

# Νέες Απεικονιστικές Μέθοδοι στην Απεικόνιση του Μυοσκελετικού Συστήματος

☐ PET/CT

## $^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT imaging

Γεώργιος Ζ. Παπαδάκης, MD, MPH, PhD

ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ  
ΠΑΓΚΡΗΤΙΑ  
ΕΝΩΣΗ  
ΥΓΕΙΑΣ

**2**

**ΘΕΡΙΝΟ ΣΧΟΛΕΙΟ  
ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΜΥΟΣΚΕΛΕΤΙΚΟΥ**

**“BACK TO BASICS”**

[www.ssmr-2018.gr](http://www.ssmr-2018.gr)

**29 ΙΟΥΝΙΟΥ  
-  
1 ΙΟΥΛΙΟΥ  
2018**

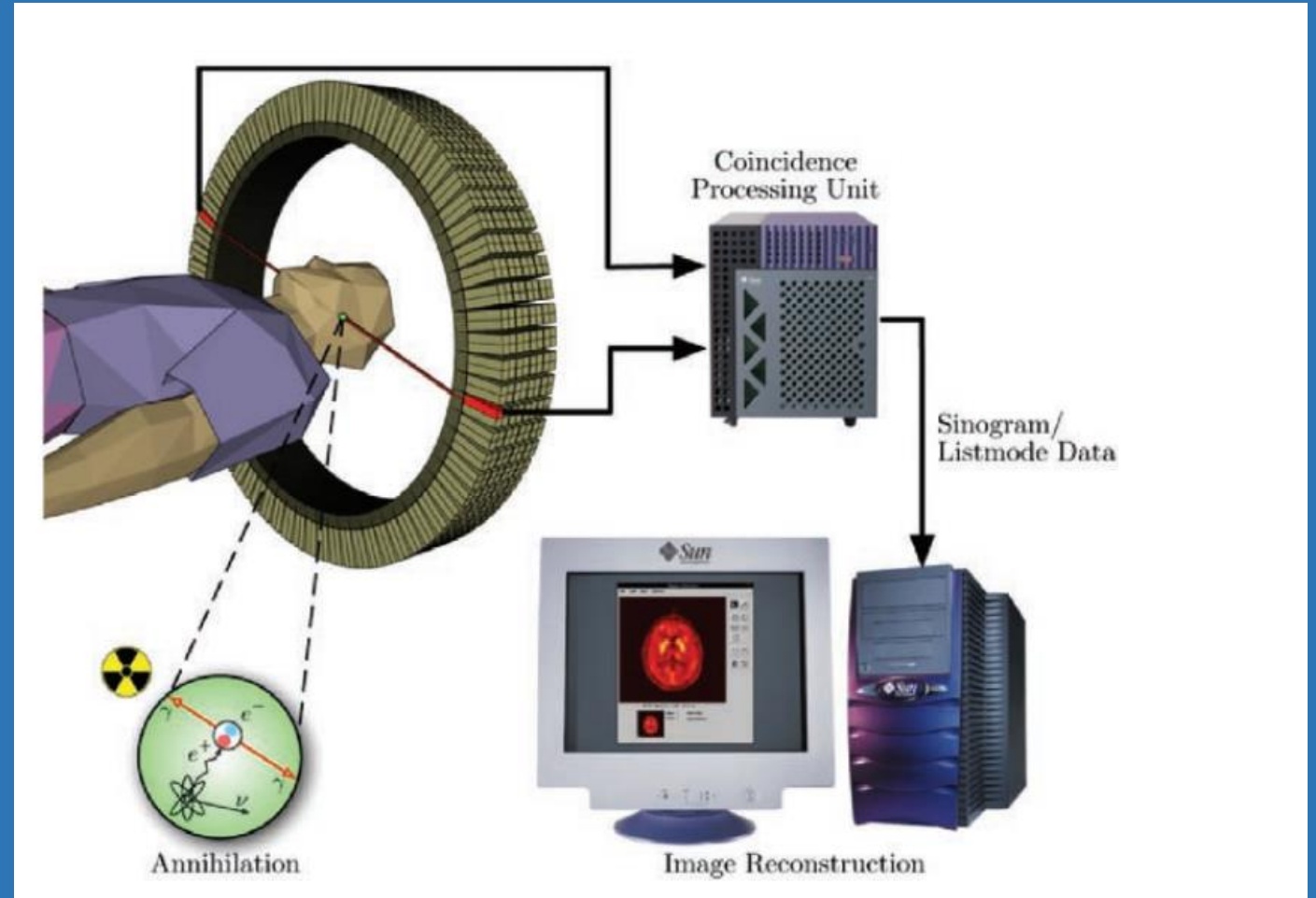
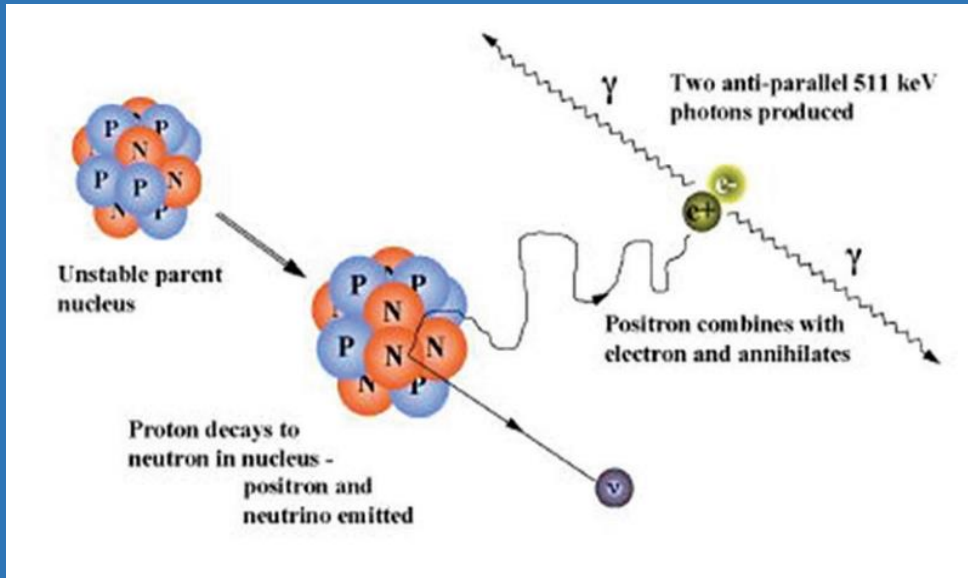
**ΗΡΑΚΛΕΙΟ  
ΚΡΗΤΗΣ  
Ibis Styles  
Heraklion  
Central**

Συνδιοργανωτές:  
Ρευματολογική Κλινική ΠΓΝΗ  
Εργαστήριο Ιατρικής  
Απεικόνισης ΠΓΝΗ  
Department of Radiology-  
University of Amsterdam

(Χορηγούνται 22 Μόρια Συνεχιζόμενης Ιατρικής Εκπαίδευσης  
(CME-CPD credits))

# Αρχές Ποζιτρονικής Τομογραφίας (PET Physics)

## Φαινόμενο εξαΰλωσης



# Σκελετική Απεικόνιση με Φθωριούχο Νάτριο ( $^{18}\text{F-NaF}$ )

- ✓ Εγκεκριμένο από FDA (1972)
- ✓ Κύκλοτρο
- ✓ Μετασηματίζεται σε  $^{18}\text{O}$  μέσω εκπομπής ποζιτρονίων
- ✓ Ακτινοβολία  $\gamma$  ενέργειας 511 keV
- ✓ μέγιστης ενέργειας 633 keV (96.73%) και ηλεκτρονικής σύλληψης (3.27%).
- ✓ Παρόμοιος Μηχανισμός Πρόσληψης με  $^{99\text{m}}\text{Tcmethylenediphosphonate}$  (MDP)
- ✓ Αμελητέα επίπεδα σύνδεσης με πρωτεΐνες του ορού
- ✓ Ταχεία κάθαρση
- ✓ Ρ/Φ εκλογής για λειτουργική απεικόνιση νοσημάτων των οστών



# $^{18}\text{F-NaF}$ vs $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$

**Table 1: Comparison of  $^{18}\text{F-NaF}$  and  $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$  as Bone Imaging Agents**

Parameter	$^{18}\text{F-NaF}$	$^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$
Protein binding	Minimal plasma binding	Varies from 25% at administration to 70% at 24 h
Spatial resolution	Higher resolution of PET systems	Lower resolution of gamma cameras
Half-life	110 min	6 h
First-pass extraction	Nearly 100%	60%–70%
Clearance from blood	Fast, results in improved bone-to-background ratio	Slower
Time from injection to imaging (h)	0.5–1.5	3–4
Capability for dynamic imaging	Limited	Dynamic (three-phase) bone scintigraphy

# **$^{18}\text{F-NaF}$ vs $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$**

## **Radiation Dosimetry**

**Injected dose**

**10 mCi  $^{18}\text{F-NaF}$**

**25 mCi  $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$**

**Effective dose**

**8.9 mSv (0.89 rem)**

**5.3 mSv (0.53 rem)**

**CT → localization and attenuation correction: 3.2 mSv**

**$^{18}\text{F-NaF}$  PET CT**

**12.1 mSv**

**Ουροδόχος Κύστη**

**0.089 rem/mCi**

**vs**

**$^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$  SPECT/CT**

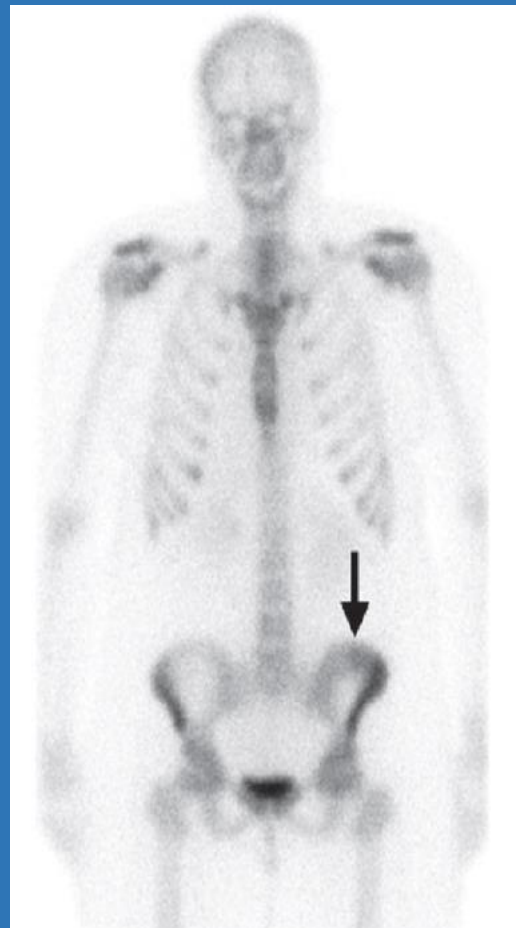
**8.5mSv**

**Επιφάνεια των Οστών**

**0.021 rem/mCi**

# $^{18}\text{F-NaF}$ vs $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$

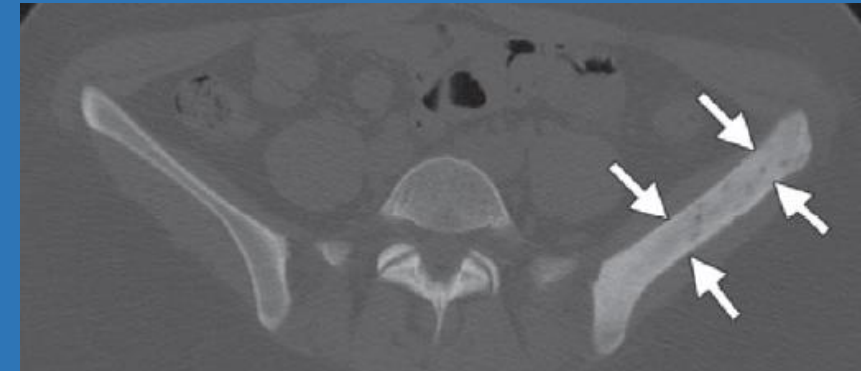
$^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$



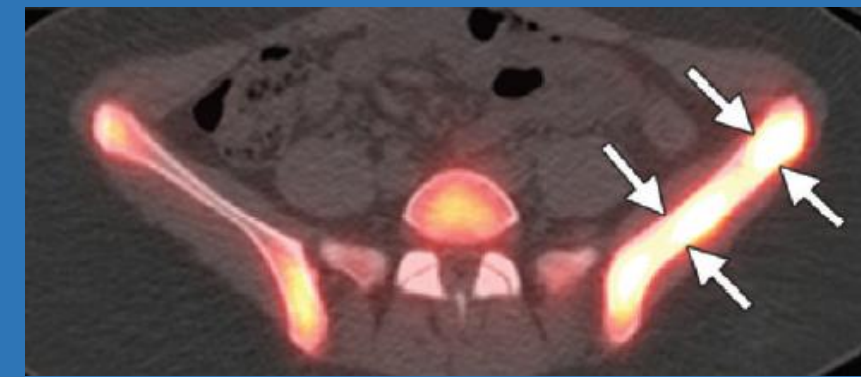
$^{18}\text{F-NaF}$  MIP



CT



$^{18}\text{F-NaF}$  PET/CT



- ❑ 25-ετών γυναίκα με από μηνών πόνο στην πύελο & ισχίο (AP).
- ❑  $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$  → Πιθανή ασύμμετρή πρόσληψη στο άνω τμήμα της AP λαγόνιας ακρολοφίας.
- ❑  $^{18}\text{F-NaF}$  → Παθολογική πρόσληψη στο AP λαγόνιο.
- ❑ CT &  $^{18}\text{F-NaF}$  PET/CT → Οστεοσκλήρυνση και επέκταση.
- ❑ Βιοψία → Οστική ανακατασκευή και αντιδραστικό μυελός, χωρίς ενδείξεις κακοήθειας.

# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT

## Ανίχνευση Οστικών Μεταστάσεων

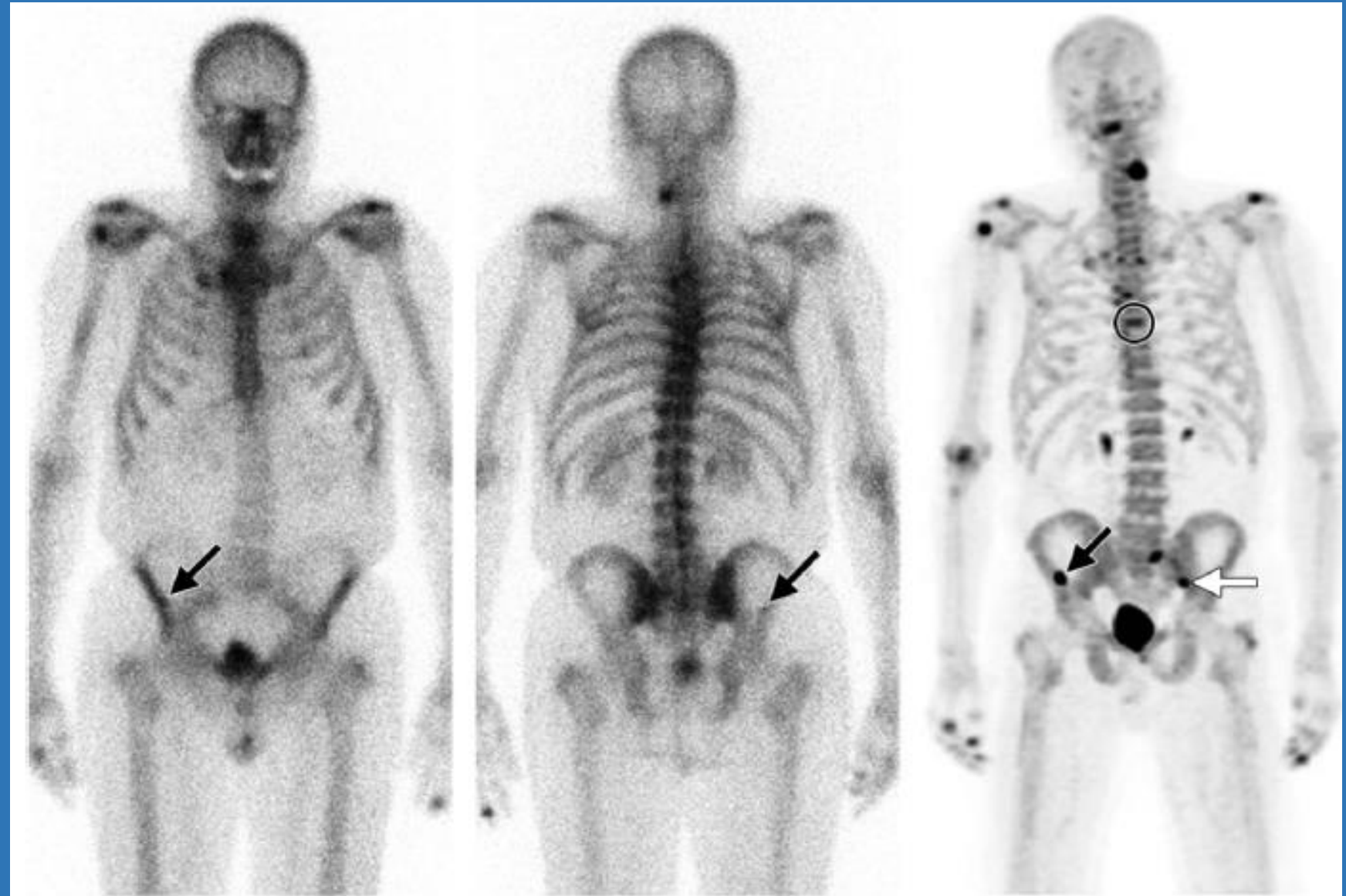
### ☐ Καρκίνος Προστάτη, Μαστού, Πνεύμονα

	Sensitivity	Specificity
$^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$ planar images	70%	57%
$^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$ SPECT/CT	92%	82%
$^{18}\text{F-NaF}$ PET	100%	62%
$^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT	100%	98%

# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT

## Ανίχνευση Οστικών Μεταστάσεων

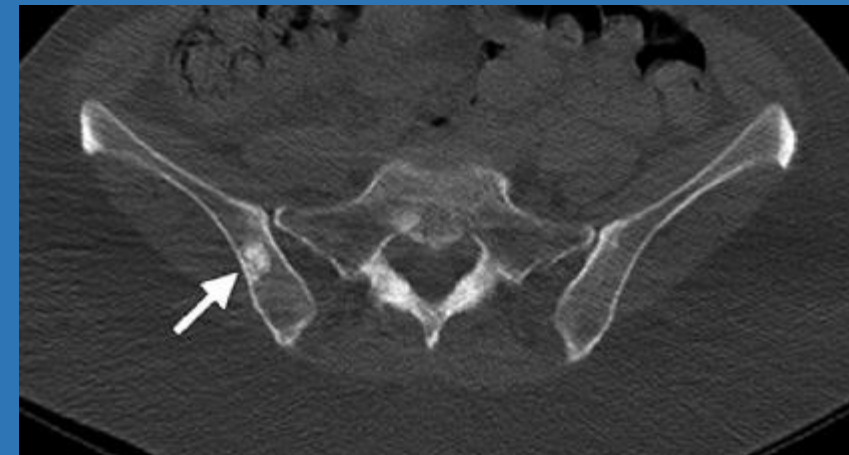
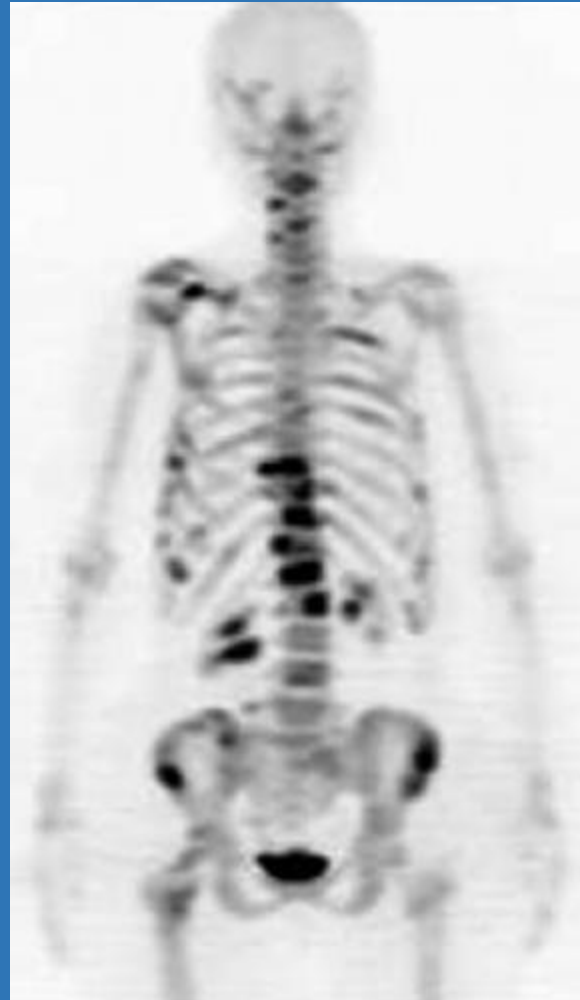
- ❑ 77 ετών άνδρας με Ca προστάτη
- ❑ ↑ επίπεδα PSA
- ❑  $^{99\text{m}}\text{Tc-MDP}$  → ύποπτη βλάβη στη ΔΕ λαγόνια ακρολοφία
- ❑  $^{18}\text{F-NaF}$  PET MIP → ΔΕ λαγόνια ακρολοφία, στο σώμα του T7 και στην AP ιερολαγόνια άρθρωση





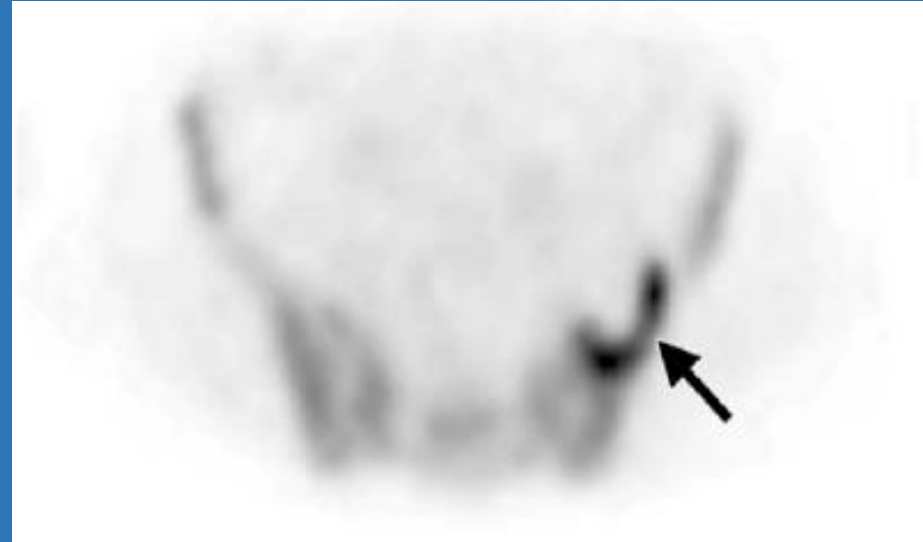
## Ανίχνευση Οστικών Μεταστάσεων

- 59 ετών γυναίκα με Ca μαστού
- Παθολογική πρόσληψη του  $^{18}\text{F-NaF}$  στη ΣΣ, πλευρές, ωμοπλάτη ΔΕ, και πύελο
- Οστεοβλαστικές αλλοιώσεις στο CT



## Ανίχνευση Οστεολυτικών Μεταστάσεων

- 80 ετών γυναίκα με Ca μαστού
- Παθολογική πρόσληψη του  $^{18}\text{F-NaF}$  στο AP λαγόνιο, με κεντρική φωτοπενική περιοχή, και περιφερικό δακτύλιο υψηλής πρόσληψης
- Οστεο-λυτική μεταστατική βλάβη στο CT



## Ανίχνευση Οστεολυτικών Μεταστάσεων

- ❑ 16 ετών θήλυ με Ca νεφρού
- ❑ Παθολογική πρόσληψη του  $^{18}\text{F-NaF}$  L2
- ❑ Οστεο-λυτική μεταστατική βλάβη στο CT



# $^{18}\text{F}$ -φθόριο δεσόξυ γλυκόζη ( $^{18}\text{F}$ -FDG)

Μόριο  $^{18}\text{F}$ -Fluorodeoxyglucose

Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο PET  
ραδιοφάρμακο στην Ογκολογία



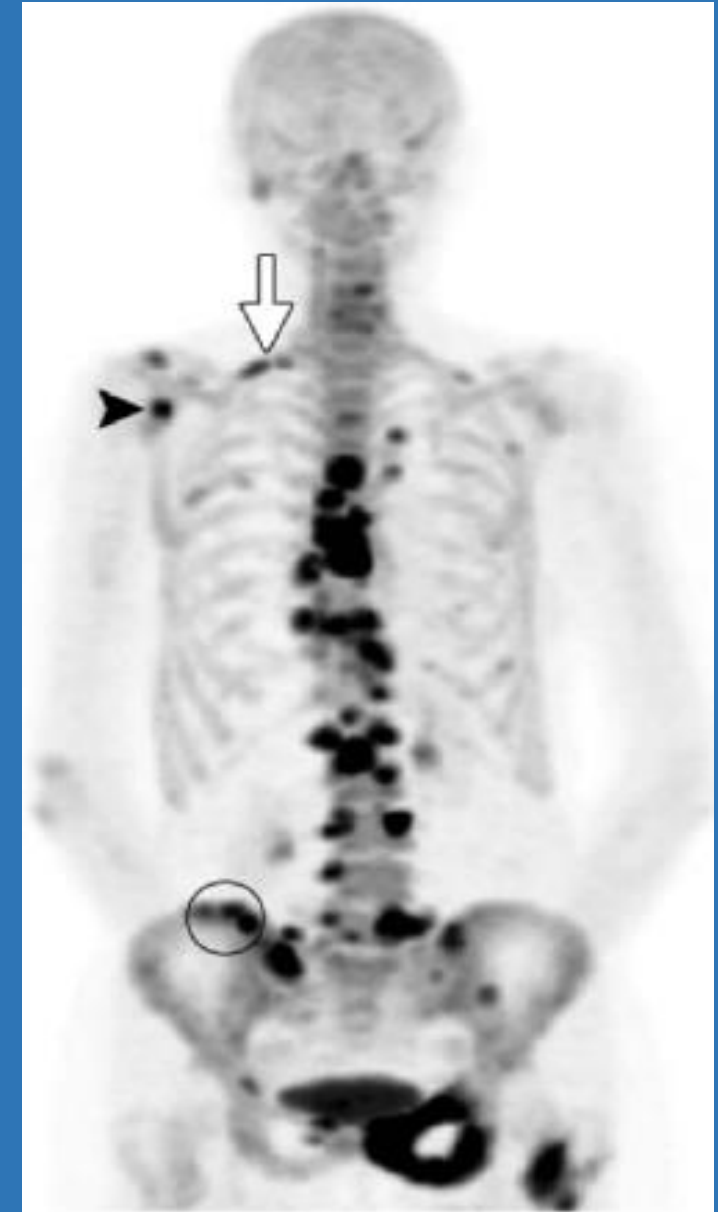
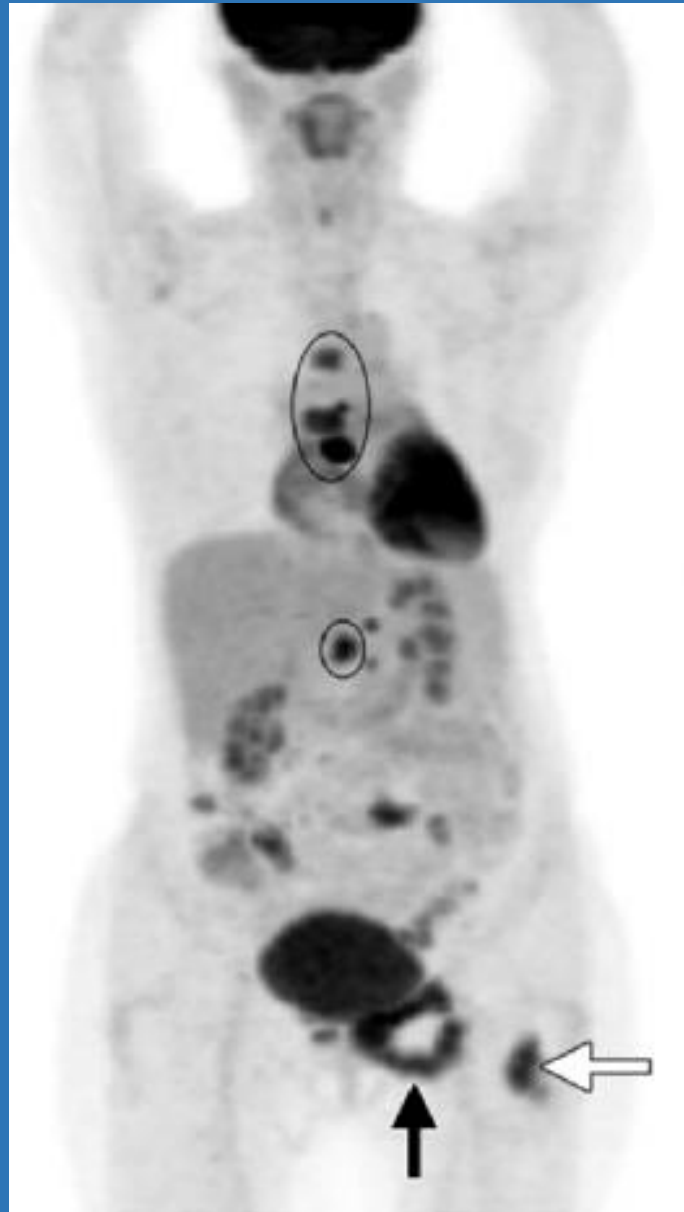
Υψηλή Ευασθησία ≠ Μη ειδικό

Φλεγμονώδη κύτταρα (ενεργοποιημένα μακροφάγα και οι ινοβλάστες),  
χρησιμοποιούν τη γλυκόζη ως υπόστρωμα για την παραγωγή ενέργειας

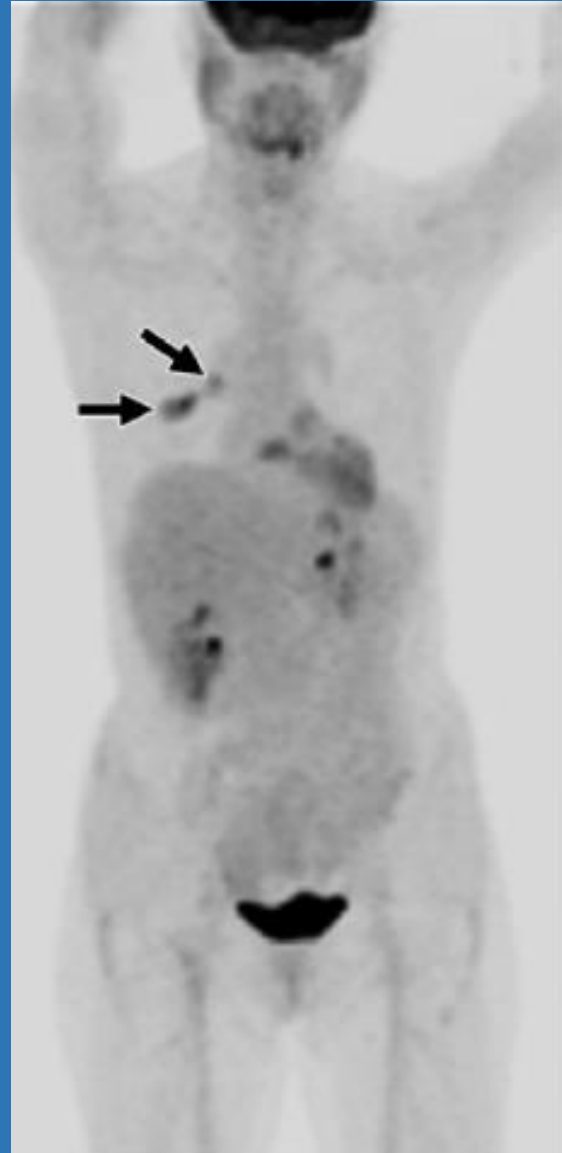
(FDG)

# $^{18}\text{F}\text{-NaF}$ vs $^{18}\text{F}\text{-FDG}$

- 59 ετών γυναίκα με Ca  
μαστού
- $^{18}\text{F}\text{-FDG}$  → ΘΜΣΣ,  
ΟΜΣΣ, ισχίο AP,  
μηριαίο AP
- $^{18}\text{F}\text{-NaF}$  → Ωμοπλάτη  
ΔΕ, 1<sup>η</sup> πλευρά ΔΕ,  
λαγόνιο ΔΕ



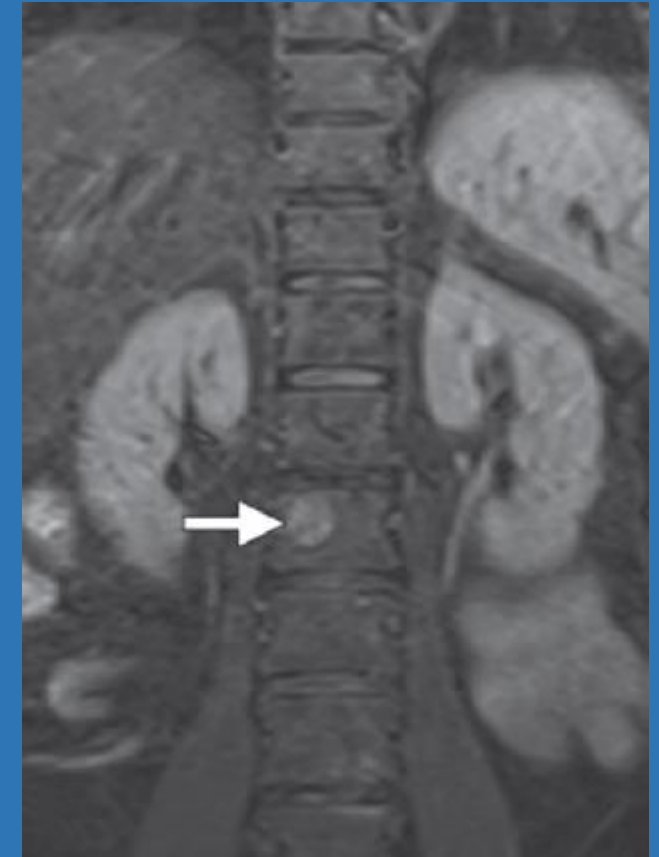
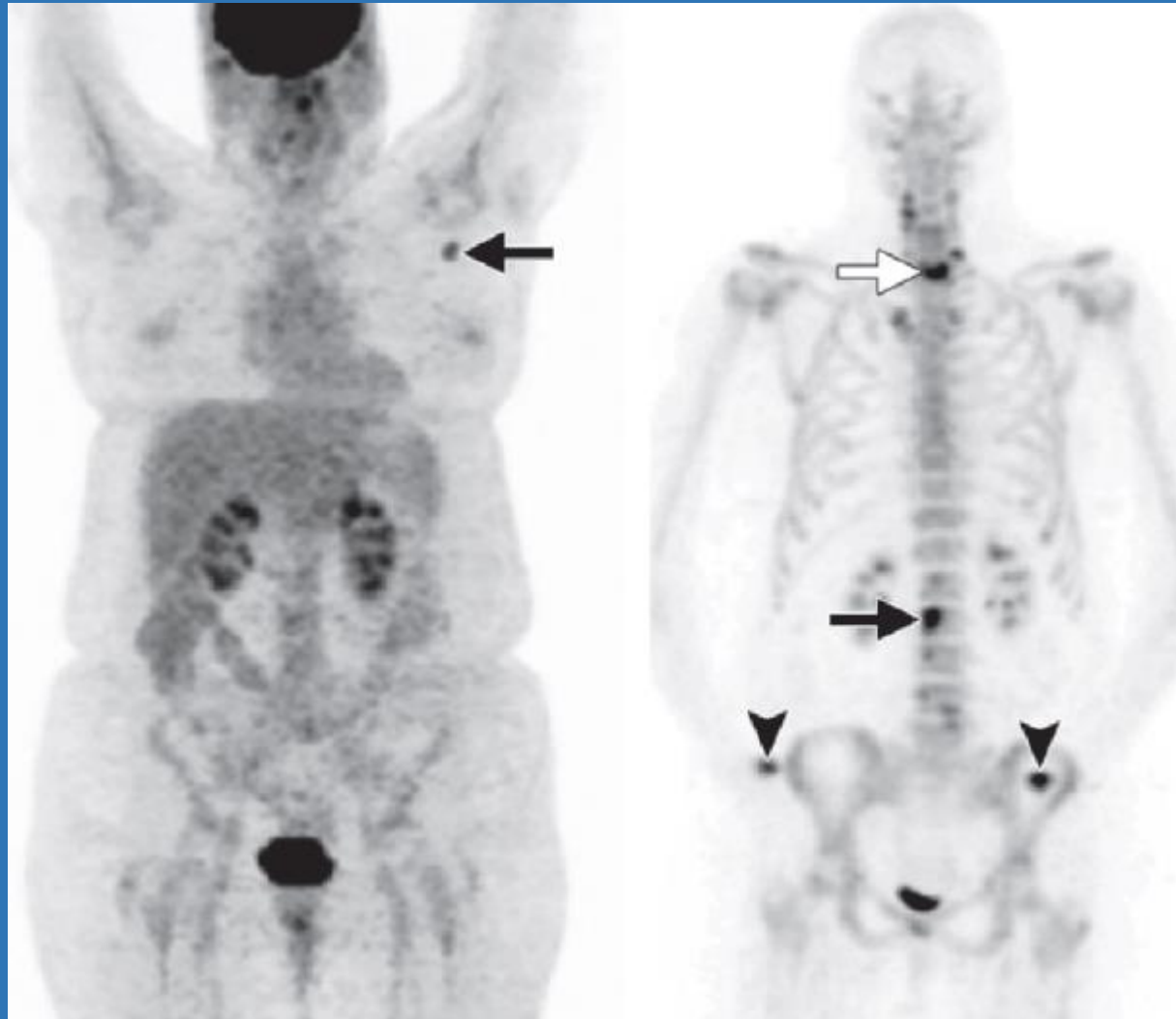
- ❑ 53 ετών γυναίκα με Ca πνεύμονα
- ❑  $^{18}\text{F-FDG}$  → Πρωτοπαθής μάζα στο ΔΕ μέσο λοβό & μετάσταση σε ΔΕ πυλαίο ΛΔ
- ❑  $^{18}\text{F-NaF}$  → T10, L1-L3, Λαγόνια ακρολοφία AP
- ❑ CT → Λυτική βλάβη στον T10



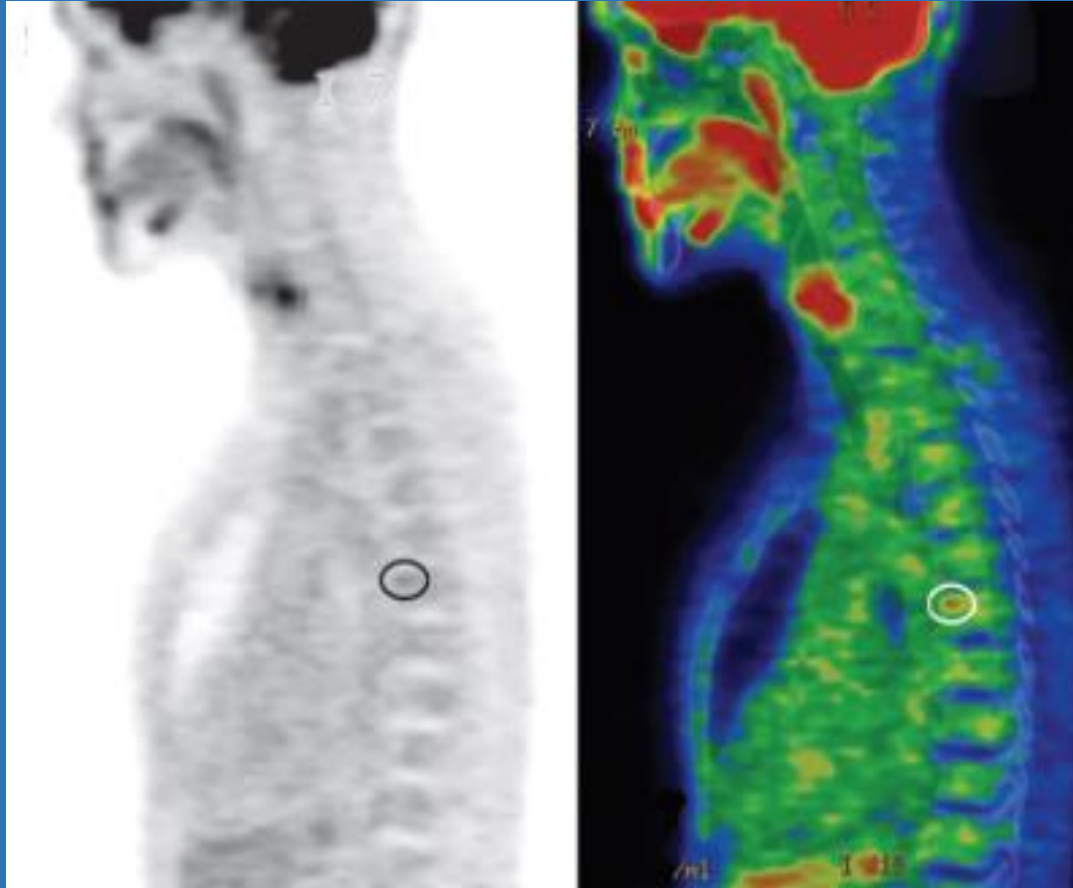
□ 61 ετών γυναίκα  
με Ca μαστού

□  $^{18}\text{F-FDG}$  →  
Μασχαλιαίος ΛΔ

□  $^{18}\text{F-NaF}$  → C7, L2



$^{18}\text{F-FDG}$



CT

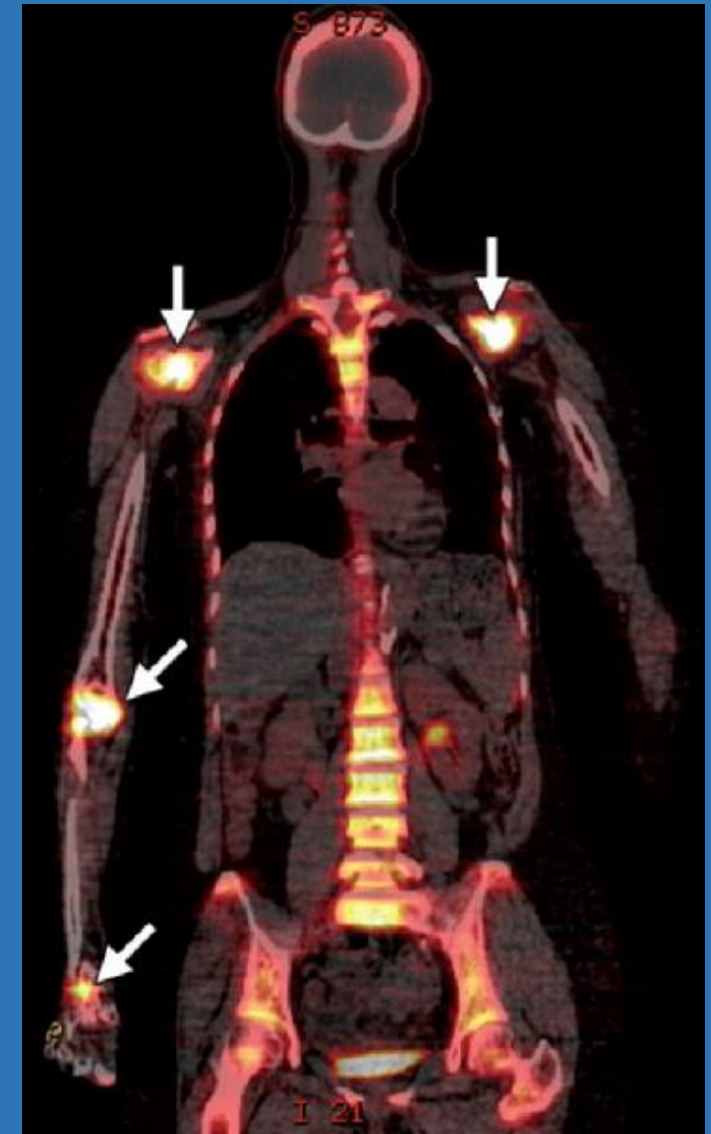
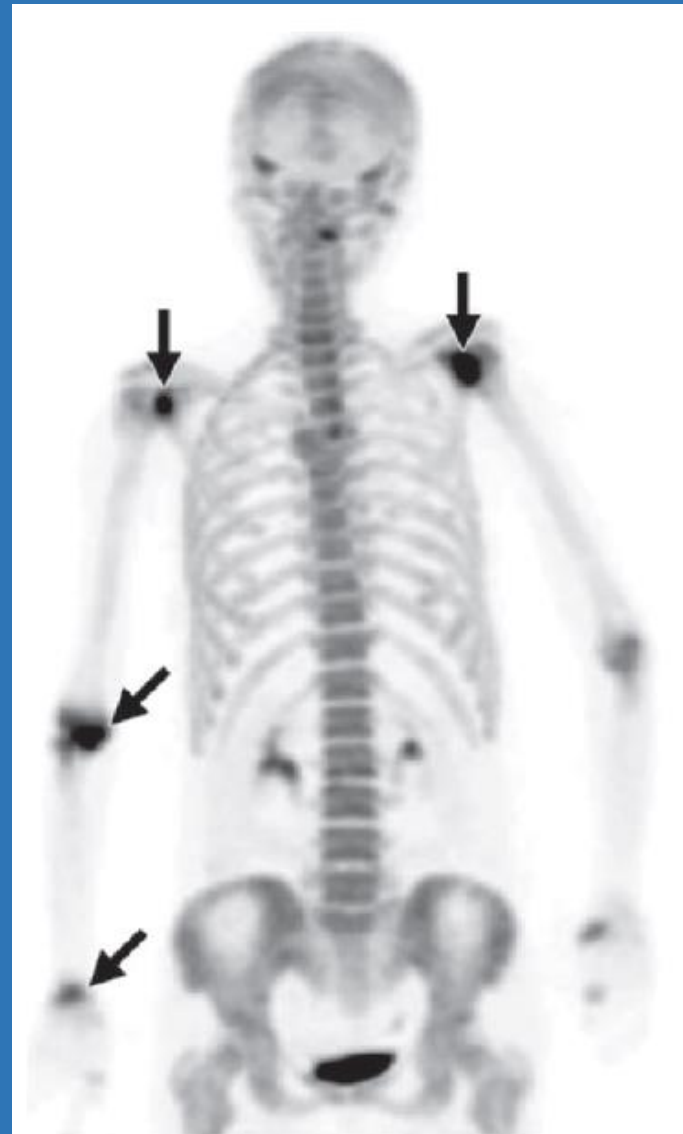


$^{18}\text{F-NaF}$





- 61 ετών  
γυναίκα με Ca  
μαστού
- Περιοχική  
υπεραιμία  
συνεπεία  
ρευματοειδούς  
αρθρίτιδας



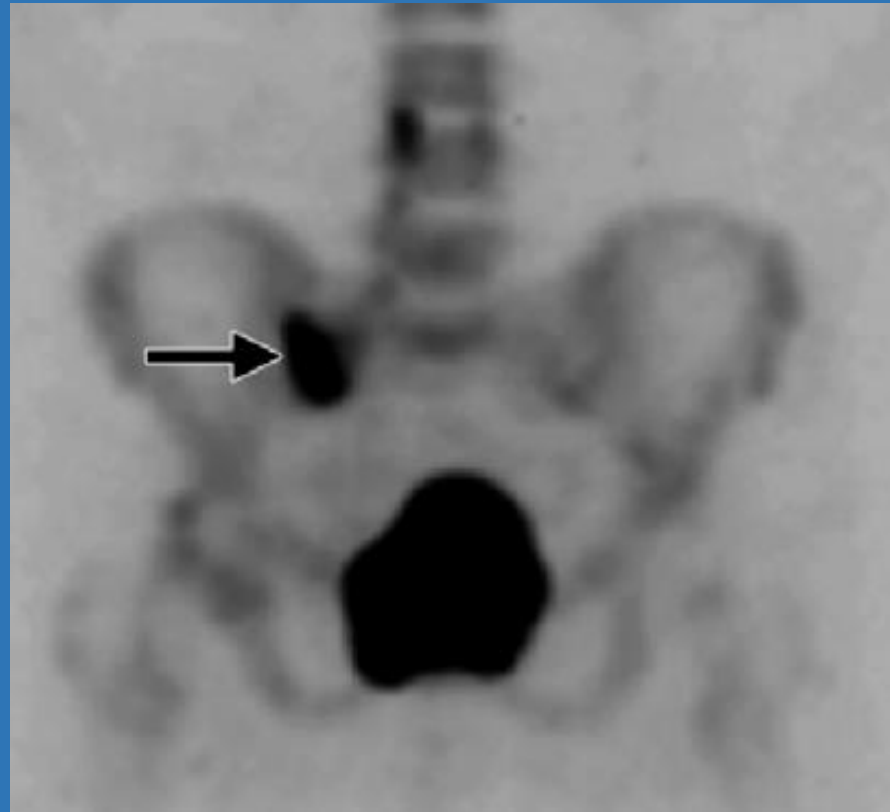
# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT

- 47 ετών  
γυναίκα με Ca  
μαστού
- $^{18}\text{F}$ -NaF  
PET/CT → T11
- Αιμαγγειώμα



# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT

- 63 ετών γυναίκα με Ca μαστού
- $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT → Ιερό ΔΕ
- Κάταγμα

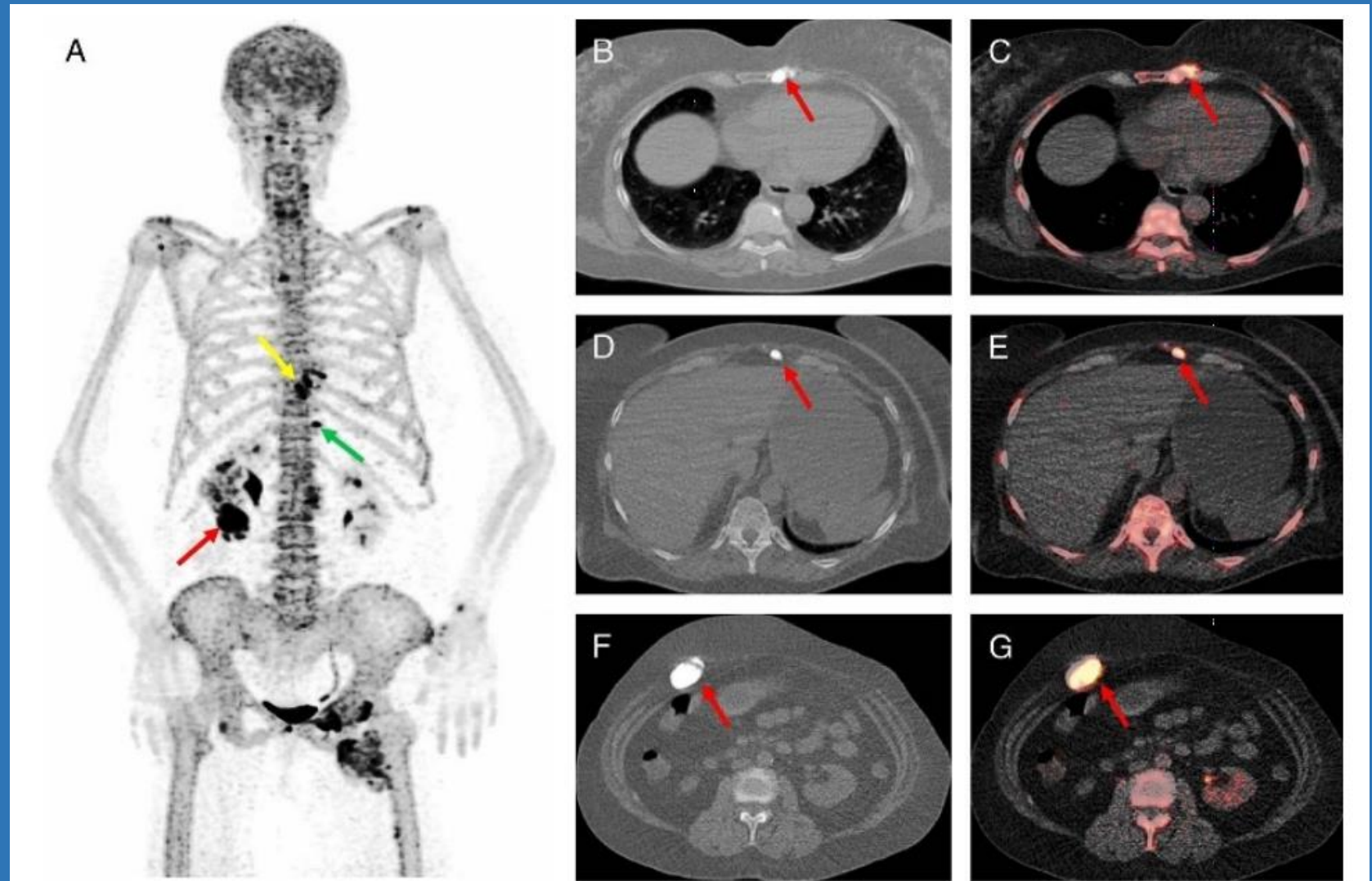


# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT

## Καλοήθη Νοσήματα των Οστών

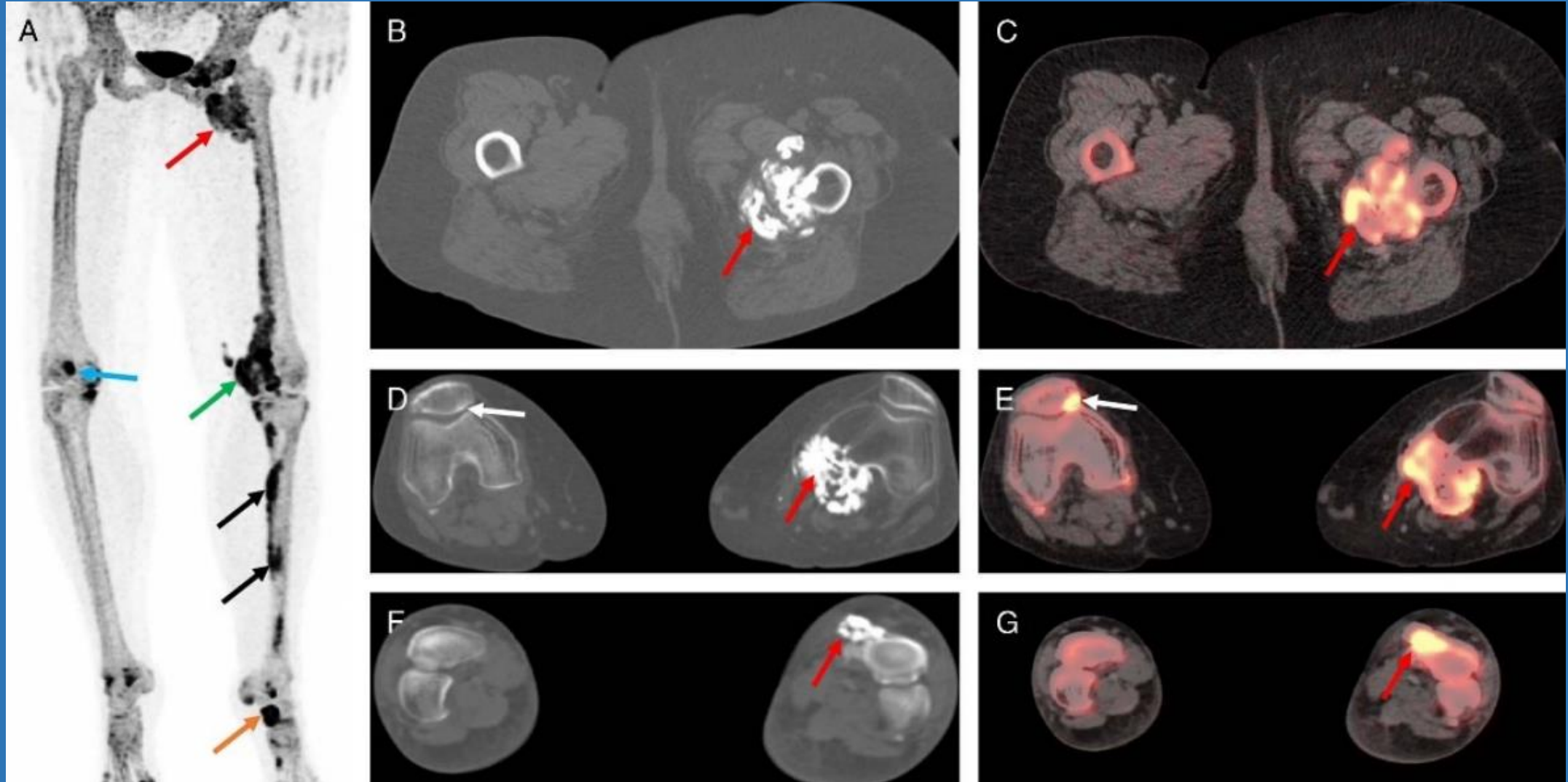
## Καλοήγη Νοσήματα των Οστών Μελορεόστωση

- ❑ 67 ετών γυναίκα με μελορεόστωση
- ❑ Πολλαπλές βλάβες στο σκελετό και στα μαλακά μέρη



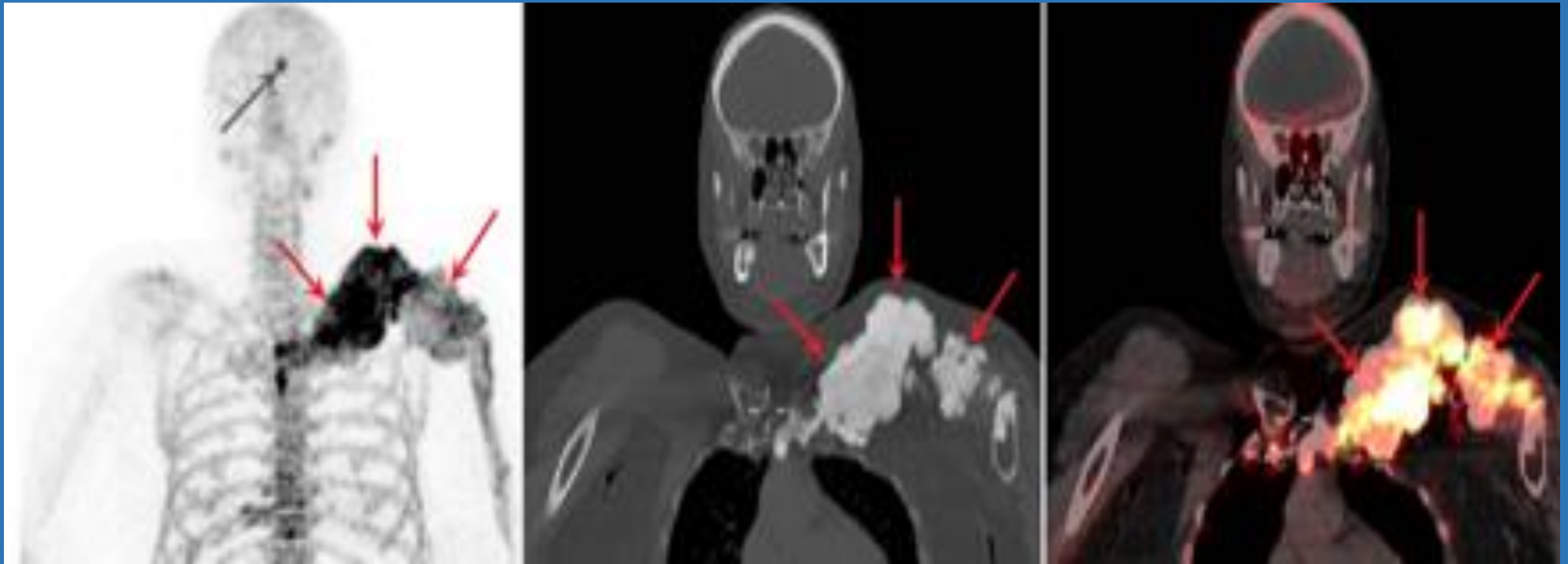
# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT

## Καλοήθη Νοσήματα των Οστών Μελορέοστωση



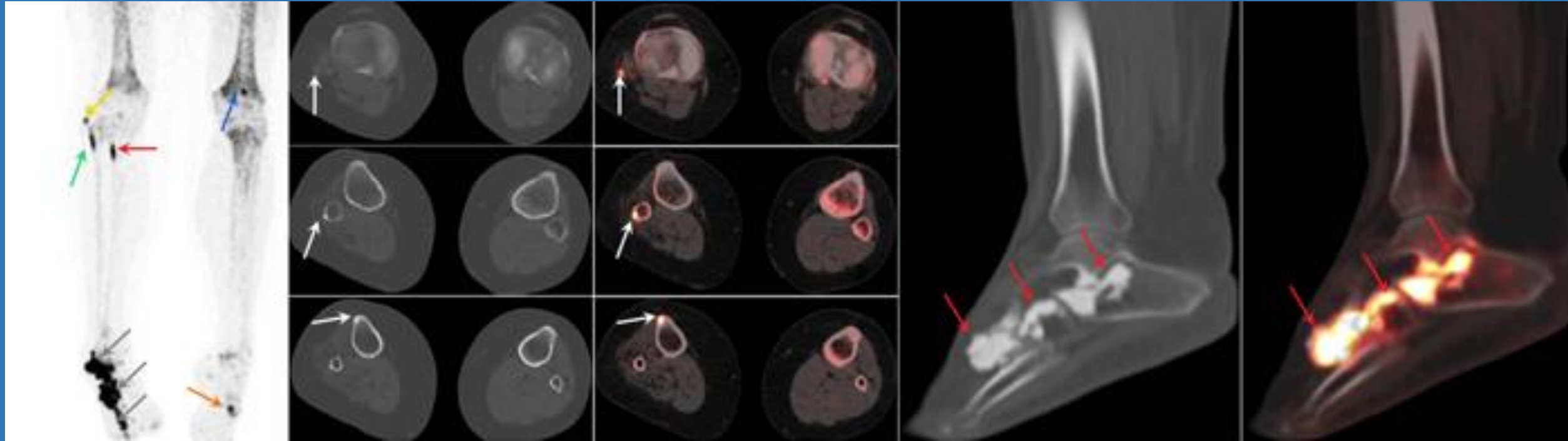
# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT

Καλοήθη Νοσήματα των Οστών  
Μελορεόστωση



# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT

Καλοήθη Νοσήματα των Οστών  
Μελορεόστωση



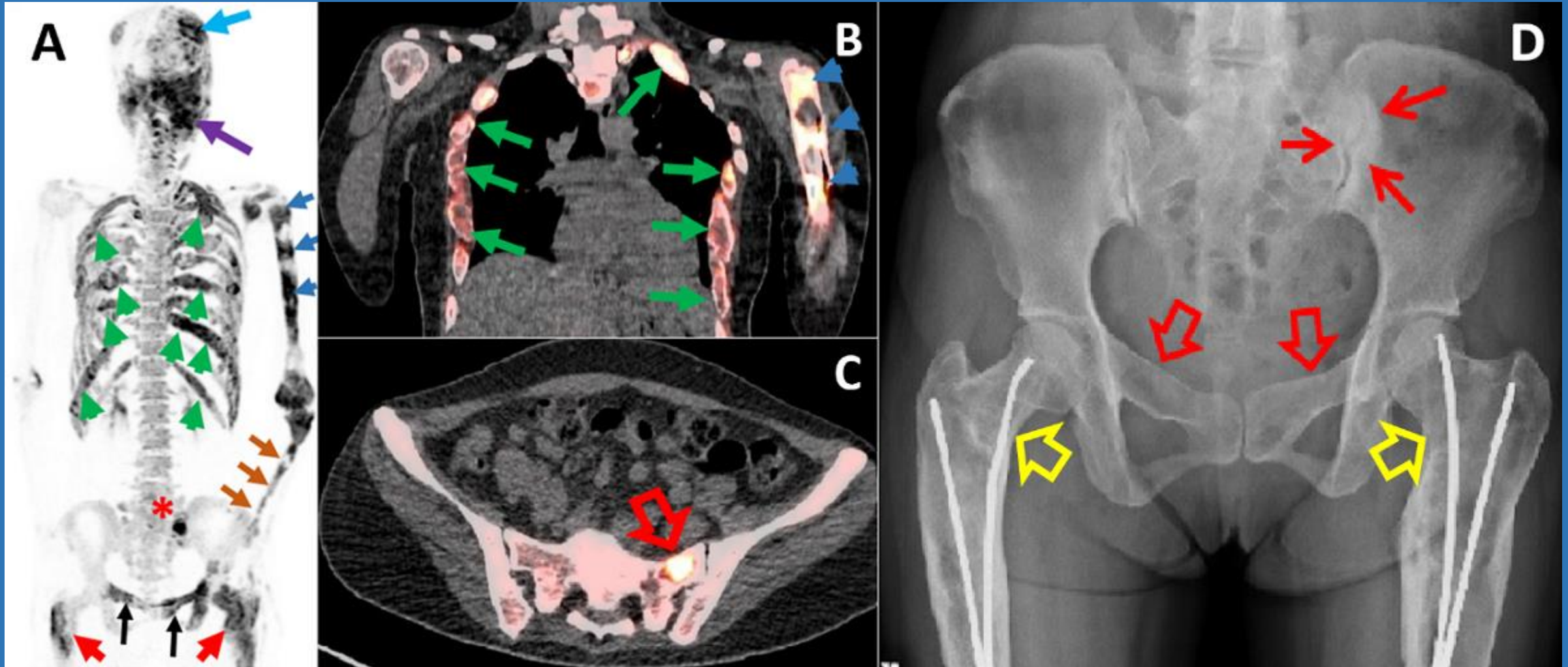


# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT

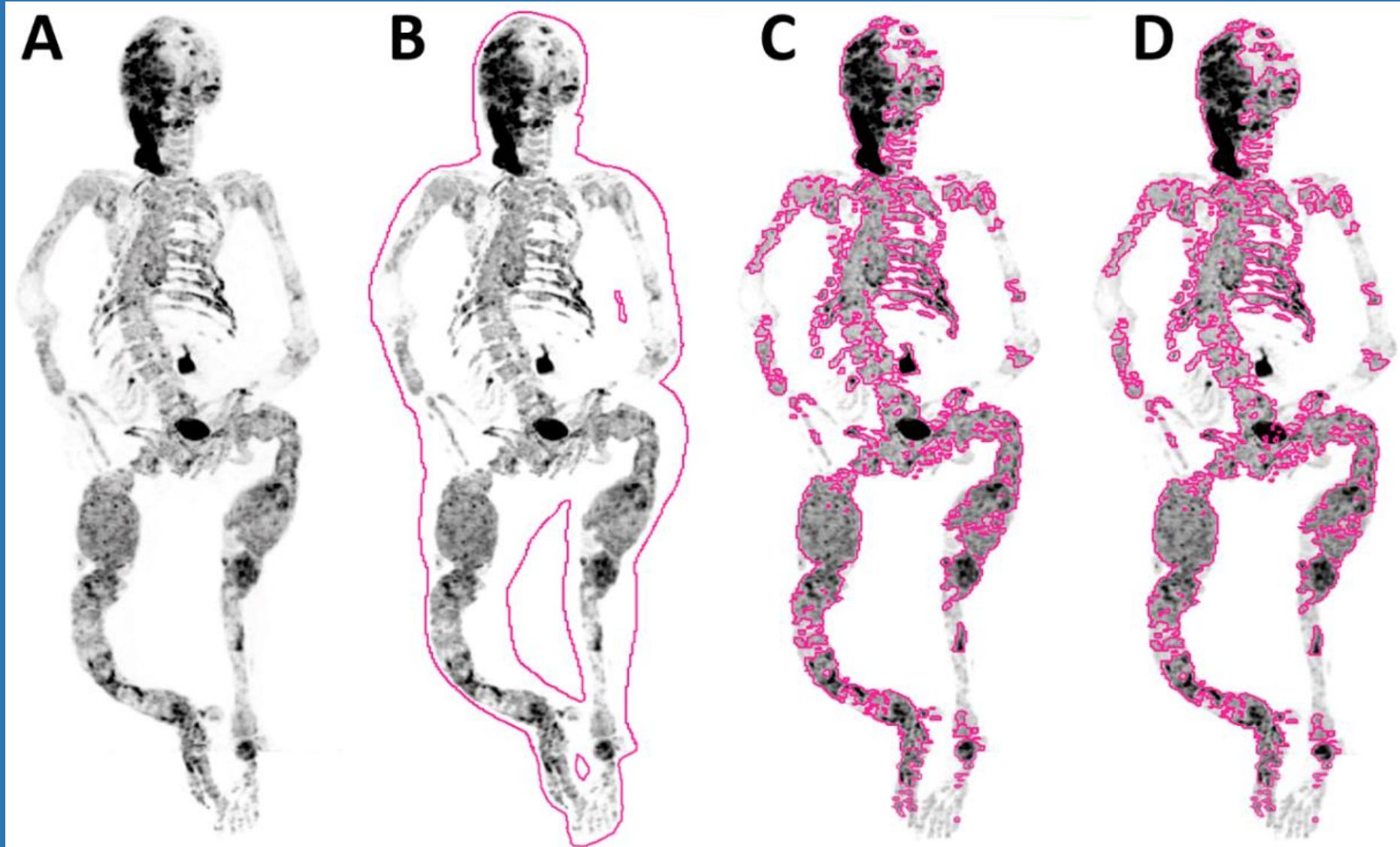
Καλοήθη Νοσήματα των Οστών  
Μελορεόστωση

- Προοπτική Αξιολόγηση του  $^{18}\text{F-NaF}$  PET/CT σε ασθενείς με μελορεόστωση.
- 30 ενήλικες χωρίς κληρονομική σύνδεση.
- Όλες οι σκελετικές και εξω-οστικές αλλοιώσεις παρουσίασαν έντονη πρόσληψη του  $^{18}\text{F-NaF}$ .
- Βλάβες με χαμηλή εξασθένιση στο CT προσελάμβαναν  $^{18}\text{F-NaF}$  επιτρέποντας την ανίχνευση πρώιμου σταδίου βλαβών.

## Καλοήθη Νοσήματα των Οστών Ινώδης Δυσπλασία

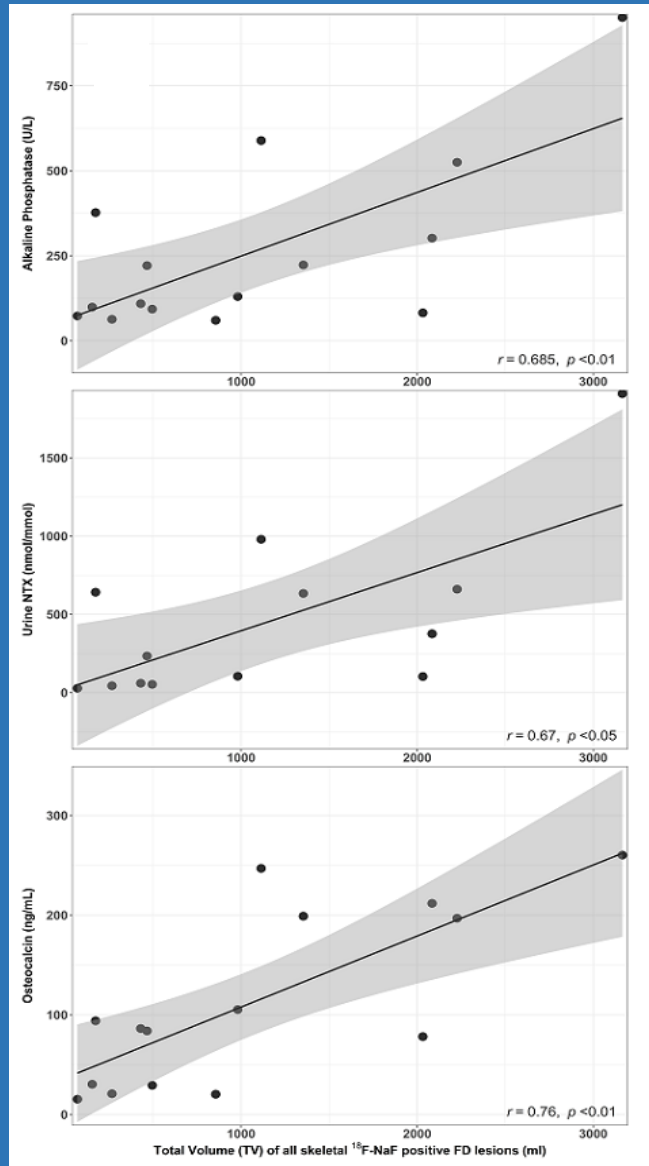


## Καλοήθη Νοσήματα των Οστών Ινώδης Δυσπλασία

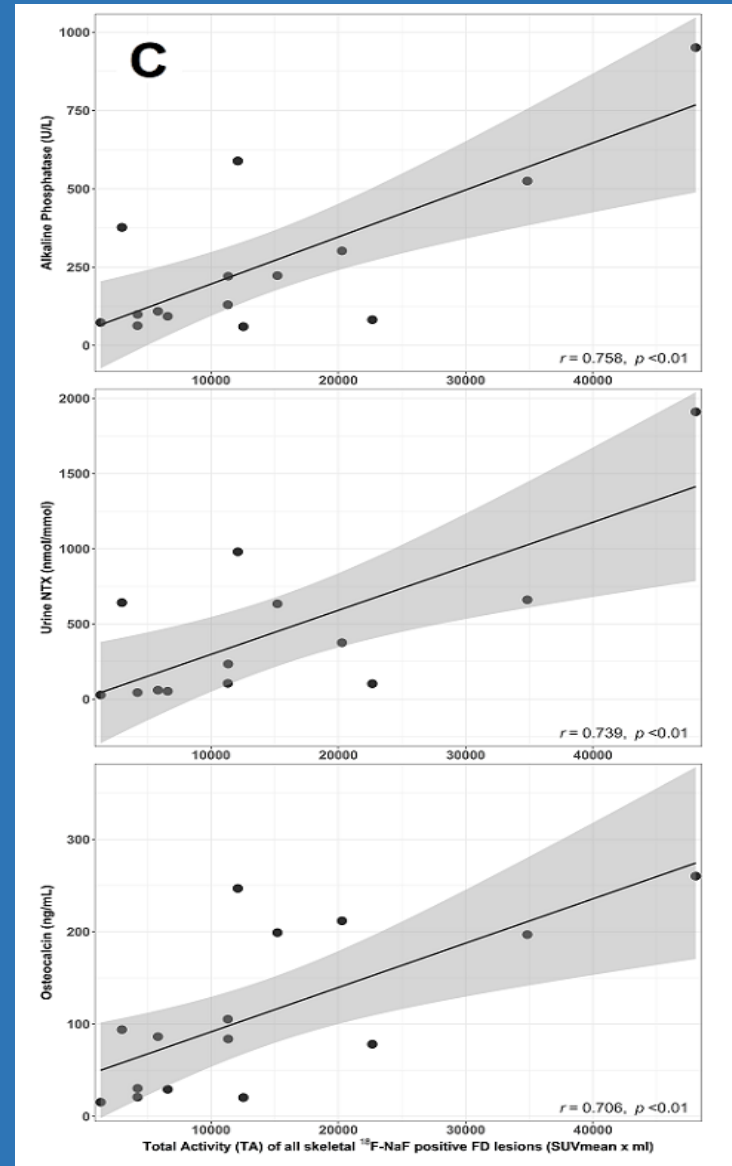


## Καλοήθη Νοσήματα των Οστών Ινώδης Δυσπλασία

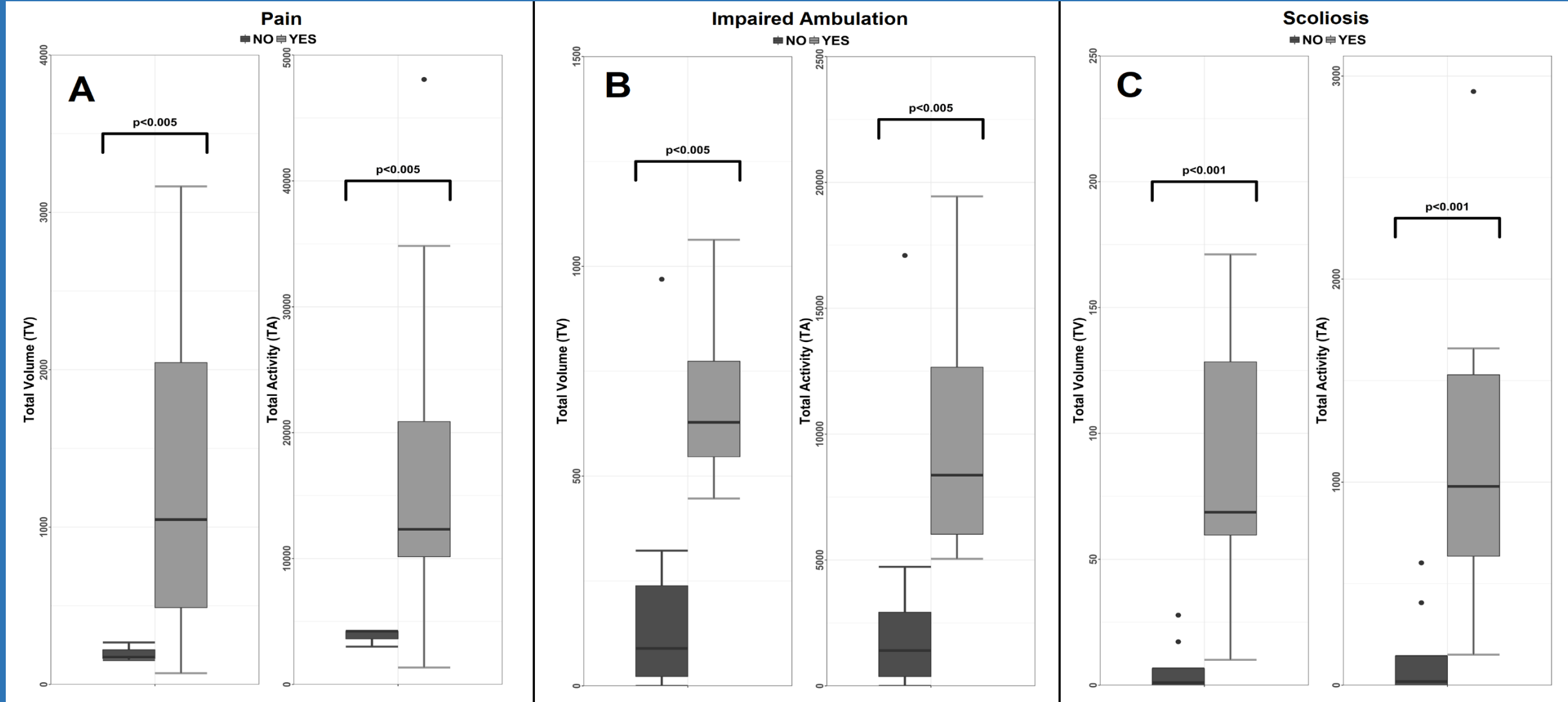
Total Volume (TV) of all  $^{18}\text{F-NaF}$  avid FD lesions



Total lesions activity (TA), (TA =  $\text{SUV}_{\text{mean}} \times \text{TV}$ )



## Καλοήθη Νοσήματα των Οστών Ινώδης Δυσπλασία



# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT Συμπεράσματα

- $^{18}\text{F}$ -NaF → κύκλοτρο  
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MPD → Γεννήτρια
- $^{18}\text{F}$ -NaF vs  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MPD  
Περιορισμένες δυνατότητα για δυναμικές μελέτες
- $^{18}\text{F}$ -NaF PET/CT vs  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MPD SPECT/CT  
Υψηλότερη ακτινική επιβάρυνση

# Σκελετική Απεικόνιση με $^{18}\text{F-NaF}$ PET/CT

## Συμπεράσματα

### ☐ Ανίχνευση Οστικών Μεταστάσεων

$^{18}\text{F-NaF}$  >  $^{99\text{m}}\text{Tc-MPD}$  (υποεκτίμηση οστικής μεταστατικής νόσου)

$^{18}\text{F-NaF}$  PET/CT → modality of choice

$^{99\text{m}}\text{Tc-MPD}$  SPECT/CT

### ☐ Περιορισμοί

Καλοήθειες διαδικασίες → Αυξημένη πρόσληψη  $^{18}\text{F-NaF}$

Πολύ μικρές λυτικές βλάβες (ΣΣ) → Απουσία προσλήψης

### ☐ $^{18}\text{F-FDG}$ & $^{18}\text{F-NaF}$

Συμπληρωματικό ρόλο

$^{18}\text{F-FDG}$  → μεταστατικές βλάβες στα μαλακά μόρια, έγκαιρη ανίχνευση μεταστάσεων στο μυελό, πρώτου αυτές προκαλέσουν οστική αντίδραση

$^{18}\text{F-NaF}$  → Οστικές μεταστάσεις όγκων με χαμηλή πρόσληψη  $^{18}\text{F-FDG}$  (Ca Θυρεοειδούς, Ca Νεφρού)

