

L'evoluzione tecnologica che stiamo vivendo è senza precedenti

L'Intelligenza Artificiale si sta affermando come pilastro fondamentale nella pratica clinica quotidiana, ridisegnando la nostra

specializzazione con un impatto diretto e rilevante sull'oncologia: formula diagnosi precise, elabora terapie personalizzate e offre proiezioni prognostiche con un grado di precisione prima inimmaginabile. Non siamo semplicemente testimoni di una "novità". Siamo nel bel

mezzo di un cambiamento che richiede impegno immediato e costante da parte degli operatori sanitari.

La redazione di *GynecoAogoi* ha pianificato l'uscita di una serie di articoli centrati sull'impiego dell'Intelligenza Artificiale nel trattamento del

cancro ginecologico. Ogni articolo si propone di essere un elemento informativo di rilievo, offrendo non solo uno sguardo d'insieme, ma anche strumenti operativi e analisi approfondite sull'impiego di queste tecnologie avanzate.

NUOVE TECNOLOGIE

Come l'Intelligenza Artificiale sta cambiando la diagnostica per immagini del cancro ginecologico

Le nuove tecnologie velocizzano e innovano la diagnostica. Aiutano i clinici a prevedere il decorso della malattia e a personalizzare la terapia tra entusiasmo e timori etici

IN CHE MISURA l'Intelligenza Artificiale (IA) può garantire diagnosi affidabili senza l'intervento umano? Come possiamo essere certi che l'impiego dell'IA nella diagnostica per immagini tuteli la privacy dei pazienti e rispetti i principi etici fondamentali della medicina? Interrogativi come questi animano frequenti discussioni tra i professionisti della salute. Discussioni che sottolineano l'enorme potenziale che mostra di avere l'IA nel rinnovare la pratica clinica, in particolar modo in campo diagnostico e terapeutico. Alla base di questo rinnovamento c'è l'impiego degli algoritmi di apprendimento automatico, basati su sofisticate tecniche di Machine Learning (ML) e Deep Learning (DL). Tali tecnologie costituiscono le fondamenta su cui l'IA costruisce la sua capacità di elaborare e interpretare enormi volumi di dati: il ML è in grado di agganciarsi ad ampi set di risultati usando algoritmi avanzati, mentre il DL utilizza reti neurali articolate per elaborare processi decisionali, in particolare nei casi più complessi come quelli dell'interpretazione clinica. Queste tecnologie, che stanno ormai rivoluzionando il campo della medicina, offrono strumenti innovativi per la diagnosi, il trattamento e il monitoraggio delle malattie, incrementando la sicurezza delle procedure mediche.

L'ONCOLOGIA È UNO DEI I SETTORI che più sta beneficiando di questo rinnovamento. Grazie all'IA, strumenti diagnostici come la Risonanza Magnetica (RM), la Tomografia Assiale Computerizzata (TAC), la Tomografia a Emissione di Positroni (PET) e l'Ecografia, potenziati dalle tecniche di apprendimento automatico di ML e DL, stanno migliorando notevolmente la capacità di riconoscere e classificare lesioni tumorali, spostando l'asticella della precisione e dell'affidabilità a livelli più alti.



CARLO SBIROLI
Past president Aogoi

L'impiego di queste tecnologie non solo aumenta l'accuratezza nel rilevare le lesioni, ma migliora anche la definizione della loro natura e la valutazione del loro potenziale livello di aggressività, il che si traduce in una stadiazione più precisa e in una pianificazione terapeutica più mirata.

DIAGNOSTICA IA-INTEGRATA

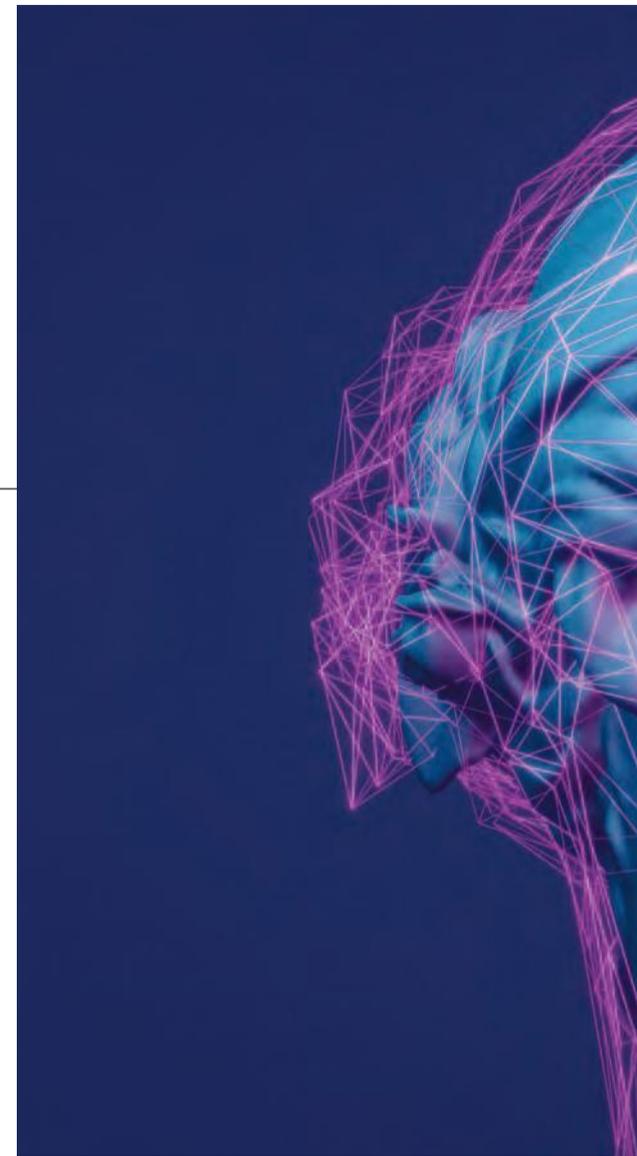
L'ULTIMA GENERAZIONE delle tecnologie diagnostiche per immagini è caratterizzata dall'adozione dell'IA che è in grado di analizzare le scansioni in tempo reale. Utilizzando algoritmi di apprendimento automatico, queste tecnologie avanzate confrontano le immagini con un vasto database di casi clinici precedentemente analizzati e validati, cosicché quando rilevano delle anomalie morfologiche, che potrebbero essere potenziali indicatori della presenza di tessuto tumorale, il sistema le segnala immediatamente. Queste innovazioni sono già una realtà consolidata che ha portato a un significativo salto qualitativo in oncologia, un campo in cui la precisione diagnostica è di fondamentale importanza.

La *Risonanza Magnetica dotata di Intelligenza Artificiale* (RM-IA) svolge un ruolo rilevante nella stadiazione del cancro ginecologico, fornendo un quadro dettagliato delle dimensioni e della diffusione del tumore, incluso il potenziale coinvolgimento linfonodale. Con riferimento al cancro del collo dell'utero, in pazienti allo stadio IB-IIB, Kenburn Sone, ginecologo oncologo dell'Università di Tokyo, riporta in un suo recente lavoro che "la RM-IA mostra un miglioramento significativo nel rilevare il coinvolgimento parametriale e le metastasi linfonodali con un'accuratezza del 75%, una sensibilità dell'88% e una specificità del 71%. E nel cancro dell'endometrio permette di evidenziare l'invasione del miometrio con un'accuratezza fino all'84%, superando le tradizionali valutazioni umane e consentendo una scelta terapeutica più accurata". Inoltre, per quanto riguarda il cancro ovarico, l'analisi RM assistita da IA è fondamentale per identificare le masse pelviche con precisione,

offrendo una sensibilità dell'81% e una specificità del 98%, superiore rispetto ai metodi diagnostici radiologici standard e fornendo una guida più accurata per la pianificazione del trattamento.

Nella diagnostica per immagini la frontiera più avanzata è rappresentata dalla nuova versione della *Risonanza Magnetica di Diffusione* (Diffusion Weighted Imaging, DWI), ora potenziata dall'IA. Questa tecnologia ha già mostrato il suo potenziale nell'oncologia mammaria e prostatica e ora si affaccia nel settore ginecologico. Nonostante i risultati promettenti di questa applicazione non siano stati ancora pubblicati, è stato anticipato che la DWI-IA offre una lettura più accurata delle scansioni, sfruttando l'analisi avanzata dell'IA per distinguere con precisione tra tessuto sano e patologico. "Il sistema sfrutta la disposizione irregolare delle cellule nel tessuto malato rispetto a quello sano, che genera delle differenze nel modo in cui si muovono le molecole d'acqua", precisa Alexander Wong, professore di ingegneria dell'Università di Waterloo, specializzato nelle applicazioni dell'IA all'imaging biomedico. "La tecnologia evidenzia queste differenze e rende possibile non soltanto sapere dove si trova il tumore, ma anche la sua aggressività, consentendo di operare con una chirurgia mininvasiva e molto localizzata".

Anche nella *Tomografia Assiale Computerizzata assistita dall'Intelligenza Artificiale* (TAC-IA) la tecnologia si basa su algoritmi di apprendimento automatico in grado di analizzare immagini TAC. L'integrazione dei sistemi di IA nella tecnologia TAC migliora nettamente l'accuratezza diagnostica. Ma il vero valore aggiunto sta nell'ottimizzazione dei protocolli di scansione, capaci di ridurre ulteriormente l'esposizione alle radiazioni pur mantenendo inalterate la qualità delle immagini. In termini di routine professionale, "riduce notevolmente i compiti ripetitivi tipici dei radiologi, per i quali il sistema di IA realizza l'intera fase di analisi immagini, e quindi il bulk del lavoro".





“

Con un approccio etico e una continua evoluzione tecnologica, insieme alla formazione adeguata dei medici, l'IA è destinata a diventare un pilastro nella lotta contro il cancro ginecologico, migliorando notevolmente la salute e la qualità della vita delle donne

Sebbene la TAC-IA non raggiunga il livello di dettaglio per i tessuti molli che caratterizza la RM-IA, il suo utilizzo rimane fondamentale in specifiche situazioni cliniche. In particolare, risulta essenziale nell'individuare le calcificazioni caratteristiche e gli accumuli adiposi significativi, come quelli riscontrati nelle cisti dermoidi ovariche. Nel contesto del cancro ovarico, la TAC-IA si distingue per la sua capacità di evidenziare tali calcificazioni e di quantificare grandi depositi adiposi, offrendo quindi una visione più completa e dettagliata che si traduce in un piano di cura ottimizzato.

In campo ginecologico, la *Tomografia a Emissione di Positroni assistita dall'Intelligenza Artificiale (PET-IA)*, mostra risultati migliori, rispetto alla TC-IA e RM-IA e alla stessa PET tradizionale, particolarmente nella fase di stadiazione, ovvero nel rilevamento di metastasi linfonodali e di lesioni a distanza. Per il cancro ovarico, la PET-IA è determinante in caso di sospette recidive, con una sensibilità che varia dall'80 al 100%, pur con limiti per lesioni minori di 1 cm o situate nel peritoneo, rispetto a quelle del retroperitoneo o della pelvi. Le tecnologie di RM-IA e PET-IA rivestono un ruolo importante nel follow-up chirurgico dei tumori ginecologici. Grazie al DL, sono in grado di tracciare i cambiamenti nel tempo all'interno delle immagini diagnostiche. Questo processo consente di valutare con precisione l'efficacia di trattamenti, come la chemioterapia e la radioterapia, per fare correzioni tempestive al piano di cura e massimizzare così l'efficienza del percorso terapeutico. L'*Ecografia assistita dalla Intelligenza Artificiale (E-IA)* sta determinando un notevole avanzamento nella precisione diagnostica. Utilizzando algoritmi di DL, i dispositivi ecografici più moderni sono in grado di differenziare tra tumori ovarici benigni e maligni con un'accuratezza molto elevata che varia dall'85% al 96%, a seconda del tipo di apparecchiatura usata. Inoltre, l'E-IA non solo migliora la capacità di rilevare le lesioni nelle loro fasi iniziali, ma supporta anche i clinici nel processo decisionale, spianando la strada per appro-

fondimenti diagnostici più mirati o la conferma di un intervento chirurgico. La sua disponibilità immediata e la mancanza di esposizione a radiazioni fanno dell'E-IA un metodo diagnostico sicuro e preferibile per i pazienti a cui vanno fatti controlli periodici e a chi manifesta sintomi sospetti. Per i medici, invece, questo strumento aiuta a creare piani di trattamento personalizzati e a monitorare le risposte ai trattamenti in atto.

RADIOMICA

SONO ANNI che la ricerca clinica lavora per trasformare la diagnostica per immagini in uno strumento indispensabile nel trattamento del cancro. La radiomica s'inserisce in questo contesto come progressione logica di tecniche avanzate di imaging, quali la RM, la TAC, la PET e l'Ecografia, tutte potenziate oggi dall'IA. Grazie ad una generazione di algoritmi evoluti, la radiomica è in grado di trasformare le immagini in un ricchissimo spettro di dati numerici e di estrarre pattern non riconoscibili all'occhio umano, andando oltre la semplice rappresentazione anatomica. Questa tecnologia non si limita ad una rappresentazione visiva di una eventuale lesione, ma va oltre: decodifica ciascuna immagine in parametri dettagliati, come l'analisi della struttura, la forma, il perimetro e l'intensità dei pixel all'interno di una zona presa in considerazione (ad esempio, un tumore). L'insieme di queste informazioni - *firma radiomica* -, abbinata ai dati clinici dei pazienti, costituisce la base su cui vengono addestrati algoritmi predittivi che delineano l'aggressività, il decorso delle patologie e la risposta ai trattamenti.

A differenza dei tradizionali metodi, che analizzano frammenti di tessuto tumorale, la radiomica esplora l'intera massa tumorale. "È come se i tumori fossero osservati attraverso una lente che rivela molti più dettagli di quanto un normale campione biptico possa mostrare", spiega Antonello Vidiri, direttore della Radiologia all'Istituto dei Tumori "Regina Elena" di Roma. "Queste informazioni, inoltre, diventano particolarmente im-

“

l'IA sembra destinata a rivoluzionare il trattamento del cancro ginecologico, consentendo diagnosi più precise e trattamenti personalizzati

portanti quando è necessario monitorare come il cancro si evolve in risposta alle terapie”.

Per quanto riguarda il cancro ginecologico, studi recenti hanno dimostrato che firme radiomiche, derivati da immagini RM-IA, possono valutare, in fase preoperatoria, diversi aspetti importanti del cancro cervicale, come la dimensione del tumore, l'invasione dei tessuti circostanti e il coinvolgimento linfonodale. Si è visto anche che nel cancro endometriale le firme radiomiche offrono indicazioni su possibili fattori di alto rischio come la profondità d'invasione miometriale o la presenza extrauterina di malattia. Nei tumori ovarici i modelli predittivi radiomici, basati su immagini TAC-IA preoperatorie, hanno segnato un progresso notevole, fornendo dettagli clinici fondamentali per una diagnosi accurata.

Più recentemente la radiomica applicata all'ecografia sembra di poter affinare ulteriormente l'analisi. Infatti, "oltre alle immagini in bianco e nero, che vediamo durante l'esame ecografico, c'è un numero infinito di dati che solo l'IA può rilevare", spiega la professoressa Antonia Testa, della Clinica Ostetrica e Ginecologica dell'Università Cattolica di Roma. "La sfida futura è riuscire a correlare questi parametri alla genetica e alla struttura molecolare del tessuto". Questi avanzamenti non solo migliorano la precisione diagnostica ma personalizzano anche i trattamenti, rafforzando il ruolo dell'ecografia nella prognosi del cancro ovarico.

ETICA E SFIDE FUTURE

L'IMPIEGO DELL'IA nei percorsi diagnostici e terapeutici del cancro solleva questioni etiche significative, enunciate nel 2021 dall'Oms nel documento "*Ethics and Governance of Artificial Intelligence for Health*", nel quale si sottolinea come sia importante che "le decisioni mediche vadano prese da persone supportate ma non sostituite dall'IA". La privacy è fondamentale in questo processo, per cui la raccolta, l'analisi e la conservazione di dati sensibili richiedono rigidi protocolli di sicurezza che garantiscano la privacy e la fiducia.

Inoltre, è fondamentale bilanciare il progresso tecnologico con i diritti dei singoli, assicurando che ogni impiego dell'IA rispetti i principi di trasparenza, consenso informato e giustizia. Il problema non è tanto quello di rispettare la dignità del paziente, quanto di assicurarsi che l'IA sia accettata ed efficace nella lotta contro il cancro. Alla lunga, un approccio di questo tipo potrà portare ad un trattamento innovativo ed eticamente responsabile.

Per concludere, si può dire che l'IA sembra destinata a rivoluzionare il trattamento del cancro ginecologico, consentendo diagnosi più precise e trattamenti personalizzati. Questa tecnologia ha il potenziale per decifrare i complessi dati sul cancro, offrendo nuove possibilità di prevenzione e cure innovative. L'IA non sostituisce i medici, ma è sicuramente una grande risorsa per loro, offrendo un supporto capace di alleggerire il loro carico di lavoro.