

Intelligenza Artificiale applicata al carcinoma mammario

Raffaella Massafra
Direttrice Scientifica
I.R.C.C.S. Istituto Tumori "Giovanni Paolo II"

La sfida globale



20M

Nuovi tumori nel 2022

Diagnosi a livello mondiale che hanno richiesto trattamenti e presa in carico nei sistemi sanitari globali.

35M

Proiezione al 2050

Secondo i dati GLOBOCAN, il numero di nuovi casi di tumore potrebbe aumentare drasticamente nei prossimi decenni, mettendo a dura prova i sistemi sanitari.

Questi numeri evidenziano la necessità di **sviluppare strategie innovative** per affrontare l'impatto sociale ed economico della malattia oncologica.

Fonte <https://gco.iarc.fr/en>

Il contesto italiano

Nuove diagnosi 2024

Si contano **390.100** nuove diagnosi di tumore in Italia, un **numero stabile** rispetto al biennio 2022-2023, **ma che richiede un'attenzione costante.**

Prevalenza in crescita

Circa **3,7 milioni** di italiani **convivono con una diagnosi di tumore**, richiedendo supporto continuo nel percorso di cura.

Guarigione

La metà dei malati oggi può considerarsi guarita, un risultato che testimonia l'efficacia delle terapie e l'importanza della diagnosi precoce e dello screening..

Risultati incoraggianti in termini sia di sopravvivenza e di guarigione.



Fonte <https://gco.iarc.fr/en>

Progressi in oncologia e riduzione della mortalità

-28%

Mortalità uomini

Riduzione nella fascia 20-49 anni tra 2006-2021

-21%

Mortalità donne

Riduzione nella fascia 20-49 anni tra 2006-2021

-16%

Tumore mammella

Riduzione nella fascia 20-49 anni tra 2006-2021

Women, power, and cancer: a Lancet Commission

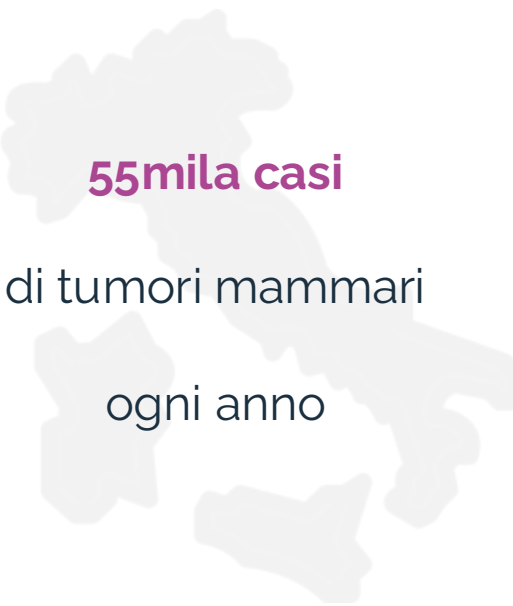
L'oncologia deve ancora compiere molti passi avanti per garantire alle donne un trattamento equo nella sfida contro il cancro, ci sono grandi differenze di genere come descritto da un recente paper pubblicato sulla prestigiosa rivista Lancet:

- Nel 2020 si sono registrate circa 9,2 milioni di **nuove diagnosi di tumore nelle donne** su un totale di circa 19,2 milioni a livello globale
- Almeno 1,5 milioni di **decessi prematuri** per cancro potrebbero essere stati evitati tra le donne con misure di prevenzione primaria e diagnosi precoce
- Ci sono importanti implicazioni sociali ed economiche per le famiglie con familiari oncologico specie se la paziente è una donna e sta crescendo dei figli
- Circa 1 milione di **orfani di madre** a causa del cancro nel 2020
- Le donne sono più a rischio di difficoltà finanziarie rispetto agli uomini, e in molti paesi hanno maggiori probabilità di non disporre delle informazioni necessarie, né del potere sufficiente per prendere decisioni consapevoli sulla propria salute
- I **caregiving** investono tempo, energia e risorse, che dedicano alla cura dei malati di cancro. La maggior parte di oneri è sulle spalle delle donne




E' necessario quindi un approccio di vera equità di genere per quel che riguarda l'oncologia, dall'accesso alle cure ai finanziamenti per la ricerca

Screening Tumore al seno



55mila casi
di tumori mammari
ogni anno



Lo **screening per il cancro del seno**, secondo le indicazioni del ministero della Salute italiano, si rivolge alle **donne di età compresa tra i 50 e i 69 anni** e prevede l'esecuzione gratuita della mammografia **ogni due anni**.

La partecipazione allo screening può ridurre del 40% la mortalità per il tumore al seno.

APPROCCI INNOVATIVI

Lo screening mammografico rappresenta **non solo uno strumento essenziale per la diagnosi precoce**, ma anche un'opportunità strategica per integrare approcci innovativi.

Una visione integrata: One Health e Intelligenza Artificiale



One Health

- Integrazione sanità-ambiente-società
- Prevenzione basata su fattori ambientali
- Modelli predittivi olistici
- Monitoraggio ecosistemico

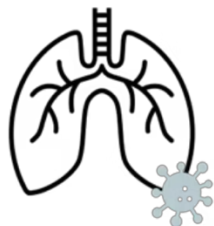


Intelligenza Artificiale

- Diagnostica precoce avanzata
- Supporto decisionale clinico
- Ottimizzazione dei trial clinici
- Analisi predittiva di grandi volumi di dati

Il paradigma One Health riconosce che la salute umana è profondamente interconnessa con la salute ambientale e animale e richiede approcci integrati per comprendere in maniera globale la progressione della malattia e i risultati del trattamento. L'AI è una grande alleata

La nostra esperienza



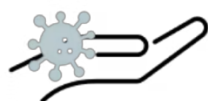
TUMORE POLMONARE

- Insorgenza della polmonite da radiazioni
- Risposta alla chemio-radioterapia
- Risposta all'immunoterapia



TUMORI TESTA-COLLO

- Radio tossicità
- Status HPV



MELANOMA

- Ricorrenza di malattia



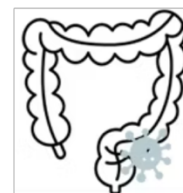
TUMORI GINECOLOGICI

- Ricorrenza di malattia
- Infiltrazione miometriale
- Insorgenza di malattia in pazienti con mutazione BRCA



TUMORE AL SENO

- Risposta alla terapia neoadiuvante
- Ricorrenza di malattia
- Stato metastatico del linfonodo sentinella



TUMORE AL COLON

- Progressione di malattia stratificando per **genere**

PIATTAFORMA ONCO-AI

Stato del Linfonodo Sentinella: sopravvivenza a 5 anni

98.6%

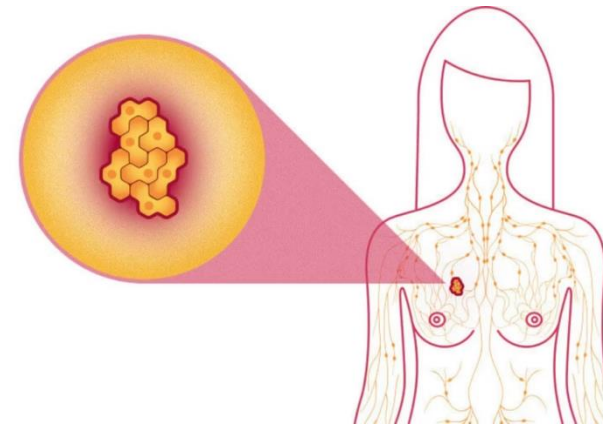
Cancro al Seno in Fase
Iniziale

Pazienti senza coinvolgimento
linfonodale

84.4%

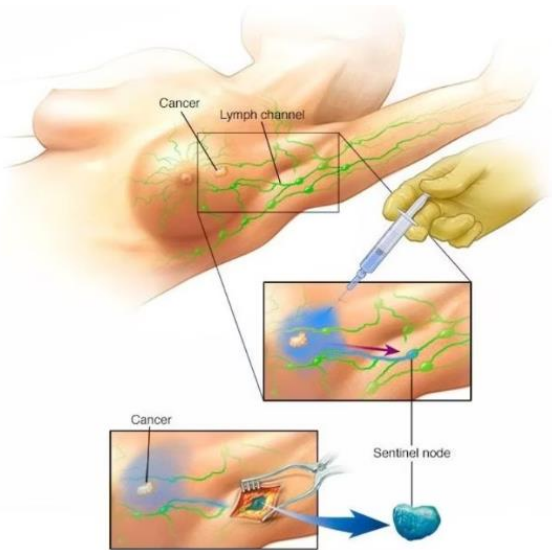
Cancro al Seno
Linfonodo-Positivo

Pazienti con metastasi
linfonodali



Lo stato linfonodale è uno dei fattori prognostici più significativi nel cancro al seno. Una valutazione accurata senza procedure invasive rappresenta un importante progresso nell'assistenza al paziente.

Approccio Attuale: Biopsia del Linfonodo Sentinella



<10%

Tasso di Falsi Negativi

~96%

Accuratezza

85%

Risultati Negativi
 Dei pazienti sottoposti a SLNB

Limitazioni

- Procedura invasiva
- Dispendiosa in termini di tempo
- Costosa
- Potenziali effetti collaterali
- La maggioranza dei pazienti (85%) avrà risultati negativi

Procedura

Durante l'intervento chirurgico, i linfonodi più vicini al tumore mammario primario vengono rimossi e analizzati per identificare la presenza di cellule tumorali.

Lo Screening Ecografico Incontra l'Intelligenza Artificiale

Un Nuovo Paradigma nella Prevenzione

Lo screening ecografico tradizionale si è sempre concentrato sulla diagnosi precoce del tumore al seno. **Oggi, grazie all'integrazione dell'IA, questo approccio si evolve radicalmente:** non ci limitiamo più ad individuare la malattia, ma anche a predirne l'evoluzione e anticipare le complicanze.

Cambio di paradigma: dalla diagnosi alla prevenzione personalizzata.

Predizione del Linfonodo Sentinella

Il nostro algoritmo di IA analizza le immagini ecografiche per **stimare il rischio di coinvolgimento del linfonodo sentinella già in fase precoce**, prima dell'intervento chirurgico, permettendo al chirurgo di **ridurre l'invasività delle procedure e personalizzando il percorso di cura**.

Il risultato?



Medicina Predittiva

Anticipiamo il coinvolgimento linfonodale prima dell'intervento, trasformando lo screening in uno strumento prognostico



Chirurgia Personalizzata

Guidiamo il chirurgo verso scelte più mirate e meno invasive, ottimizzando il piano terapeutico per ogni paziente



Prevenzione delle Complicanze

Riduciamo procedure diagnostiche e chirurgiche non necessarie, migliorando la qualità di vita delle pazienti

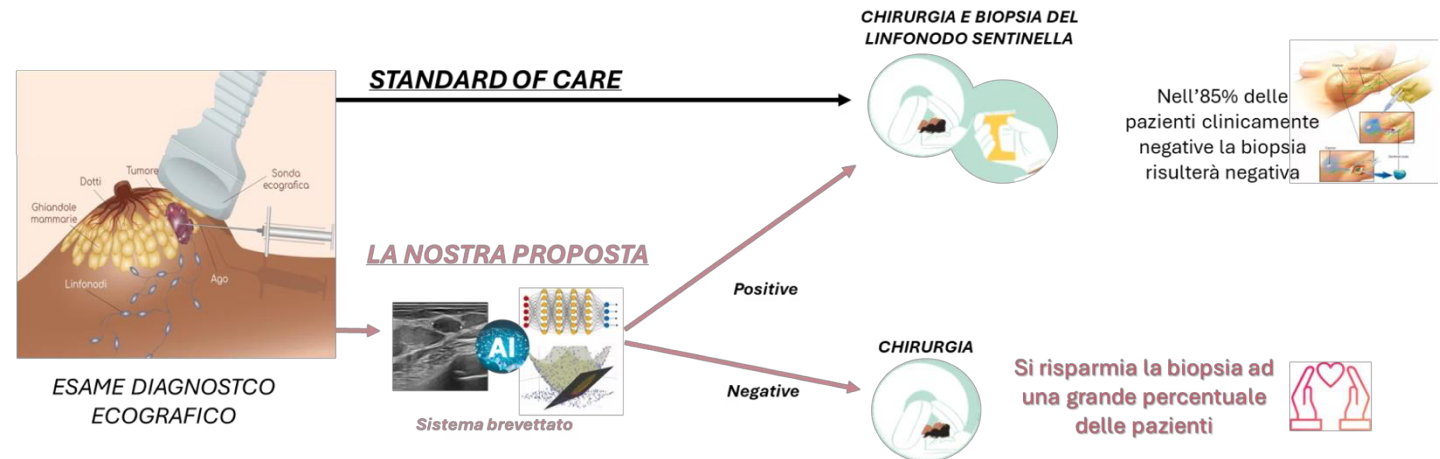
"Non più solo diagnosi precoce, ma prevenzione delle complicanze attraverso la predizione intelligente del rischio individuale."

Previsione delle Metastasi del Linfonodo Sentinella



Sistema e Metodo per la Classificazione dello Stato Metastatico dei Linfonodi Sentinella

Il nostro approccio innovativo combina l'imaging ecografico con algoritmi di IA per prevedere il coinvolgimento metastatico dei linfonodi sentinella nelle pazienti con cancro al seno senza richiedere procedure biotiche invasive.



Analisi dei costi (campione di 100 pazienti)

PRATICA CLINICA

100% SLNB

TOTALE:
165.000 €

Per il SSN una
SLNB ha un
costo pari a
1650 €

NOSTRA PROPOSTA

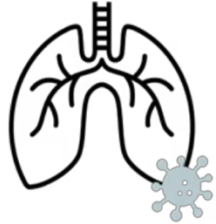
25% SLNB

TOTALE:
41.250 €

SAVING 123.750 €



La nostra esperienza



TUMORE POLMONARE

- Insorgenza della polmonite da radiazioni
- Risposta alla chemio-radioterapia
- Risposta all'immunoterapia



TUMORI TESTA-COLLO

- Radio tossicità
- Status HPV



MELANOMA

- Ricorrenza di malattia



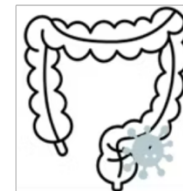
TUMORI GINECOLOGICI

- Ricorrenza di malattia
- Infiltrazione miometriale
- Insorgenza di malattia in pazienti con mutazione BRCA



TUMORE AL SENO

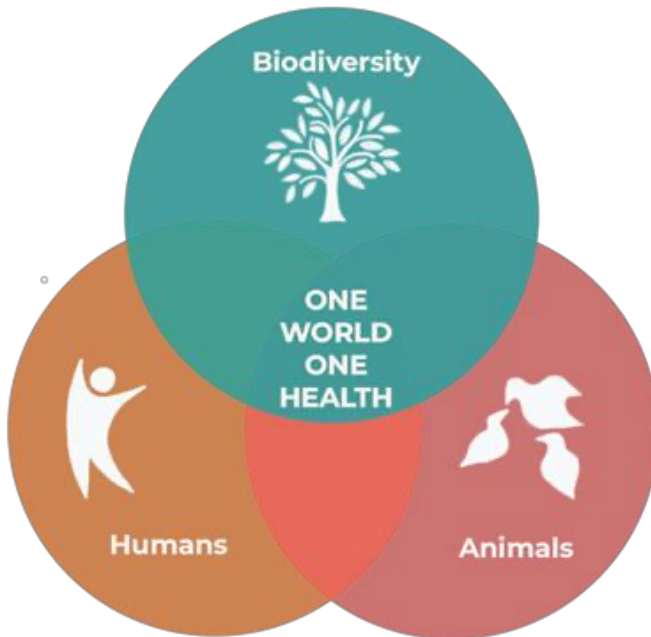
- Risposta alla terapia neoadiuvante
- Ricorrenza di malattia
- Stato metastatico del linfonodo sentinella



TUMORE AL COLON

- Progressione di malattia stratificando per **genere**

One Health - Fattori Ambientali nel Cancro



Impatto Ambientale sul Supporto alle Decisioni Cliniche

Le nostre ricerche mirano a valutare il **potenziale impatto dell'inquinamento ambientale sui modelli clinici di IA** per migliorare l'accuratezza predittiva e personalizzare gli approcci terapeutici.

Aree di Ricerca Chiave:

- **Correlazione tra esposizione all'inquinamento atmosferico e cancro**
- Sviluppo di modelli di rischio geospaziali
- **Integrazione dei fattori ambientali negli strumenti clinici di IA**
- Valutazione del rischio personalizzata basata sui dati di localizzazione

Cancro al Seno: L'inquinamento ambientale influenza i pattern di recidiva

Analisi della Coorte di Pazienti

Abbiamo arruolato e monitorate per eventi di recidiva 565 pazienti trattate per tumore primario della mammella presso l'Istituto Tumori "Giovanni Paolo II" Bari tra il 1995 e 2019

1

2

Estrazione delle Caratteristiche

Sono state analizzate 19 caratteristiche cliniche relative ai tumori mammari primari

3

Integrazione dei Dati Ambientali

Sono stati raccolti i dati sull'inquinamento atmosferico per l'area residenziale di ciascun paziente

4

Analisi Multi-Inquinante

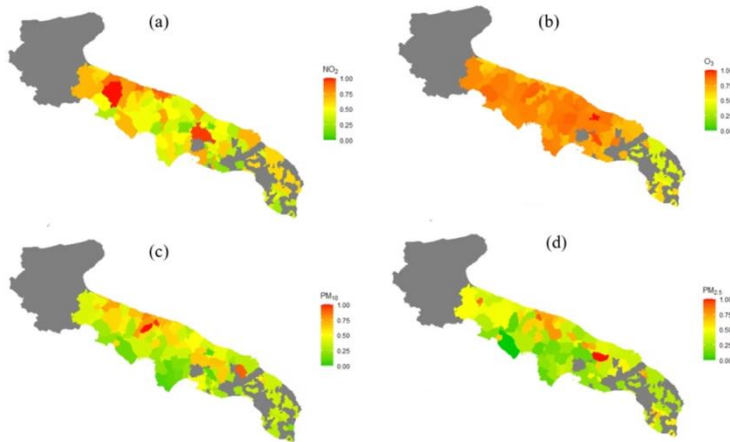
I modelli di clustering statistico hanno identificato aree geografiche con alti e bassi livelli di inquinamento

5

Analisi Comparativa dei Modelli

Confronto delle prestazioni e dell'interpretabilità tra modelli addestrati a seguito della stratificazione dei pazienti per zone di inquinamento

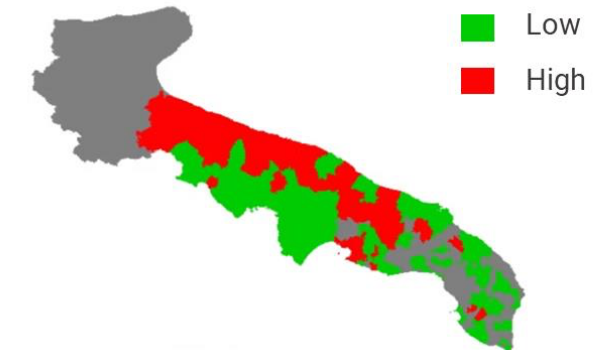
Analisi Geografica dell'Inquinamento Atmosferico



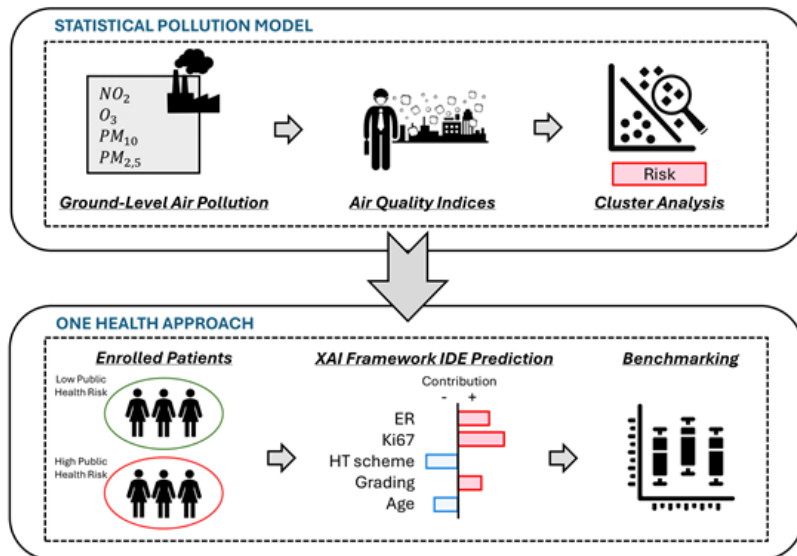
Metodologia

- Un algoritmo di classificazione unsupervised ha **individuato due aree geografiche in base ai pattern di inquinamento**
- Le aree sono state quindi raggruppate in **due distinte classi di rischio** per la salute pubblica (Basso rischio/Alto rischio)

- Siamo partiti dalla distribuzione geografica degli indici di qualità dell'aria nelle zone residenziali dei pazienti reclutati.
- I modelli sviluppati consentono una stima precisa delle concentrazioni al suolo dei principali inquinanti atmosferici su scala comunale in Italia, utilizzando dati satellitari, meteorologici e geografici.
- L'analisi ha incluso gli inquinanti **biossido di azoto (a), ozono troposferico (b), PM10 (c) e PM 2.5 (d)**



Risultati



- ✓ IL tempo libero da malattia delle pazienti con recidiva residenti nelle zone ad alto rischio di inquinamento è significativamente inferiore rispetto a quello dei pazienti residenti nelle zone a basso rischio.
- ✓ Le performance del modello predittivo della ricorrenza di malattia entro 10 anni è significativamente maggiori se addestrato stratificando a monte i pazienti in base alla zona di rischio di appartenenza.
- ✓ Questo suggerisce che i fattori ambientali giocano un ruolo cruciale nei pattern di recidiva e dovrebbero essere integrati nei modelli predittivi.



Sfida per il futuro

La vera sfida per il futuro sarà integrare i dati raccolti nei centri di tutta Italia, per costruire un modello One Health su larga scala, capace di diventare un alleato concreto nella riduzione della mortalità dei pazienti oncologici.

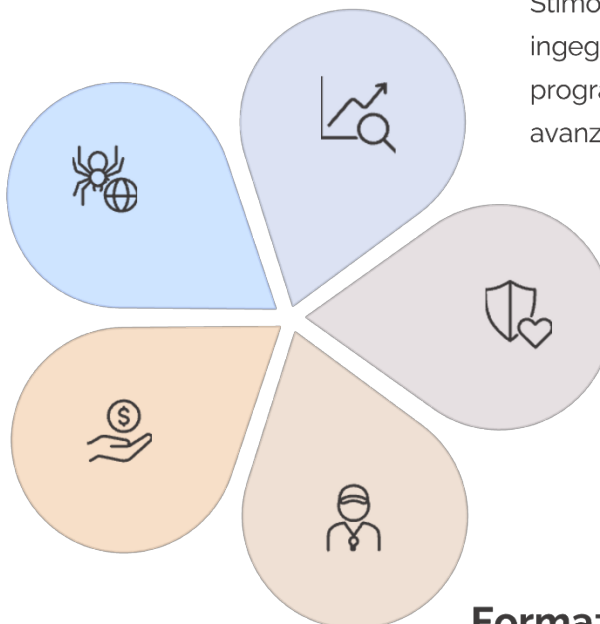
Call to Action per i decision maker

Infrastrutture digitali

Investire in sistemi avanzati di data governance, piattaforme di intelligenza artificiale e reti di condivisione sicura dei dati clinici a livello nazionale ed europeo.

Finanziamenti strategici

Destinare risorse economiche adeguate per sostenere l'innovazione tecnologica e la ricerca in ambito oncologico, con particolare attenzione alle tecnologie emergenti.



Ricerca multidisciplinare

Stimolare collaborazioni tra oncologi, epidemiologi, ingegneri biomedici e data scientist per sviluppare programmi di sorveglianza ambientale e modelli predittivi avanzati.

Prevenzione con approccio One Health

Promuovere politiche coordinate tra ambiente, alimentazione e comunità, creando ecosistemi sociali che favoriscano stili di vita sani e riducano l'esposizione a fattori di rischio.

Formazione specialistica

Sviluppare programmi educativi per formare la prossima generazione di professionisti nell'oncologia di precisione e nella medicina personalizzata e utilizzo approcci AI

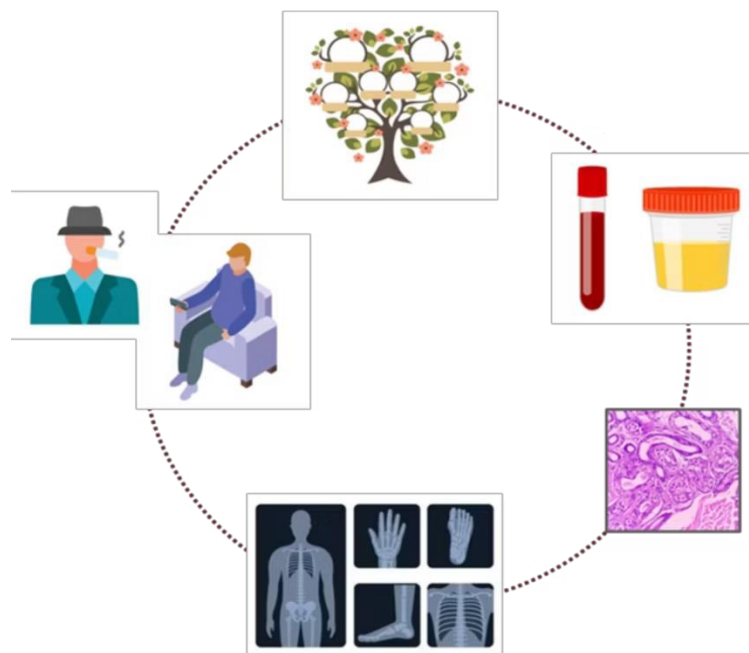
Il futuro dell'oncologia italiana richiede visione strategica, investimenti mirati e collaborazione tra tutti gli stakeholder del sistema sanitario, con l'obiettivo comune di rendere l'oncologia veramente predittiva, personalizzata e sostenibile entro il 2035.

Grazie per la Vostra Attenzione

Il cambiamento non è più un'ipotesi,
ma una necessità strategica

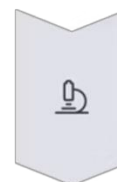
Intelligenza Artificiale

Cosa può fare l'IA in Oncologia?



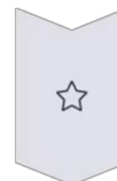
Prevenzione

Modelli di valutazione del rischio e algoritmi di rilevamento precoce per identificare popolazioni ad alto rischio



Diagnosi

Analisi avanzata delle immagini e riconoscimento dei pattern dei biomarcatori per una diagnosi più precoce e accurata



Trattamento

Pianificazione personalizzata del trattamento basata su profili genetici e modelli predittivi di risposta



Follow-up

Sistemi di monitoraggio continuo e algoritmi di previsione delle recidive per un migliore follow-up dei pazienti