



Sviluppo delle tecnologie e delle conoscenze scientifiche nell'imaging sanitario

T. Corazzari - B. Bagni
Università di Modena e Reggio Emilia

- L'evoluzione dell'imaging è legata a scoperte fondamentali di Fisica e di Biologia



- Nel secolo diciannovesimo l'avanzamento della fisica e della matematica ha permesso invenzioni e scoperte che hanno rivoluzionato la medicina:
 - la scoperta dei raggi X (1896) e della radioattività.
 - Nel secolo successivo l'avanzamento della biologia e della medicina ha consentito un connubio eccezionale tra scienze biologiche e tecnologia.
 - La medicina è divenuta oggettiva e l'imaging ha avuto una parte essenziale in questa trasformazione.



- **Dall'origine ad oggi**
- Scoperta dei raggi X
- Radiologia digitale
- TAC
- RMN
- Digitalizzazione dell'imaging
- Macchine ibride
- Imaging Biologico
- Cosa ha contribuito in modo essenziale dell'imaging:
- Lo sviluppo della microelettronica ,i processori veloci, la rete WEB



**Rx Mano eseguita da Roentgen nel 1895 !° radiografia
Analogica effettuata con “Lastre” - vetro con patina di
bromuro d'argento-**



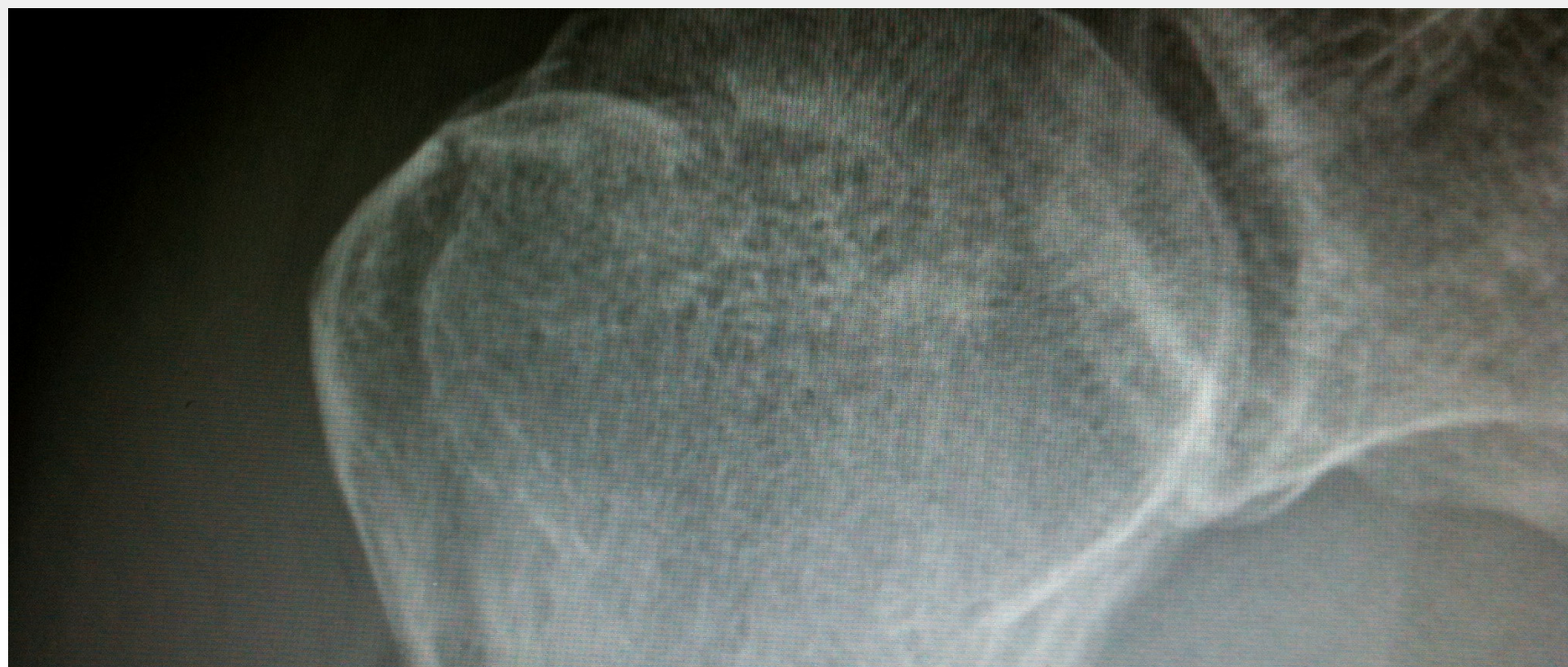


- In medicina con radiografia digitale si indica la modalità di acquisizione dall'immagine RX che, a differenza della meno recente tecnica analogica, permette di sfruttare software e hardware adatti all'archiviazione di immagini e alla loro modifica.

- I sistemi di radiologia digitale si dividono in due gruppi: Sistemi CR (storicamente indicati come *Radiologia Computerizzata*) ed i sistemi DR (da *Digital Radiography*).
- Pur arrivando entrambi a fornire un'immagine digitale, sono molto differenti per principi di funzionamento e per uso.



Radiografia digitale inviata da Smartphone (2013)



Incidente Smart Phone



• le immagini molecolari



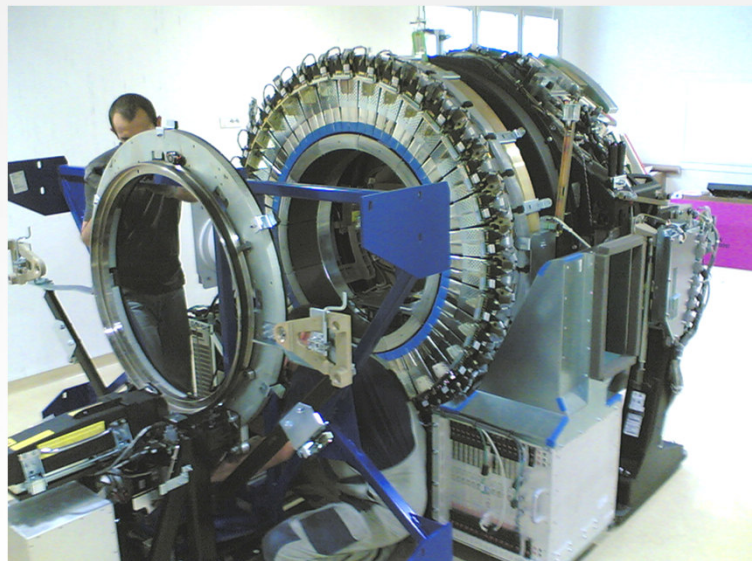
- l'introduzione dei nuovi mezzi diagnostici come la PET e la risonanza magnetica ha assunto un ruolo preminente nella diagnostica oncologica e le malattie metaboliche invalidanti come il morbo di Alzheimer (con il riconoscimento della presenza di sostanza amiloide).
- Uno degli scopi principali dell'imaging molecolare nella diagnostica tumorale è quello di sviluppare sonde biologiche che identifichino in modo specifico e sensibile la presenza di cellule tumorali e che possano essere facilmente rivelate dall'esterno.
- Un altro settore di grandissimo interesse riguarda particelle di dimensioni piccolissime le cosiddette nanoparticelle **Con il termine nanoparticella si identificano normalmente delle particelle formate da aggregati atomici o molecolari con un diametro compreso indicativamente fra 2 e 200 nm il cui uso si va diffondendo in terapia oncologica e anche per il riconoscimento delle placche arteriosclerotiche instabili (nanoparticelle di ferro associate a biomarker proteici) in modo da predirne la rottura.**
- L'utilizzazione di biomarker collegati all'imaging molecolare apre una finestra inimmaginabile sulle possibilità diagnostiche e terapeutiche della moderna medicina che potrà sviluppare farmaci selettivi e che ha come goal la riduzione degli effetti collaterali, l'aumento della selettività diagnostica e lo sviluppo di nuove terapie.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MODENA E REGGIO EMILIA



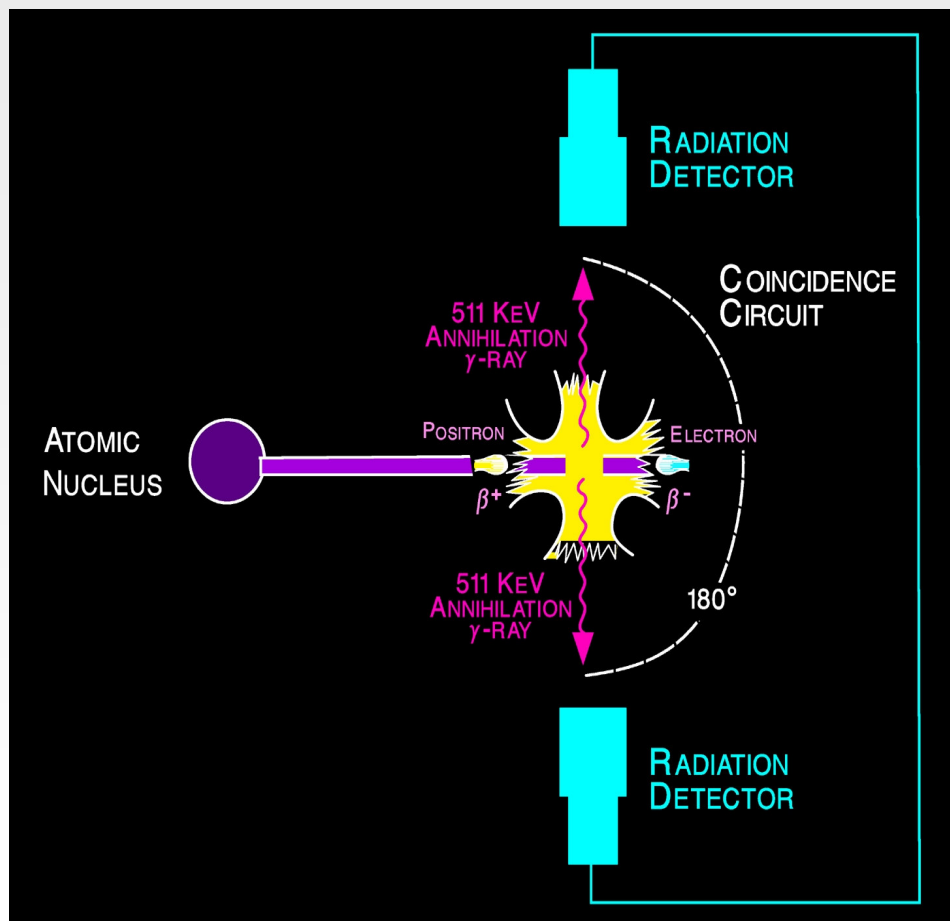
Un esempio di imaging molecolare e anatomico fusi IMAGING PET-TC



Modena, 15 Gennaio 2007

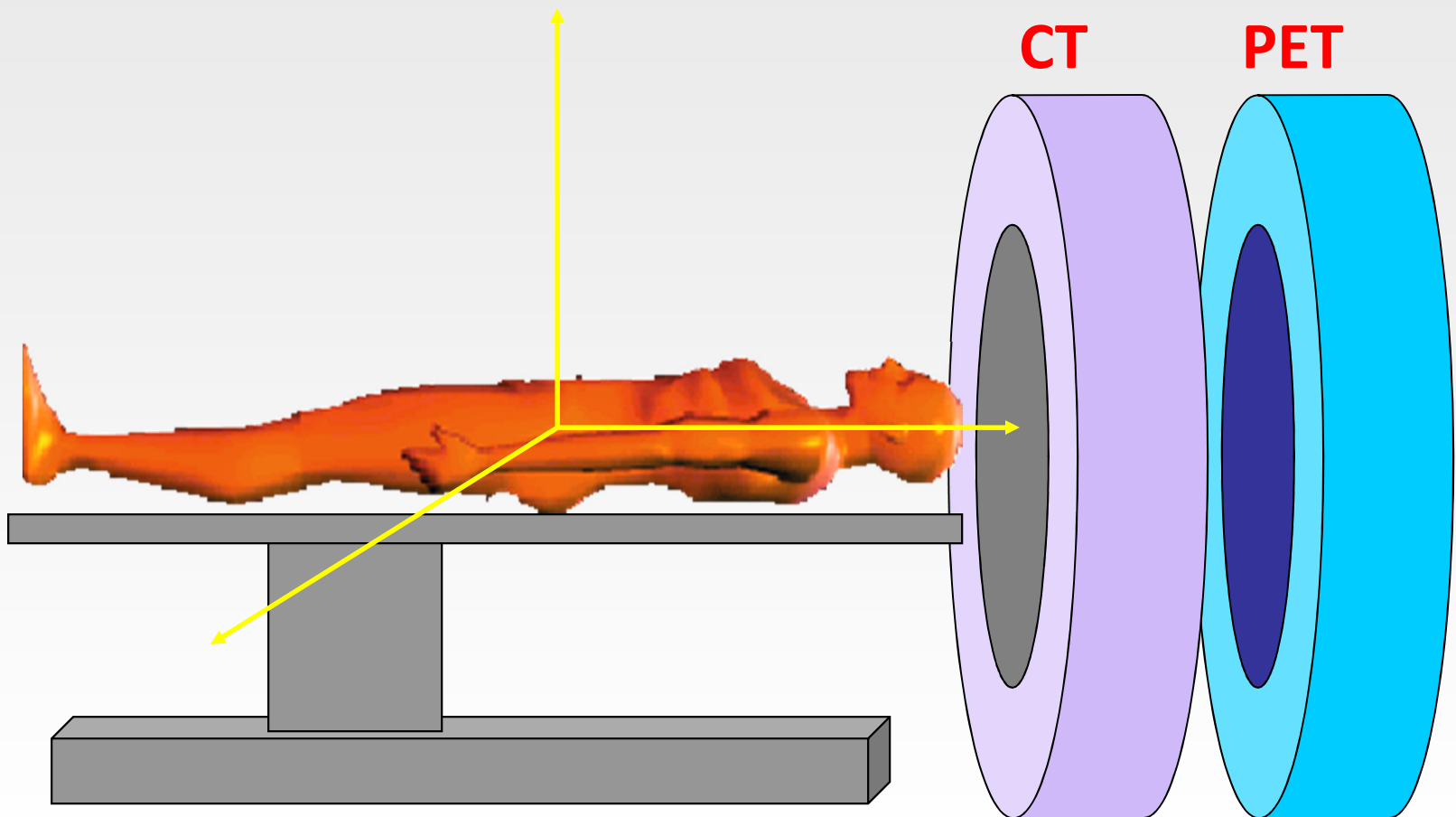


Positron Emission Tomography



- High detection efficiency and spatial resolution
- Attenuation correction
- Coincidence detection of annihilation radiation
- Quantitative

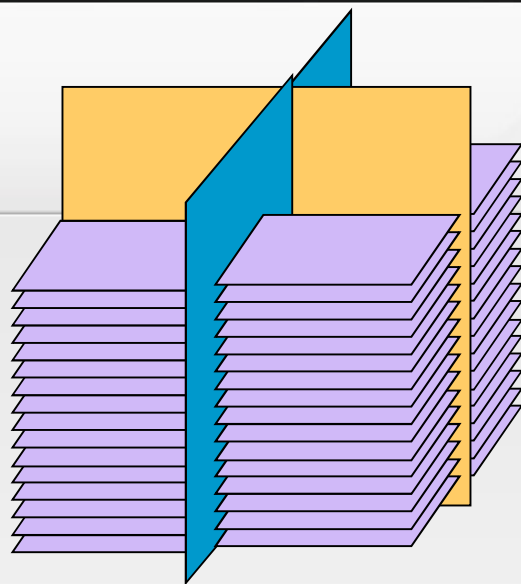
PET-CT



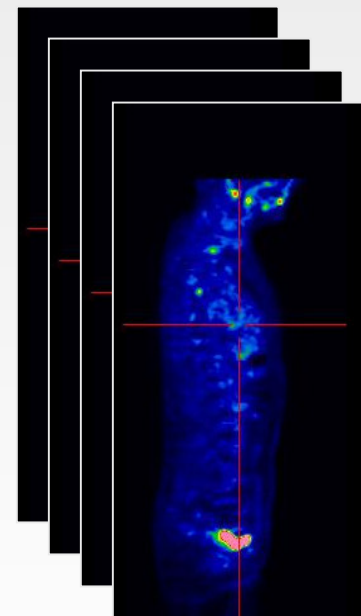


WHOLE BODY STUDIES

TRANSAXIAL
IMAGES



CORONAL



SAGITTAL

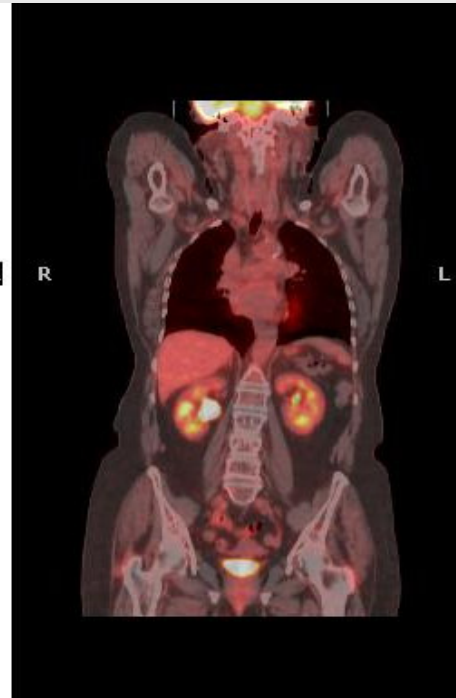
^{18}F -FDG: normale distribuzione del radiofarmaco



TC

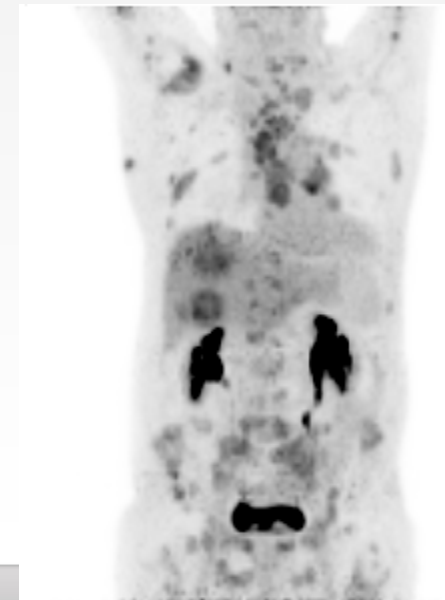


PET



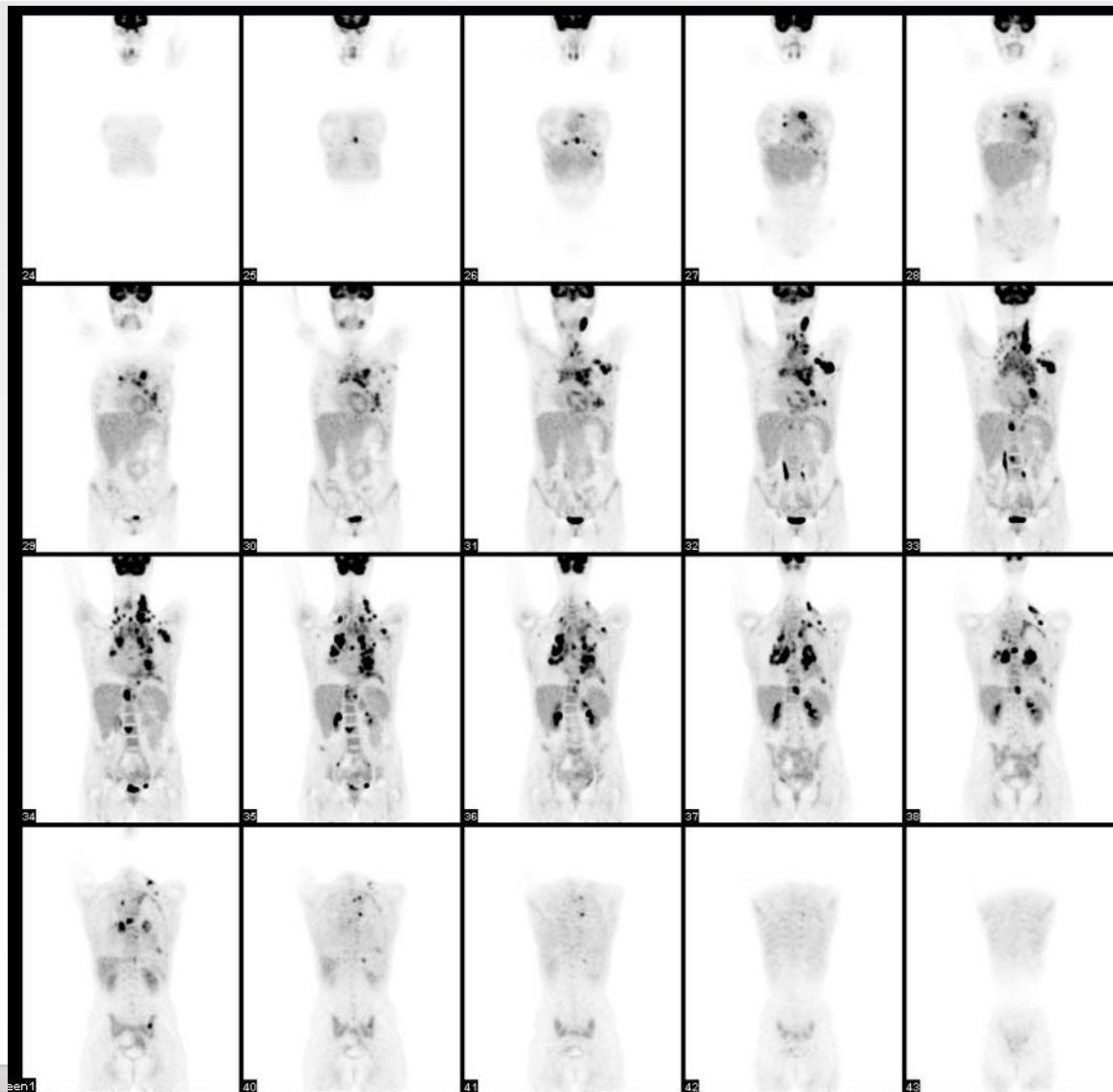
FUSIONE

3D



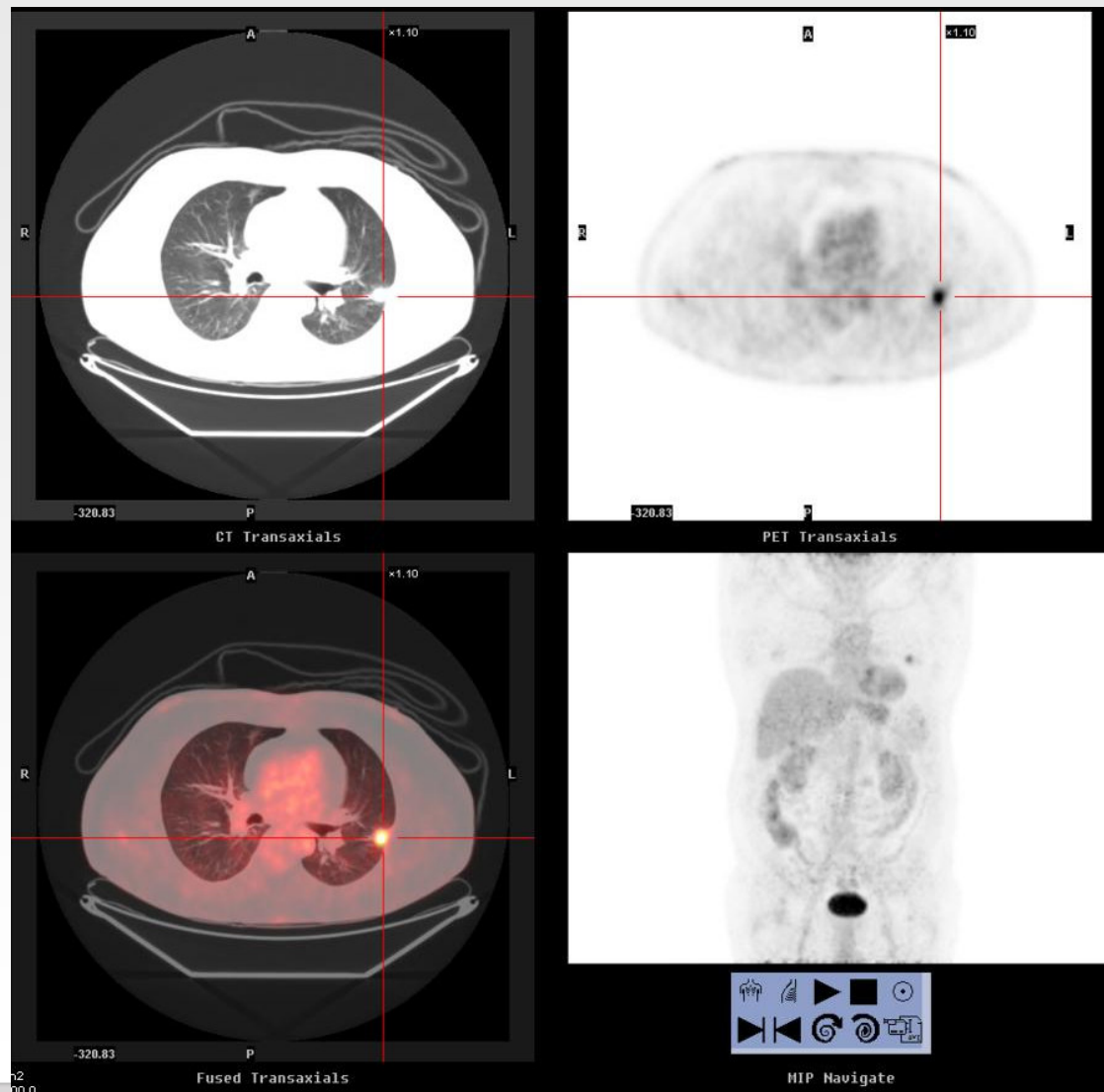
^{18}F -FDG: metastasi ossee e dei tessuti molli

¹⁸F-FDG: LH: interessamento linfonodale diffuso



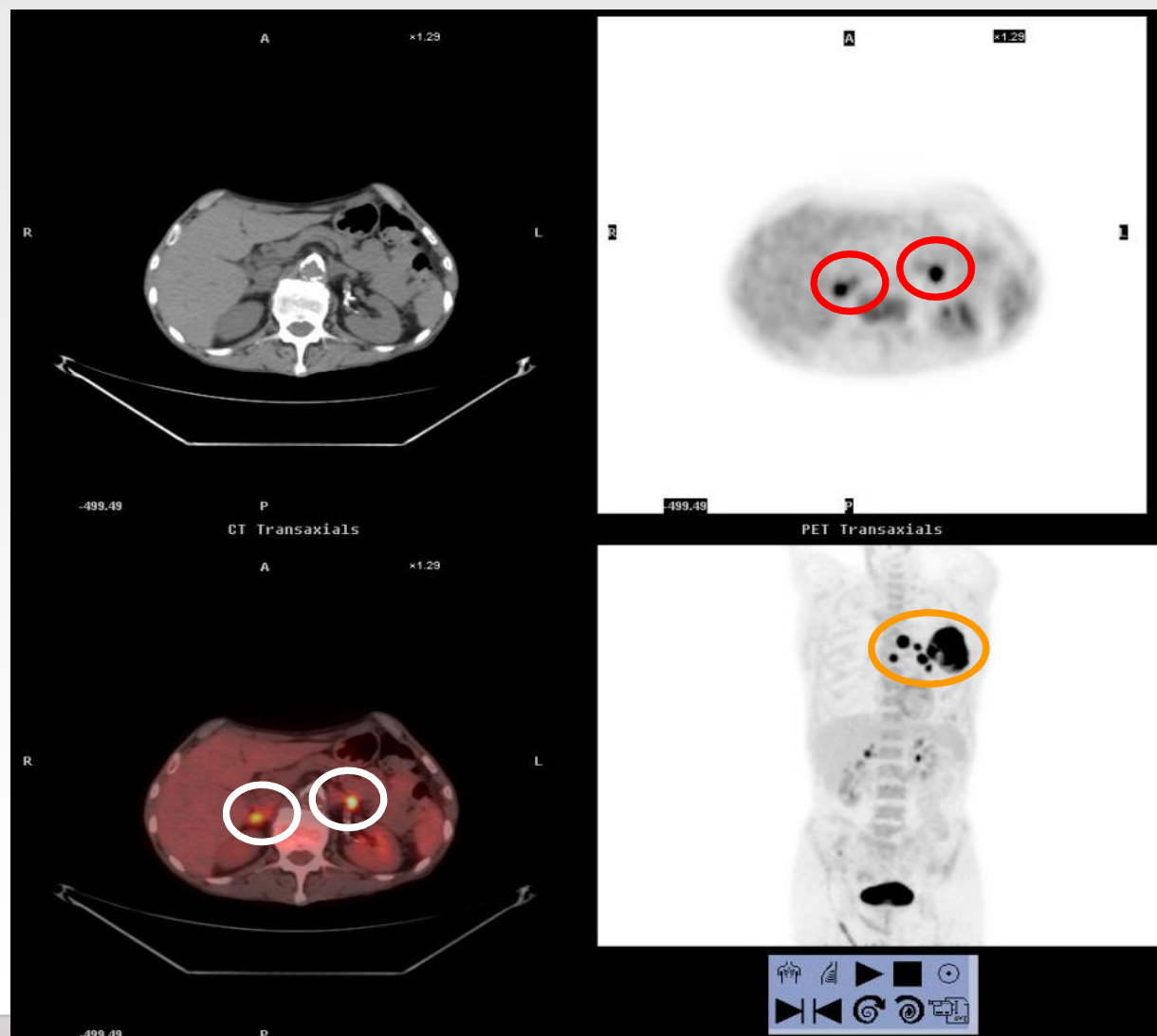


¹⁸F-FDG: lesione polmonare ipermetabolica (isto.: carcinoma)



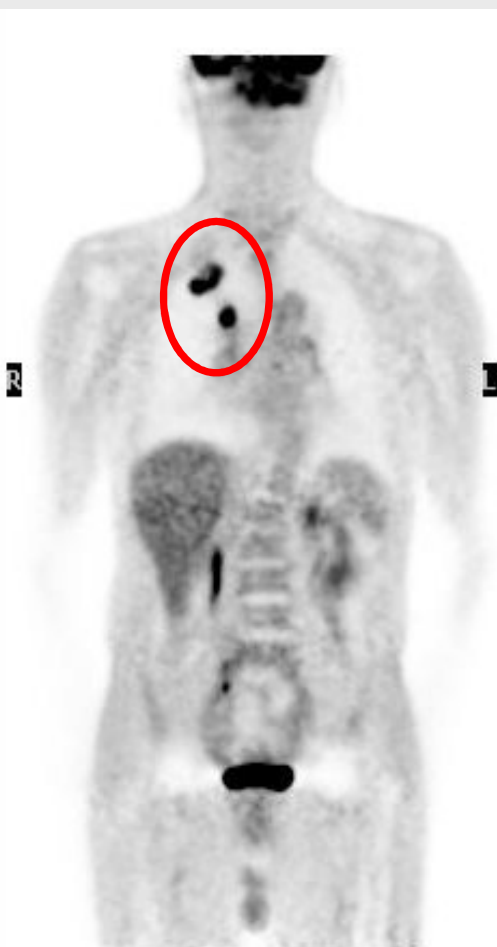
¹⁸F-FDG: carcinoma polmonare con metastasi linfonodali.

Presenza di metastasi surrenaliche non note alla TC

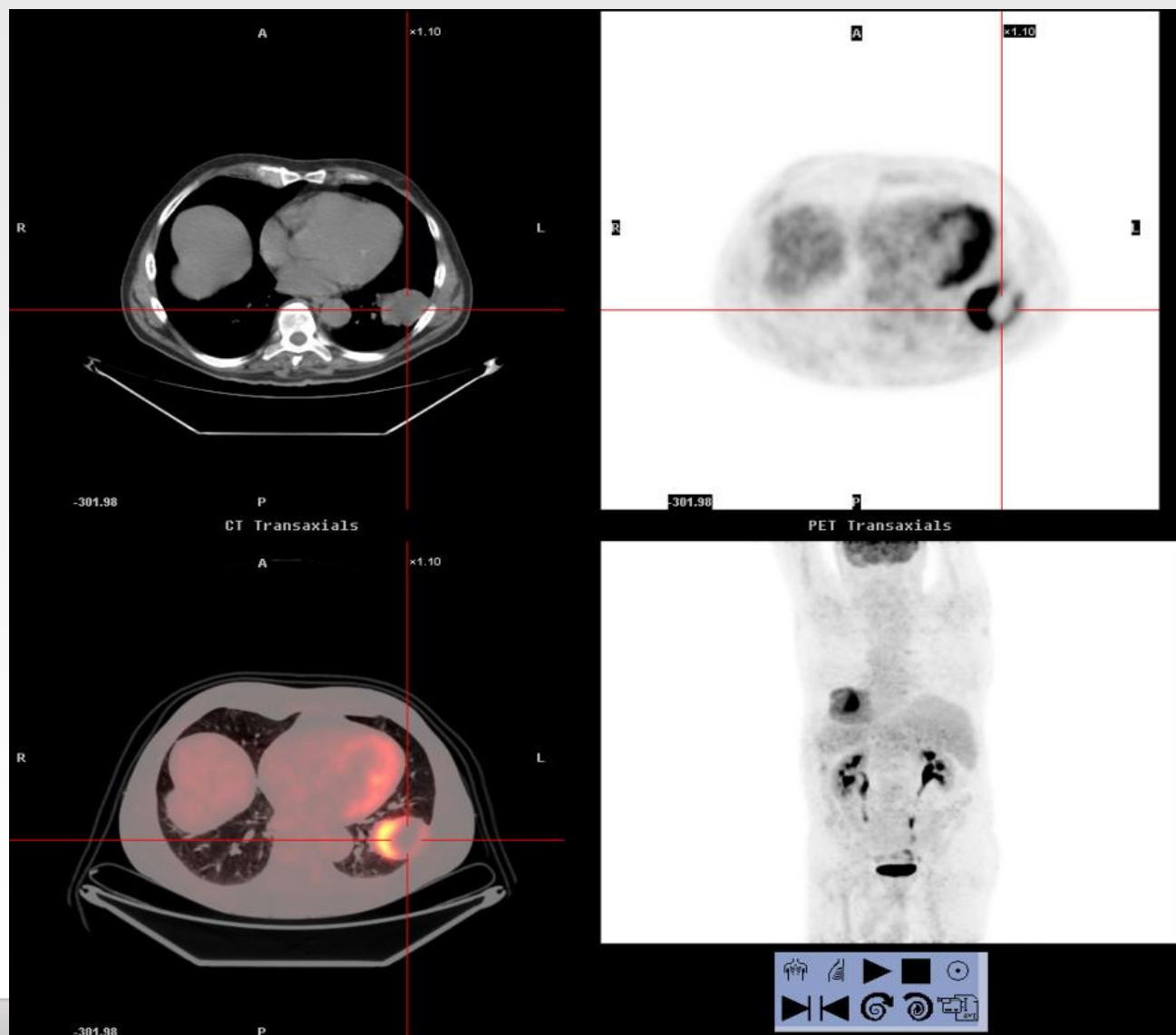




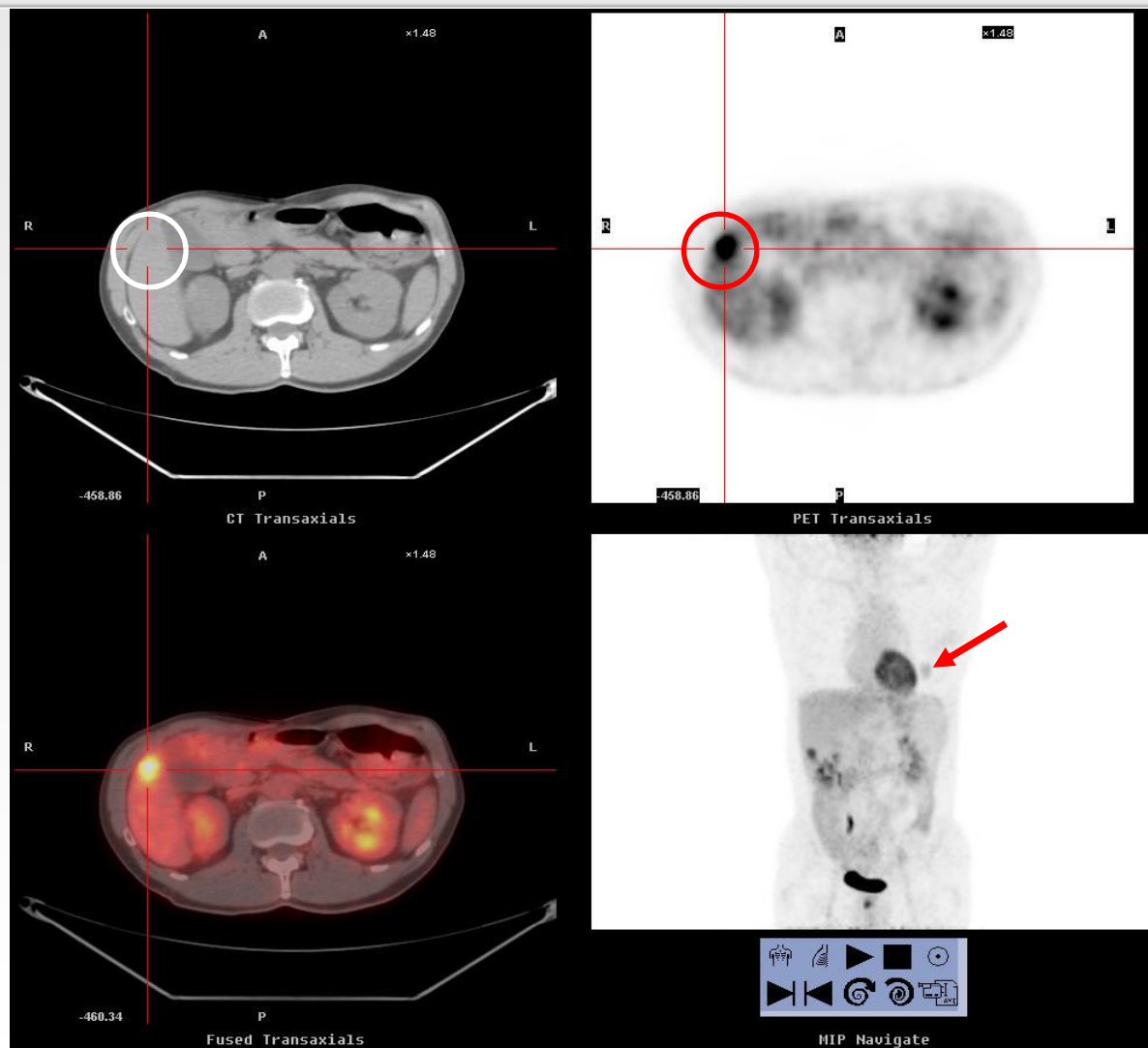
¹⁸F-FDG: carcinoma polmonare con metastasi linfonodali.



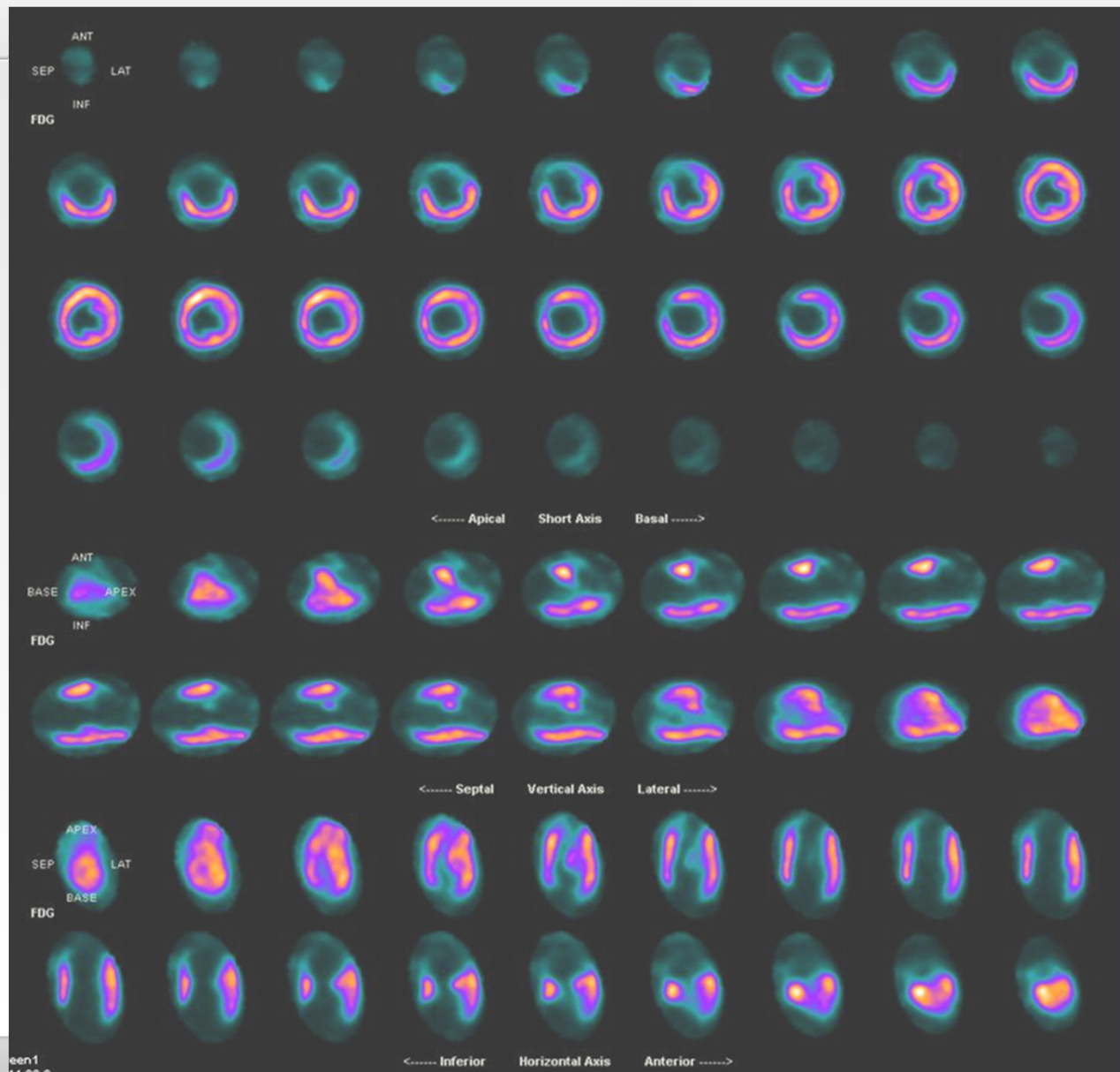
¹⁸F-FDG: valutazione della vitalità della neoplasia per il piano di trattamento RT.



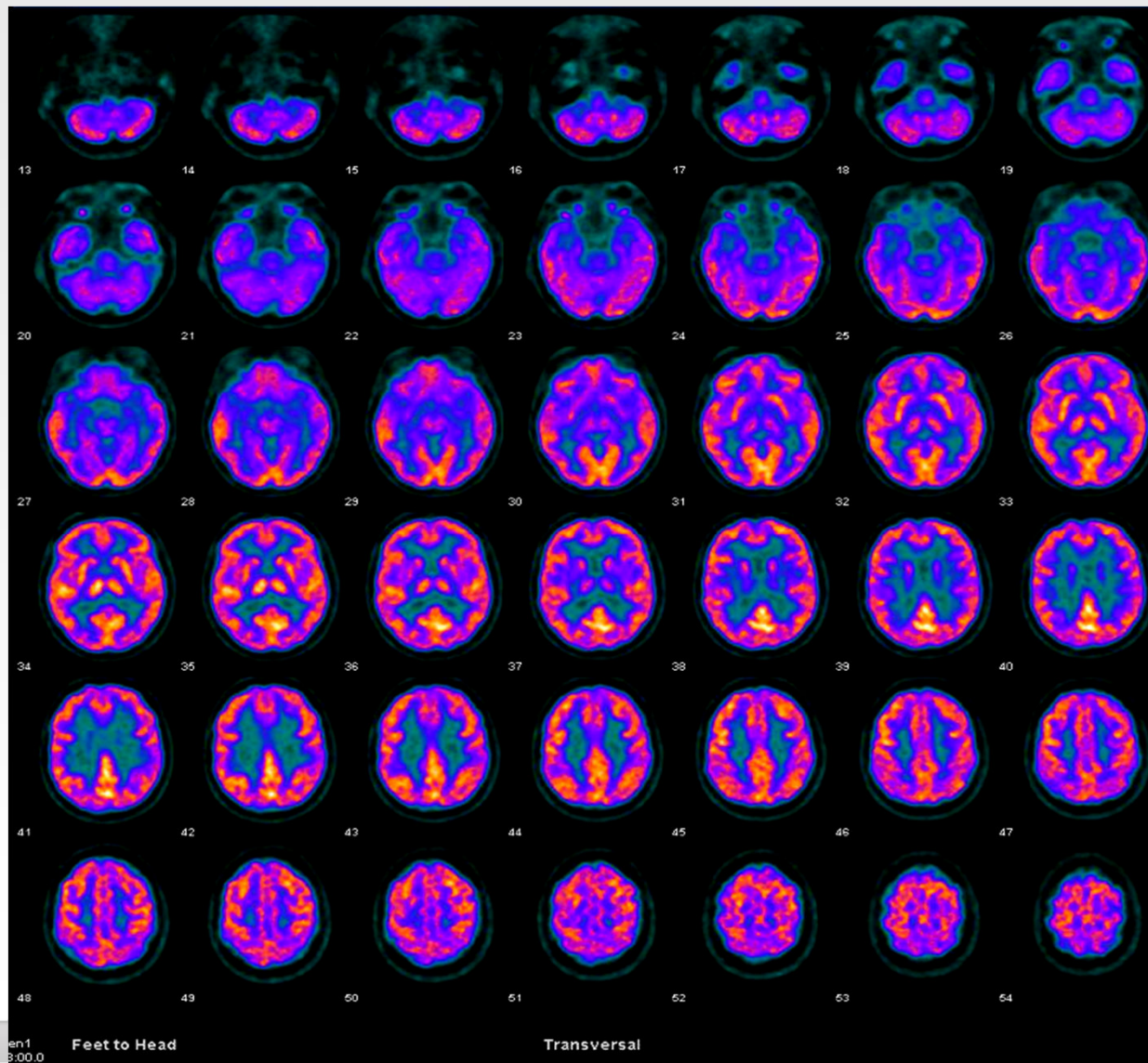
¹⁸F-FDG: carcinoma polmonare con metastasi epatica (TC negativa)



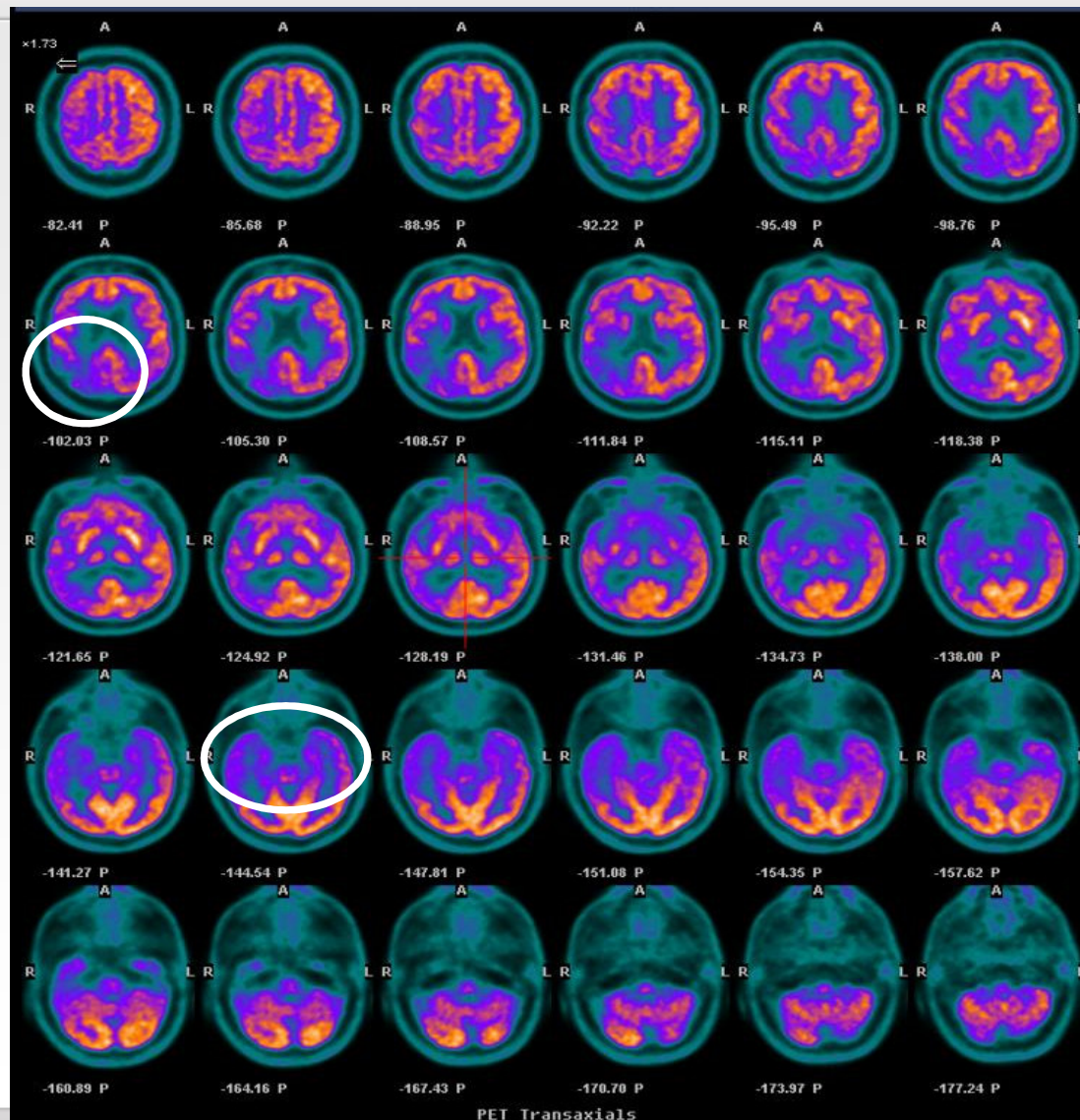
¹⁸F-FDG: infarto del miocardio



¹⁸F-FDG: quadro di normale metabolismo glucidico della corteccia cerebrale e cerebellare.

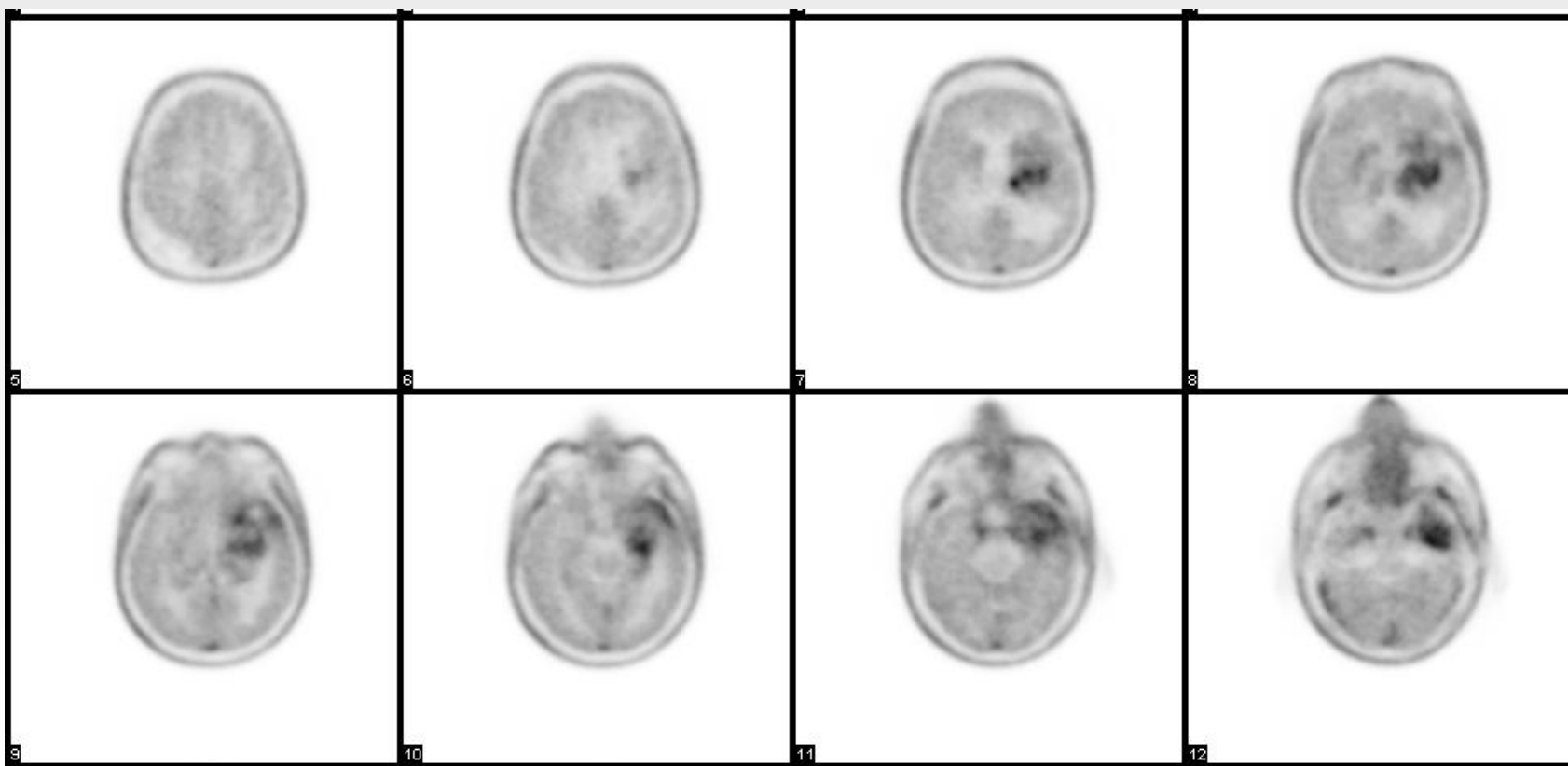


🏠 **¹⁸F-FDG**: estesa ischemia parieto-occipitale dx, parietale bilaterale (>dx). ⏪ ⏩





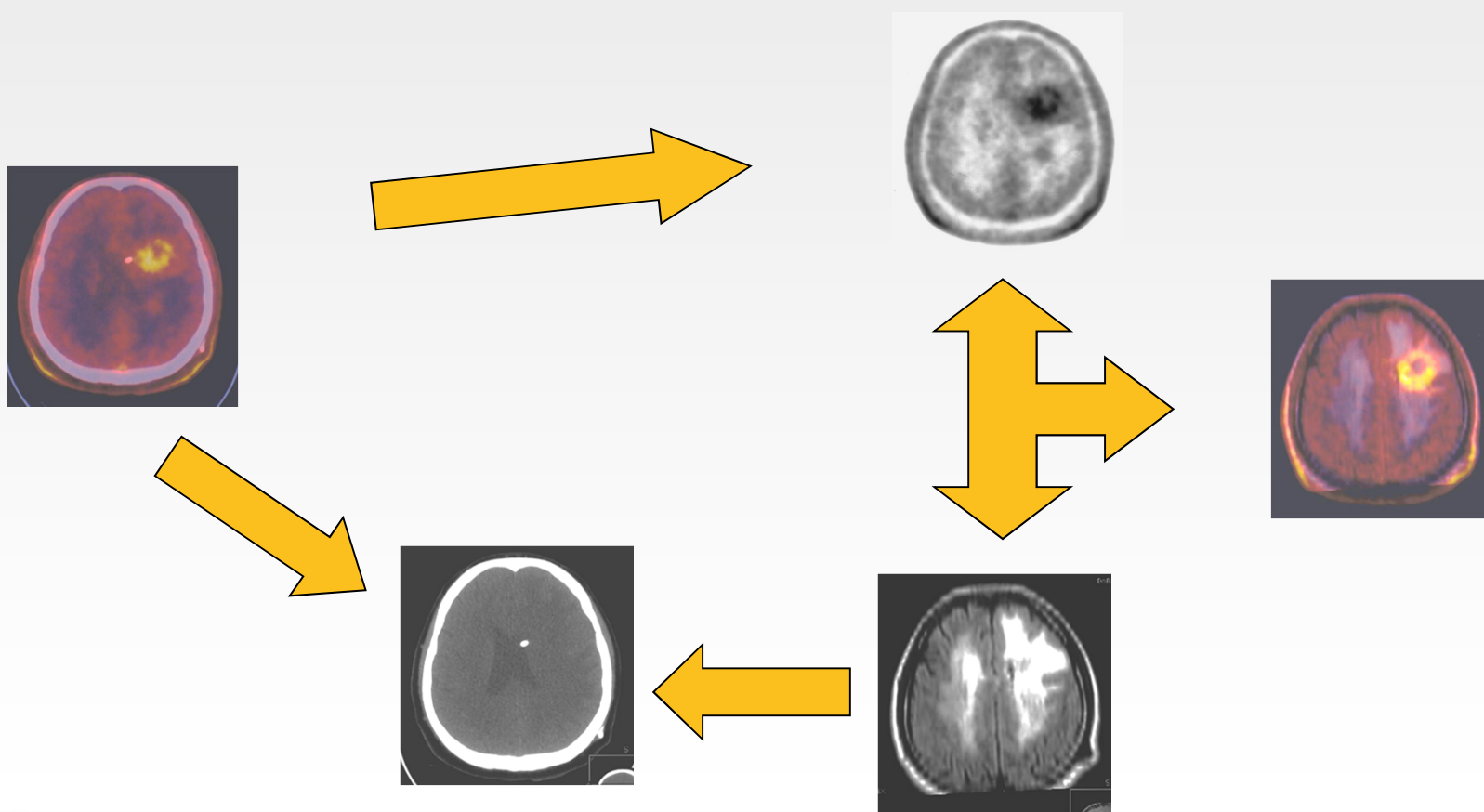
¹⁸F-ET: recidiva di astrocitoma (RM: esiti radioterapia o recidiva?).





PET-TC → PET-RMI

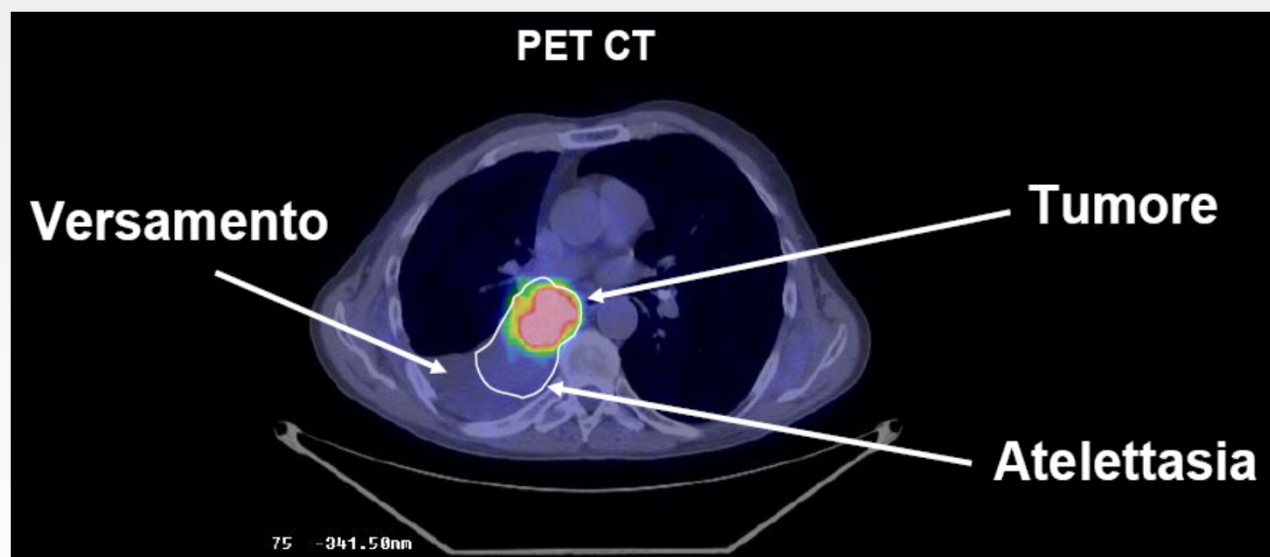
La PET-RMI si può ottenere attraverso un post-processing tra PET-TC e RMI.





PET-TC PER LA PREPARAZIONE DEI PIANI RT

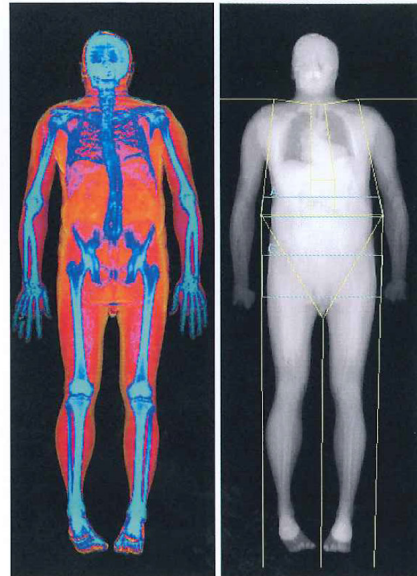
Con la PET-TC si definisce con grande accuratezza il volume biologico da irradiare.





Un esempio di imaging digitale quantitativo

La Body Composition.



Fat Lean Bone

Body Composition Results

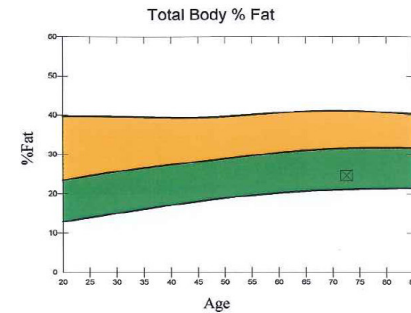
Region	Fat Mass (g)	Lean+ BMC (g)	Total Mass (g)	% Fat	%Fat Percentile YN	AM
Arm	1057	3572	4628	22.8		
Arm	1066	3747	4813	22.2		
Trunk	10045	27500	37545	26.8		
Leg	3085	9761	12846	24.0		
Leg	2940	10558	13498	21.8		
Subtotal	18193	55138	73331	24.8		
Head	1256	4173	5430	23.1		
Total	19449	59311	78760	24.7	50	10
Android	1818	3646	5464	33.3		
Gynoid	2715	7495	10209	26.6		

Scan Date: 07 November 2012 ID: A1107120M

Scan Type: a Whole Body
Analysis: 07 November 2012 16:16 Version 13.0
Operator: Auto Whole Body

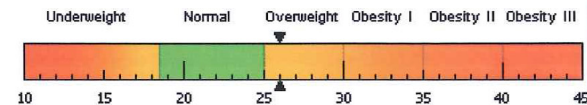
Model: Discovery W (S/N 84519)

Comment:



Source: 2008 NHANES White Male

World Health Organization Body Mass Index Classification
BMI = 26.1 WHO Classification Overweight



BMI has some limitations and an actual diagnosis of overweight or obesity should be made by a health professional. Obesity is associated with heart disease, certain types of cancer, type 2 diabetes, and other health risks. The higher a person's BMI is above 25, the greater their weight-related risks.

Adipose Indices

Measure	Result	Percentile YN	AM
Total Body % Fat	24.7	50	10
Fat Mass/Height ² (kg/m ²)	6.50	52	16
Android/Gynoid Ratio	1.25		
% Fat Trunk/% Fat Legs	1.17	94	62
Trunk/Limb Fat Mass Ratio	1.23	89	33

Lean Mass Indices

Measure	Result	Percentile YN	AM
Lean Mass/Height ² (kg/m ²)	19.8	58	61
Appen. Lean Mass/Height ² (kg/m ²)	9.23	58	80

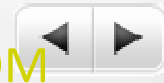


Cos'è l'ecografia 4D?

Il termine 4D è stato introdotto per definire l'ecografia tridimensionale in tempo reale, infatti la quarta dimensione è rappresentata dal tempo. In un determinato intervallo di tempo vengono acquisiti alcuni volumi (fino a 16-32 volumi in un secondo) potendo così caratterizzare in tre dimensioni le strutture in movimento. Con questa applicazione è possibile visualizzare i movimenti fetali: dai grossolani movimenti degli arti fino alle espressioni del volto (sorriso, sbadiglio, suzione, ecc.) che, oltre ad avere un ruolo del bonding con i genitori, sono attualmente sotto studio come metodo di valutazione del benessere fetale.



PACS



- Le immagini sono ricevute e trasmesse nel formato definito da [DICOM](#) (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), che permette di contenere anche testo (per esempio i referti) e documenti di vario genere, tra cui i [PDF](#); i monitor sono in grado di mostrare immagini e referti, ma anche di riconoscere i tipi di immagine e comportarsi di conseguenza: p.es. applicando determinati filtri di contrasto o mostrandole in un modo predefinito. I sistemi PACS, in origine creati per gestire le immagini generate dalle [TAC](#), i primi sistemi diagnostici nati in digitale, oggi sono in grado di trattare tutte le immagini radiologiche digitali e, tramite speciali digitalizzatori, anche quelle create da modalità analogiche. Da notare che le immagini ricevute non devono essere modificate in alcun modo, per poter sempre risalire all'originale trasmesso dalla modalità; l'eventuale elaborazione viene registrata in aggiunta alle altre immagini. Per garantire che ogni immagine immagazzinata nel PACS sia effettivamente quella generata dalla modalità durante l'esame, spesso il PACS spedisce tutta la documentazione ad un sistema di [archiviazione legale](#).



- Picture archiving and communication system – Wikipedia
- **PACS** è l'acronimo anglosassone di Picture archiving and communication system Secondo la *definizione* della Direttiva CEE 93/42 sui dispositivi medici, ..

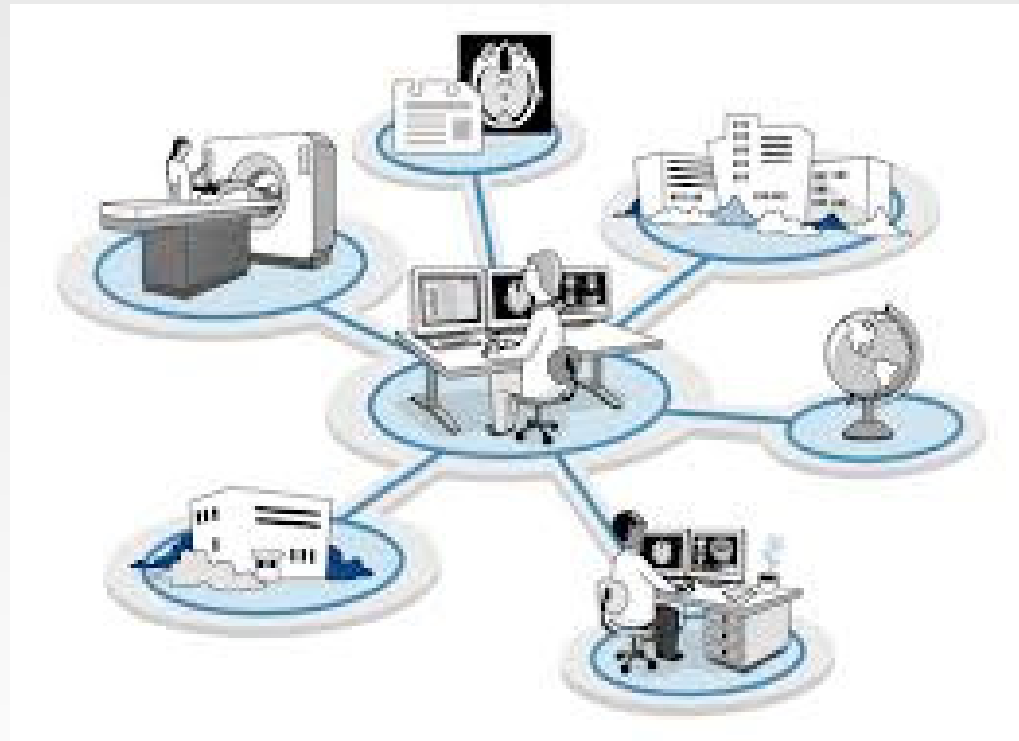
● Architettura PACS



- Recentemente, con l'evoluzione della tecnologia delle reti, sempre più sistemi PACS stanno passando ad un'architettura di tipo web, dove l'applicazione risiede su un server, permettendo un semplice accesso alle immagini con il solo utilizzo di un browser sul proprio computer, senza necessità di installazioni specifiche. Per la semplice distribuzione delle immagini (cioè per la loro consultazione, sia nei reparti che all'esterno dell'ospedale) il computer può essere un normale desktop, mentre per la diagnosi la stazione di lavoro dovrà avere sufficiente RAM per contenere tutte le immagini sotto esame e un'appropriata scheda grafica, in grado di pilotare i monitor diagnostici ad alta risoluzione (anche fino a 5 megapixel, per gli esami mammografici), oltre ad un processore potente, per la veloce manipolazione di immagini che possono raggiungere i 20 megabyte l'una. Di recente il cloud può sostituire le memorie locali.



Pacs in schema originale





Quali saranno i mezzi di visualizzazione delle immagini e della loro diffusione in campo sanitario.

Dipende dalla risoluzione globale e dal contrasto. Attualmente gli Smart Phones e i Tablet hanno la possibilità di essere interfacciati via internet o via bluetooth a sistemi piu capienti o di accedere alla posta elettronica o al Cloud, ciò consente di dialogare con specialisti o sedi di indagine. In Italia esiste il grande problema della privacy poco normata in questo campo.



Grazie dell'attenzione