

INTELLIGENZA ARTIFICIALE: APPLICAZIONI IN RADIOLOGIA

GABRIELE GASPARINI

DIRETTORE UOC RADIOLOGIA AULSS4
VENETO ORIENTALE



INTELLIGENZA ARTIFICIALE (ANNI '50)

La capacità di un sistema informatico di simulare funzioni cognitive umane come apprendimento, ragionamento e risoluzione di problemi

METÀ ANNI '90

1 abbondanti dataset digitali

2 aumento capacità di calcolo dei processori

3 affinamento degli algoritmi

I.A: MODA O RIVOLUZIONE?

DA MOLTI ANNI LA RADIOLOGA
UTILIZZA PROGRAMMI E
ALGORITMI DI INTELLIGENZA
ARTIFICIALE.

LE NUOVE FRONTIERE DELLA
RADIOLOGIA NECESSITANO DI
QUESTA ULTERIORE
INTERAZIONE UOMO
MACCHINA



RADIOLOGO POTENZIATO NON RIMPIAZZATO

- CRESCITA ESPONENZIALE DELL'I.A. NEGLI ULTIMI ANNI
- I.A. FORTE SUPPORTO
- INCREMENTO DELL'ATTIVITA' IN RADIOLOGIA COME:
 - NUMERO DI ESAMI;
 - MAGGIOR APPROPRIATEZZA ESECUTIVA E PRESCRITTIVA
 - MIGLIORAMENTO DELL'EFFICACIA DELLE IMMAGINI
 - NUOVE TIPOLOGIE DI STUDIO (RADIOMICA, RADIOGENOMICA)
- I.A. SUPPORTO SEMPRE PIU' PRESENTE IN UNA RADIOLOGIA ESPLOSA DOPO L'INTRODUZIONE DELL'INFORMATICA

E' UN AIUTO IN UNA
MEDICINA SEMPRE
PIU' COMPLESSA E
PERFORMANTE
PER:

DECIDERE MEGLIO

|

SEMPLIFICARE I
PROCESSI

|

SBAGLIARE MENO

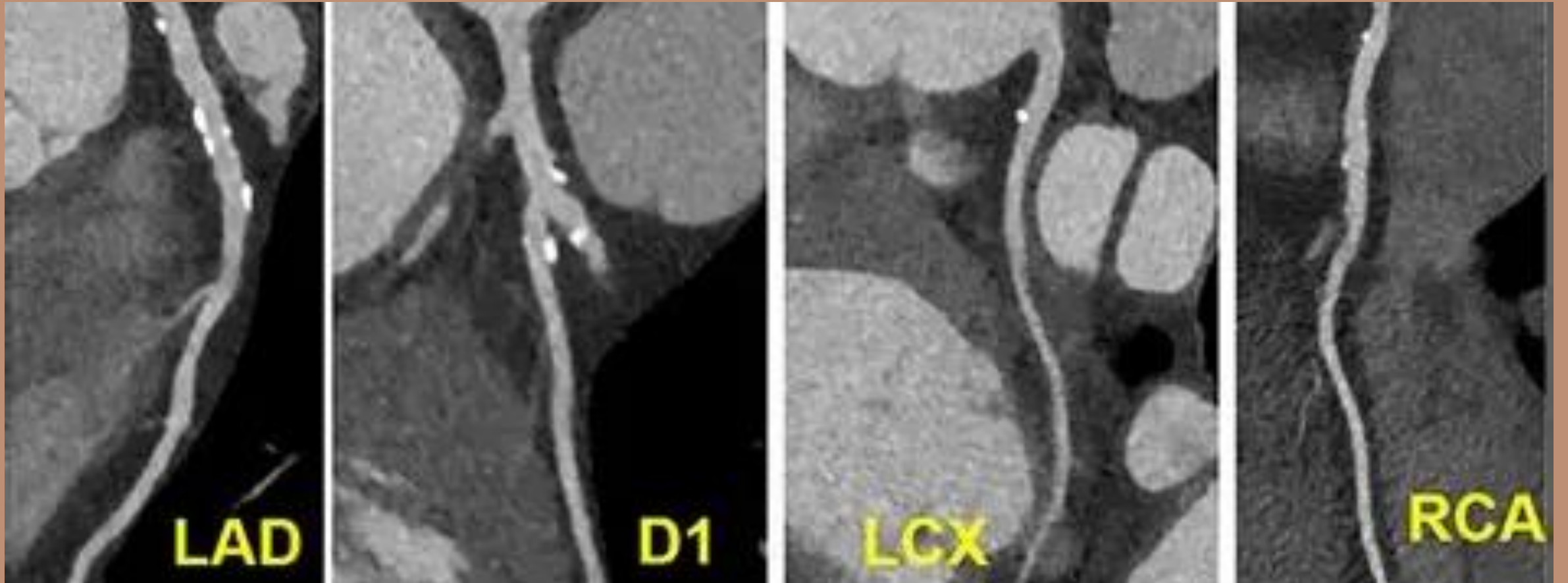


CAD

QUANTITATIVE ANALYSIS TOOL

MACHINE LEARNING

DEEP LEARNING



CAD

(PRIMO CAD APPROVATO DALL'FDA 1998)

Computer-Aided Detection / Diagnosis CAD: guarda qui ci potrebbe essere qualcosa

CAD è un sistema progettato per aiutare il radiologo a individuare anomalie nelle immagini.

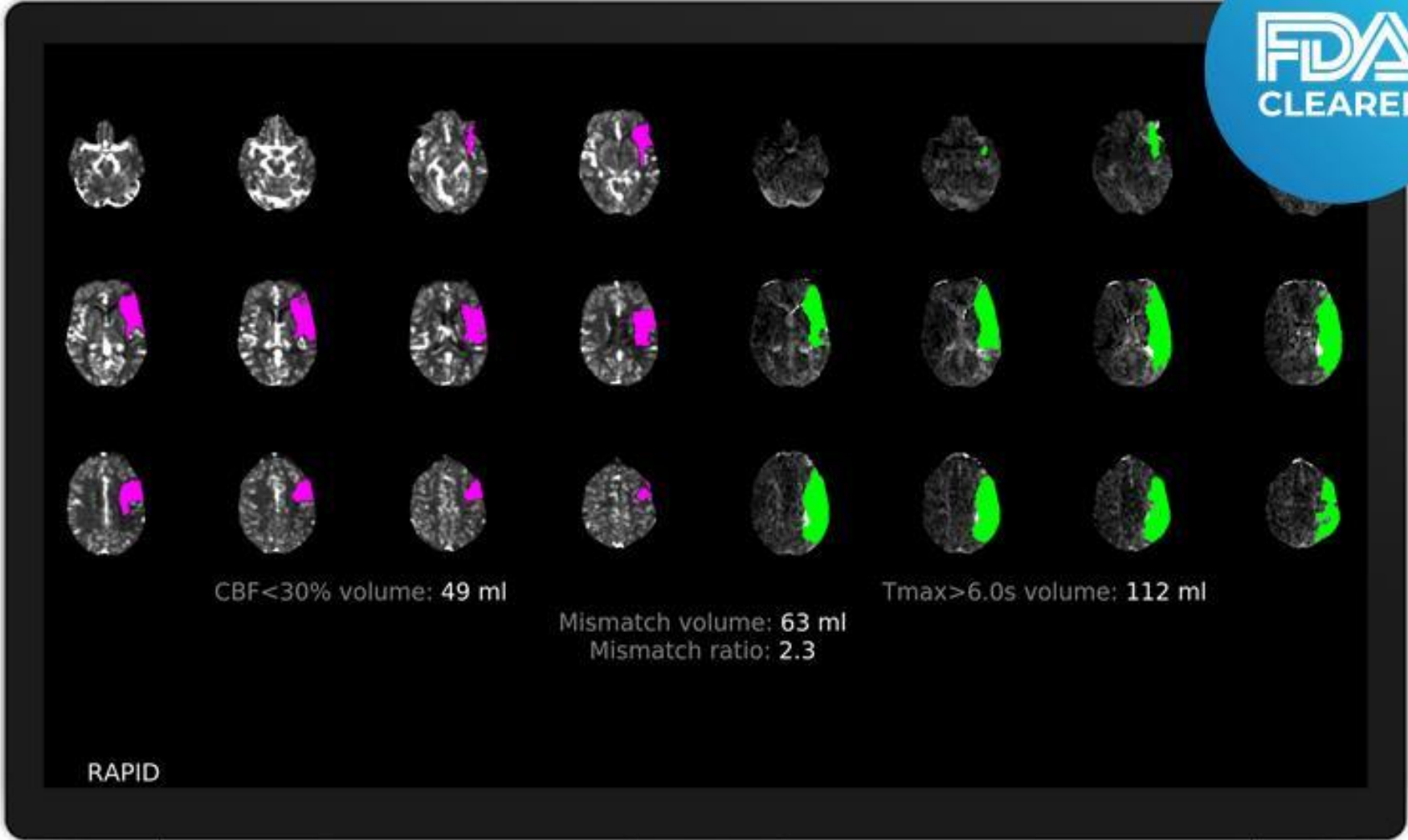
- Evidenzia automaticamente aree sospette (es. noduli, lesioni)
- Funziona come “secondo lettore”
- Non prende decisioni, ma **segnala possibili problemi**
- Molto usato in:
 - Mammografia
 - TC torace (noduli polmonari)
 - Screening

CAD

Alto tasso di falsi positivi

Scarsa trasferibilità in altri contesti

Incapacità di migliorarsi con l'esperienza



QST

Quantitative Analysis Tool QST:

quanto cambia, quanto è grande quanto è grave

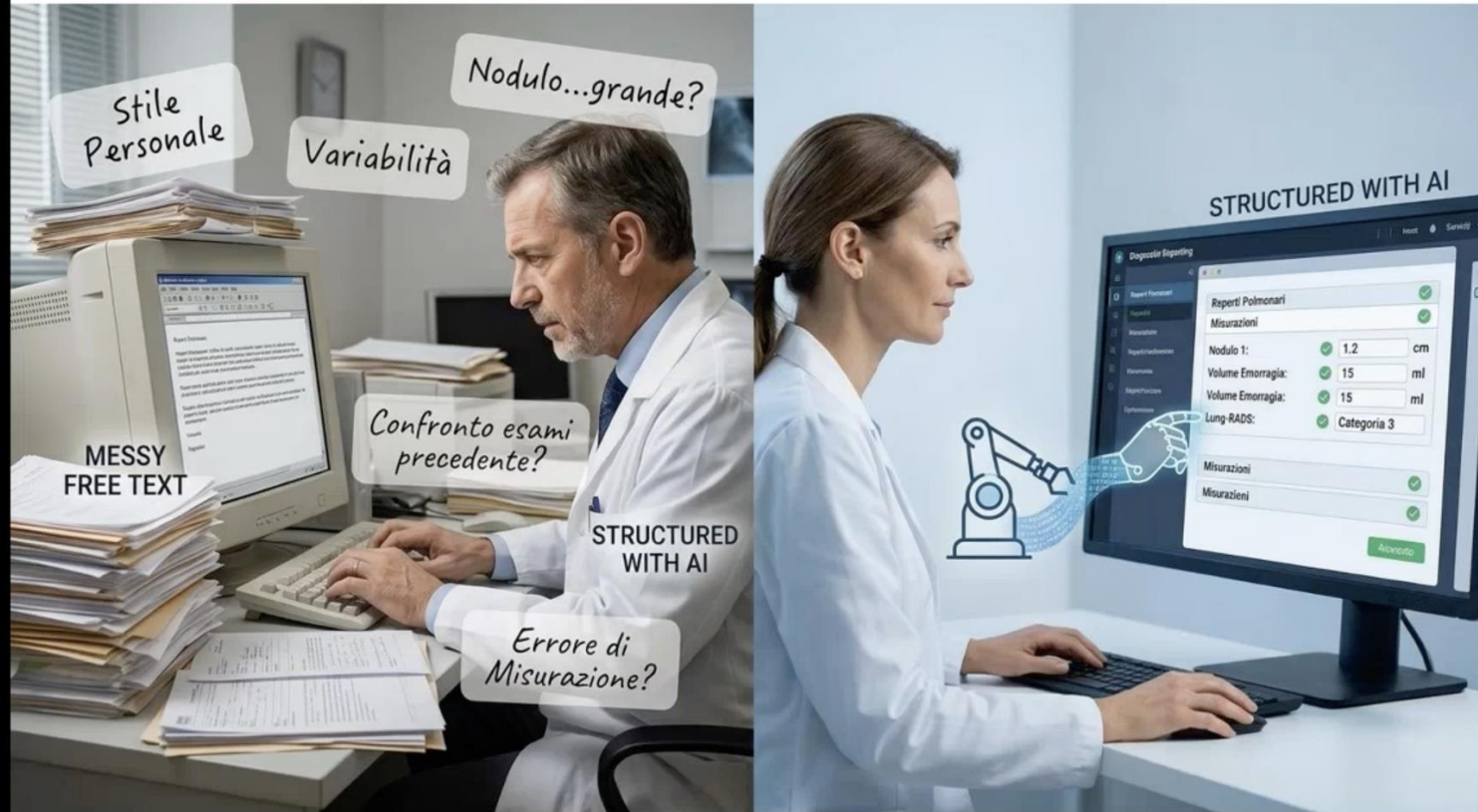
Servono a misurare e quantificare in modo oggettivo ciò che si vede.

- Calcolano parametri numerici (volume, densità, perfusione, ecc.)
- Permettono follow-up precisi nel tempo
- Utili per valutare risposta a terapia

Esempi:

- Volume di un tumore
- Percentuale di stenosi
- Parametri funzionali (es. perfusione cerebrale)

Referto strutturato



MACHINE LEARNING ML:

dalle caratteristiche alla classificazione

Algoritmo che analizza dimensione, forma caratteristiche di una lesione per classificarla

È un insieme di tecniche che permettono ai computer di imparare dai dati senza essere programmati esplicitamente.

- Usa algoritmi “classici” (es. regressione, alberi decisionali, SVM Support Vector Machine)
- Richiede spesso **feature engineering** (cioè qualcuno deve scegliere quali caratteristiche dei dati usare)
- Funziona bene con dataset anche non enormi

2012

Rete Neurale Profonda AlexNet

299

Products

Find the artificial intelligence based software for radiology that you are looking for. All products listed are available for the European market (CE marked).

Compare products

299/299 products | Sort by: Last Modified

Search
Search...

- Filters
- Modality
- CT (130)
 - MR (80)
 - Mammography (20)
 - PET (7)
 - SPECT (1)

Show More

- Subspecialty
- Abdomen (34)
 - Breast (24)
 - Cardiac (28)
 - Chest (86)



qXR

CE

Abnormality detection and localization, Report generation, Worklist prioritization
qXR detects abnormal chest X-rays, then identifies and localizes upto 29 common abnormalities. It also screens for tuberculosis. **In the US, FDA 510(k) clearance only for facilitating confirmation of the position of the...



mdknee

CE

Classification of cartilage injuries according to ICRS, Report generation
mdknee enables AI-based evaluation of knee MRIs through automatic detection and classification of cartilage damage according to the International Cartilage Regeneration & Joint Preservation Society (ICRS) grading system....



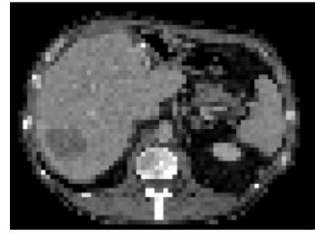
hStroke_Suite LVO Module

CE

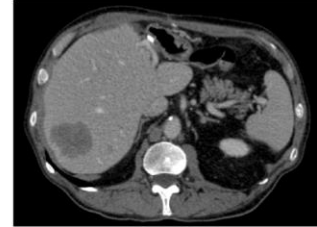
Collateral assessment, LVO detection



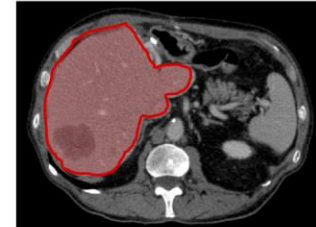
Preprocessing and reconstruction



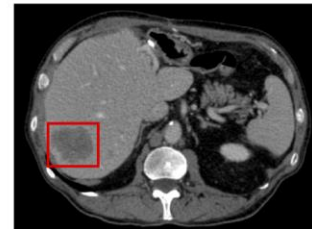
Denoising and quality enhancement



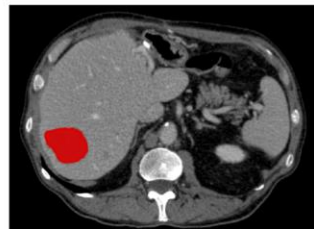
Organ segmentation



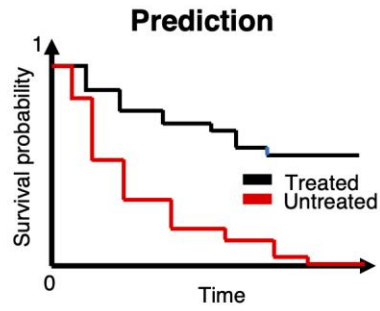
Lesion detection



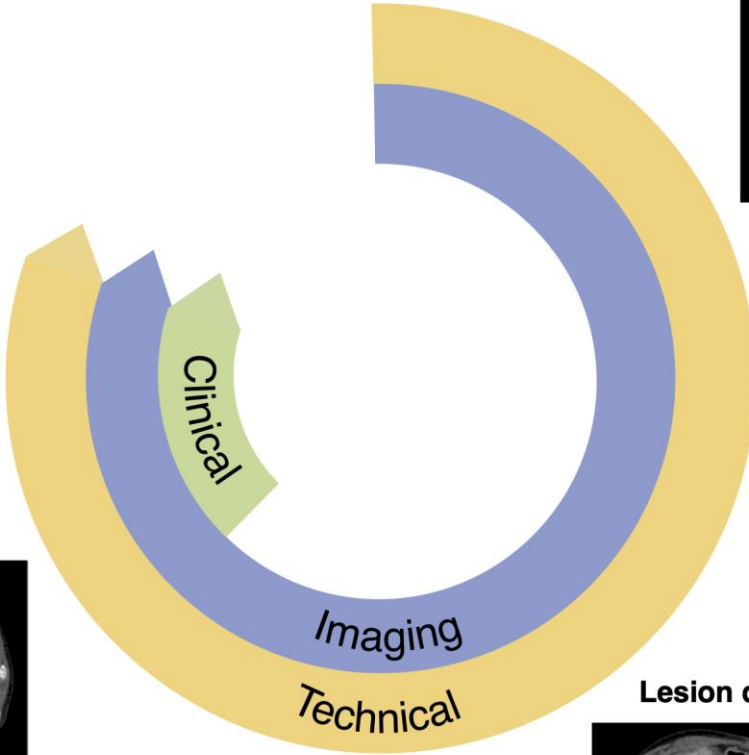
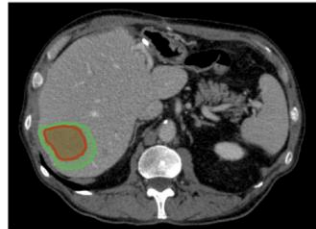
Lesion segmentation and classification



- Benign
- Malignant



Monitoring

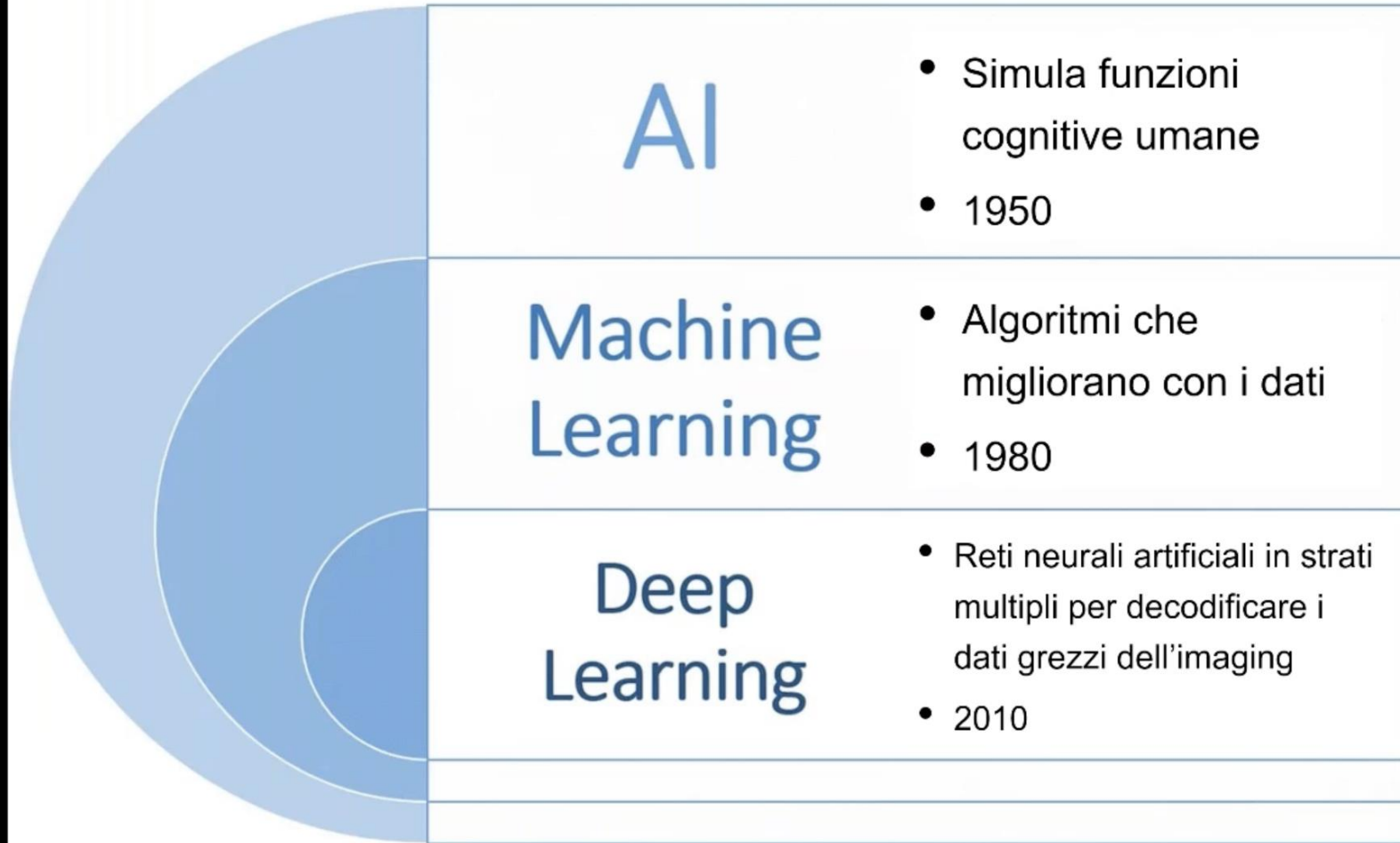


Deep Learning DL:

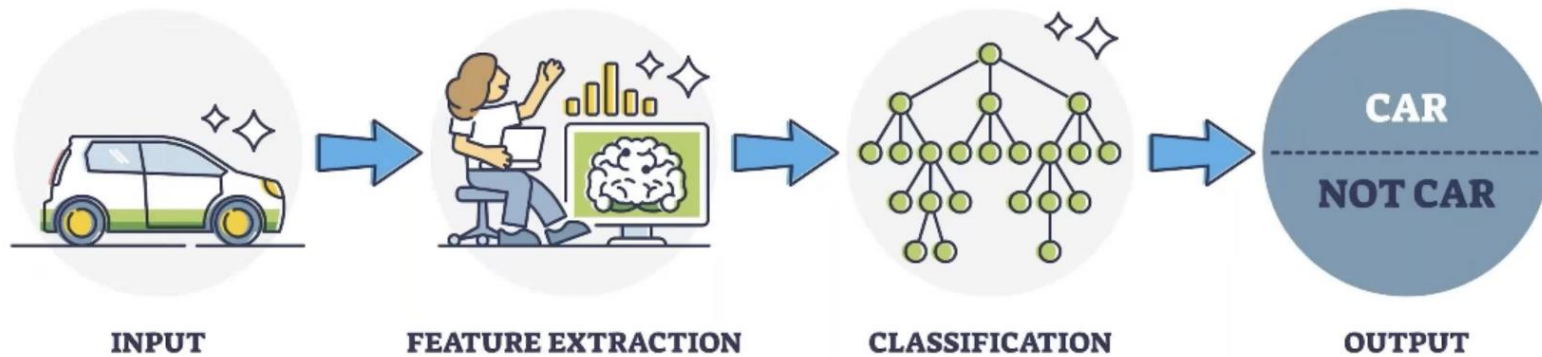
rete neurale che analizza direttamente l'immagine e riconosce pattern complessi

È un sottoinsieme del Machine Learning basato su **reti neurali profonde** (deep neural networks).

- Impara automaticamente le caratteristiche dai dati (niente feature engineering manuale)
- Usa molteplici livelli (layers)
- Ha bisogno di grandi quantità di dati e potenza computazionale

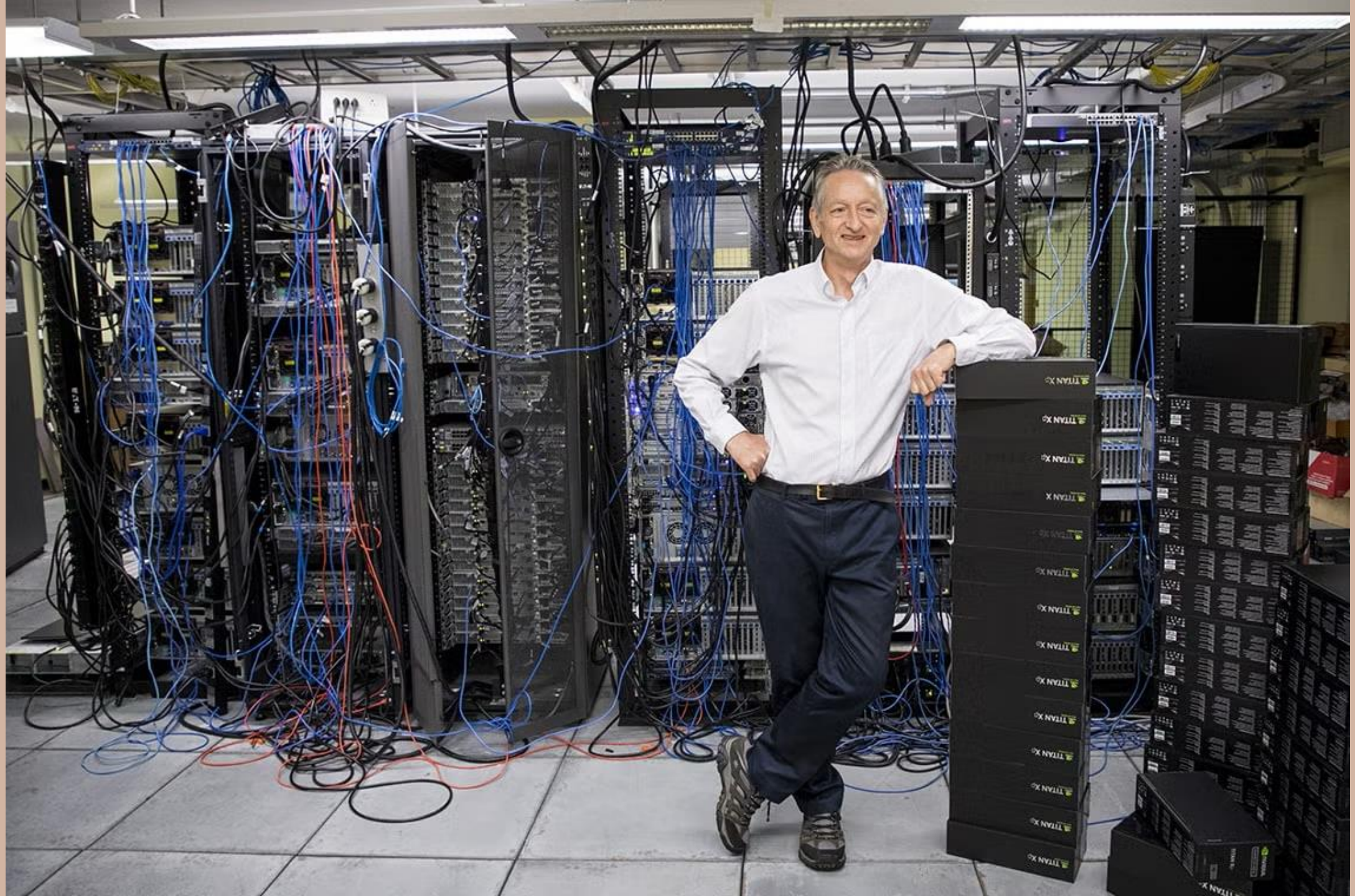


MACHINE LEARNING



DEEP LEARNING







2012: I.A.
ESTINGUERA' I
RADIOLOGI
ENTRO 5 ANNI

Geoffrey Hinton

Nobel per la fisica 2024 con John Hopfield

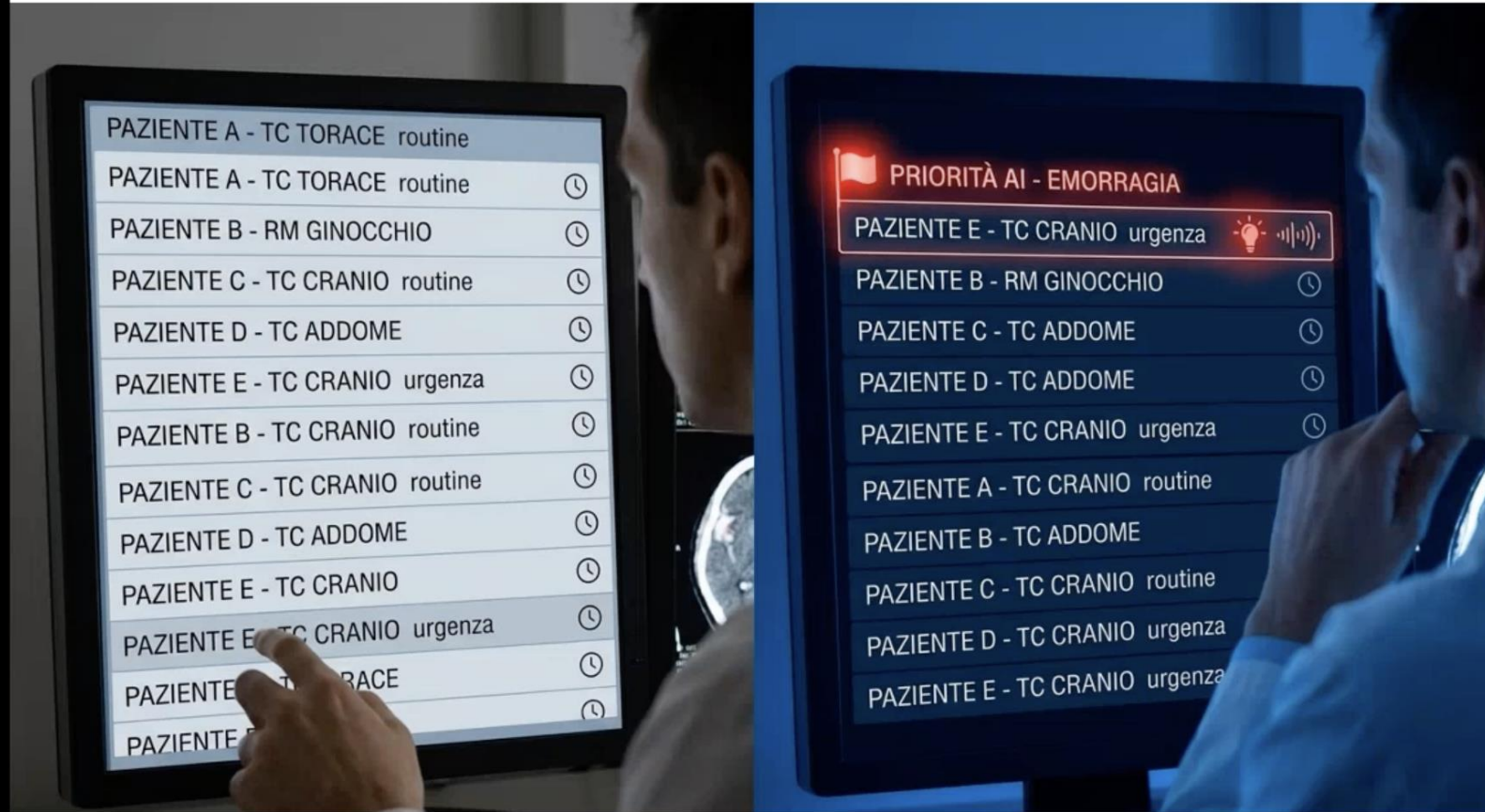
Motivazione: "per scoperte e invenzioni fondamentali che consentono l'apprendimento automatico con reti neurali artificiali".



I.A. IN RADIOLOGIA

- Migliora e analizza le **IMMAGINI**
- **PRIORITORIZZA** esami e sequenza della refertazione
- **QUANTIFICA** in modo più preciso
- **EVIDENZIA** quello che crede sia un'anomalia

Triage Intelligente



Orchestrazione Worklist

I.A. IN RADIOLOGIA

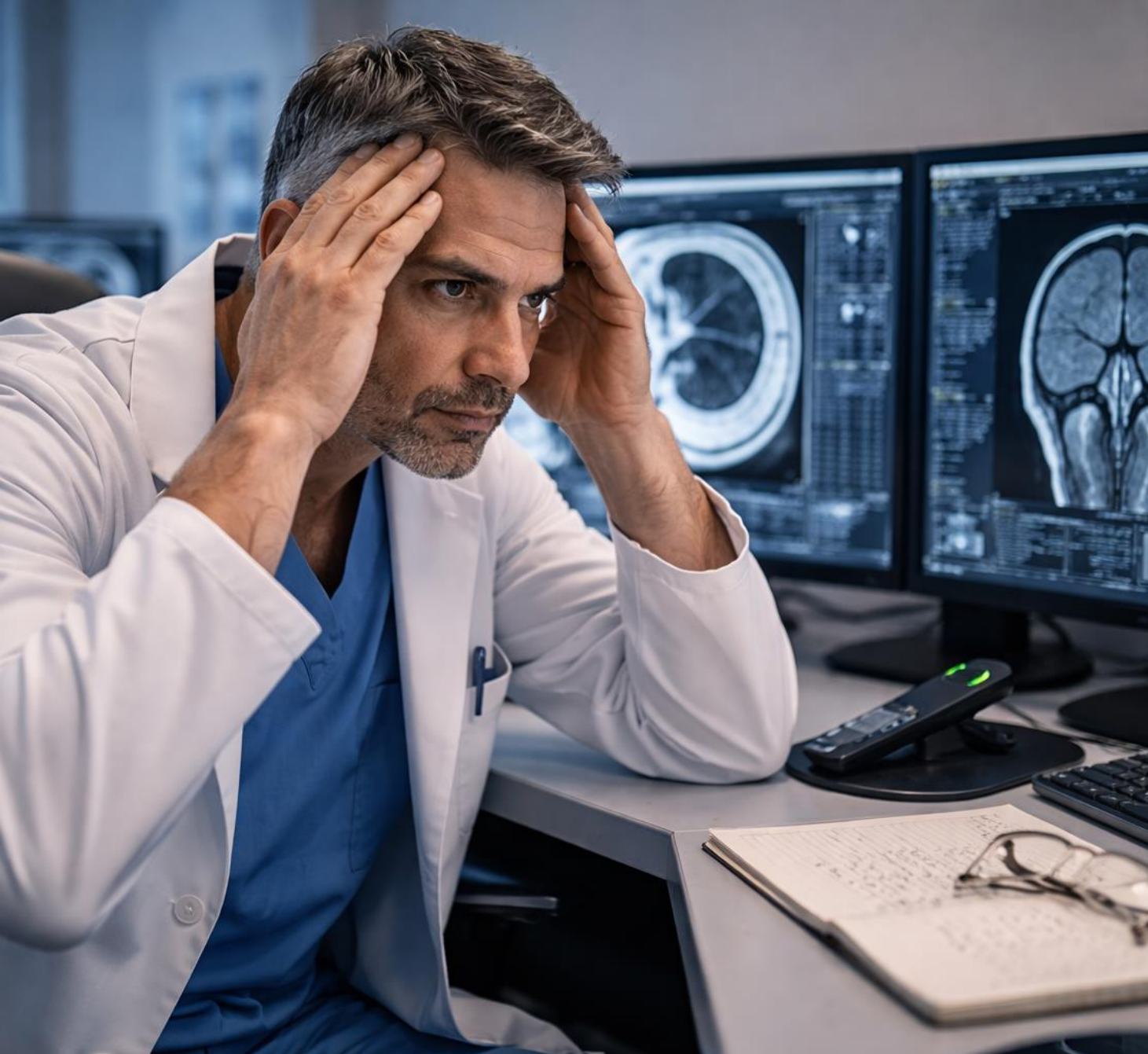
DECISIONI SPESSO PIU'
FACILI

E' UN AIUTO

NON AUMENTA IL RUMORE
DI FONDO

PUO' DETERMINARE
POTENZIALI ERRORI
(IMPARA GRADUALMENTE)

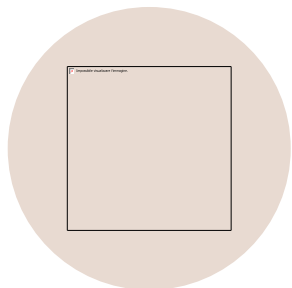




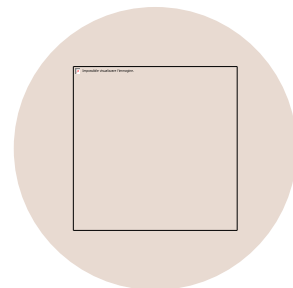
ERRORI I.A.

1. RICONOSCE QUELLO CHE VEDE PIU' VOLTE
2. SE VIENE CAMBIATO IL CONTESTO SBAGLIA DI PIU'

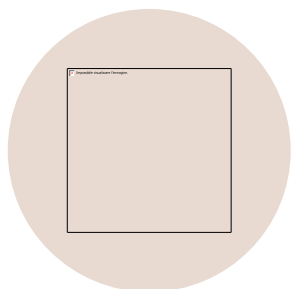
I.A.



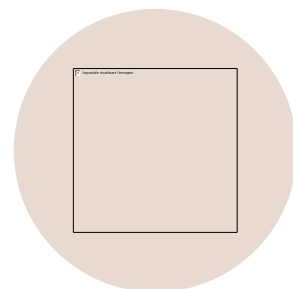
RIDUCE I PASSAGGI



ESEGUE IN MODO
AUTOMATICO
MISURE E COMPITI
RIPETITIVI



GESTIONE PRIORITA'



RENDE I DATI
MEGLIO
CONFRONTABILI

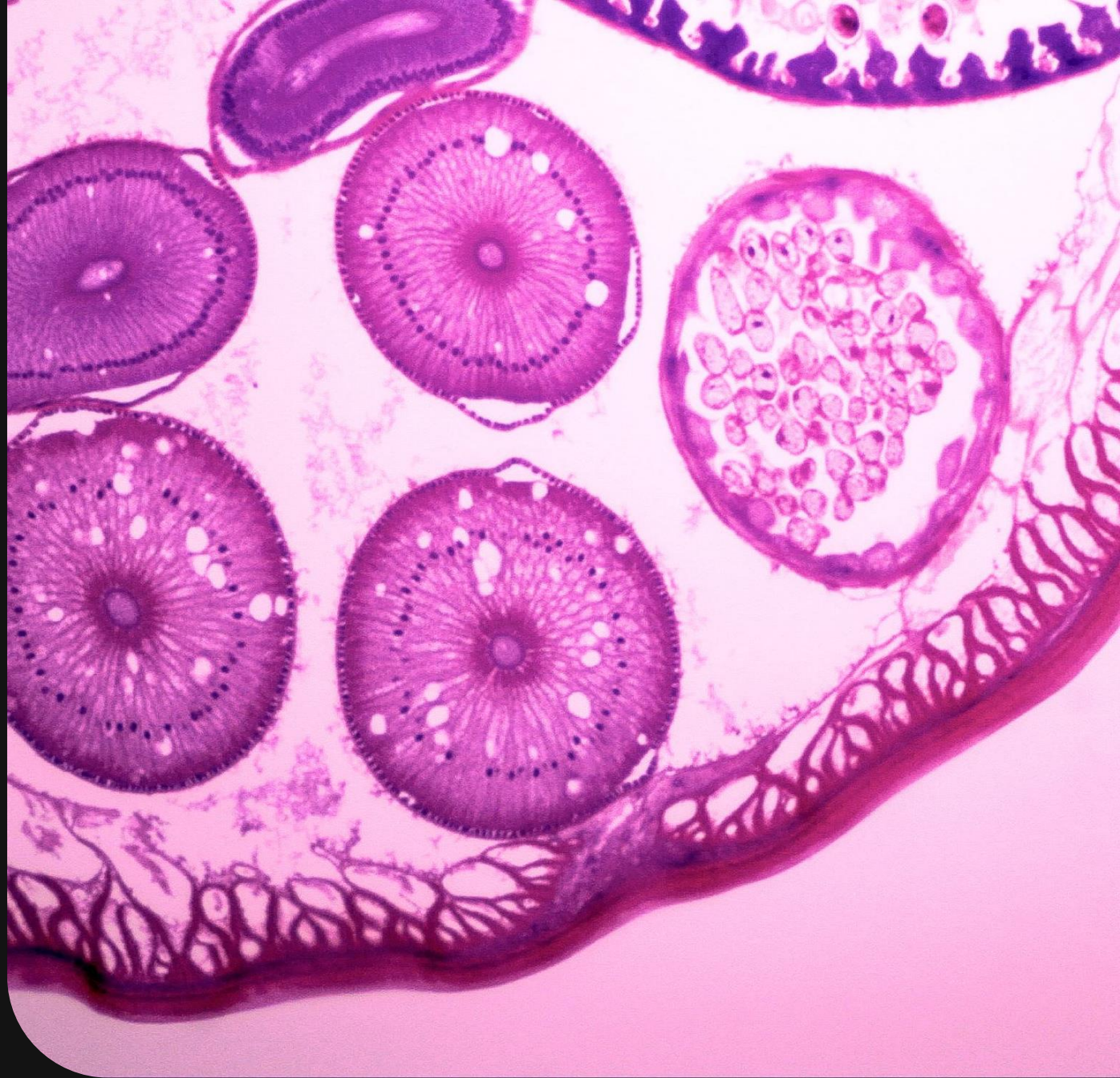
PROBLEMI RADIOLOGICI RISOLVIBILI CON L'I.A.

- Liste d'attesa: è sempre più evidente che non sono risolvibili con l'incremento dell'offerta numerica anche per incremento della tipologia degli esami.
- Incremento del numero di esami radiologici appropriati e loro presa in carico.

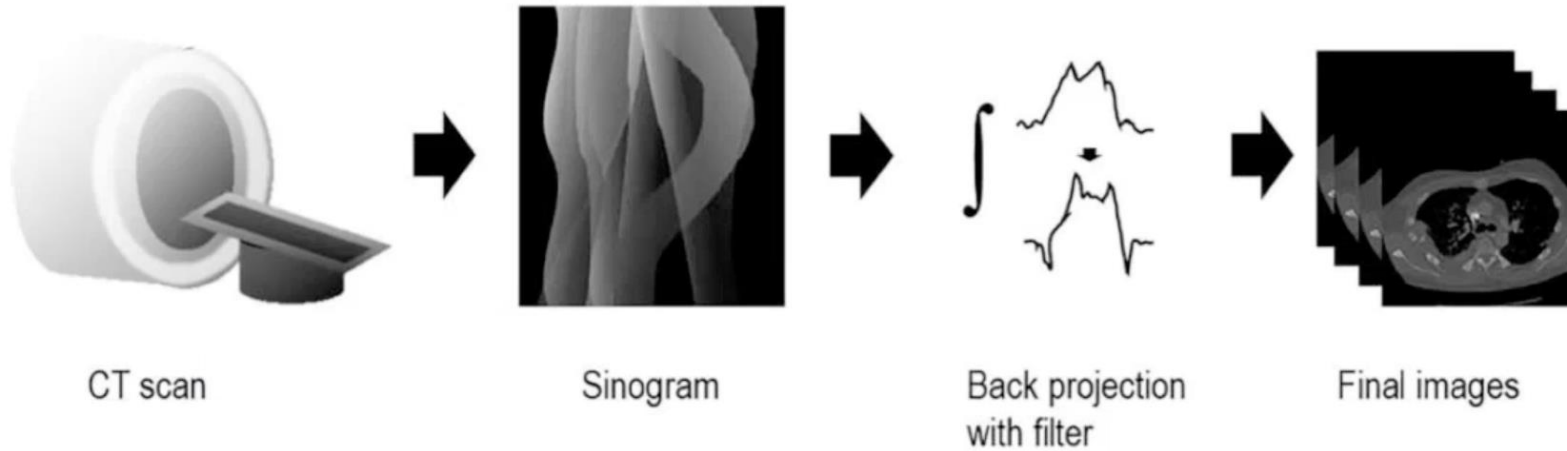


SCREENING TUMORE DEL POLMONE

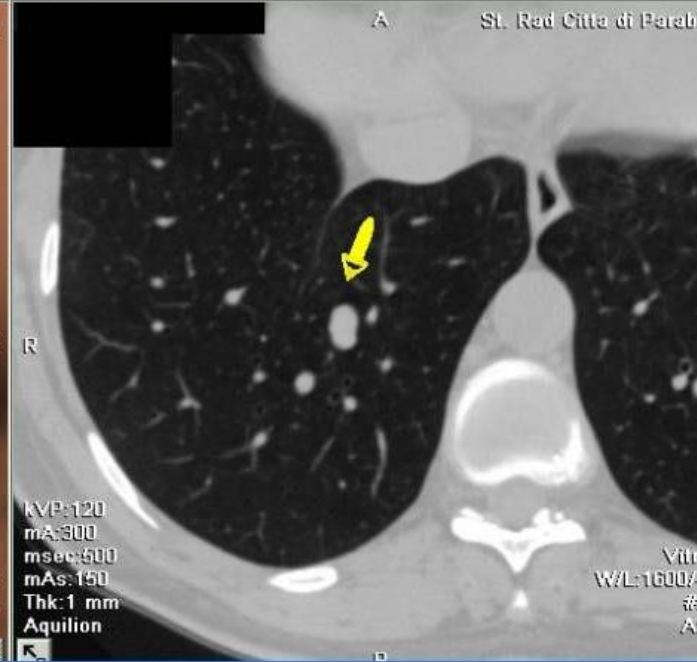
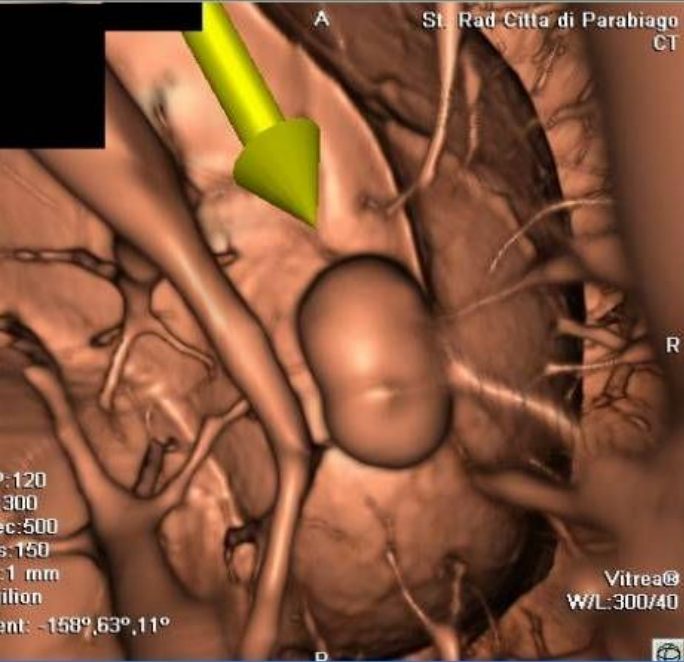
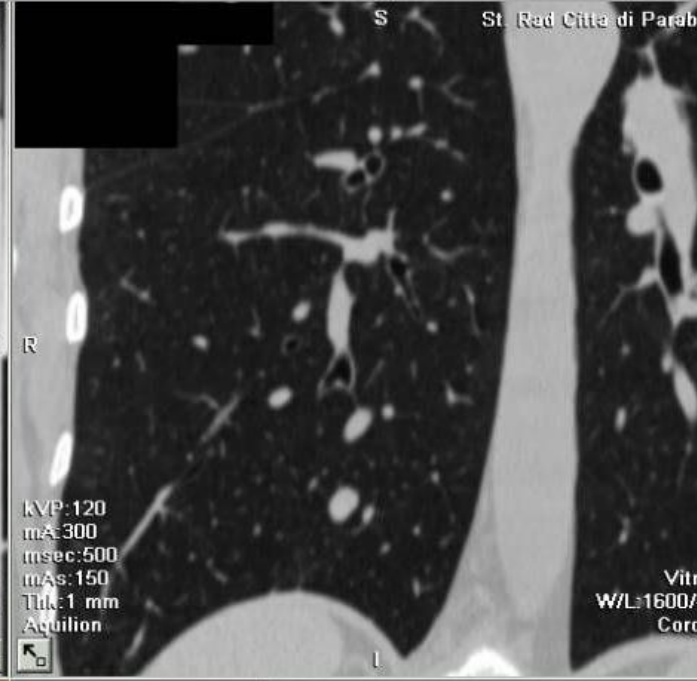
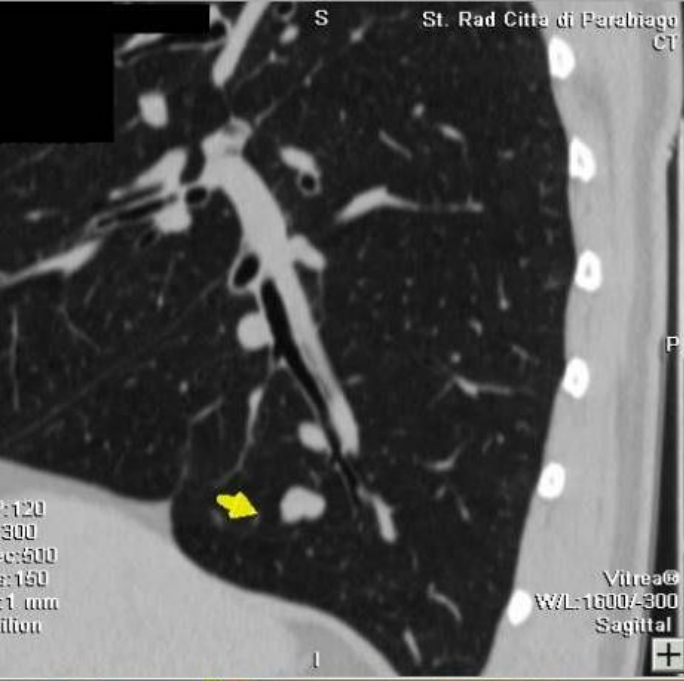
RICONOSCIMENTO NUMERO,
VOLUME, VARIAZIONI E TIPOLOGIA
DEI NODULI

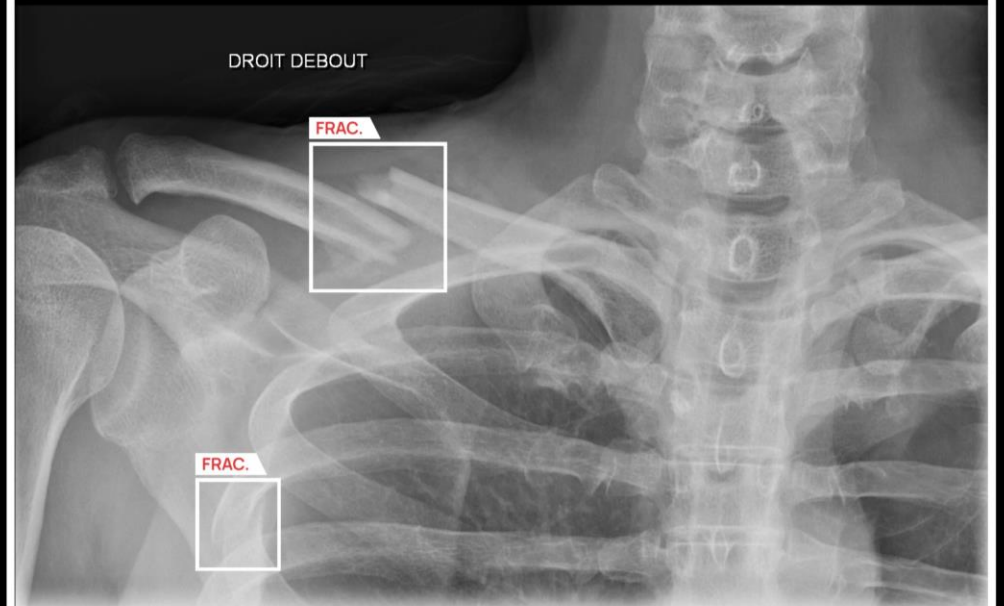
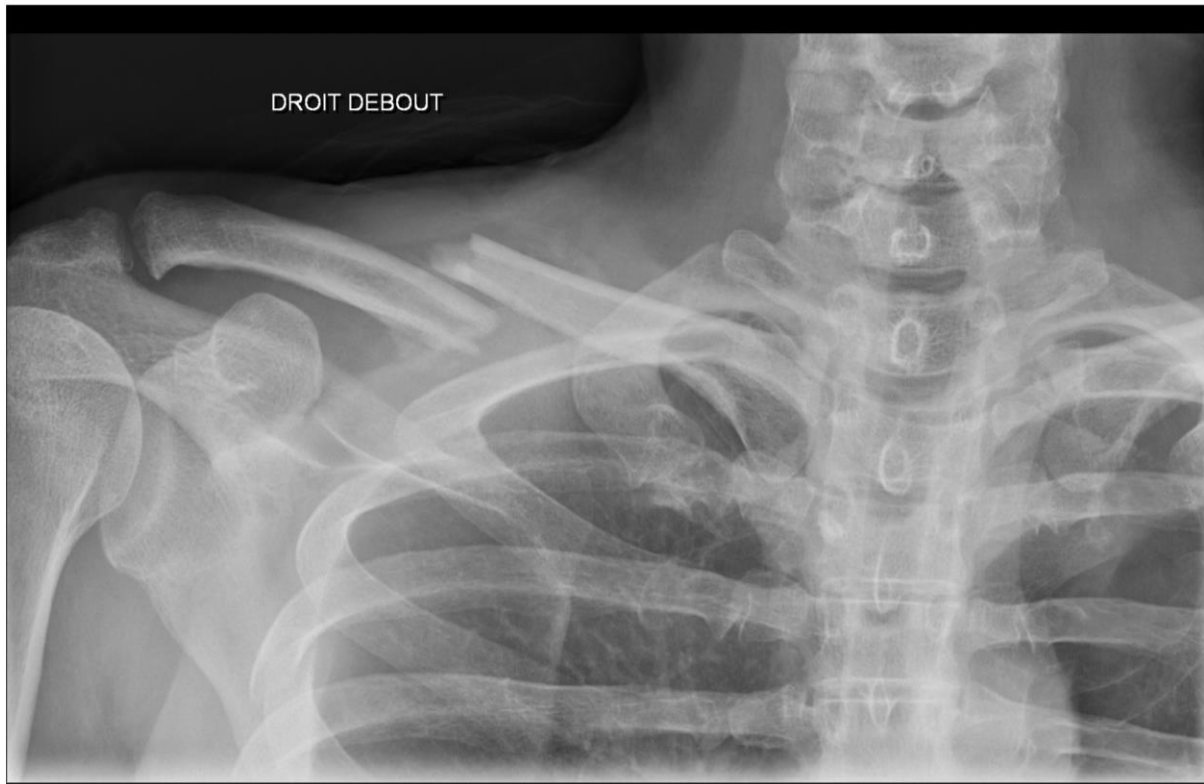


Deep Learning Image Reconstruction (DLIR) in TC



NODULI POLMONARI





RILEVAZIONE FRATTURE OSSEE

SCREENING TUMORE MAMMELLA E I.A.

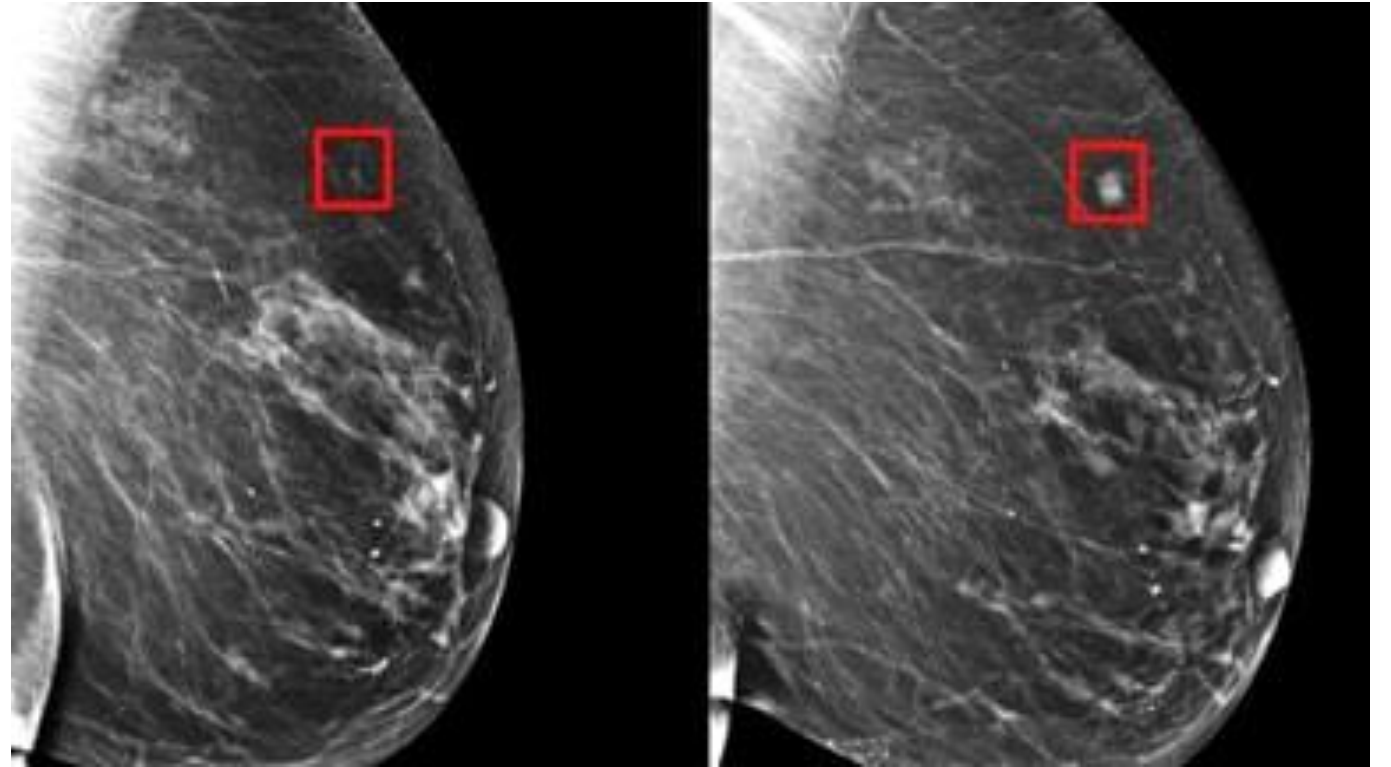


NODULI MAMMARI

Rileva le lesioni

Riduzione falsi negativi

Supporto al secondo
lettore



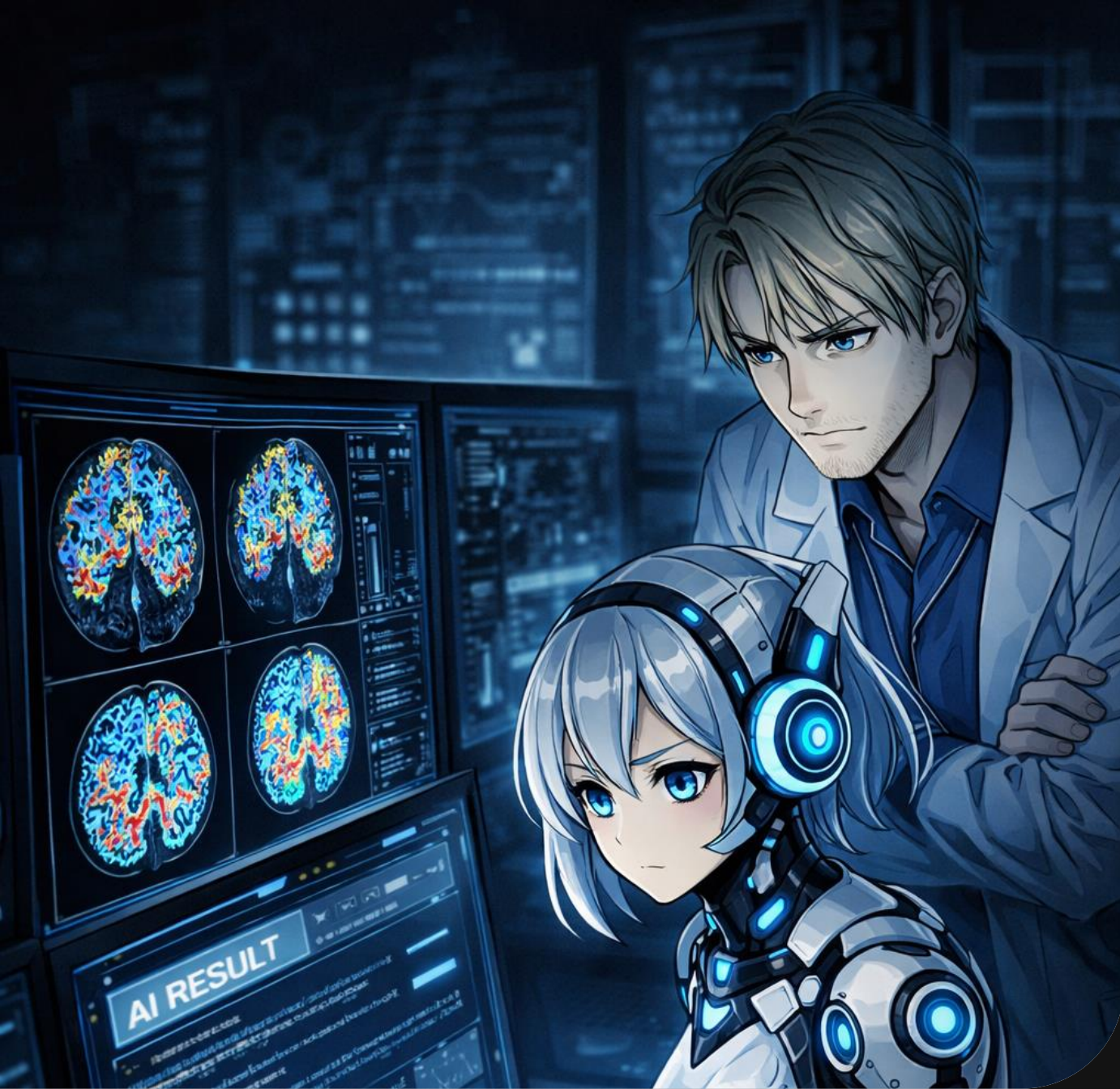
1 LETTORE UMANO 1 I.A.
NO

2 LETTORI UMANI 1 I.A.
YES

1 I.A. 1 O 2 LETTORI UMANI IN BASE ALLA
COMPLESSITA' RILEVATA DALL'ALGORITMO
YES

SCREENING K MAMMELLA

STROKE E I.A.



Valutazione TC dirette Angio-TC,
Perfusione

Identificazione core/penumbra ischemica

1 I.A. LETTURA TC

STROKE TC E I.A.

SELEZIONARE I CASI E RIDURRE I TEMPI

2 I.A. LETTURA ANGIO-TC

3 I.A. LETTURA TC PERFUSIONALE

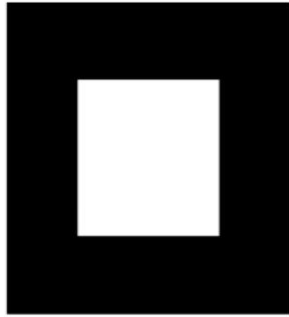
VALUTAZIONE:

RADIOLOGO – NEUROLOGO SPOKE O

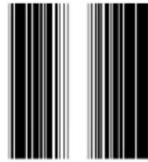
NEURORADIOLOGO – NEUROLOGO HUB

INVIO DATI A NEURORADIOLOGO INTERVENTISTA

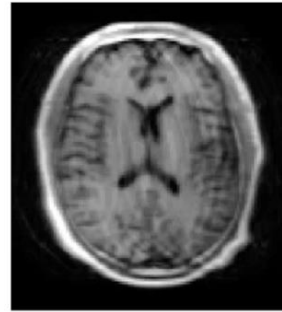
Accelerazione dell'acquisizione in RM con Super-Resolution



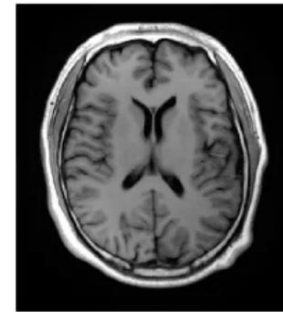
cropping mask



undersampling mask
in LR k-space



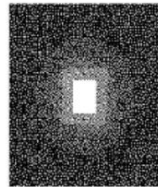
undersampled LR
MR image



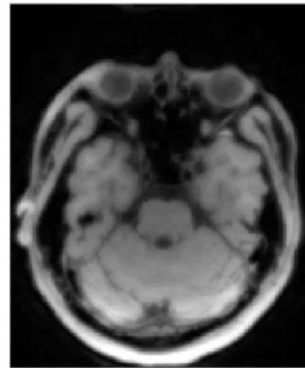
fully sampled HR MR image
(Ground Truth)



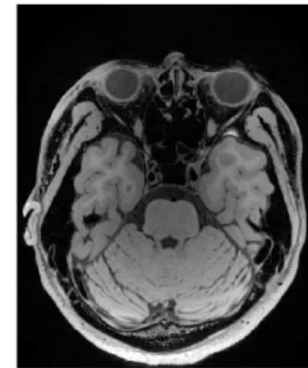
cropping mask



undersampling mask
in LR k-space



undersampled LR
MR image



fully sampled HR MR image
(Ground Truth)

ASPETTI MEDICO LEGALI

Responsabilità: medico
vs software

Normative (es. MDR in
Europa)

IA come dispositivo
medico

LIMITI E CRITICITA'



Bias dei dataset



Generalizzabilità (macchine diverse, popolazioni diverse)



“Black box” → difficoltà interpretativa



Rischio over-reliance



Attacchi informatici in Sanità nel 2025

73%
delle strutture sanitarie italiane

53%
danni gravi

9%
criticità massima

Rapporto Clusit 2025



DESKILLING

GRAZIE ALL'INTRODUZIONE DI NUOVE TECNOLOGIE O AUTOMAZIONE, LE MANSIONI LAVORATIVE DIVENTANO PIÙ SEMPLICI, RIDUCENDO LA NECESSITÀ DI COMPETENZE SPECIALIZZATE. QUESTO FENOMENO CAUSA UNA PERDITA DI ABILITÀ PRATICHE E DEL SAPER FARE

GOVERNATA
TRACCIABILE E
SOSTENIBILE

FUTURO

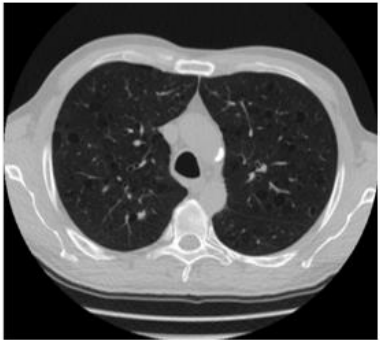
Radiomica

Medicina predittiva

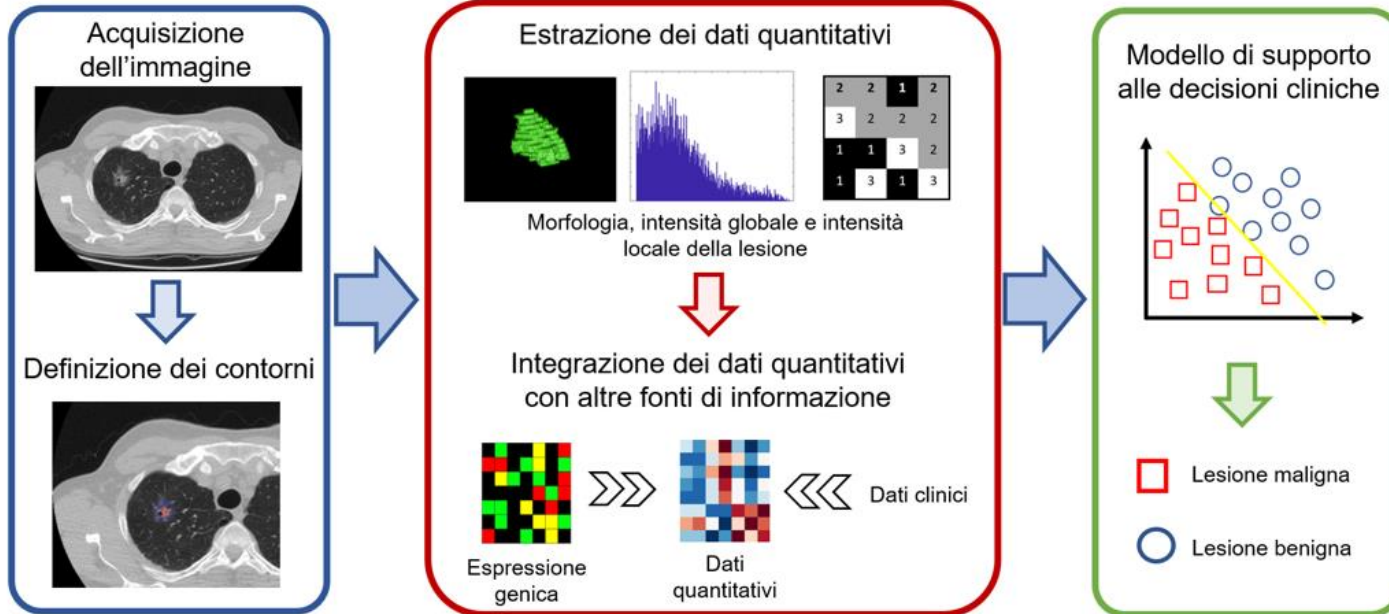
Integrazione con radiologici e
genomici (Radiogenomica)

Referti strutturati + IA

Quesito clinico



Analisi Radiomica



Risultato

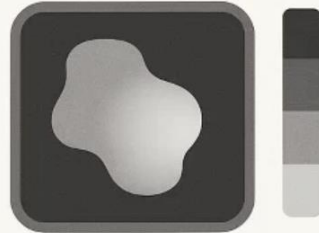


MAIN RADIOMIC FEATURES

SHAPE



INTENSITY



TEXTURE



SIZE



HISTOGRAM AND MATRIX FEATURES

HISTOGRAM



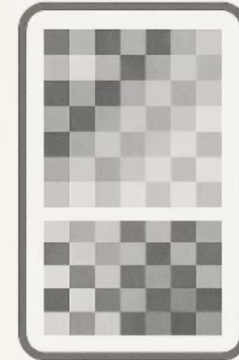
MOMENTS



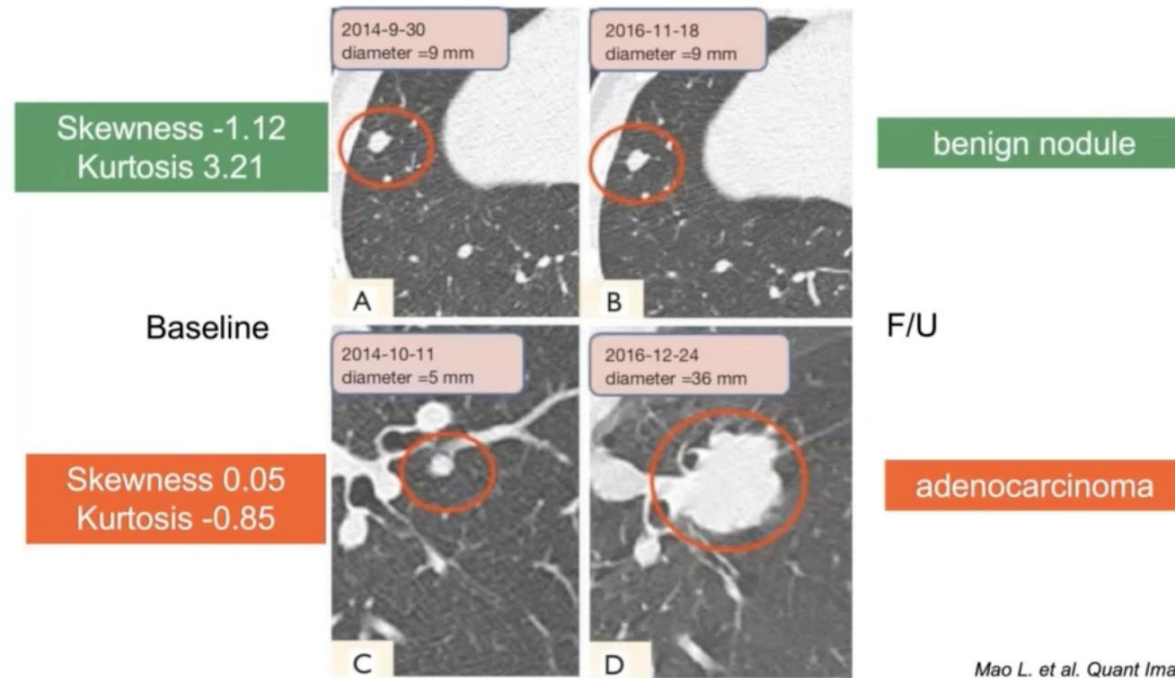
GLCM



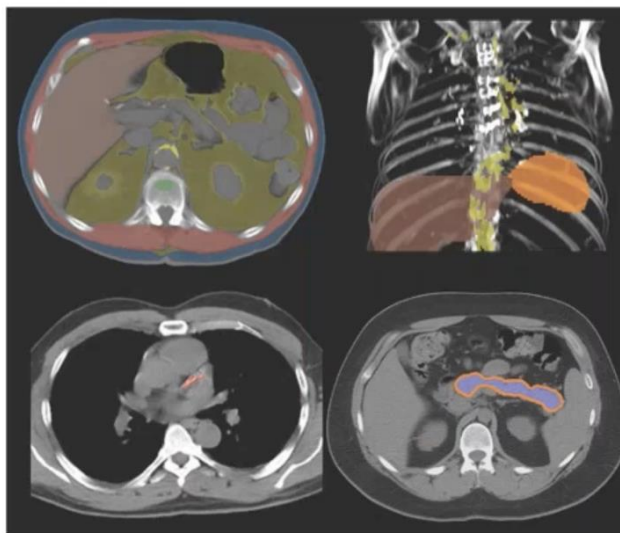
GLSZM



Lesion Characterization



Opportunistic Screening: *Radiology* Scientific Expert Panel



- Quantitative findings at imaging can be used for population health purposes, including risk profiling and presymptomatic detection of disease.
- AI algorithms will be a critical step for the widespread implementation of opportunistic CT screening, providing objective, reproducible, and efficient automation.
- Success of opportunistic screening hinges on acceptance by radiologists, referring providers, and patients alike.
- Regulatory clearance, demonstration of cost-effectiveness, and reimbursement are important considerations for commercialization and implementation.

Pickhardt PJ et al. Published Online: May 23, 2023
<https://doi.org/10.1148/radiol.222044>

Radiology

ECR 2026 RAYS OF KNOWLEDGE

EUROPEAN CONGRESS OF RADIOLOGY | VIENNA / MARCH 04 - 08

NARROW AI: DIAGNOSTICA PER IMMAGINI CLASSICA



Dati Immagine

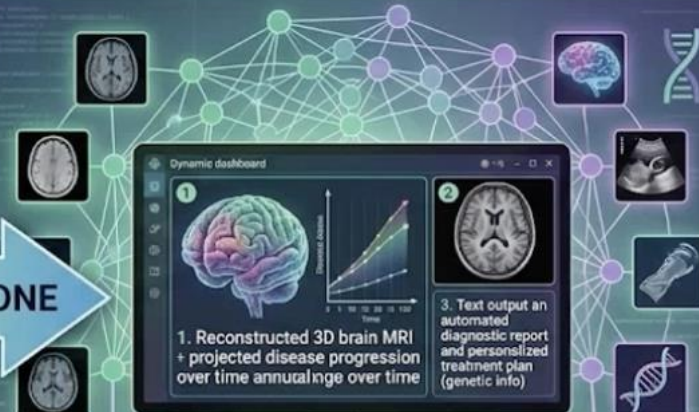


Filtro dei Dati



Automazione di compiti singoli, predefiniti, con alta accuratezza su dati specifici.

IA GENERATIVA AVANZATA: DIAGNOSTICA SINTETICA E PREDITTIVA



Comprensione Multimodale



Sintesi e Ragionamento



Predicting outcomes

Sintesi di dati complessi, creazione di nuove immagini e report, previsione dei risultati clinici basata sul ragionamento multimodale.



L'IA non sostituisce
il radiologo, ma il
radiologo
che usa l'IA sostituirà
quello che non la usa.”

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

