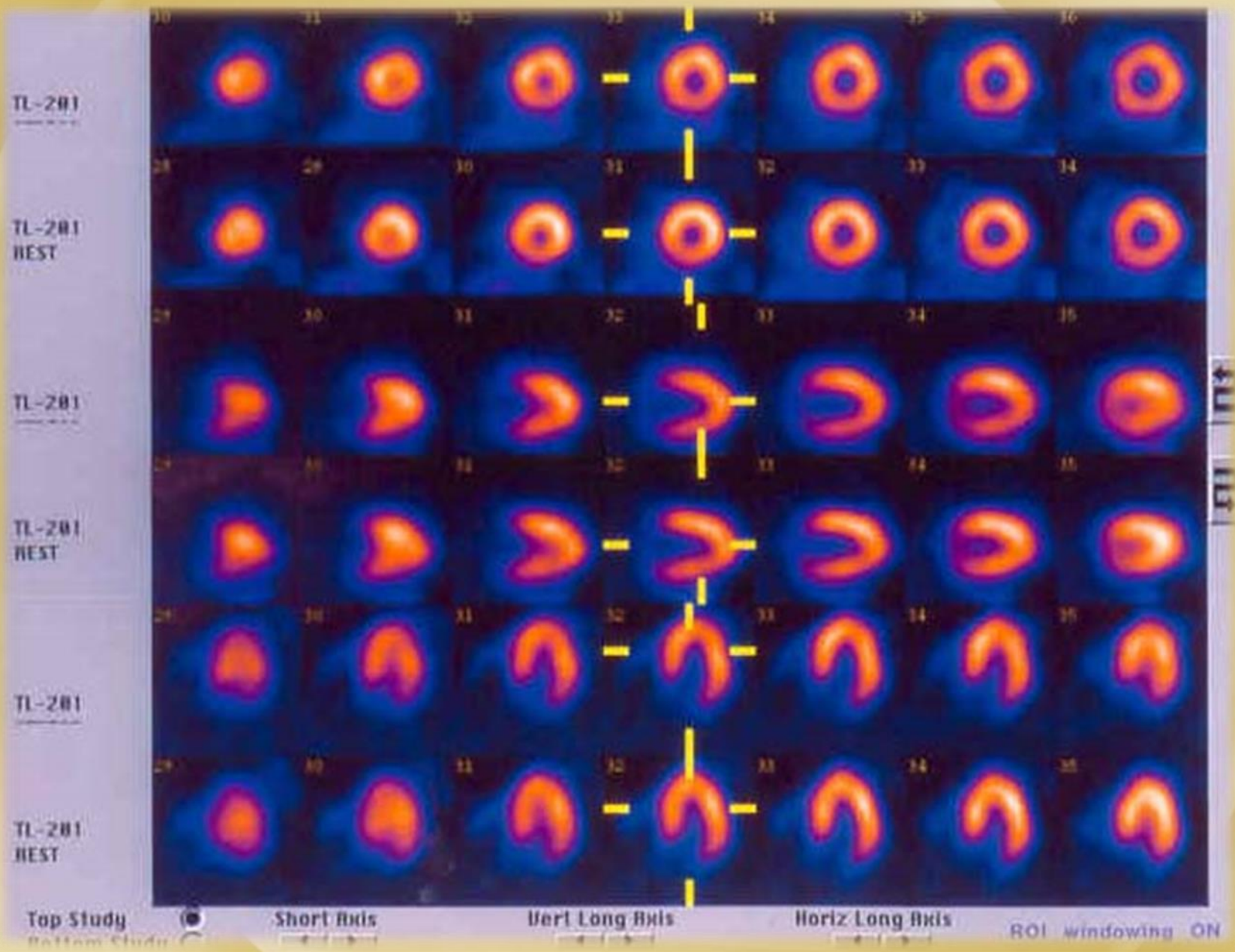
SPECT Parameters

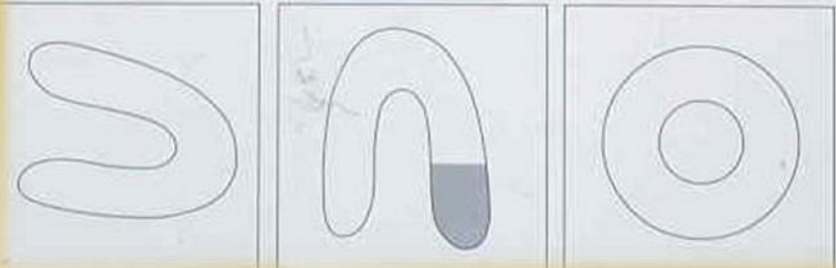
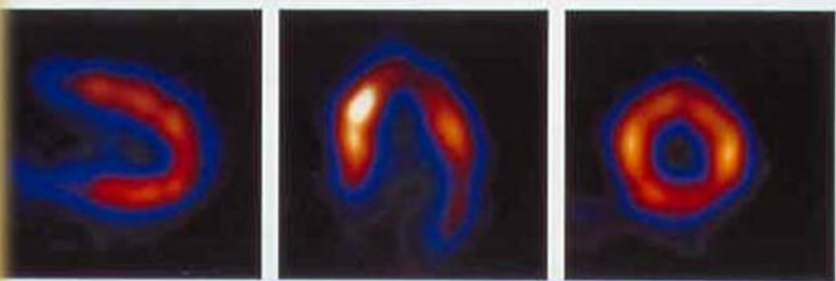
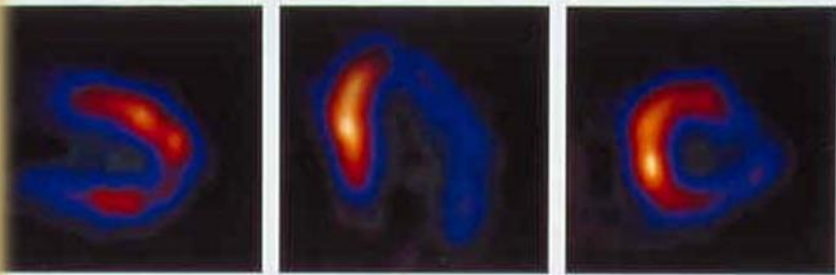
Procedure	Patient Ht-cm / Wt-kg	Injected Dose (mCi)	Matrix	Zoom	Time/Angle (sec)	No. Angles
MPI	180 / 87	35 Tc MIBI	64	1.46	20	64
P4 Bone	163 / 68	23 Tc HDP	128	1.0	20	128
P5 Bone	165 / 65	23 Tc HDP	128	1.0	20	128
Extremity	190 / 92	25 Tc HDP	128	1.0	20	128

MYOCARDIAL PERFUSION SCINTIGRAPHY

MYOCARDIAL PERFUSION SCINTIGRAPHY AND CORONARY ARTERY DISEASE

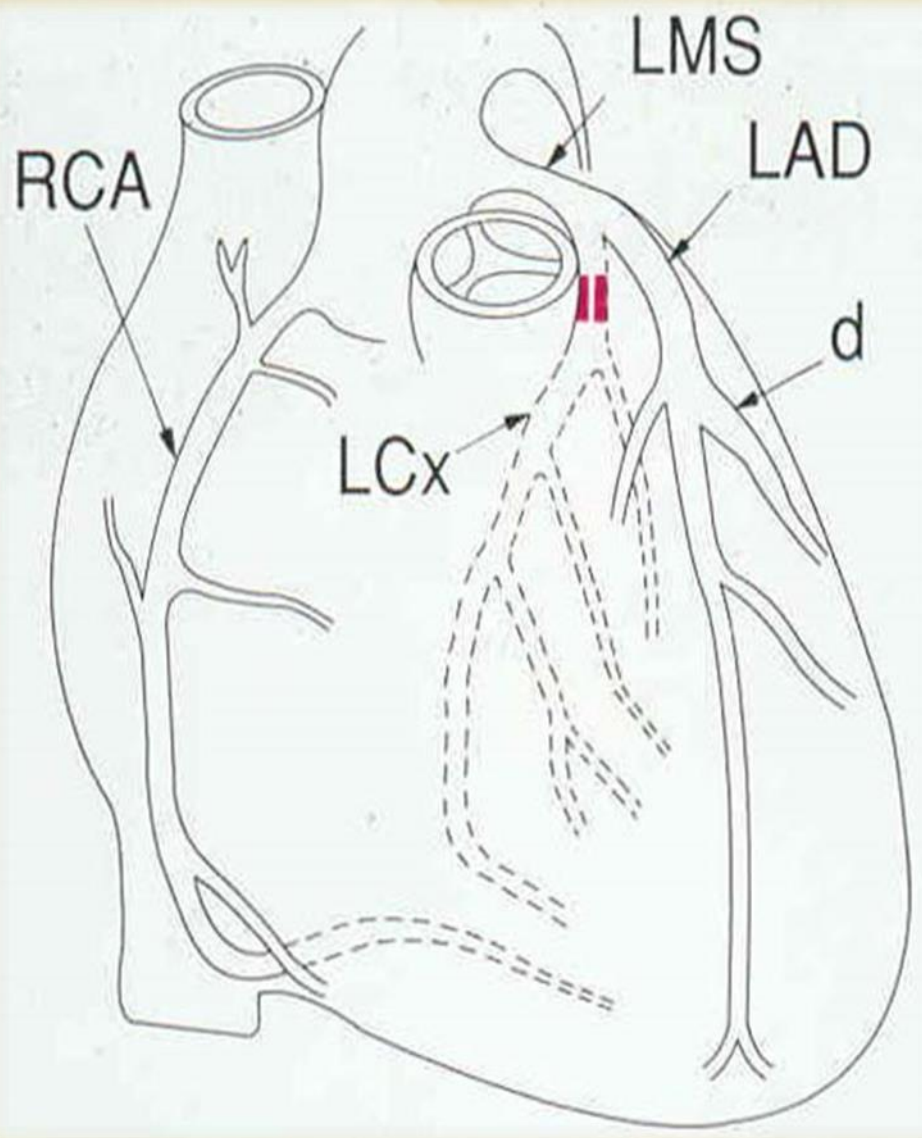
- Ischemia detection
- Prognosis determination
- Myocardial viability evaluation
- Evaluation of pre- surgical risk in non- cardiac surgeries
- Evaluation of revascularization results in patients who undergo bypass or PTCA

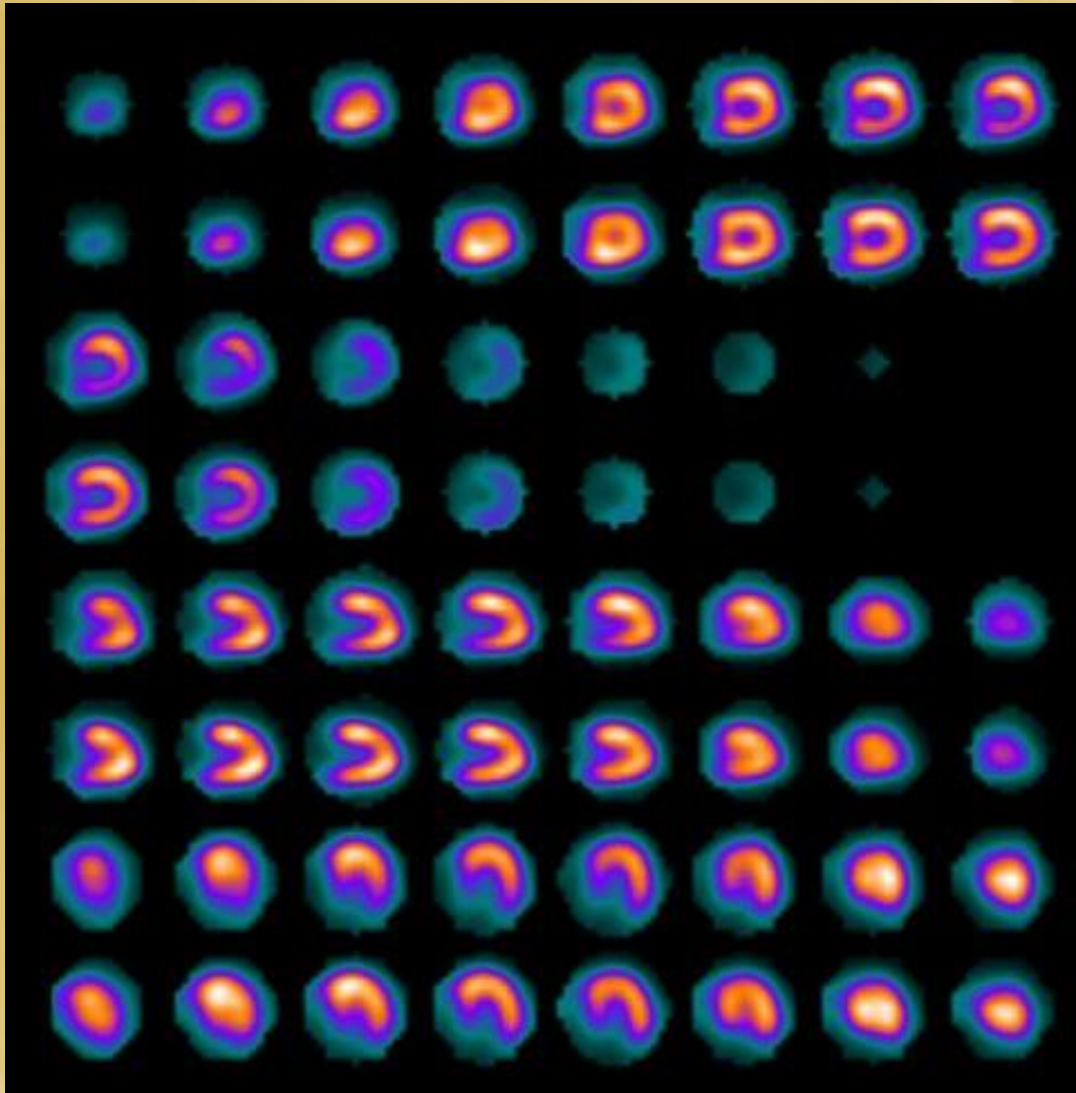




S
T
R
E
S
S

R
E
S
T



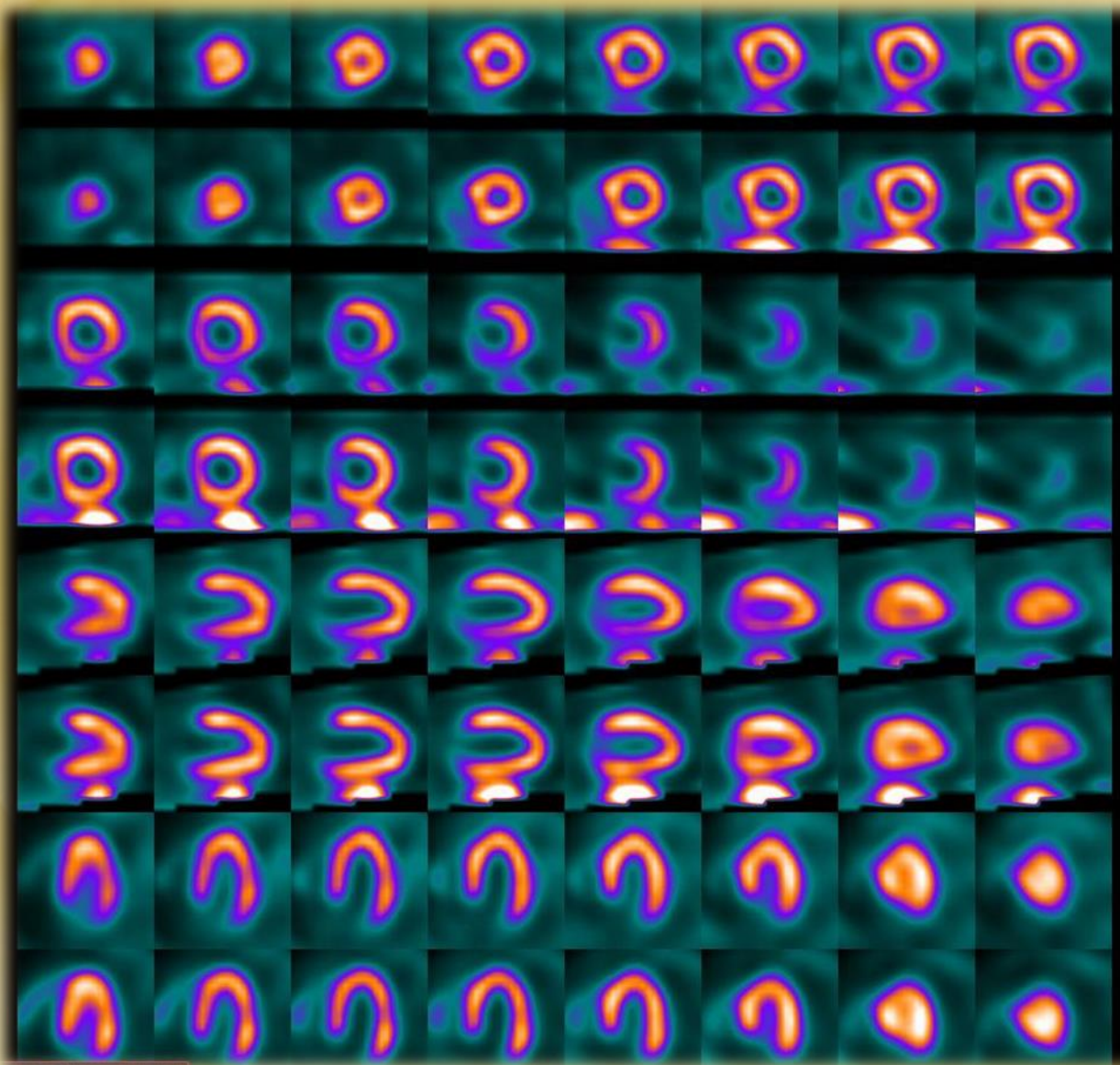


Θήλυ, οπίσθιο βασικό?

Πάνω σειρές: μη διορθωμένες εικόνες stress

Κάτω σειρές: αντίστοιχες διορθωμένες stress

ATTENUATION CORRECTION



Name	[REDACTED]		
Pat ID	[REDACTED]		
Sex	MALE		
Limits	--		
TID	0.87		
LHR	--		
SRS	1	1	SDS 0
SR%	1	1	SD% 0
Proc ID	180 Gated Tc 99m CT		
View ID	SAX-RST		
Date	2011-09-02 11:18:02		
Database	MaleRestMB		
Volume	73ml		
Wall	138ml		
Defect	12ml		
Extent	8%		
TPD	6%		
Shape	0.58 [SI], 0.82 [Ecc]		
Proc ID	180 Gated Tc 99m CT		
View ID	SAX-CTAC-RST		
Date	2011-09-02 11:18:02		
Database	MaleRestMB-AC		
Volume	76ml		
Wall	138ml		
Defect	10ml		
Extent	7%		
TPD	6%		
Shape	0.59 [SI], 0.83 [Ecc]		

GATED SPECT Acquisition

- Myocardial diffusion
- Septal systolic thickening
- EF %
- Determination of the volumes of the left ventricle
- Left ventricle walls' movement evaluation
- Viability evaluation
- Increase of sensitivity and specificity in the diagnosis of CAD
- Decrease of false positive – evaluation of possible artifacts

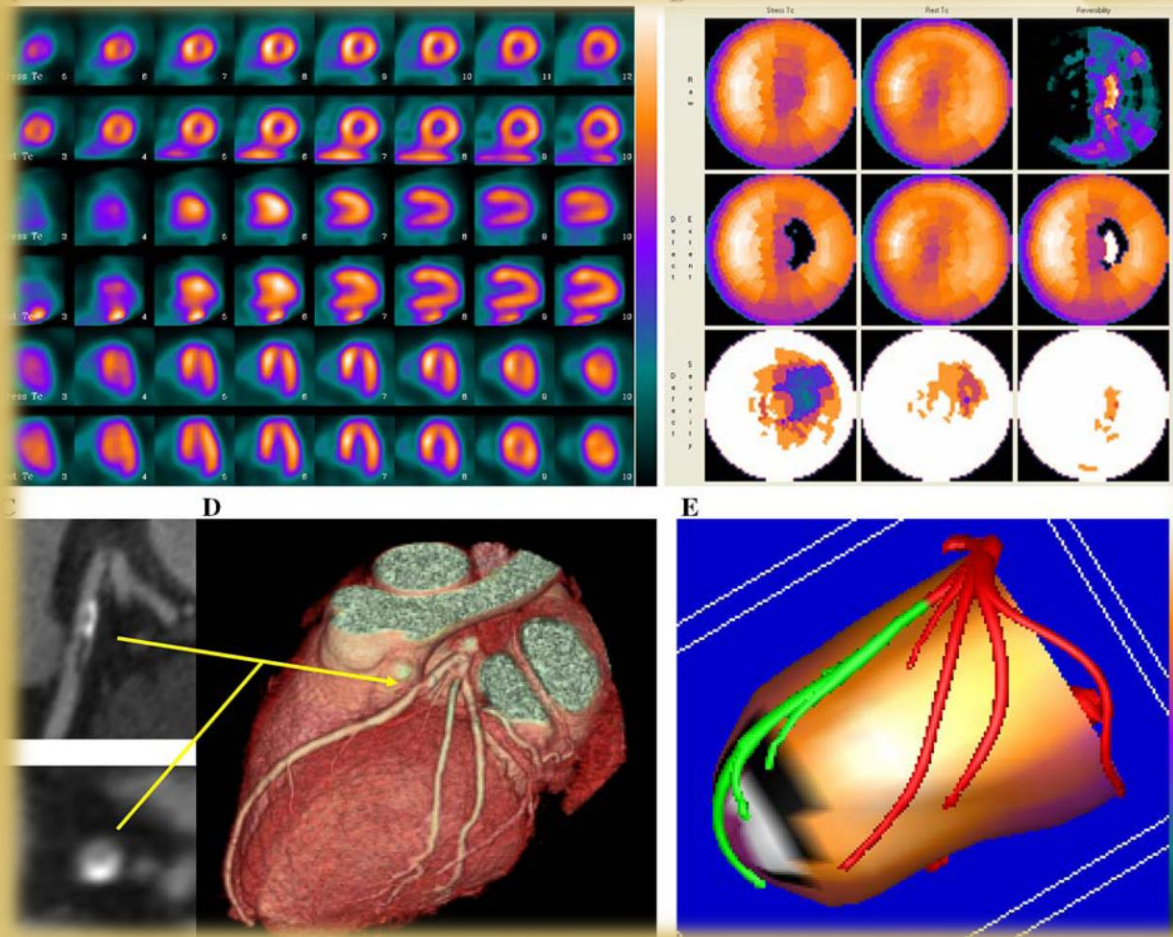
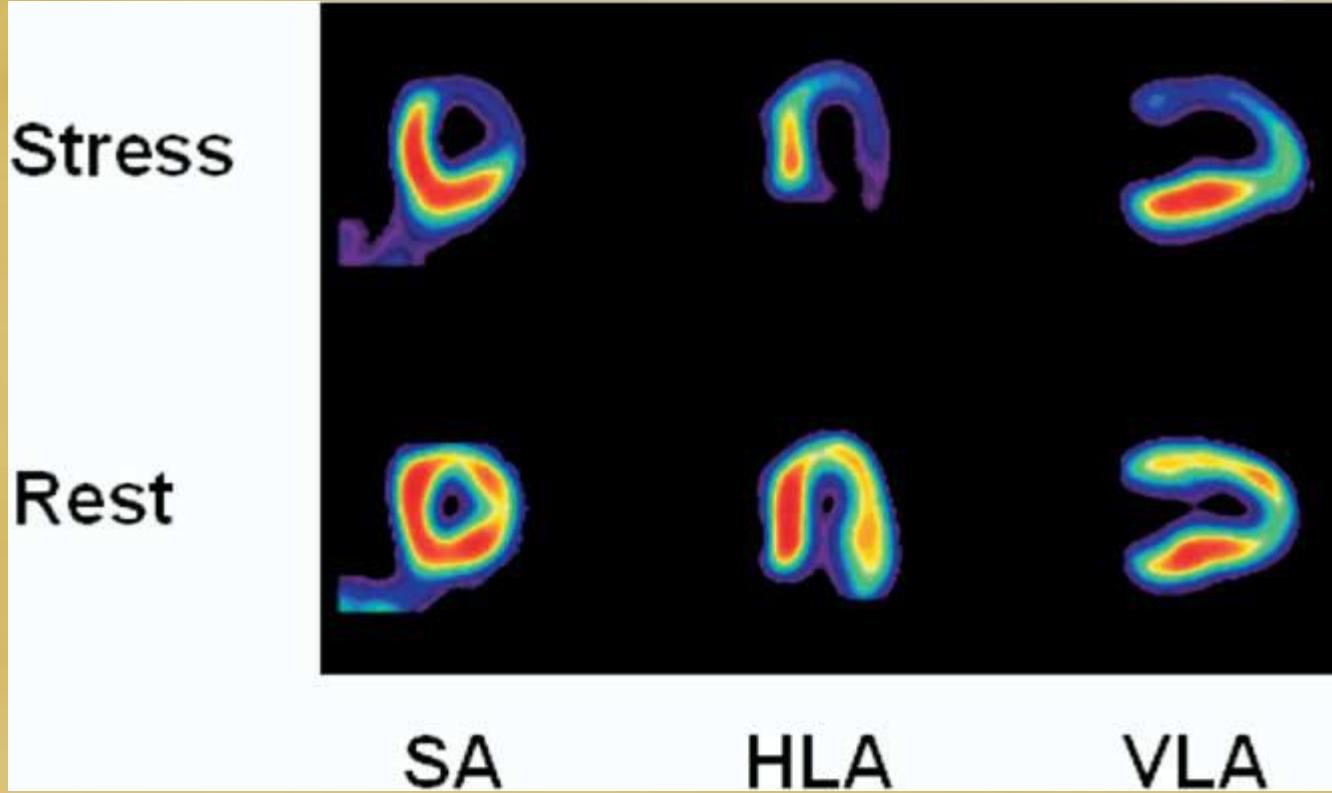


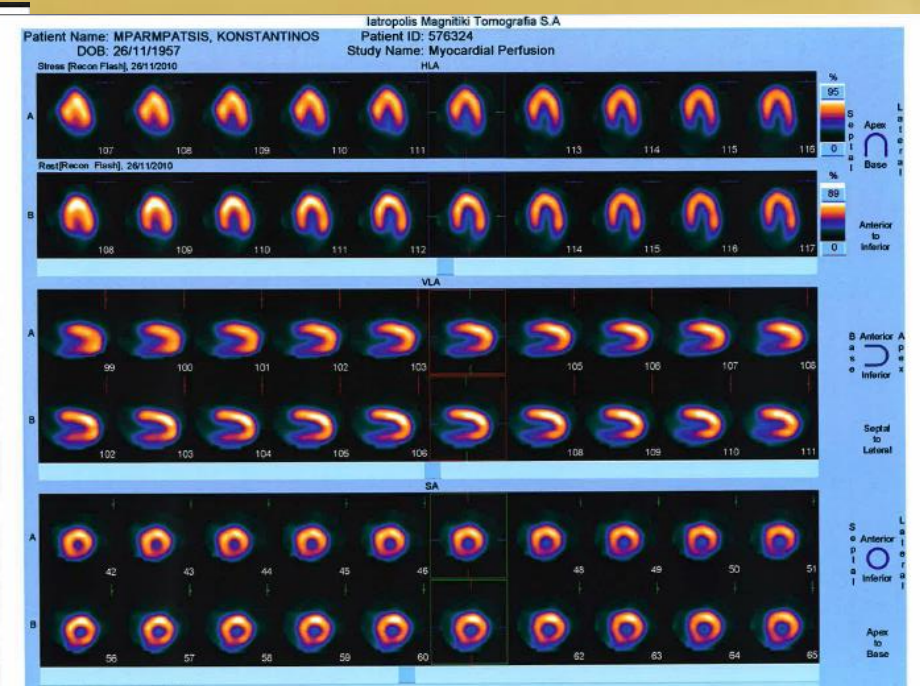
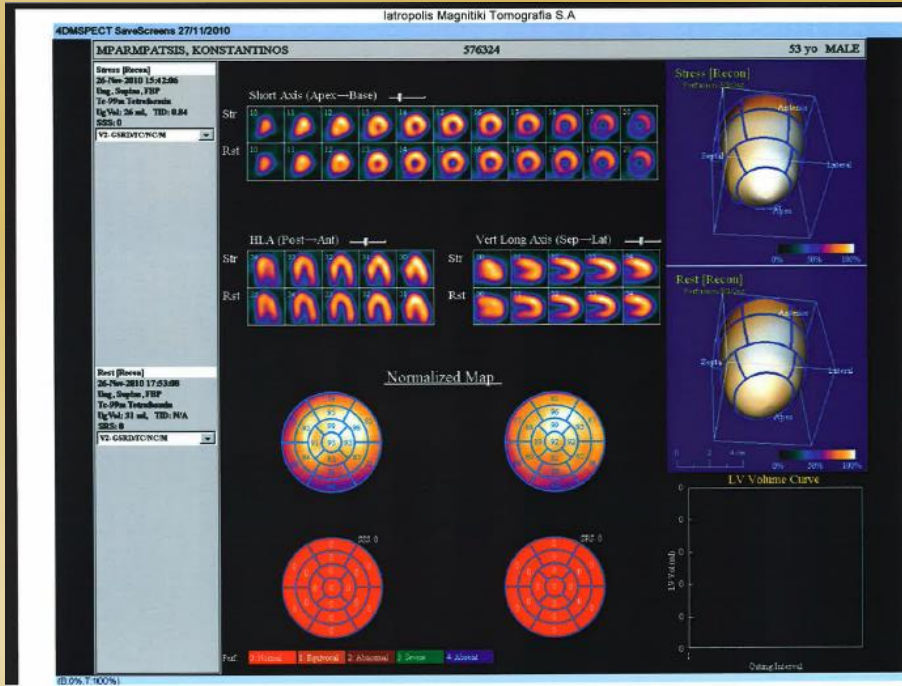
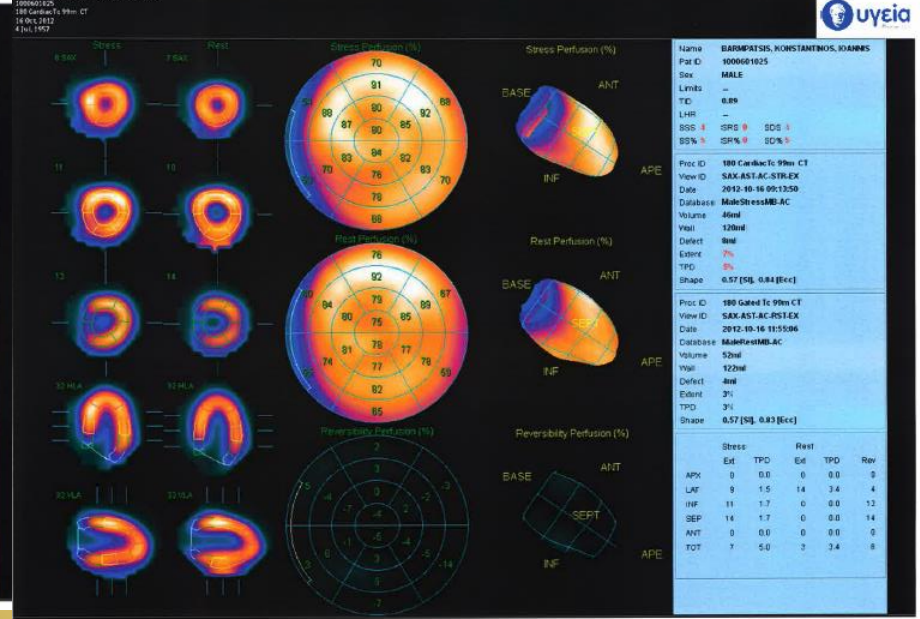
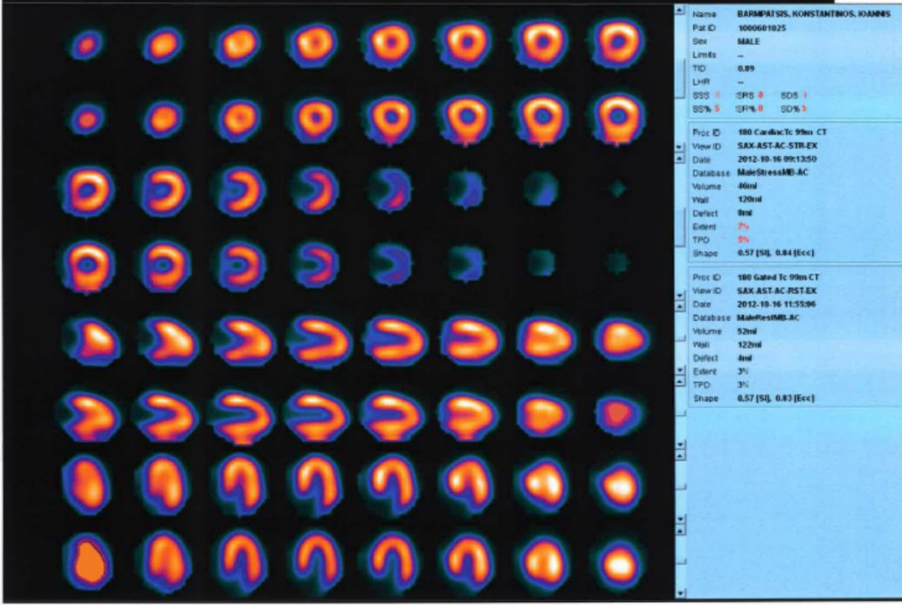
Figure 3. Example of fusion imaging in a patient with single vessel coronary artery disease. **A.** Short axis, vertical and horizontal long axis slices of the Stress/Rest SPECT study. This perfusion study was read as probably normal. **B.** Polar maps of the same SPECT study. **C.** Multi-planar reconstructions of the coronary arteries on CT angiography showing a plaque in the proximal left anterior descending coronary artery. This was read as equivocal for coronary artery disease. **D.** Three-dimensional rendering of the coronary arteries on CT angiography showing the paths of the coronary arteries and the plaque location in the left anterior descending coronary artery. **E.** Fused display; the black area on the fused display identifies a region of myocardial hypoperfusion during stress. The white area within the black region indicates an area of reversibility of the perfusion abnormality. The segments of the coronary arteries rendered in green are segments distal to stenoses seen on CT angiography. This fused scan was read as showing obstructive coronary artery disease in the left anterior descending coronary artery territory. Since the invasive angiogram results showed a 50% proximal left anterior descending coronary artery lesion, only the fused display was interpreted accurately.

Table 6 Diagnostic Accuracy of PET Myocardial Perfusion Imaging for CAD

Sensitivity (%)	Specificity (%)	No. Patients	Agent	Author
95	100	50	NH3, 82Rb	Gould et al
94	95	195	82Rb	Demer et al
93	78	202	82Rb	Go et al
97	100	45	NH3	Schelbert et al
93	100	49	NH3	Yonekura et al
98	93	146	82Rb	Williams et al
84	88	81	82Rb	Stewart et al
95	95	25	NH3	Tamaki et al
93	92	791		Average



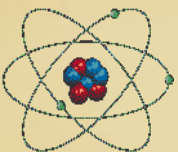
¹³N Ammonia PET images demonstrating anterior and lateral defects during pharmacological stress and significant improvement at rest, consistent with ischemia. SA, short axis; HLA, horizontal long axis; VLA, vertical long axis (courtesy of Dr. H Schelbert, UCLA School of Medicine, CA).



ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΡΑΔΙΟΪΣΟΤΟΠΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ

• **Ειδικότερα οι ραδιοϊσοτοπικές μέθοδοι είναι χρήσιμες στις κάτωθι περιπτώσεις :**

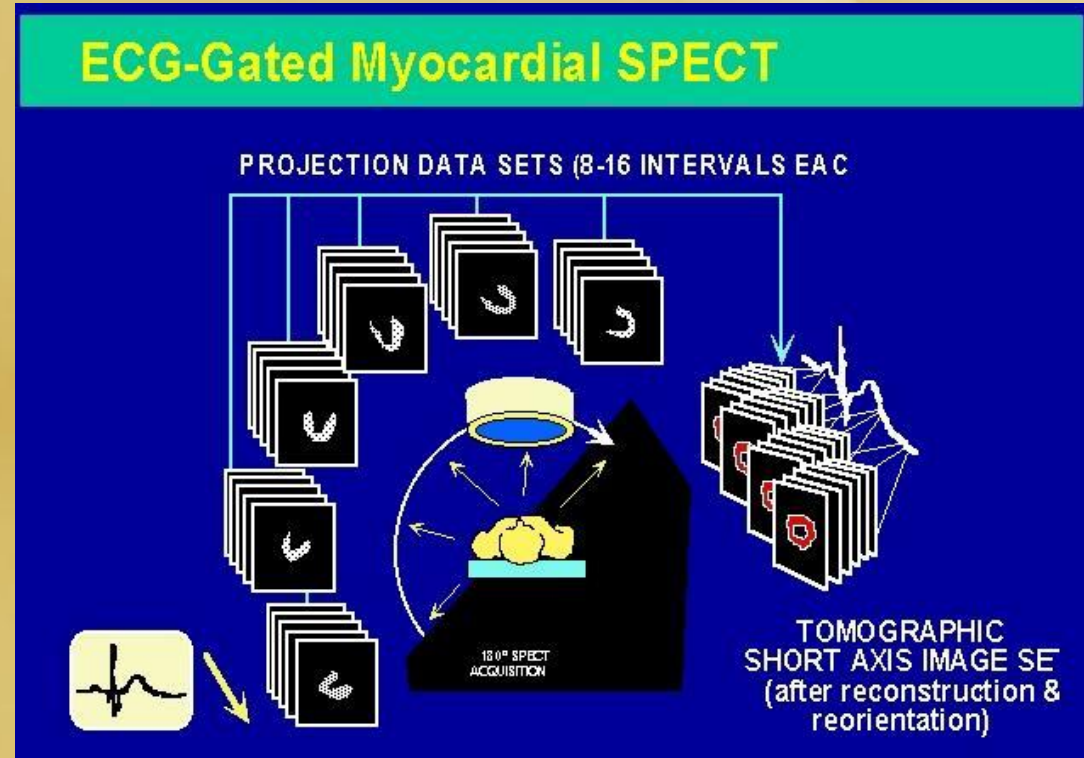
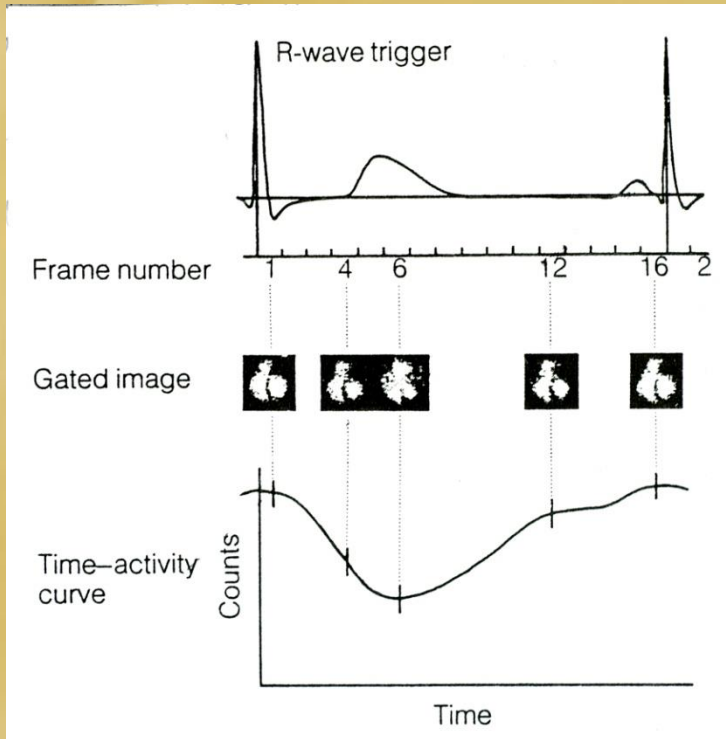
- α) Στη διάγνωση της ύπαρξης ή μη κλινικά σημαντικής ΣΝ, την εκτίμηση της θέσης, του βαθμού και της έκτασης της ισχαιμίας ή της μυοκαρδιακής ουλής.
- β) Στην εκτίμηση της αιμοδυναμικής σημαντικότητας γνωστών από τη στεφανιογραφία αλλοιώσεων
- γ) Στον καθορισμό του κινδύνου (risk stratification) και της πρόγνωσης του στεφανιαίου ασθενούς γενικά. Οσον αφορά τον καθορισμό του κινδύνου, ιδιαίτερη κατηγορία αποτελούν : i) ασθενείς μετά από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου και ii) ασθενείς με γνωστή ή ύποπτη ΣΝ πριν από μείζονα (μη καρδιοχειρουργική) χειρουργική επέμβαση.
- δ) Επί εμφράγματος, στην εκτίμηση της βιωσιμότητας του μυοκαρδίου. Η μέθοδος είναι χρήσιμη για την διάκριση ουλής – ισχαιμίας και την πρόβλεψη της λειτουργικής αποκατάστασης του μυοκαρδίου μετά από επαναγγείωση.
- ε) Στη διάκριση στεφανιαίων ή μη αιτίων σε ασθενείς που προσέρχονται στα επείγοντα εξωτερικά Ιατρεία με σύνδρομο πρόσθιου θωρακικού άλγους.



ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ «ΠΥΛΗΣ» (GATED-SPECT)

- *Gated* ανάλυση εφαρμόζεται σε περισσότερα από το 88% των SPECT σπινθηρογραφημάτων στις USA (3% το 1993).
- Συνδυάζεται κατά κανόνα με τη χορήγηση ^{99m}Tc -(sestamibi ή tetrofosmin). Ο συνδυασμός με ^{201}Tl παρέχει μέτρια αποτελέσματα λόγω της μέτριας στατιστικής κρούσεων.
- Εφαρμόζεται μετά τη χορήγηση του ρ/φ σε ηρεμία ή/και μετά την κόπωση (αν και στη δεύτερη περίπτωση τα λειτουργικά δεδομένα δεν αντιπροσωπεύουν την καρδιακή λειτουργία κατά την κόπωση – ανιχνεύονται περιπτώσεις παρατεταμένης δυσλειτουργίας όπως σε stunning μυοκάρδιο).
- Σε κάθε λήψη (projection) εφαρμόζεται τεχνική αντίστοιχη με τη ραδιοϊσοτοπική κοιλιογραφία ισορροπίας (MUGA), καταγράφοντας τις κρούσεις σε 8 ή 16 τμήματα του καρδιακού κύκλου (frames) που αντιστοιχούν σε ισάριθμες φάσεις της καρδιακής κίνησης (από τελοδιαστολή σε τελοσυστολή), λαμβάνοντας έτσι 8 ή 16 διαφορετικές εικόνες σε κάθε λήψη (μία για κάθε τμήμα του καρδιακού κύκλου) – Απεικόνιση «τεσσάρων» διαστάσεων.
- Το **LVEF** υπολογίζεται με τη βοήθεια του Η/Υ και κατάλληλου λογισμικού (Emory University Toolbox software, Cedars-Sinai Hospital Autoquant software, Michigan's University software, Yale's University software).

GATED-SPECT



Comparison of gated SPECT, echocardiography and cardiac magnetic resonance imaging for the assessment of left ventricular ejection fraction and volumes.

- Καλές συσχετίσεις μεταξύ των τιμών των LVEF, EDV και ESV, που προέκυψαν από τη μελέτη με GSPECT, ECHO και CMRI.

Low-Dose Dobutamine Electrocardiograph-Gated Myocardial SPECT for Identifying Viable Myocardium: Comparison with Dobutamine Stress Echocardiography and PET

K.Yoshinata et al, J Nucl Med 2001;42:838-844

- 23 patients 294 segments
- 99mTc-Tetrofosmin gated-SPECT low-dose dobutamine (7,5 µg/kg/min)
- **DIAGNOSTIC ACCURACY of VIABILITY ASSESSMENT by EACH METHOD**

METHOD	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
<i>DS SPECT</i>	76%	100%	100%	72%
<i>DSE</i>	78%	94%	96%	70%
<i>Rest SPECT</i>	85%	52%	74%	69%

ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΑΜΕΣΟ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΤΟ ΕΠΕΙΓΟΝΤΑ Cost- effective ΤΕΧΝΙΚΗ;

- Μείωση των γενικών εισαγωγών κατά 35% και κατά 59% στην εντατική μονάδα
- Μείωση του μέσου κόστους νοσηλείας κατα 1843\$
- Μείωση του μέσου χρόνου νοσηλείας στη εντατική μονάδα κατα 1 μέρα
- Μείωση του μέσου χρόνου νοσηλείας στο θάλαμο κατα 2 μέρες.
- Μείωση των αγγειογραφιών κατά 40%

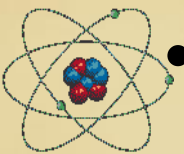
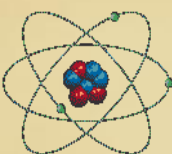


Table 3. Test characteristics of the three methods used to diagnose obstructive coronary artery disease in the 37 patients submitted to invasive angiography; none of the comparisons was statistically significant. The confidence intervals are shown in parentheses

	Overall coronary artery disease			Vessel specific analysis		
	MPI	MPI + CTA	Fused	MPI	MPI + CTA	Fused
Sensitivity	82% (63-93)	79% (59-92)	89% (72-98)	65% (52-78)	75% (61-85)	76% (63-87)
Specificity	44% (14-79)	56% (21-86)	67% (30-92)	71% (58-83)	77% (64-87)	80% (68-90)
Accuracy	73% (56-86)	73% (56-86)	84% (68-94)	68% (59-77)	76% (67-83)	78% (70-86)

CTA, Computed tomography angiography; MPI, myocardial perfusion imaging.



ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΝΤΑΙ ΜΕ ΤΗ GATED ΑΝΑΛΥΣΗ

- Το ολικό κλάσμα εξώθησης της αριστεράς κοιλίας (πολύ καλή συσχέτιση με το LVEF όπως υπολογίζεται με τη MUGA και το MRI).
- Η καρδιακή παροχή.
- Τα περιοχικά κλάσματα εξώθησης.
- Η κινητικότητα και η πάχυνση των μυοκαρδιακών τοιχωμάτων (σε κάποια softwares και ανάλυση φάσης).
- Ο τελοδιαστολικός και τελοσυστολικός όγκος της αριστεράς κοιλίας.
- Οι χρόνοι διαστολικής πλήρωσης και εξώθησης.
- Σημαντική η τεκμηρίωση φυσιολογικών τιμών για τις παραμέτρους που υπολογίζονται με το gated-SPECT (σε διάφορους πληθυσμούς).
- Με το gated-SPECT παρέχεται η δυνατότητα σύγκρισης των τελοδιαστολικών stress / rest εικόνων ελαττώνοντας την επίπτωση της καρδιακής κίνησης και του “partial volume effect” στην ποιότητα της σπινθηρογραφικής εικόνας, ιδίως σε ασθενείς με μικρές ή/και «υπερδυναμικές» καρδιές (βελτίωση της διαγνωστικής ακρίβειας).

ΤΕΧΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟ GATED - SPECT

- Μέτριας ποιότητας σπινθηρογραφήματα (π.χ. χαμηλός ρυθμός κρούσεων, artifacts) οδηγούν σε χαμηλής ακρίβειας gated ανάλυση.
- Προβληματική η εφαρμογή της μεθόδου σε ασθενείς με βαριά αρρυθμία (π.χ. κολπική μαρμαρυγή) – συχνό φαινόμενο η μεταβολή του καρδιακού ρυθμού κατά τη διάρκεια της σπινθηρογράφισης.
- Κατά τη σπινθηρογράφιση τα δεδομένα καταγράφονται σε κάθε λήψη (projection) μέχρι να συμπληρωθεί ένας προκαθορισμένος αριθμός καρδιακών κύκλων ή χρόνος καταγραφής κρούσεων από αποδεκτούς κύκλους.
- **Πλεονέκτημα** η δυνατότητα αποθήκευσης των κρούσεων και των απορριφθέντων κύκλων για την ανασύνθεση της «ungated» εικόνας.
- Υποεκτίμηση του τελοσυστολικού όγκου της αριστεράς κοιλίας σε μικρού μεγέθους καρδιές, λόγω της περιορισμένης διακριτικής ικανότητας της γ-camera (“partial volume effect”), με αποτέλεσμα την **υπερεκτίμηση του LVEF** - αδυναμία ακριβούς υπολογισμού του πάχους του μυοκαρδιακού τοιχώματος.

ΤΕΧΝΗΜΑΤΑ ΣΤΟ GATED - SPECT

- **Αποτυχία του software** να καθορίσει με ακρίβεια τα ενδοκαρδιακά και επικάρδια όρια (π.χ. **σε ασθενείς με βαριά ελλείμματα**) έχει ως συνέπεια τον ανακριβή υπολογισμό του LVEF και των καρδιακών όγκων.
- **Μικρότερη τιμή LVEF** όταν ο καρδιακός κύκλος διαιρείται σε 8 (αντί 16) frames λόγω σχετικής ανακρίβειας στον καθορισμό της τελοδιαστολής και τελοσυστολής – μέτρια στατιστική κρούσεων χρησιμοποιώντας 16 frames.
- **Σε ασθενείς με βραδυκαρδία** (παρατεταμένη διάρκεια της διαστολικής φάσης του καρδιακού κύκλου συγκριτικά με τη συστολική φάση) συχνά καθορίζεται λανθασμένα η τελοσυστολή (ιδίως σε μελέτες με 8 frames) με συνέπεια την υπερεκτίμηση του τελοσυστολικού όγκου και την **υποεκτίμηση του LVEF**.

ΜΕΛΕΤΗ ΜΕ ΜΕΘΟΔΟ «ΠΥΛΗΣ» (GATED-SPECT)

- *Gated* ανάλυση εφαρμόζεται σε περισσότερα από το 88% των SPECT σπινθηρογραφημάτων στις USA (3% το 1993).
- Συνδυάζεται κατά κανόνα με τη χορήγηση ^{99m}Tc -(sestamibi ή tetrofosmin). Ο συνδυασμός με ^{201}Tl παρέχει μέτρια αποτελέσματα λόγω της μέτριας στατιστικής κρούσεων.
- Εφαρμόζεται μετά τη χορήγηση του ρ/φ σε ηρεμία ή/και μετά την κόπωση (αν και στη δεύτερη περίπτωση τα λειτουργικά δεδομένα δεν αντιπροσωπεύουν την καρδιακή λειτουργία κατά την κόπωση – ανιχνεύονται περιπτώσεις παρατεταμένης δυσλειτουργίας όπως σε *stunning* μυοκάρδιο).
- Σε κάθε λήψη (projection) εφαρμόζεται τεχνική αντίστοιχη με τη ραδιοϊσοτοπική κοιλιογραφία ισορροπίας (MUGA), καταγράφοντας τις κρούσεις σε 8 ή 16 τμήματα του καρδιακού κύκλου (frames) που αντιστοιχούν σε ισάριθμες φάσεις της καρδιακής κίνησης (από τελοδιαστολή σε τελοσυστολή), λαμβάνοντας έτσι 8 ή 16 διαφορετικές εικόνες σε κάθε λήψη (μία για κάθε τμήμα του καρδιακού κύκλου) – **Απεικόνιση «τεσσάρων» διαστάσεων.**
- Το **LVEF** υπολογίζεται με τη βοήθεια του Η/Υ και κατάλληλου λογισμικού (Emory University Toolbox software, Cedars-Sinai Hospital Autoquant software, Michigan's University software, Yale's University software).

nt

ANTERIOR

Stress



**L
A
T
E
R
A
L**

S
e
p



L
a
t

S
e
p



L
a
t

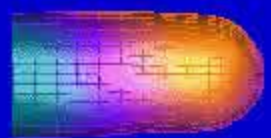
nf

Stress

INFERIOR

Stress

**S
E
P
T
A
L**



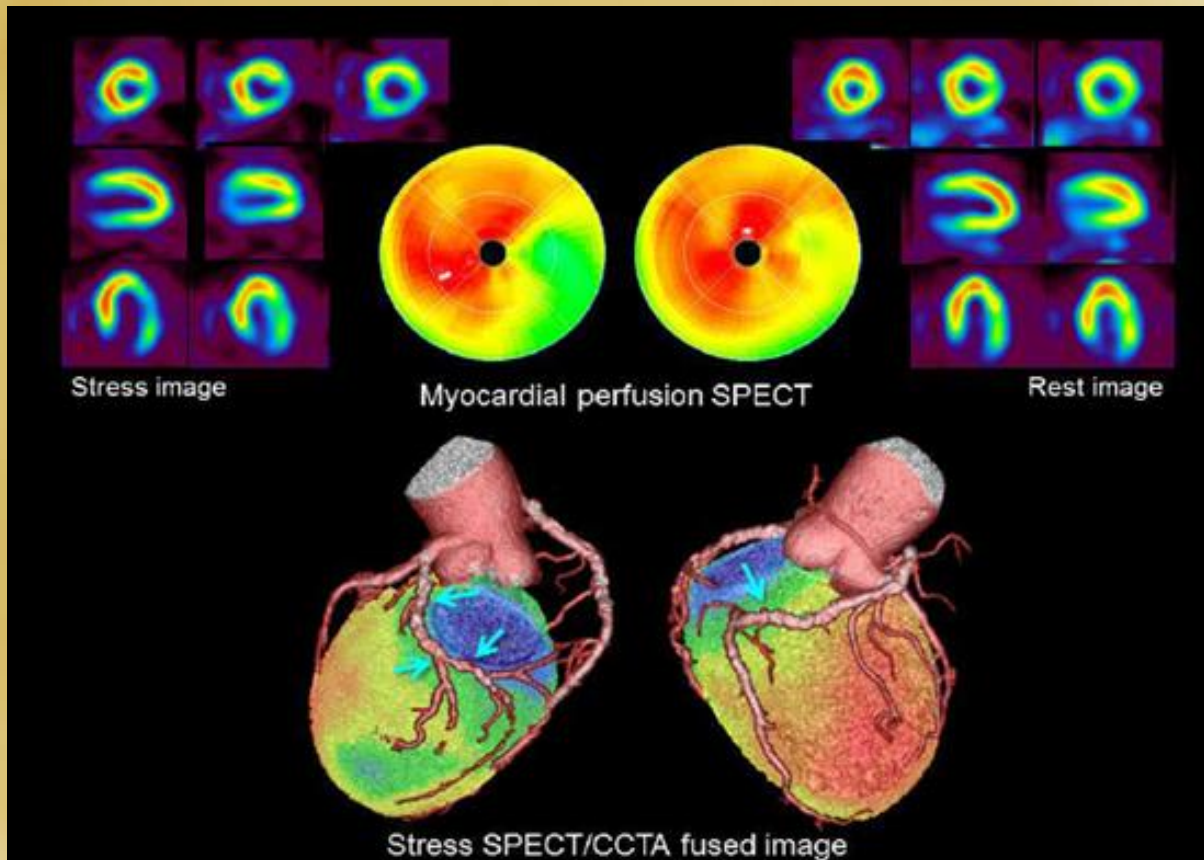
A

I

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΗΣ GATED - SPECT ΑΝΑΛΥΣΗΣ

- Αναγκαία η καταγραφή μίας απαγωγής του ΗΚΓτος του εξεταζόμενου σε όλη τη διάρκεια της εξέτασης, με ευκρινή απεικόνιση των R – R διαστημάτων ώστε να είναι εφικτή η διαίρεση του καρδιακού κύκλου.
- Όπως και στη MUGA καθορίζεται πριν την έναρξη της σπινθηρογράφησης το εύρος διάρκειας («παράθυρο» - συνήθως 20%) των καρδιακών κύκλων που θα θεωρηθούν αποδεκτοί για καταγραφή, ώστε να αποφευχθεί η συλλογή δεδομένων από έκτακτες συστολές.
- Η gated-SPECT μελέτη αποτελεί ένα συνδυασμό από ενός επιπέδου (planar) MUGA μελέτες, μία για κάθε τομογραφική λήψη (projection), που συνδυάζονται με την κλασσική SPECT μελέτη.
- Παρέχεται η δυνατότητα απεικόνισης διαφορετικών τομογραφικών μελετών, μίας για κάθε ένα από τα τμήματα στα οποία διαιρέθηκε ο καρδιακός κύκλος (συνήθως 8) που μπορούν να παρουσιάζονται στην οθόνη με συνεχή ενελλαγή (cine format), καθώς και της κλασσικής SPECT μελέτης χωρίς να επηρεάζεται από τα δεδομένα της gated καταγραφής.
- Διαιρώντας το R – R διάστημα σε 16 frames βελτιώνεται η ακρίβεια της μελέτης, αυξάνεται όμως σημαντικά ο χρόνος σπινθηρογράφησης και επεξεργασίας των δεδομένων, καθώς και η απαιτούμενη μνήμη στον Η/Υ. Η διαίρεση σε 8 frames παρέχει ικανοποιητική ακρίβεια και συνήθως προτιμάται (γ-camera μίας «κεφαλής»).

SPECT/CCTA παράδειγμα 2



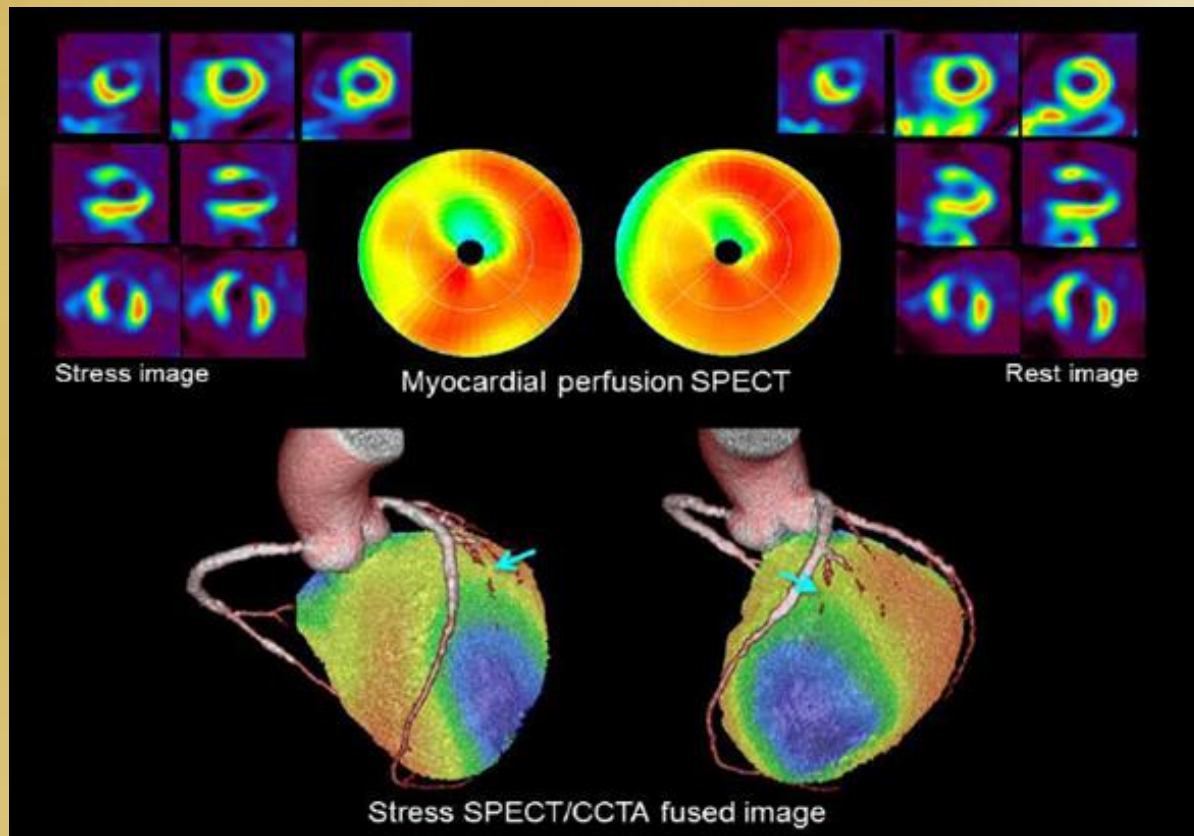
SPECT: ισχαιμία στο πλάγιο, κατώτερο πλάγιο τοίχωμα

CCTA: 75% στένωση στη μεσότητα RCA, 50% εγγύς LCX, >75% μεσότητα LCX

SPECT/CCTA: η περιοχή ισχαιμίας είναι στην επικράτεια LCX

Cardiac SPECT/CT Imaging: CT Attenuation Correction and SPECT/CT

SPECT/CCTA παράδειγμα 3



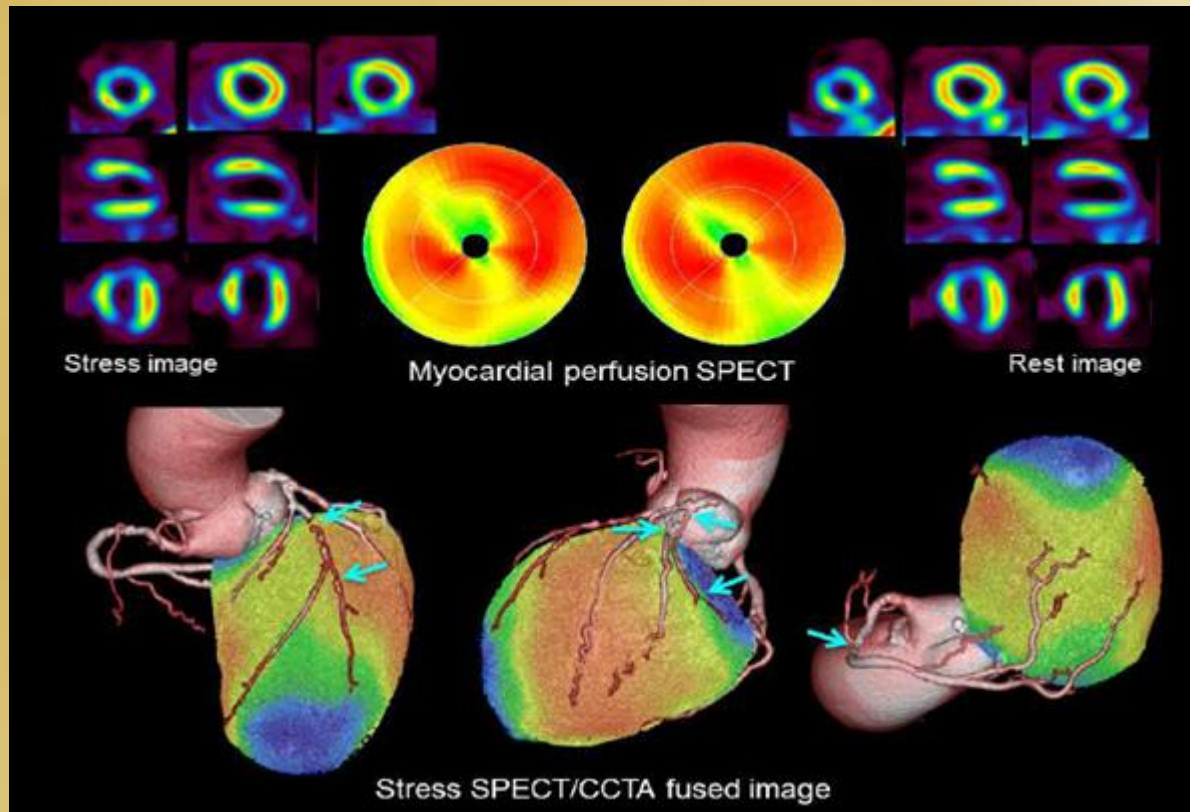
SPECT: μερικώς αναστρέψιμη ισχαιμία στο πρόσθιο, πρόσθιο κορυφαίο τοίχωμα

CCTA: >90% στον πρώτο διαγώνιο (ιστορικό PCI στον LAD και RCA)

SPECT/CCTA: η περιοχή ισχαιμίας είναι στην επικράτεια του πρώτου διαγωνίου

Cardiac SPECT/CT Imaging: CT Attenuation Correction and SPECT/CT Hybrid Imaging

SPECT/CCTA παράδειγμα 4



SPECT: μερικώς αναστρέψιμη ισχαιμία στο πρόσθιο κορυφαίο τοίχωμα και μόνιμη βλάβη στο βασικό κατώτερο πλάγιο τοίχωμα

CCTA: 100% LAD, > 75% LCX, > 75% RCA, 90% πρώτος διαγώνιος

SPECT/CCTA: η περιοχή ισχαιμίας είναι στην επικράτεια του πρώτου διαγωνίου και η μόνιμη βλάβη στην επικράτεια RCA

Υβριδική απεικόνιση μυοκαρδίου

- ✓ Gaemperli O et al: **Cardiac image fusion from stand-alone SPECT and CT: clinical experience**
- ✓ SantanaCA et al.: **Diagnostic performance of fusion of myocardial perfusion imaging and computed tomography coronary angiography**
- ✓ Slomka PJ et al: **Quantitative analysis of myocardial perfusion SPECT anatomically guided by coregistered 64-slice CT angiography**
- Ανέδειξαν την προσθετική αξία της υβριδικής απεικόνισης της καρδιάς
 - Αυξάνει την οριστική διάγνωση στεφανιαίας νόσου συγκριτικά με την side-by-side ερμηνεία
 - Ιδιαίτερα χρήσιμη μέθοδος σε ασθενείς με νόσο τριών αγγείων, με ήπιες στενώσεις ή με αλλοιώσεις κλάδων των στεφανιαίων αγγείων
 - Αναδεικνύει τις αιμοδυναμικά σημαντικές στενώσεις των στεφανιαίων αγγείων

Coronary artery calcium score (CACs)

- Ισχυρός δείκτης στεφανιαίας νόσου
- Σχετίζεται άμεσα με την έκταση του φορτίου της στεφανιαίας αρτηριοσκληρωτικής πλάκας
- Χρήσιμος κλινικός δείκτης για την πρόβλεψη καρδιαγγειακού κινδύνου σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο

Coronary artery calcium (CAC)

Can be performed rapidly during a single breathhold, is relatively inexpensive, and does not require any intravenous contrast

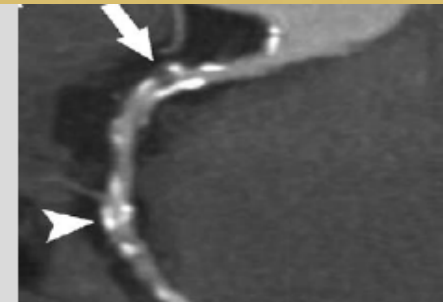
Strong relationship between severity of CAC and risk of future cardiovascular events— patients with severe CAC (e.g. 9300) have a nearly 6-10-fold increased risk of adverse coronary events.

Absence of CAC is associated with excellent long-term prognosis in both asymptomatic (event rate 0.6% over mean follow-up of 4 years) and selected symptomatic (event rate 1.8% over mean follow-up of 3.5 years) patients.

CAC in **symptomatic** patients is controversial, as some patients with no CAC may have obstructive disease from noncalcified plaque.

A strategy of primarily CAC (followed by CTA only if CAC was between 1 and 400; or invasive angiography if CAC>400) resulted in a sensitivity of 88% and a negative predictive value of 98% for **excluding** obstructive CAD

CAC cannot be used to determine whether obstructive CAD is present or absent



*** DID YOU KNOW?**

Coronary heart disease kills **385,000** people in the US each year.

Knowing Your Coronary Calcium Score may save your life!

A few lifestyle changes may greatly reduce your risk:

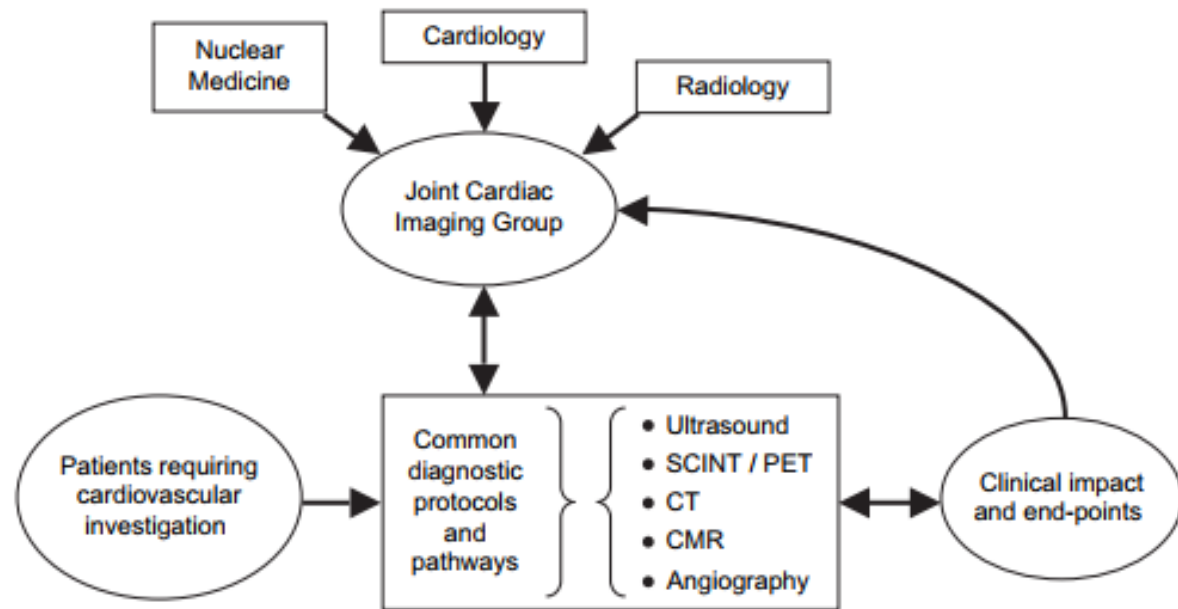
- Start by staying on top of your numbers, such as your cholesterol and blood pressure levels.
- Your doctor might also deem it wise to determine your **coronary calcium score**, which, through a CT scan, identifies the amount of buildup in your arteries.
- Then take to your doctor about changes you can make to maintain a healthy heart for years to come.

UNIVERSITY OF UTAH HEALTH CARE
healthcare.utah.edu

The future of cardiovascular imaging and non-invasive diagnosis[☆]

A joint statement from the European Association of Echocardiography, the Working Groups on Cardiovascular Magnetic Resonance, Computers in Cardiology, and Nuclear Cardiology of the European Society of Cardiology, the European Association of Nuclear Medicine and the Association for European Paediatric Cardiology

A.G. Fraser^{a,*}, P.T. Buser^b, J.J. Bax^d, W.R. Dassen^c,
P. Nihoyannopoulos^a, J. Schwitter^b, J.M. Knuuti^d,
M. Höher^c, F. Bengel^e, A. Szatmári^f



F-18 flurpiridaz

Advantages:

- relatively long physical half-life of ≈ 110 min.
⇒ Flurpiridaz exhibits high resolution and extraction characteristics similar to N-13 ammonia
- Less non-linear net-tracer uptake in particular in the higher coronary flow range (“roll-off phenomenon”) than N-13 ammonia and ^{82}Rb .
- ⇒ Myocardial blood flow quantification.
- Cyclotron independent!

Disadvantages:

- relatively long physical half-life of ≈ 110 min.
⇒ 2-days protocol or 1 day protocol with 3x higher dose injection for second perfusion measurement.
- ⇒ Radiotracer correction for myocardial blood flow quantification of second exam is necessary.

F-18 Fluorodeoxyglucose

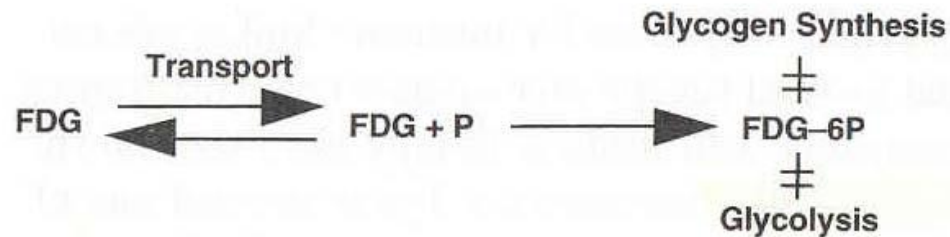
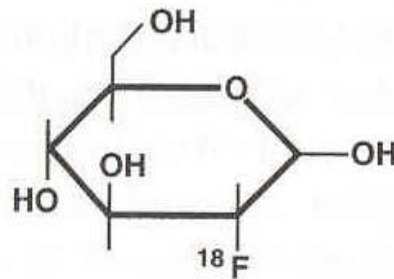


Fig 1. FDG closely resembles glucose (top); the initial trans-sarcolemmal uptake of FDG is identical to that of glucose, but after phosphorylation, FDG-6-phosphate is not metabolized further and remains trapped in the myocyte (bottom). (Reprinted with permission.¹⁰²)

Table 4. Summary of published literature on diagnostic accuracy of PET

Author	Year	Number	Tracer	Sensitivity (%)	Specificity
Schelbert et al ⁷	1982	45	¹³ NH ₃	97	100
Tamaki et al ⁸	1985	25	¹³ NH ₃	95	100
Yonekura et al ⁹	1987	50	¹³ NH ₃	97	100
Tamaki et al ¹⁰	1988	51	¹³ NH ₃	98	100
Gould et al ¹¹	1986	50	⁸² Rb/ ¹³ NH ₃	-	-
Demer et al ¹²	1989	193	⁸² Rb/ ¹³ NH ₃	83	95
Go et al ¹³	1990	202	⁸² Rb	93	78
Stewart et al ¹⁴	1991	81	⁸² Rb	83	86
Marwick et al ¹⁵	1992	74	⁸² Rb	90	100
Grover-McKay et al ¹⁶	1992	31	⁸² Rb	100	73
Laubenbacher et al ¹⁷	1993	34	¹³ NH ₃	88	83
Wallhaus et al ¹⁸	2001	45	⁶⁴ Cu-PTSM	84	100
Bateman et al ¹⁹	2006	112	⁸² Rb	86	100
Walsh et al ²⁰	1988	33	¹⁵ O-H ₂ O	92	-
Williams et al ²¹	1994	287	⁸² Rb	87	88
Simone et al ²²	1992	225	⁸² Rb	83	91
Sampson et al ²³	2007	102	⁸² Rb	93	83
Husmann et al ²⁴	2007	70	¹³ NH ₃	96	-
Total weighted mean		1660		90	89

Adapted from Ziadi MC, et al. Diagnosis and prognosis in cardiac disease using cardiac PET perfusion imaging. In: Zaret BL, Beller GA, editors. Clinical nuclear cardiology: State of the art and future directions, 4th edn (In press) (with permission).

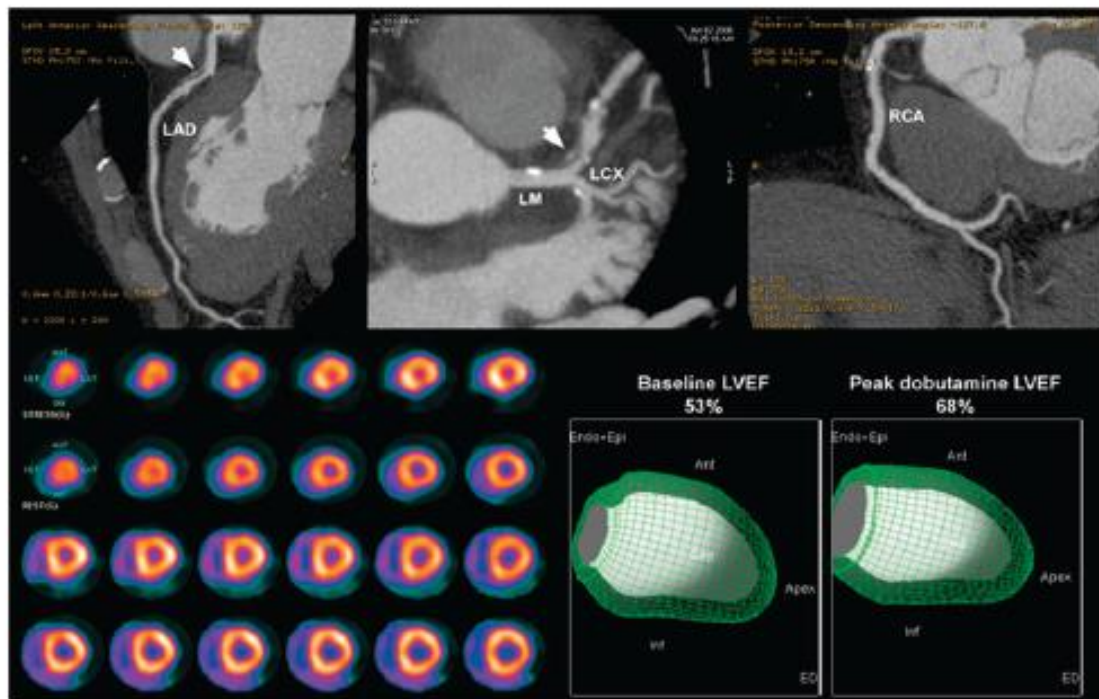


FIGURE 7. Integrated PET/CTA study. CTA images demonstrate noncalcified plaque (arrow) in proximal LAD with 50%–70% stenosis. However, rest and peak dobutamine stress myocardial perfusion PET study (bottom left panel) demonstrates only minimal inferoapical ischemia. In addition, LVEF was normal at rest and demonstrated a normal rise during peak dobutamine stress. LAD = left anterior descending coronary artery; LCX = left circumflex coronary artery; LM = left main coronary artery; RCA = right coronary artery; Ant = anterior; Inf = inferior. (Reprinted with permission of (28).)

Table 3. FDG-PET Studies to Predict Improvement in LVEF after Revascularization

Study	No. of Patients	FDG Viable LVEF (%) Pre	FDG Viable LVEF (%) Post	FDG Nonviable LVEF (%) Pre	FDG Nonviable LVEF (%) Post
Tillisch ³⁶	17	30 ± 11	45 ± 14	30 ± 11	31 ± 12
Carrel ⁴⁶	23	34 ± 14	52 ± 11	—	—
Lucignani ⁴⁵	14	38 ± 5	48 ± 4	—	—
Marwick ³⁷	23	37 ± 11	40 ± 9	38 ± 13	38 ± 13
Maes ⁴⁸	20	51 ± 11	60 ± 10	49 ± 9	53 ± 9
Dreyfuss ⁴⁹	46	23 ± 6	39 ± 13	—	—
Depre ⁵⁰	24	43 ± 18	51 ± 14	35 ± 9	23 ± 9
Maes ⁵¹	30	51 ± 11	61 ± 6	46 ± 11	48 ± 10
Gerber ³⁸	39	36 ± 11	48 ± 11	29 ± 7	28 ± 9
Haas ⁵²	34	26 ± 4	35 ± 12	—	—
Vom Dahl ⁵³	52	47 ± 10	54 ± 10	47 ± 11	42 ± 13

NOTE. A total of 322 patients from 11 studies are included.

Pre, prerevascularization; Post, postrevascularization.

FDG

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Συνδυασμός ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ/ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Λειτουργία Αριστερής Κοιλίας

➤ 25 Μελέτες , N=722 , Mismatch , CABG/ Angioplasty

A.

➤ E.F > 35%	βελτίωση	18%
➤ E.F < 35%	βελτίωση	32%

ASSESSMENT OF MYOCARDIAL VIABILITY

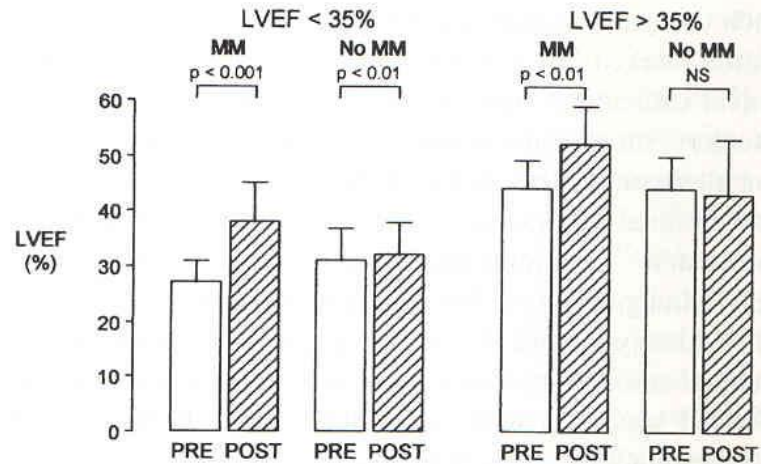


Fig 4. Postrevascularization in the left ventricular ejection fraction from before to after surgical revascularization. The figure summarizes the findings in a total of 772 patients reported in 25 clinical investigations. The patients were grouped into those with a left ventricular ejection fraction of less than 35% (left) and to those with a left ventricular ejection fraction of greater than 35% (right). For each group, the changes are indicated for patients with blood flow–metabolism mismatches and for patients with only blood flow–metabolism matches. Note the 32% increase in left ventricular ejection fractions in the patients with low presurgical ejection fractions (panels on the left) and the 18% increase in left ventricular ejection fractions for patients with relatively well-preserved left ventricular function. Patients without blood flow–metabolism mismatches (No MM) failed to show significant or negligible increases in left ventricular ejections fractions. PRE, before coronary artery bypass grafting; POST, after coronary artery bypass grafting; MM, mismatch; NoMM, no mismatches; LVEF, left ventricular ejection fraction.

FDG

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Συνδυασμός ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ/ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
Λειτουργία Αριστερής Κοιλίας

➤ 25 Μελέτες , N=722 , Mismatch , CABG/ Angioplasty

B.

«Η βελτίωση συσχετίζεται πλήρως με την έκταση του βιώσιμου μυοκαρδίου»

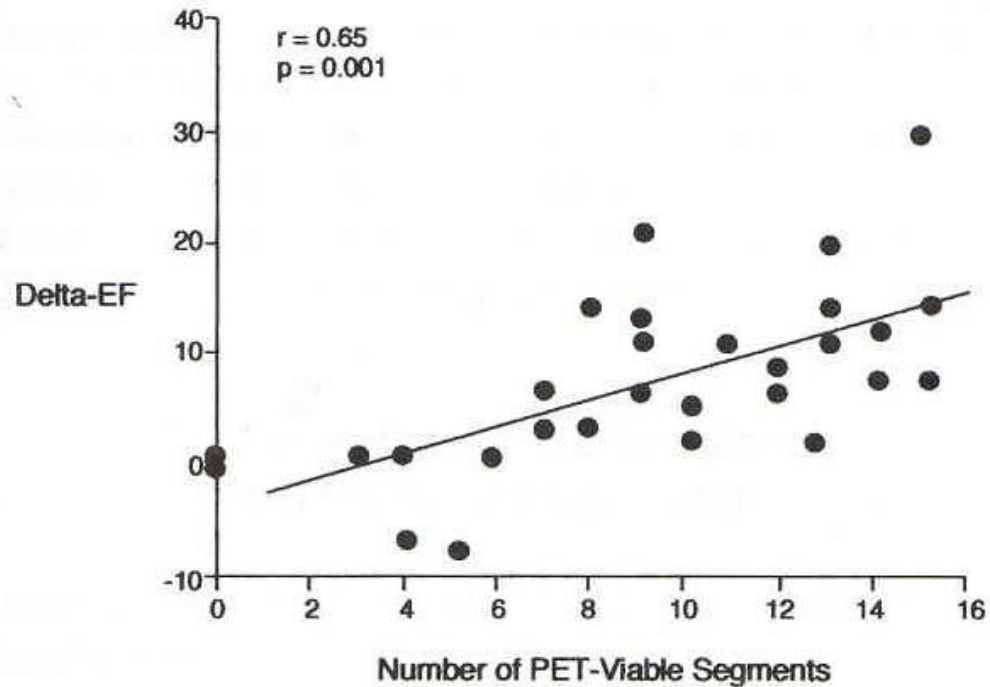


Fig 5. Correlation between the extent of a blood flow–metabolism mismatch by PET and the change in the left ventricular ejection after revascularization. Note the significant correlation between the extent of the blood flow–metabolism mismatch and the postrevascularization increase in the left ventricular ejection fraction. $R = .65$, $P = .001$. Courtesy of Schöder et al, UCLA School of Medicine.

FDG

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Συνδυασμός ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ/ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

Λειτουργία Αριστερής Κοιλίας

- 25 Μελέτες , N=722 , Mismatch , CABG/ Angioplasty
Γ.

Μετά Αγγειοπλαστική

Σε 3-4 ημέρες: Βελτίωση αιμάτωσης (μέγιστη)

Σε 8 εβδομάδες: Βελτίωση συσταλτικότητας

FDG

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

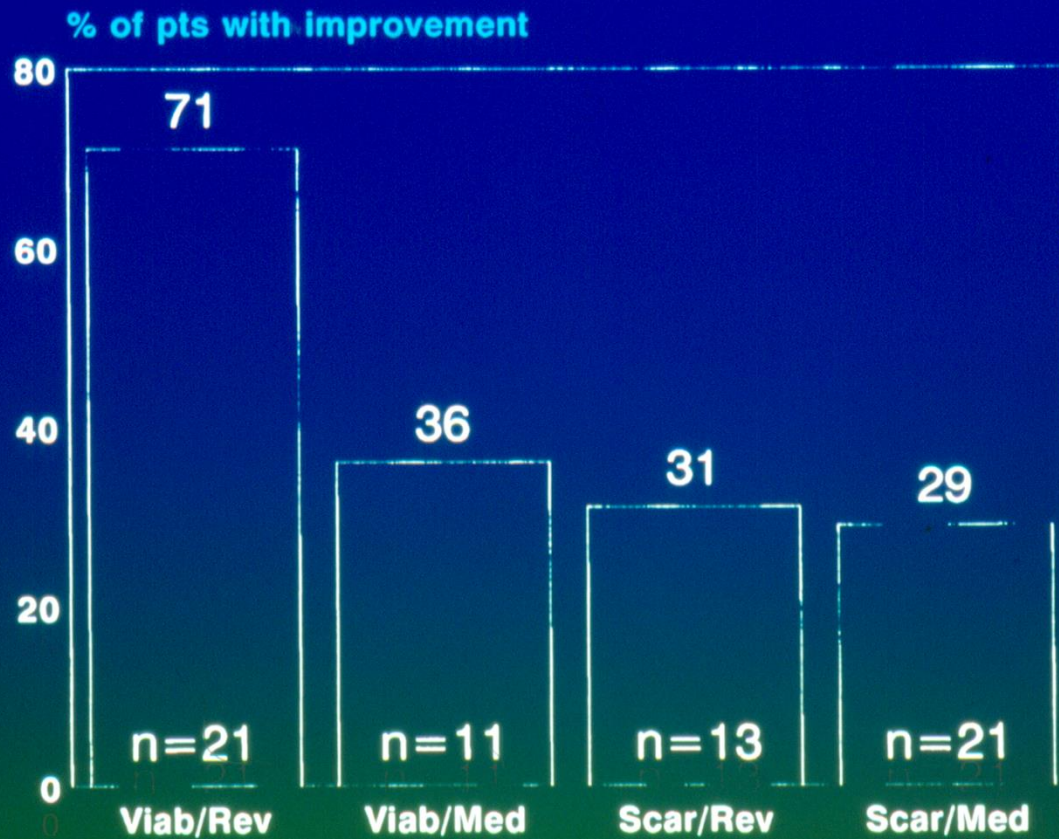
Συνδυασμός ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ / ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ
Συμπτώματα Καρδιακής Ανεπάρκειας

➤ Di Carli , Am. J . Cardiol, 1994. N=93

FDG Uptake

Matched NYHA III / IV βελτίωση σε I/ II 20%

Mismatched NYHA III / IV βελτίωση σε I/ II 60%



Percentage of patients exhibiting improvement in heart failure symptoms according to presence/absence of viable tissue on FDG-PET and treatment (revascularization/medical). Med, medical treatment; Rev, revascularization; Viab, viable tissue on FDG-PET. (Data from DiCarli et al.⁵⁴)

FDG

ΚΛΙΝΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Συνδυασμός ΑΙΜΑΤΩΣΗΣ / ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ

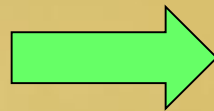
Πρόγνωση

➤ Di Carli , Am. J . Cardiol, 1994.

N=93

FDG Uptake

Επαναγγείωση



Θνητότητα 12% σε 13.6 μήνες

Φαρμακευτική



Θνητότητα 50% σε 13.6 μήνες

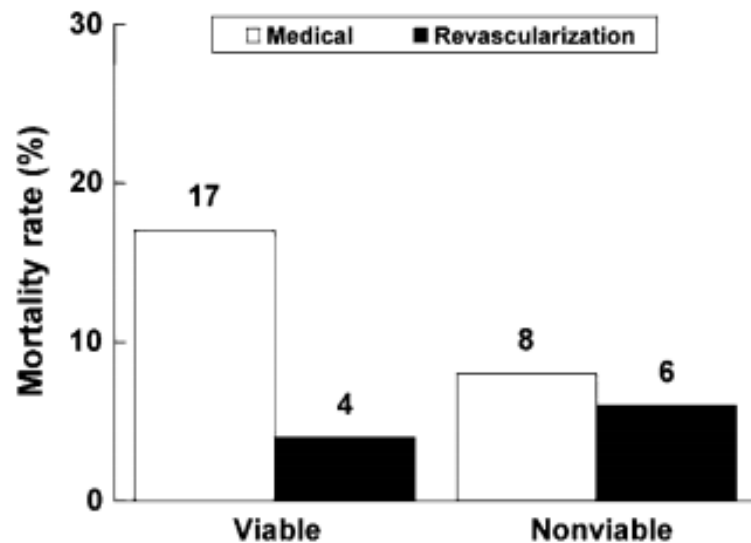


Figure 7. Annualized mortality rates in patients with viable and nonviable myocardium (assessed by positron emission tomography and F18-fluorodeoxyglucose) in relation to treatment (revascularization or medical therapy). Adapted from Schinkel et al⁴⁶ (with permission).

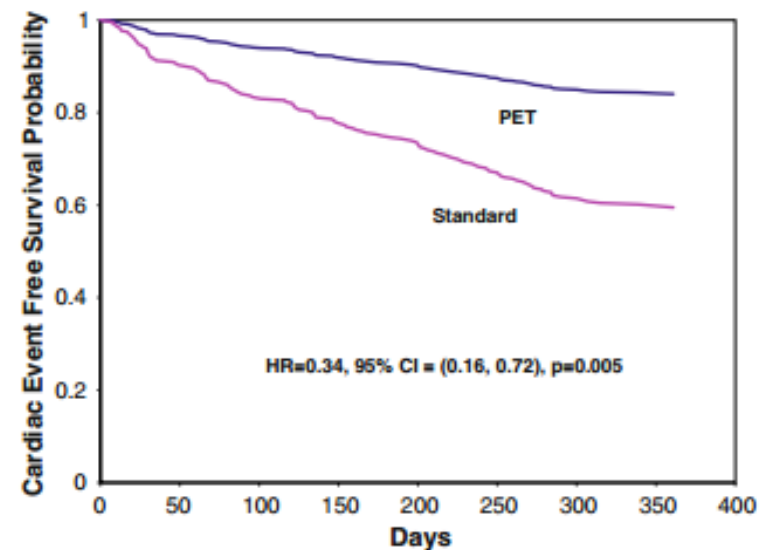
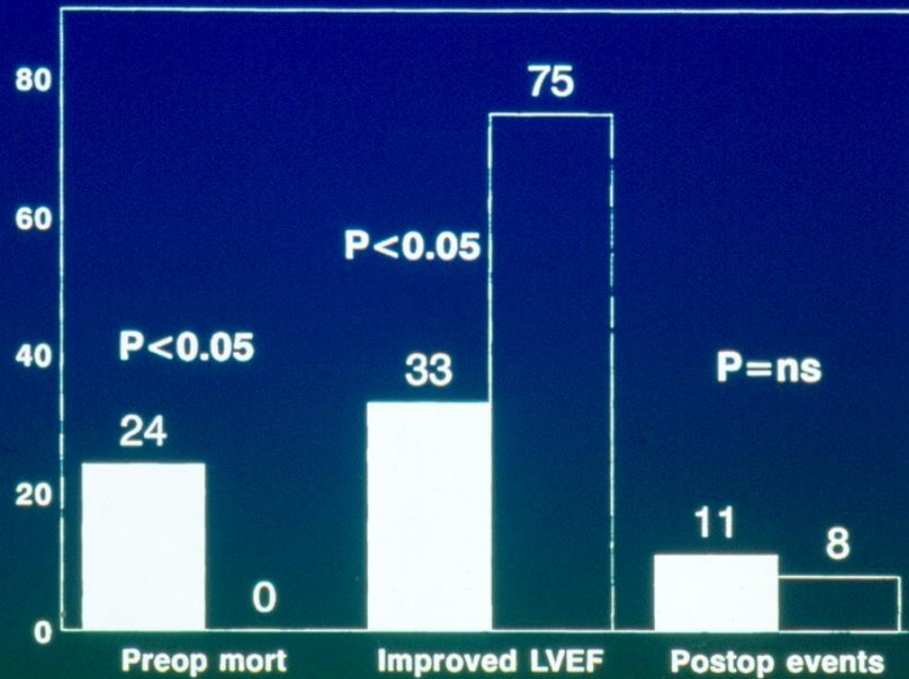


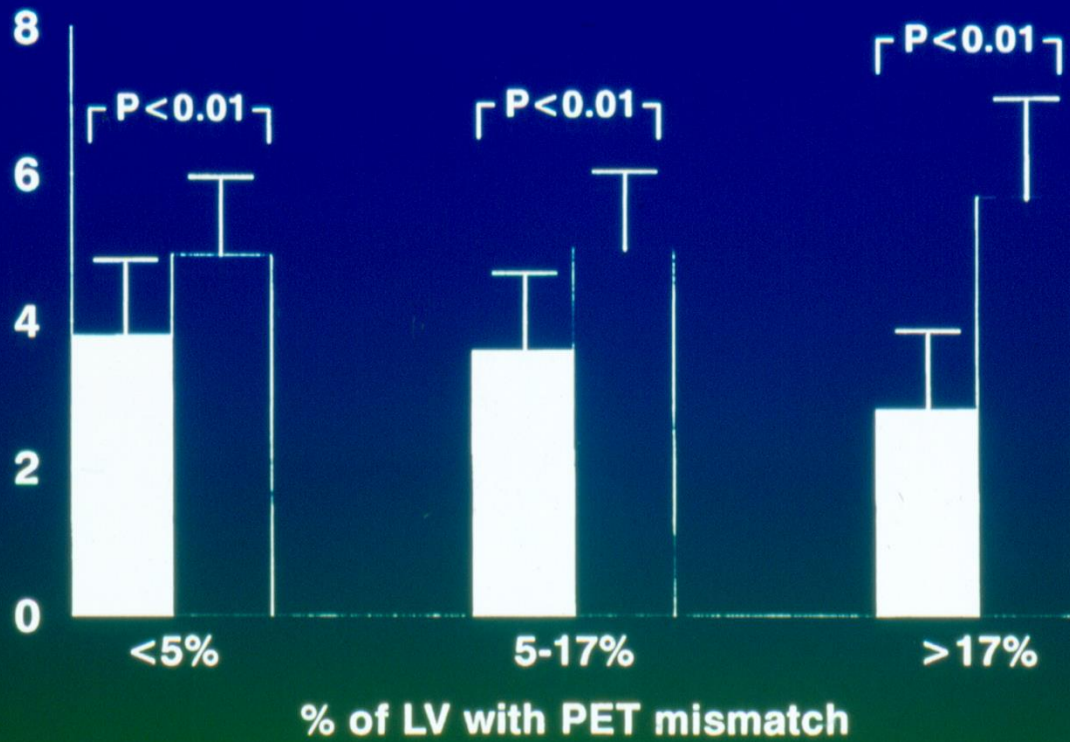
Figure 8. Adjusted event-free survival curves for PET and standard care arms in Ottawa FIVE substudy of the PARR2 RCT. PET arm is dark blue, standard arm is in magenta. HR = .34 95% CI (.16-.72), $P = .005$. Adapted from Abraham et al⁴⁸ (with permission).

percentage



Bar graph showing the effect of delayed revascularization versus timely revascularization in patients with viability on FDG-PET. Patients with delayed revascularization had a higher preoperative mortality rate, a higher postoperative event rate (although not significant), and a lower percentage of patients exhibiting improvement of LVEF postrevascularization. Mort, mortality; Preop, preoperative; Postop, postoperative; black bars, delayed revascularization; white bars, timely revascularization. (Data from Beanlands et al.⁶¹)

METS



Relation between improvement of exercise capacity (expressed in METS) after revascularization and extent of viable tissue (mismatch) on FDG-PET. Black bars, METS before revascularization; white bars, METS after revascularization. (Data from DiCarli et al.⁵⁷)

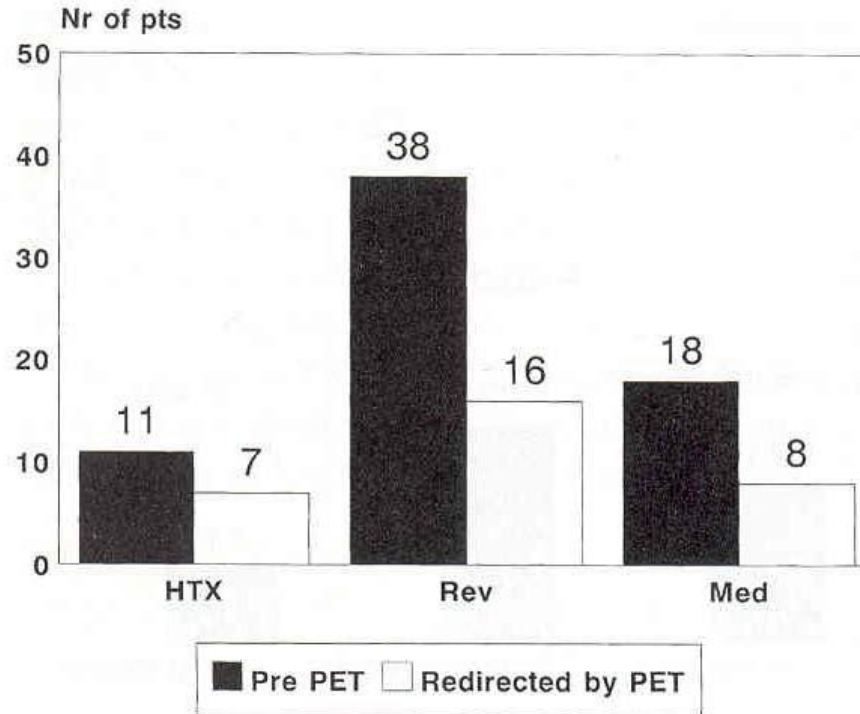


Fig 9. Bar graph showing the influence of FDG-PET on patient management. The black bars indicate the planned strategy before implementation of the FDG-PET results; the white bars indicate the number of patients who were redirected to another strategy when the PET results were included. HTX, heart transplantation; Med, medical treatment; Rev, revascularization. (Data from Beanlands et al.⁶³)

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ



Επισημασμένα λευκά με In-111 ή Tc99m

- Επισήμανση με ραδιοϊσότοπα φλεγμονωδών κυττάρων (λευκοκύτταρα) που καθλώνουν στα σημεία λοίμωξης
- Διαδικασία επισήμανσης λευκοκυττάρων (2-3 ώρες):
 - Λήψη 40ml αίματος από τον ασθενή
 - Διαχωρισμός των λευκών αιμοσφαιρίων
 - Σήμανση των λευκών με ραδιοφάρμακο
 - Επαναχορήγηση στον ασθενή

Επισημασμένα μονοκλωνικά αντισώματα

- **Tc-99m Sulesomab (Leukoscan):** μονοκλωνικό αντίσωμα που συνδέεται με το αντιγόνο 90 των λευκοκυττάρων
- Harwood
 - 122 ασθενείς
 - Εικόνες: 1 και 2 ώρες μετά τη χορήγηση

Ευαισθησία	Ειδικότητα	Ακρίβεια
91%	56%	80%

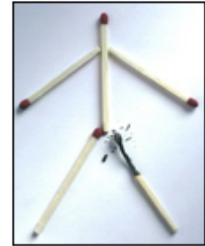
Επισημασμένα μονοκλωνικά αντισώματα

Delcourt 25 ασθενείς	Ευαισθησία	Ειδικότητα	Ακρίβεια
Sulesomab + 3φάσεων	67%	85%	74%
3φάσεων + Ga-67	44%	77%	58%



Sulesomab
2 ώρες μετά
τη χορήγηση

SCINTIMUN® (approved SmPC)



■ Indications

- SCINTIMUN® is indicated for scintigraphic imaging:
 - in conjunction with other appropriate imaging modalities, for determining the location of inflammation/infection in peripheral bone in adults with suspected osteomyelitis
 - SCINTIMUN® should not be used for the diagnosis of diabetic foot infection
- Acquisition of images starts 3 to 6 h after administration and may be followed by late images 24 hours after initial injection
- Acquisition: planar imaging or SPECT (SPECT/CT)

■ Contraindications

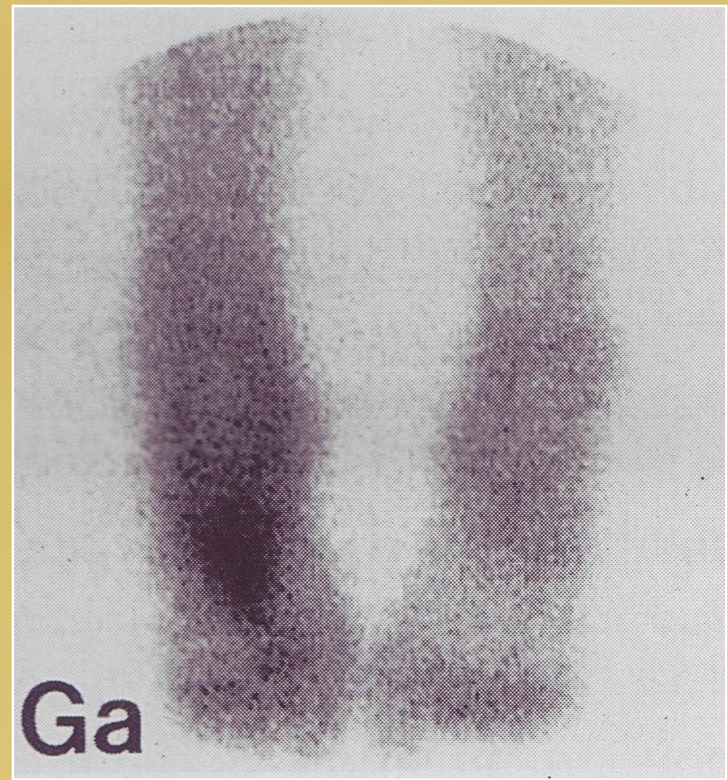
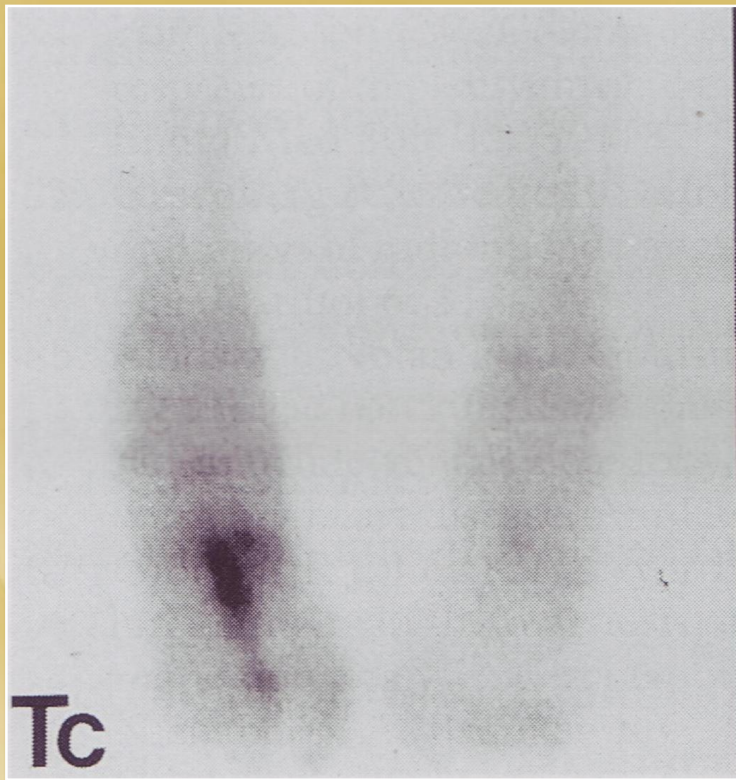
- Hypersensitivity to the active substance, to other murine antibodies, or to any of the excipients
- Positive screening test for human anti-mouse antibody (HAMA)
- Pregnancy

Ga-67

- Προϊόν κυκλοτρονίου
- Ενέργεια: 93,184, 296, 388 KeV
- 90% συνδέεται με την τρανσφαιρίνη και συγκεντρώνεται σε σημεία φλεγμονής
- Απεικόνιση: 24, 48 και 72 ώρες
- Ga-67 + σπινθηρογράφημα οστών 3 φάσεων: 65-80% ακρίβεια
- Σε διαβητικούς ασθενείς έχει χαμηλή διαγνωστική ακρίβεια

Ga-67

ΟΜ μεσαίου δακτύλου δεξιού άκρου ποδός +
Charcot

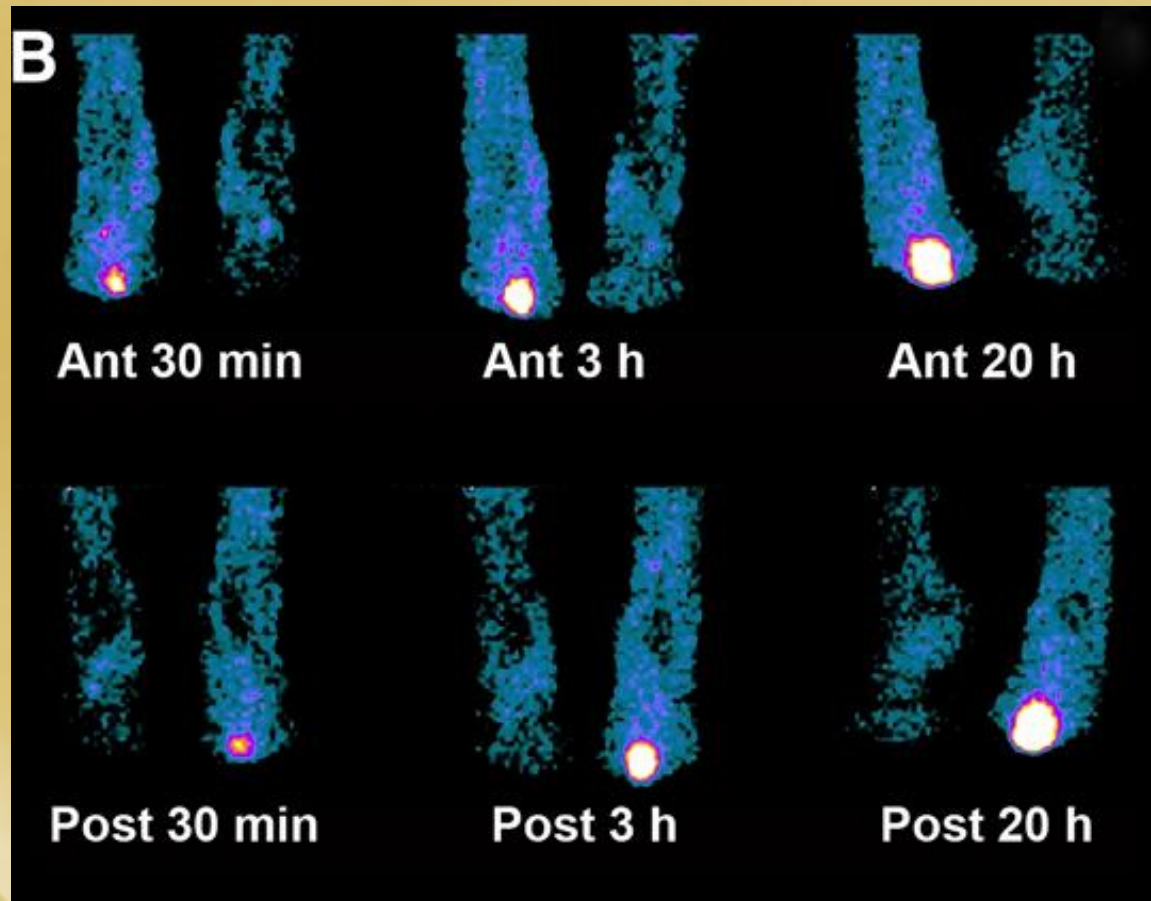


SPECT/CT

- Υβριδικό σύστημα απεικόνισης που συνδυάζει την σπινθηρογραφική τομογραφική απεικόνιση 360° με ακτινοσκοπική τεχνική χαμηλής δόσης (flat panel)
- Filippi L. (J.Nucl.Medicine 2007)
 - Καλύτερη ανατομική εντόπιση
 - Καλύτερη απεικόνιση της έκτασης της νόσου
 - Μεγαλύτερη ακρίβεια στο διαχωρισμό οστικής λοίμωξης από λοίμωξη μαλακών μορίων

FDG-PET/CT

ΟΜ 2^{ου} δακτύλου δεξιού άκρου ποδός



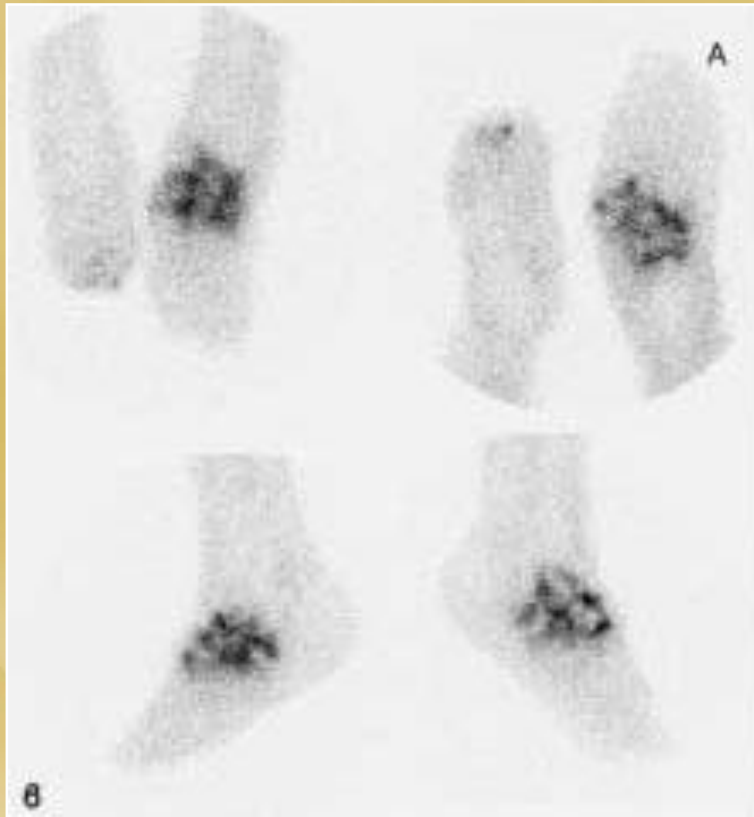
Tc-99m WBC

WBC / Tc-99m κολλοειδές

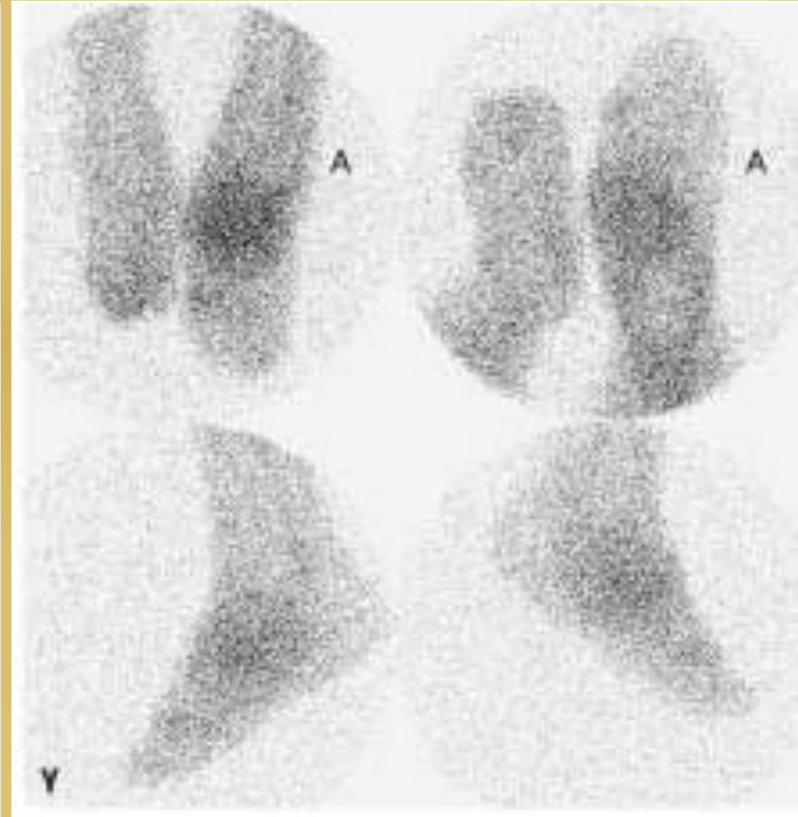
- Πρόσληψη WBC στο πρόσθιο τμήμα του άκρου ποδός = ΟΜ
- Πρόσληψη WBC στο μέσο και οπίσθιο τμήμα του άκρου ποδός = φλεγμονή, κάταγμα, Charcot, ΟΜ
- Αρθροπάθεια Charcot = Σπινθηρογράφημα με επισημασμένα λευκά είναι θετικό (λόγω παρουσίας αιμοποιητικά ενεργού μυελού των οστών ή λόγω ύπαρξης ΟΜ). Η διαφοροδιάγνωση γίνεται με σπινθηρογράφημα μυελού των οστών με Tc-99m κολλοειδές
- Gold standard για ΟΜ επί εδάφους αρθροπάθειας Charcot: πρόσληψη WBC + απουσία πρόσληψης Tc-99m κολλοειδές

WBC/ Tc-99m κολλοειδές

ΟΜ αριστερού τάρσου



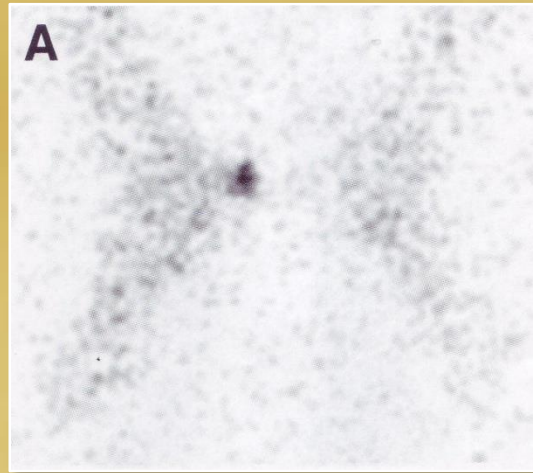
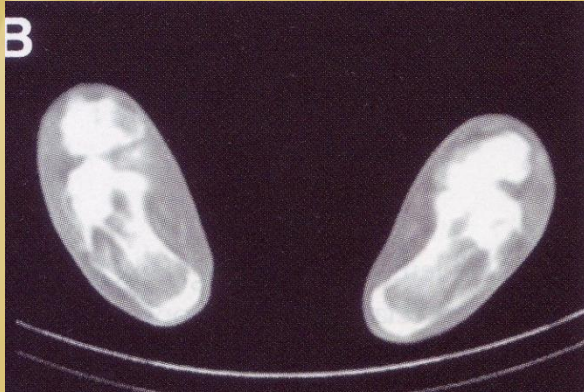
Tc-99m HMPAO WBC



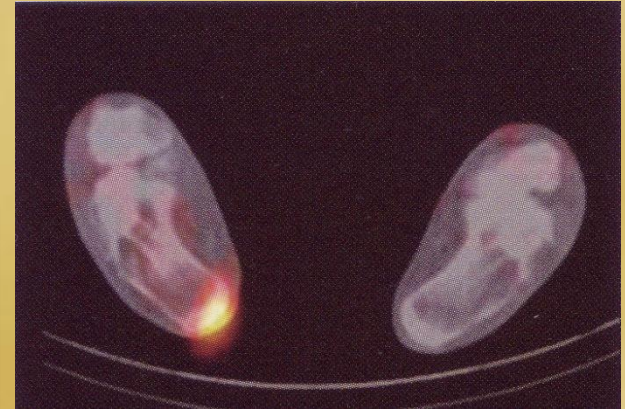
Tc-99m SC

SPECT/CT

ΟΜ πτέρνας δεξιού άκρου ποδός



In WBC



FDG-PET/CT

- Αντικρουόμενα αποτελέσματα
- Ανομοιογένεια των περιστατικών
 - ΣΔ τύπος I ή II;
 - ΣΔ υπό ινσουλίνη ή δισκία;
 - Τύπος ινσουλίνης
 - Πόση ώρα μετά τη φαρμακευτική αγωγή έγινε η FDG-PET/CT;
- Η περιφερική αγγειοπάθεια επηρεάζει την ευαισθησία της μεθόδου;
- Η λήψη αντιβιοτικών επηρεάζει την ευαισθησία της μεθόδου;

Modality	Advantages	Disadvantages	Typical findings and overall accuracy
Standard radiograph	Cost effectiveness: no additional imaging needed if positive. Identify other causes of symptoms (fracture). Assess comorbidities such as fractures and arthritis.	Low sensitivity. Findings take up to 2-3 weeks to appear, delaying diagnosis. Low specificity to identify infection in violated bone.	Cortical destruction (very sensitive finding). Soft tissue swelling with obliteration of fat planes. Endosteal scalloping; cortical tunneling. III defined radiolucent lesions. Osteopenia. Sensitivity: 28% - 94% (average of 56%). Specificity: 3% - 92% (average of 75%).
Computed tomography	Excellent visualization of the cortex. Multiplanar and thin slice reconstruction enhance ability to evaluate infection and identify sequestra.	Less resolution than plain radiography. Beam hardening artifact.	Increased attenuation of bone marrow. Periosteal reaction and new bone formation. Sequestrum. Intraosseous and/or soft tissue gas.
MRI	Excellent delineation of soft tissue versus bone infections. Evaluation of bone marrow edema. Excellent for suspected vertebral osteomyelitis. Very useful in neonatal pelvic osteomyelitis to identify associated soft tissue abscesses.	Bone marrow edema is nonspecific - can be seen in osteonecrosis, fractures, and metabolic bone disease. Specificity is lower with small bones and in complicated cases of infection.	Cortical destruction. Increased T2 signal (particularly on STIR); Decreased T1 signal and post-gadolinium enhancement. Sensitivity: 60% - 100% (average: 90%) Specificity: 50% - 95% (average: 86%)
Multiphase bone scan	Earlier detection than plain film (24 - 48 h after infection). Very high sensitivity for infections even in the presence of other comorbidities. Whole body imaging allows for detection of infection at other unsuspected sites.	Specificity decreases when other pathologies are present. Scans will stay positive for a long time after infection heals; therefore is not ideal for monitoring response to treatment.	Focal increased uptake on blood flow, blood pool, and delayed images. Sensitivity: 90% - 95%. Specificity: nonviolated bone: 92%; violated bone 0% - 76% (average of 30%).
WBC scan Alone or with bone scan	<u>High specificity for infection. Improves bone scan specificity in the setting of violated bone.</u> <u>Scans normalize as early as a few days, and so may be used to monitor response to therapy.</u>	If used alone, difficult to differentiate bone versus soft tissue infections. A tedious procedure.	Focal increased uptake. Dual imaging will show concordant uptake with bone scan in positive studies. Average sensitivity: 88%. Average specificity: 88% (91% - 94% when combined with bone scan).
Gallium-67 scintigraphy Alone or with bone scan	Early detection of infection. Scans return to normal in 6 weeks with successful therapy, allowing use for monitoring treatment. Useful for chronic active and vertebral osteomyelitis.	Positive findings can be nonspecific, and may be positive in other settings such as tumor and inflammation.	Combined scanning is considered positive when they are spatially incongruent or spatially congruent with greater gallium intensity than bone scan. Average sensitivity: 89%. Average specificity: 70%.
Bone marrow scan as an addition to WBC scan alone or along with bone scan.	Improves specificity for infection versus inflammation in complicated cases, such as postarthroplastic infections.	Adds time and cost to the diagnostic imaging.	Infection is confirmed when no bone marrow activity present corresponding to the positive area on labeled WBC scan. If activity is present, it indicates physiologic bone marrow as a cause of WBC uptake.
Ultrasound	Excellent for rapid and accurate detection of joint effusions. Identify soft tissue and subperiosteal abscesses. No radiation.	Poor modality to visualize bone.	Fluid collection adjacent to the cortex of infected bone with communication to the medullary cavity. Occasionally, superficial local defects and periosteal reactions in advanced cases of osteomyelitis. Absence of joint effusion will rule out septic arthritis.
PET	Useful in chronic active osteomyelitis and periprosthetic infections as a single modality. Can be useful in early assessment of the response to therapy.	Availability. Expense.	Focally increased uptake with moderate to high SUV. Sensitivity: 95% - 100% (chronic osteomyelitis); 90% (preprosthetic infection). Specificity: 86% - 100% (chronic osteomyelitis); 89% hip periprosthetic infection; 72% knee periprosthetic infection

Η βέλτιστη διάγνωση και θεραπεία των ασθενών
στηρίζεται στη βέλτιστη συνεργασία της ομάδας



SPECT



- A Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) scan is a type of nuclear imaging test that shows how blood flows to tissues and organs.
- The test differs from a PET scan in that the tracer stays in your blood stream rather than being absorbed by surrounding tissues, thereby limiting the images to areas where blood flows. SPECT scans are cheaper and more readily available than higher resolution PET scans.

radiopharmaceuticals



- REGIONAL CEREBRAL BLOOD FLOW IMAGING
- Inert gases are effective markers---LIKE
 - breathing of carbon monoxide (C-11 and O-15), which concentrates in RBCs
 - Xe-133 inhalation / injection into ICA / IV injection after dissolution in saline
 - BUT
 - Tc-99m HMPAO brain SPECT(high extraction efficiency by brain tissue)

r CBF imaging(HMPAO technique)



- requires no patient preparation.
- typical activity of 500 MBq is injected intravenously.
- patient in a quiet stable environment.
- Images obtained from 20 min to several hours after injection because the tracer distribution in the brain is stable during this time.
- Volumetric data are displayed in standardised axial.coronal and sagittal planes, and colour displays are used .

r CBF imaging(interpretation)



Normal tracer uptake

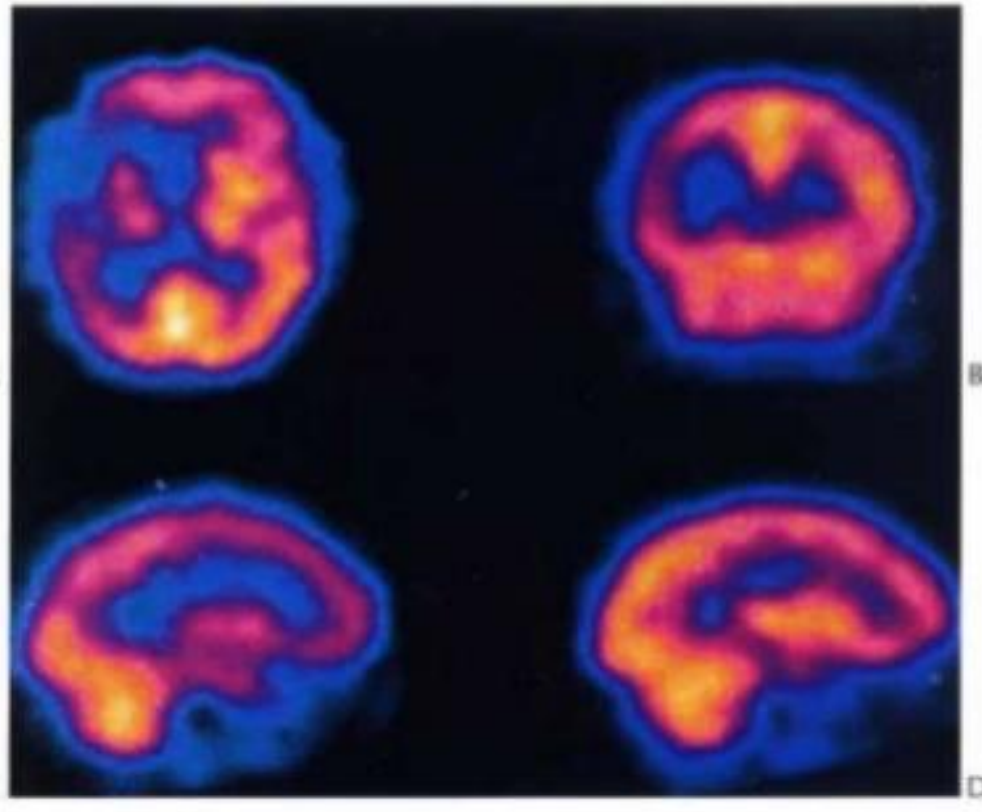
- Symmetric distribution
- Higher radioactivity: gray matter, basal ganglion, occipital cortex, cerebellum
- Lower radioactivity: white matter, ventricles

Abnormal tracer uptake

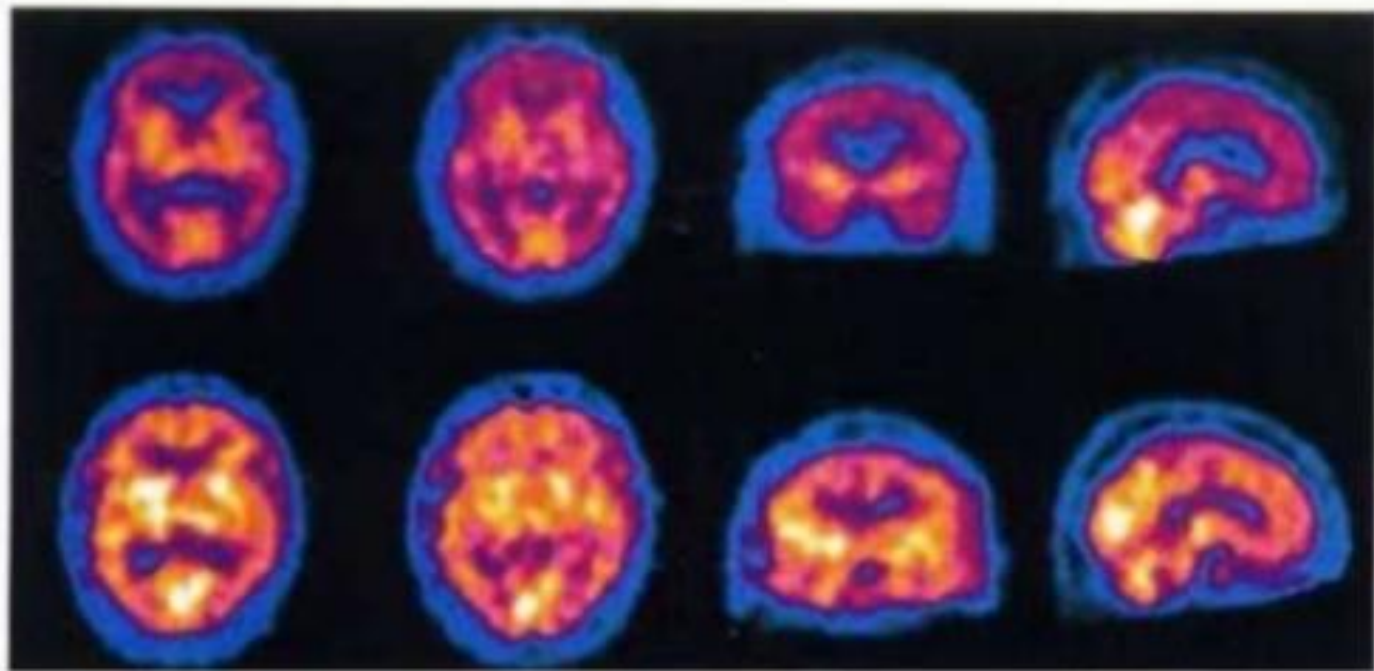
- **Absent**
infarction, trauma, surgical resection
- **Reduced**
ischemia, dementia, depression, seizure(interictal)
- **Increased**
luxury perfusion, seizure(ictal)

Table 7.2 -- RADIOPHARMACEUTICALS COMMONLY USED FOR A RANGE CLINICAL PROBLEMS

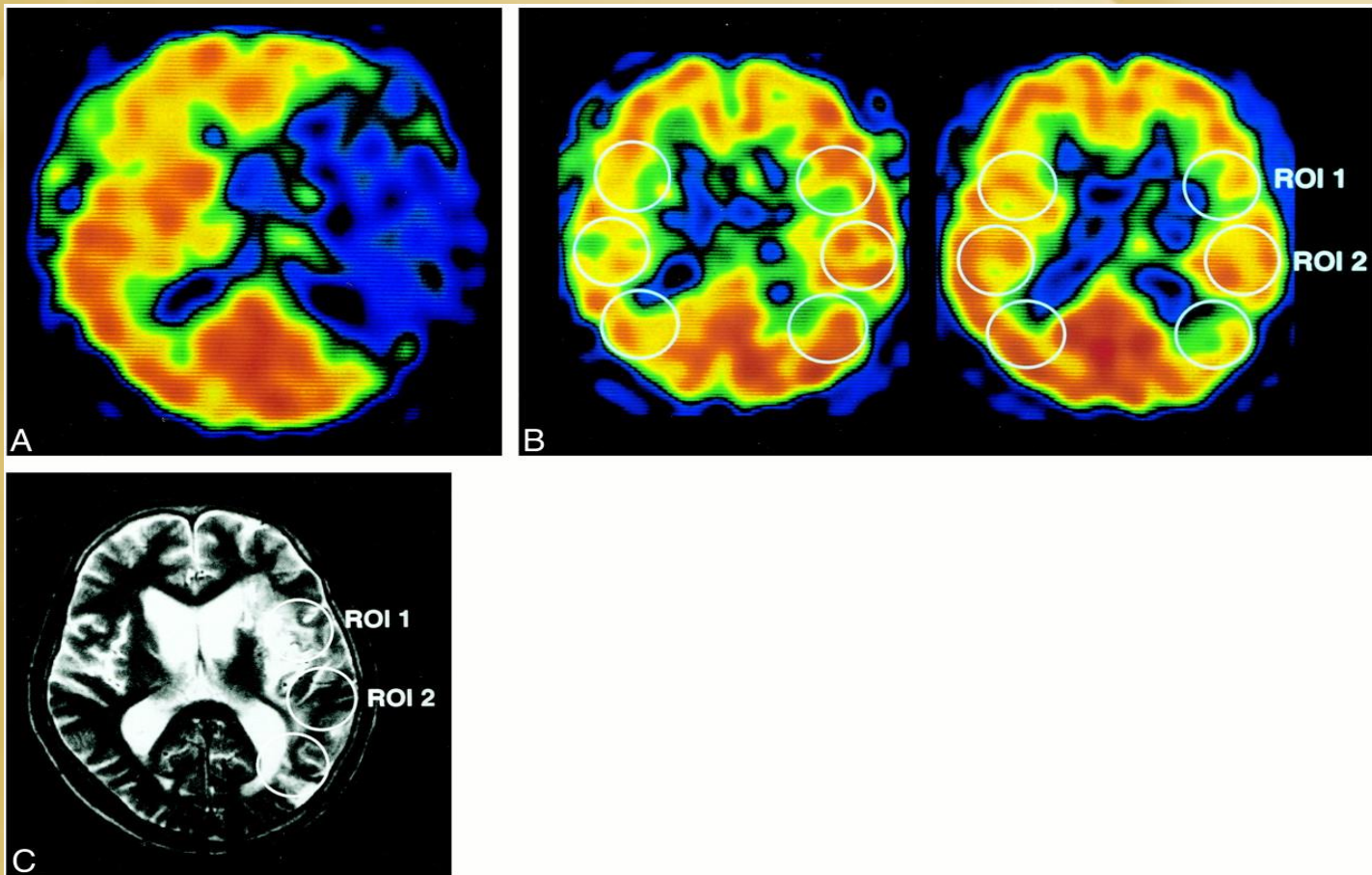
Clinical problem		Imaging technique	Radiopharmaceuti cal	Biological behaviour
Head				
Cerebrovascular accident		Cerebral perfusion SPECT	^{99m} Tc HMPAO	Uptake proportional to blood flow
Hydrocephalus		Cerebrospinal fluid (CSF) study	¹¹¹ In DTPA (intrathecal)	Marker of CSF flow.
CSF rhinorrhoea				
Encephalitis				
Dementia		Cerebral perfusion SPECT	^{99m} Tc HMPAO	Uptake proportional to blood flow
		Cerebral metabolism PET	¹⁸ F fluorodeoxyglucose	Marker of glucose metabolism
Epilepsy (presurgical localization)		Ictal SPECT	^{99m} Tc HMPAO	Uptake proportional to blood flow
		Interictal PET	¹⁸ F fluorodeoxyglucose	Marker of glucose metabolism



Massive infarction of the right middle cerebral artery territory. Note severe ischaemia of the Frontal, temporal and parietal cortex and also of the basal ganglia on right.-----^{99m}Tc-HMPAO brain SPECT



⁹⁹Tc-exametazime brain SPECT: axial, coronal and right parasagittal images showing very extensive perfusion deficits during the acute ischaemic phase (top row) and substantial improvement several months later after clinical recovery (bottom row).



Patient 6: 58-year-old man with left-sided MCA occlusion. A, Pretreatment 99mTc-HMPAO SPECT scan shows a perfusion defect in the left MCA territory. B, Posttreatment 99mTc-HMPAO (left) and 99mTc-ECD (right) SPECT scans obtained 2.5 hours after recanalization by LIT. C, MR image 2 weeks after the onset of stroke. Infarction did not develop in ROI 2, which showed hyperactivity (A/C ratio of 1.14) on 99mTc-HMPAO SPECT scan and isoactivity (A/C ratio of 0.97) on 99mTc-ECD SPECT scan. In ROI 1, however, which showed hypoactivity (A/C ratio of 0.85) on 99mTc-ECD SPECT scan, infarction did develop despite isoactivity (A/C ratio of 1.06) on 99mTc-HMPAO SPECT scan.

r CBF imaging SPECT imaging

the value of rCBF SPECT imaging in suspected stroke is:

1. For triage-to distinguish stroke from TIA in the acute stage.
2. To show the extent and distribution of abnormality, which will help to identify the likely site of arterial occlusion.
3. To demonstrate areas at risk of further damage, and those areas with possibility of recovery.
4. To monitor thrombolytic therapy.

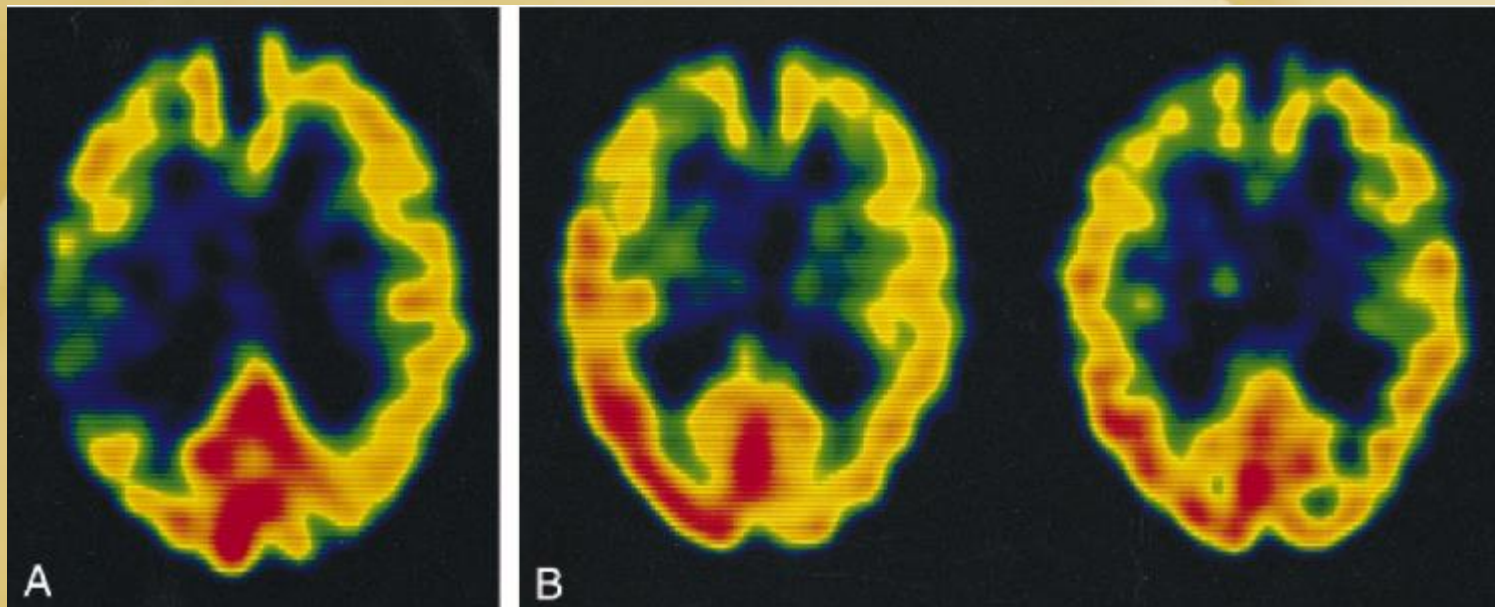


FIG 2. Case 2: 69-year-old man with atrial fibrillation and sudden onset of left-sided hemiparesis.

A, ^{99m}Tc -HMPAO SPECT image 7.5 hours after the onset of stroke shows hypoactivity in the right parietal lobe.

B, Both ^{99m}Tc -HMPAO (*left*) and ^{99m}Tc -ECD (*right*) SPECT images obtained 12 hours after the initial study depict hyperactivity in the right parietal lobe.

C, Follow-up CT scan does not show any abnormality.



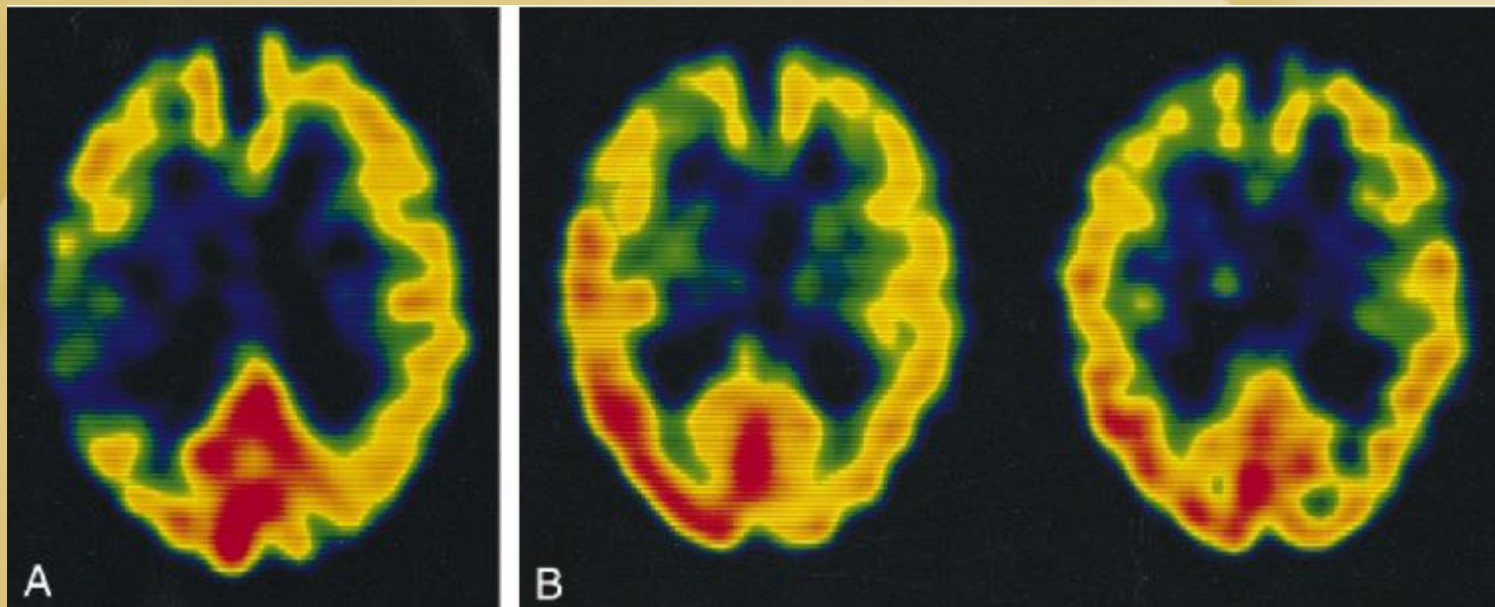
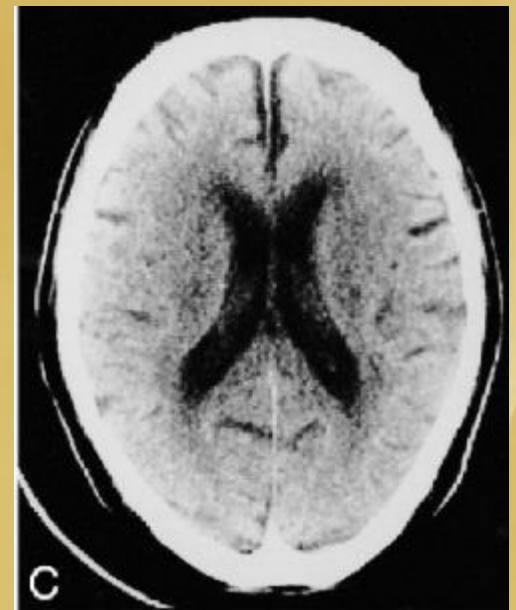


FIG 2. Case 2: 69-year-old man with atrial fibrillation and sudden onset of left-sided hemiparesis.

A, ^{99m}Tc -HMPAO SPECT image 7.5 hours after the onset of stroke shows hypoactivity in the right parietal lobe.

B, Both ^{99m}Tc -HMPAO (*left*) and ^{99m}Tc -ECD (*right*) SPECT images obtained 12 hours after the initial study depict hyperactivity in the right parietal lobe.

C, Follow-up CT scan does not show any abnormality.



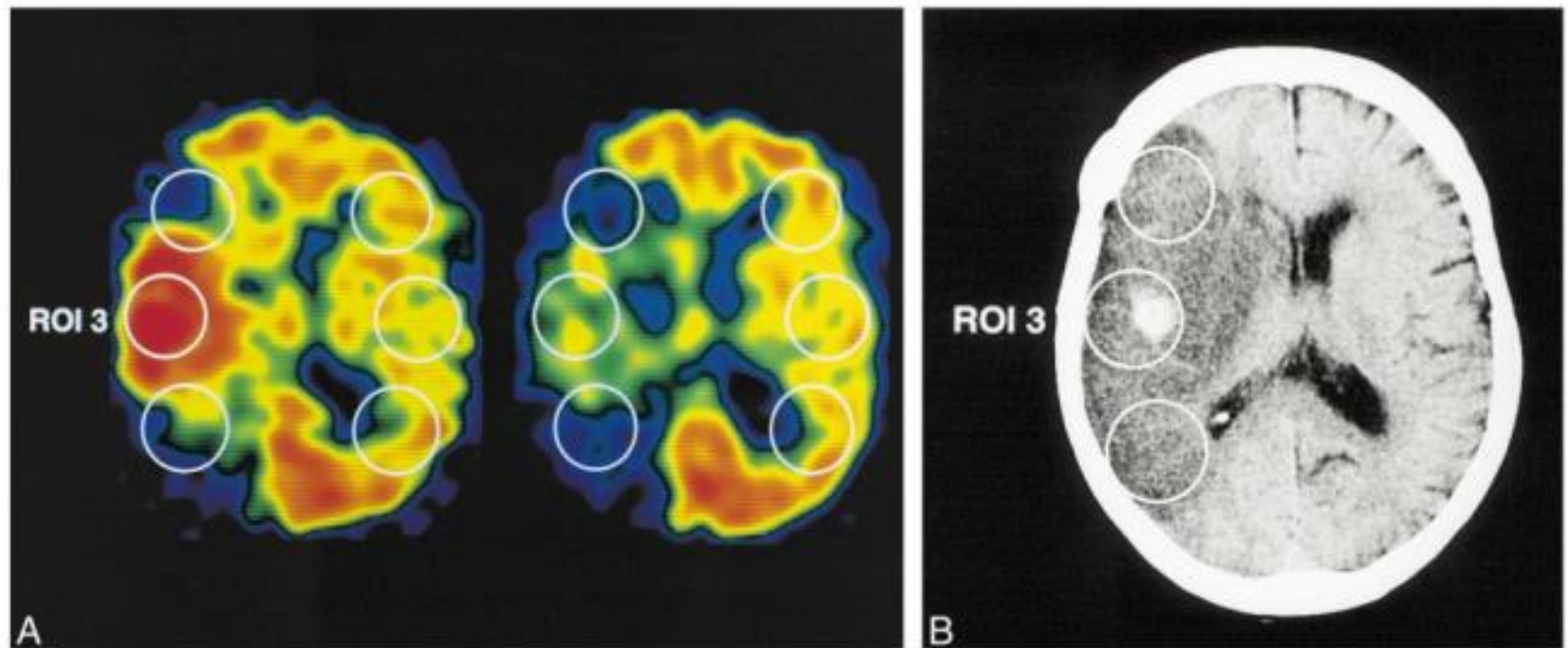
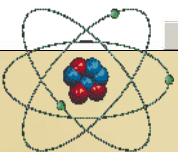
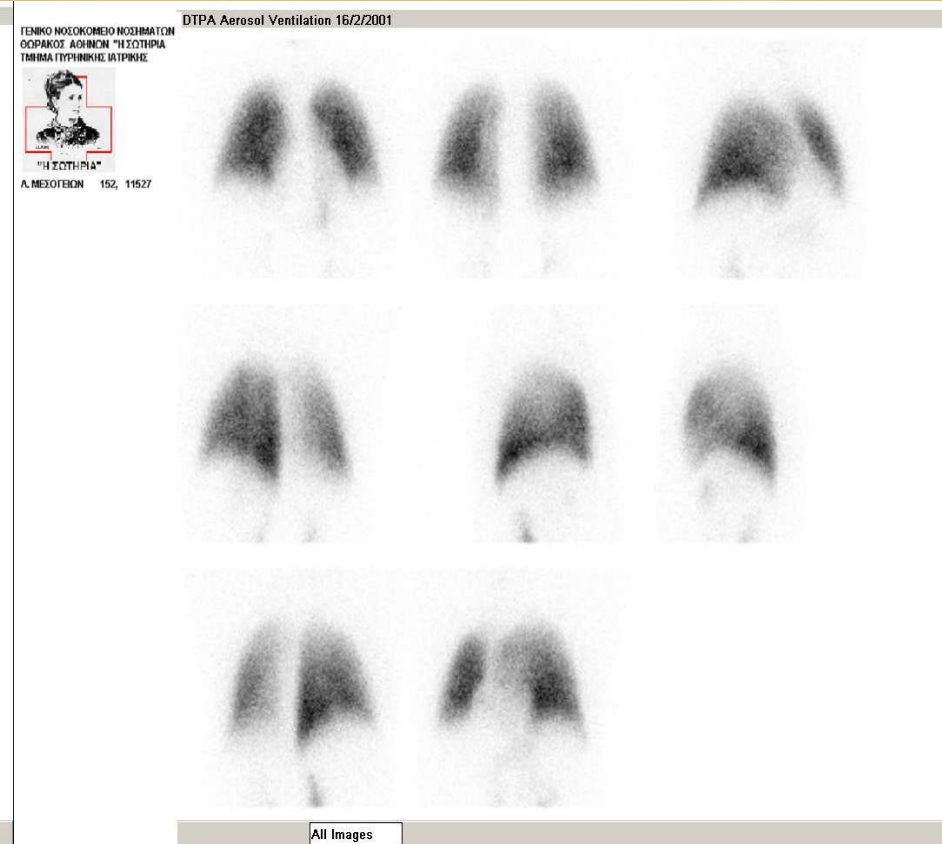
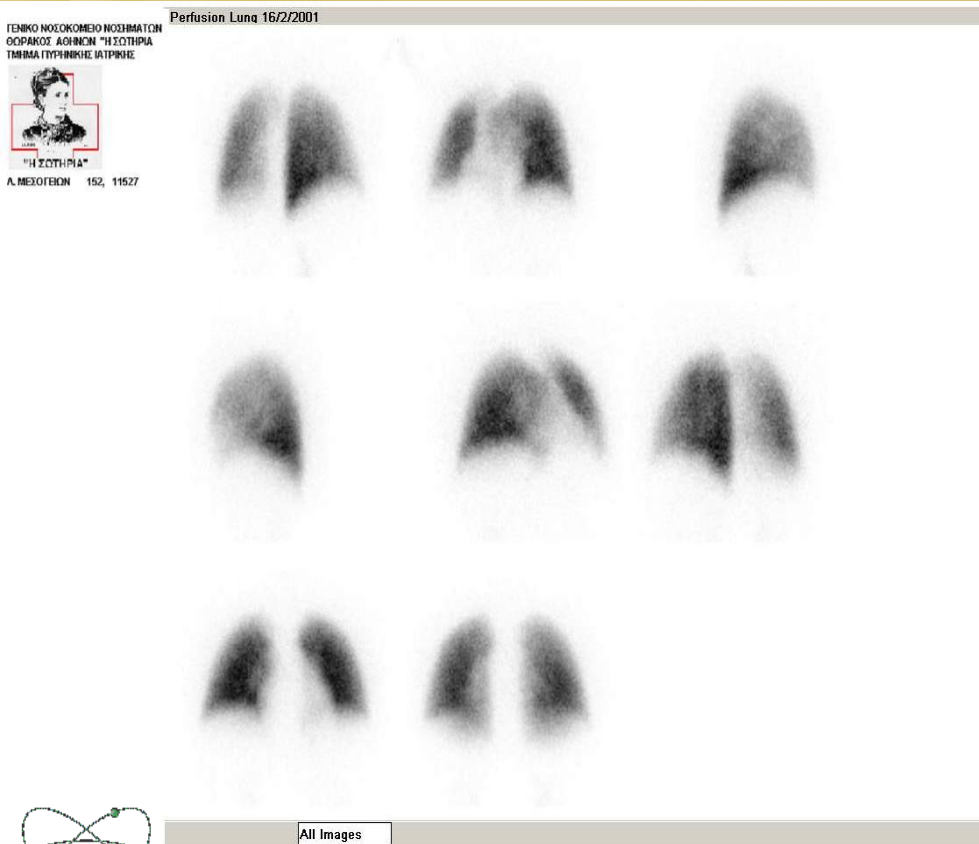


FIG 4. Patient 8: 61-year-old man with right-sided MCA occlusion.

A, Posttreatment ^{99m}Tc -HMPAO (left) and ^{99m}Tc -ECD (right) SPECT scans obtained 2 hours after recanalization by LIT.

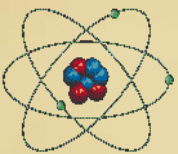
B, CT scan 30 hours after the onset of stroke. Hemorrhagic transformation with ischemic brain edema developed in ROI 3, which showed hyperactivity (A/C ratio of 1.36) on ^{99m}Tc -HMPAO SPECT scan and hypoactivity (A/C ratio of 0.85) on ^{99m}Tc -ECD SPECT scan.

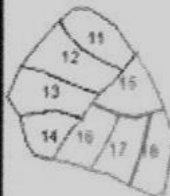
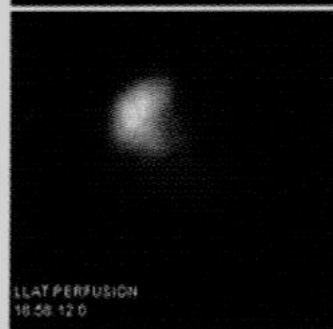
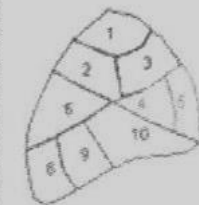
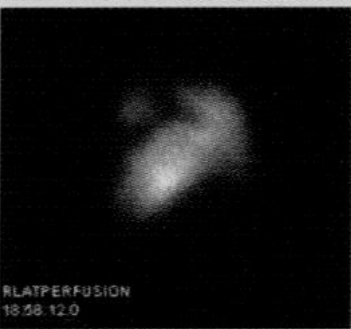
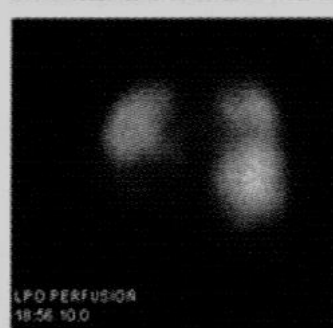
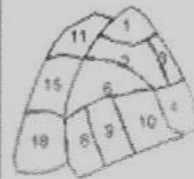
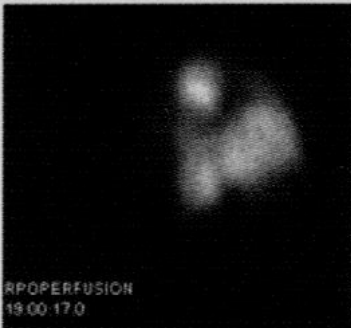
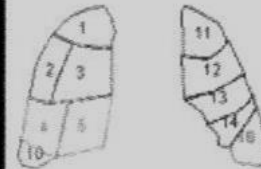
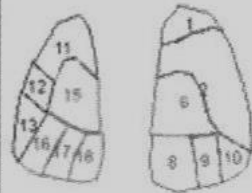
Φυσιολογικό σπινθηρογράφημα αιμάτωσης- αερισμού



Ερμηνεία των απεικονίσεων

- Κριτήριο ΡΙΟΡΕΔ
 - Κριτήρια HULL
 - Κριτήρια PISA – ΡΕΔ
- Ευαισθησία 92%
Ειδικότητα 87%
Ακρίβεια 90%





Κλινικός Αλγόριθμος διερεύνησης ΠΕ

Ασθενείς με χαμηλή κλινική πιθανότητα



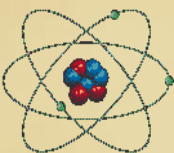
D-Dimmers (-) → πιθανότητα ΠΕ μηδαμινή (δεν απαιτείται περαιτέρω έλεγχος)

D-Dimmers (+) → περαιτέρω έλεγχος για ΠΕ

Ασθενείς με κλινική πιθανότητα # της χαμηλής για ΠΕ



Παραλείπονται τα D-Dimmers
προχωρούμε σε MDCT ή V/P scan



Κλινικά Σταθεροί Ασθενείς

Κλινική Πιθανότητα ΠΕ

Χαμηλή

D-Dimmers

Αρνητικό

Θετικό

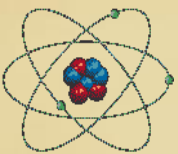
Όχι ΠΕ

Περαιτέρω
έλεγχος

≠ Χαμηλή

V/P Scan

MDCT



Αιμοδυναμικά Ασταθείς Ασθενείς

Σοβαρή Υπόταση ή Shock

Διαθωρακικό Υπερηχογράφημα

Strain Δεξιάς Κοιλιάς

Άλλα Ευρήματα

Σπινθηρογράφημα Αιμάτωσης

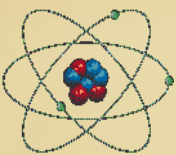
Ενδεικτικό ΠΕ

Μη Ενδεικτικό ΠΕ

MDCT

Απόφραξη Πνευμονικών αγγείων

Άλλα Ευρήματα



Αντενδείξεις CTA

➤ Απόλυτες:

✓ Αλλεργία στα σκιαγραφικά

✓ Νεφρική ανεπάρκεια

➤ Σχετικές

✓ Υπέρβαροι ασθενείς

✓ Κλειστοφοβία

✓ Ακτινική επιβάρυνση: (V/P scan 0.28-0.9 mSv για τους μαστούς , CTA 50 – 80 mSv, δηλαδή 70 έως 100 φορές μεγαλύτερη)

Διαγνωστική ακρίβεια (Accuracy) V/P scan vs MDCTA

- MDCTA αποτελεί ίσως την εξέταση εκλογής
- Ωστόσο η βάση δεδομένων για τη χρήση της MDCTA στη διάγνωση της ΠΕ δεν φαίνεται να είναι τόσο ισχυρή όσο εθεωρείτο.
- Νεώτερα στοιχεία αποκαλύπτουν ότι το V/P spect υπερτερεί της MDCTA
- Συγκριτικές μελέτες ακόμη και πρόσφατες που δείχνουν υπεροχή της MDCTA, βασίζονται σε απαρχαιομένες σπινθηρογραφικές τεχνικές και διαγνωστικά κριτήρια

Δοσιμετρία V/P spect

- Με το προταθέν πρωτόκολλο για V/P spect η effective δόση υπολογίζεται σε 1,2 - 2 mSv
- Η δόση για το μαστό υπολογίζεται σε 0,28 – 0,9 mSv
- Η απορροφούμενη δόση για το έμβρυο στο πρώτο τρίμηνο της κυήσεως 0,1- 0,2 mGy εάν περιορίσουμε στο μισό περίπου (50 MBq) τη δόση για το σπινθηρογράφημα αιμάτωσης

Δοσιμετρία MDCTA

- MDCTA 4-16 detectors effective dose 5,4 mSv
- MDCTA 64 detectors effective dose $19,9 \pm 1,38$ mSv
- Μαστός 50-80 mSv
- Απορροφούμενη δόση εμβρύου
(α' 3μήνου) 0.24-0,66 mGy
- ❑ Ποσοστό τεχνικά πτωχών MDCTA εξετάσεων στη διάρκεια της κύησης **27,5%** (ανεπαρκές το κοντράστ στις πνευμονικές αρτηρίες, λόγω αυξήσεως του όγκου παλμού και του όγκου πλάσματος)

Δοσιμετρία

V/P spect vs MDCTA

- Βάσει αναφορών της ICRP :
- ✓ Δόση V/P spect = 10%-40% της του MDCTA
- ✓ Δόση V/P spect μαστού = 1,5%-4% της του MDCTA.
- ✓ Δόση V/P spect ελαφρά <MDCTA, στο 1ο τρίμηνο, πλεονέκτημα που αυξάνεται με την πρόοδο της κύησης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Λειτουργικές μελέτες

Μη επεμβατικές

Πολλαπλότητα πληροφοριών

Ποσοτικές μετρήσεις

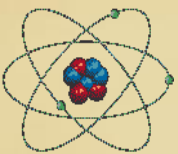
Ειδικότητα και ευαισθησία

Μικρές δόσεις ακτινοβολίας

Χορηγούμενα ραδιοφάρμακα μη αλλεργιογόνα

Δεν χρειάζεται προετοιμασία του ασθενούς

Νεογνά – βρέφη: δεν είναι απαραίτητη η αναισθησία



ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

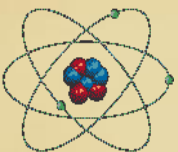
Μη δυνατότητα ανίχνευσης μικρών βλαβών

Αδυναμία υπολογισμού διαστάσεων

Αδυναμία Δ/Δ κυστικών –συμπαγών μορφωμάτων

Μη δυνατότητα εκτέλεσης περισσότερων της μίας
εξετάσεων αυθημερόν

Αδυναμία ανίχνευσης λίθων



ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΣΠΙΝΘΗΡΟΓΡΑΦΗΜΑΤΟΣ ΝΕΦΡΩΝ

ΔΥΝΑΜΙΚΟ

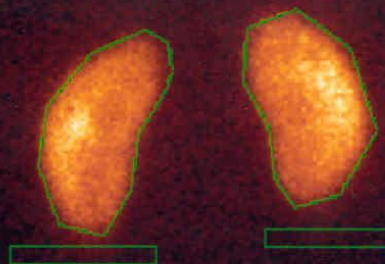
- Αποφρακτική ουροπάθεια-νεφροπάθεια
- Έλεγχος οξείας ανουρίας, οξεία απόφραξη, οξεία σωληναριακή νέκρωση, απόφραξη νεφρικών αρτηριών
- Νεφρική ανεπάρκεια
- Αγγειακά νοσήματα- νεφραγγειακής αιτιολογίας υπέρταση
- Μεταμοσχευθείς νεφρός

L



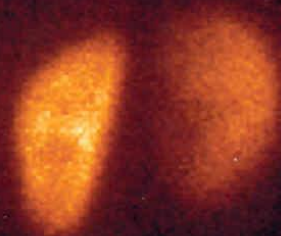
POST

R



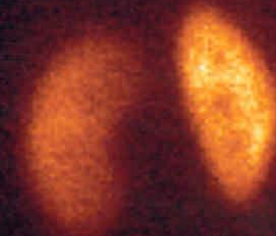
POST

L



LPO

R



RPO

TECH VP

COUNTS/TOTAL VOL

%DIFF/TOTAL VOL

COUNTS/UNIT VOL

%DIFF/UNIT VOL

LF - BKG

76361

46.680

54.70

47.643

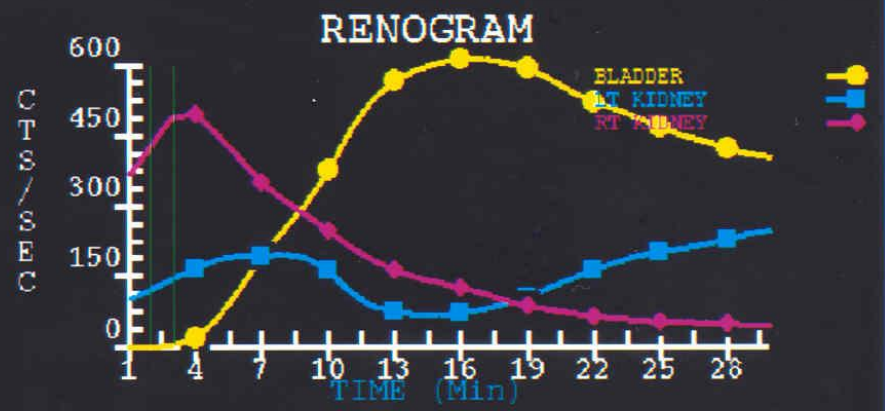
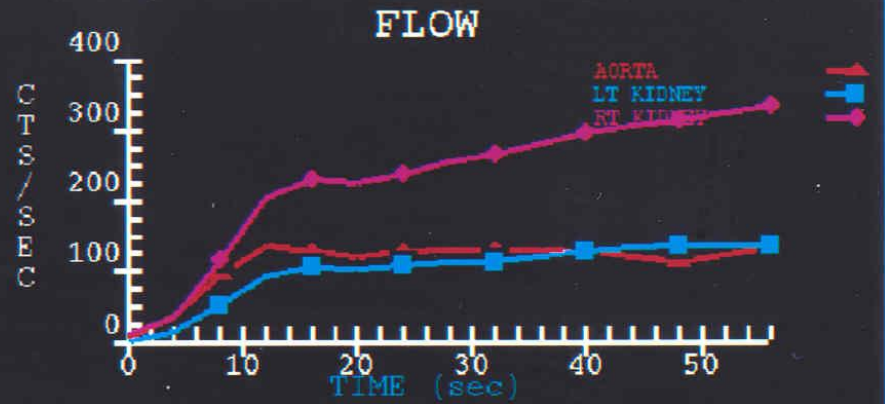
RG - BKG

87224

53.320

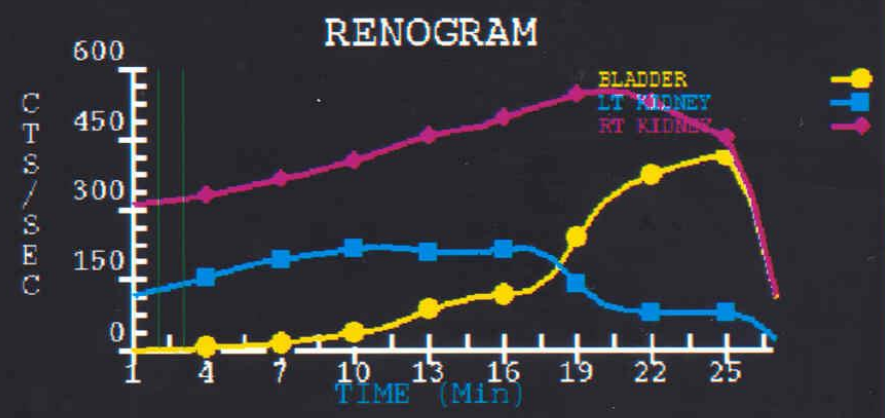
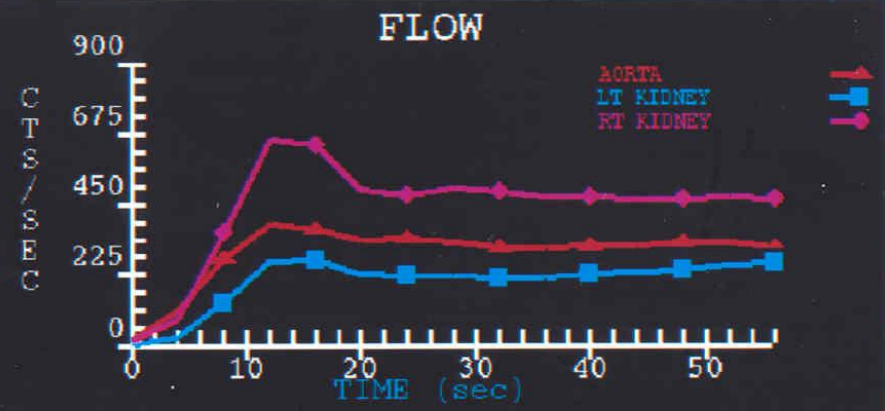
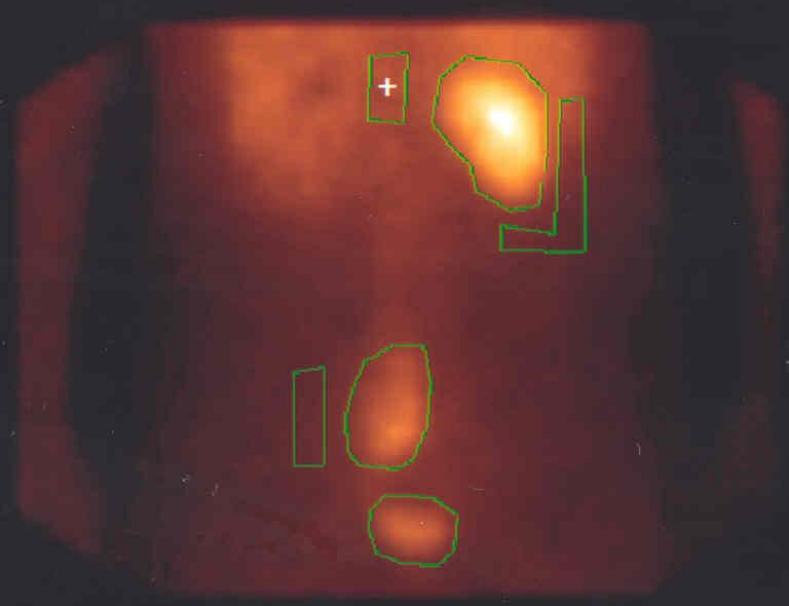
60.11

52.357



PATIENT'S NAME : DELIS PANAGIOTI
 PATIENT'S ID : 1348950
 STUDY DATE : 12Dec2003

	LEFT	RIGHT
Peak Time (Min) :	30.00	3.00
1/2 Peak Time :	0.00	7.00
Diff Perfusion :	22%	78%



PATIENT'S NAME : DELIS PANAGIOTI
 PATIENT'S ID : 1348950
 STUDY DATE : 09Jan2004

	LEFT	RIGHT
Peak Time (Min) :	11.00	20.00
1/2 Peak Time :	9.00	7.00
Diff Perfusion :	29%	71%

Σύγκριση σπινθηρογραφημάτων/ακτινογραφιών σε μέση νεαρά γυναίκα/Ενεργή δόση σε mSv

