

## NUOVE TECNOLOGIE



# INTELLIGENZA ARTIFICIALE E RADIOTERAPIA

## Innovazioni e nuove prospettive nel trattamento del cancro ginecologico

Verso cure più precise, personalizzate e sicure per migliorare gli esiti clinici e la qualità di vita delle pazienti



**CARLO SBIROLI**  
Già direttore Uoc di Ginecologia Oncologia Istituto Nazionale dei Tumori "Regina Elena-IFO", Roma



**GIACOMO CORRADO**  
Department of Women's, Child's and Public Health Sciences, Division of Gynecology Oncology Coordinator of the Oncofertility Clinical Care Path  
Editor in Chief Journal of Translational Science  
Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli - IRCCS

**MARIA HA 45 ANNI** e lavora come sarta in un piccolo laboratorio artigianale di una cittadina di provincia. Di recente, le è stato diagnosticato un carcinoma della cervice uterina in stadio localmente avanzato con estensione ai parametri, ma senza metastasi a distanza. L'intervento chirurgico non è stato possibile a causa dell'invasione dei tessuti pelvici circostanti, rendendo la radioterapia, in associazione alla chemioterapia, la strategia terapeutica di scelta.

Il caso di Maria mette in luce uno dei maggiori problemi della radioterapia oncologica: eliminare il tumore preservando i tessuti circostanti, come vescica e retto. Proprio in questo campo le innovazioni tecnologiche stanno aprendo nuove prospettive. L'uso di immagini tridimensionali ad alta risoluzione e algoritmi avanzati permettono oggi di pianificare i trattamenti con una precisione straordinaria. L'Intelligenza Artificiale (IA), sta trovando un impiego sempre più concreto in alcuni aspetti del processo radioterapico, specialmente nei grandi centri oncologici. Tra le sue applicazioni più concrete vi sono l'ottimizzazione dei piani di trattamento e l'adattamento delle terapie alle esigenze

specifiche di ciascun paziente. Queste tecnologie rappresentano una concreta speranza per pazienti come Maria, anche se la loro piena diffusione nella pratica clinica quotidiana richiede ancora tempo e risorse.

## TECNOLOGIE AVANZATE

**LA RADIOTERAPIA** ha compiuto passi da gigante, diventando una delle terapie più avanzate contro il cancro ginecologico. Negli ultimi decenni l'evoluzione tecnologica ha ridotto gli effetti collaterali, spinto i limiti della precisione e migliorato l'efficacia dei trattamenti, trasformando quello che un tempo era un approccio generico in una terapia sempre più personalizzata. In questa sezione vengono illustrate le principali tecnologie radioterapiche attualmente disponibili, mettendo in evidenza le loro caratteristiche distintive. **Radioterapia a Fasci Esterni (EBRT)** – La EBRT (External Beam Radiation Therapy) è una delle tecniche radioterapiche più utilizzate per trattare numerosi tumori, inclusi quelli ginecologici.

Utilizzando un acceleratore lineare, fasci di radiazioni ad alta energia vengono diretti sul tumore, guidati da immagini TAC o RM per localizzare con precisione la lesione e pianificare il trattamento. La EBRT rappresenta la base su cui si sono sviluppate tecniche più avanzate, come la Radioterapia Tridimensionale Conformazionale e la Radioterapia a Intensità Modulata.

**RADIOTERAPIA TRIDIMENSIONALE CONFORMAZIONALE (3D-CRT)** – La 3D-CRT (Three-Dimensional Conformal Radiation Therapy) costituisce un'importante evoluzione della EBRT. Grazie a immagini tridimensionali dettagliate, ottenute da TAC o RM, i fasci di radiazione possono essere modellati con precisione per adattarsi alla forma del tumore. Questo consente di colpire la lesione in modo mirato, riducendo al minimo l'esposizione dei tessuti sani circostanti con significativa riduzione delle complicazioni post-trattamento.

**RADIOTERAPIA A INTENSITÀ MODULATA (IMRT)** – La IMRT (Intensity-Modulated Radiation Therapy) è una tecnologia che garantisce un livello superiore di precisione. Questa tecnica radioterapica utilizza algoritmi di pianificazione inversa (un approccio in cui il sistema calcola la distribuzione ottimale delle radiazioni a partire dal risultato desiderato) per modulare l'intensità dei fasci di radiazioni, adattandoli con precisione alla forma e alla densità irregolare del tumore. Questo approccio permette di erogare dosi elevate direttamente sulla massa tumorale, minimizzando l'esposizione di organi e tessuti sani circostanti.

**RADIOTERAPIA VOLUMETRICA AD ARCO MODULATO (VMAT)** – La VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy) rappresenta un ulteriore sviluppo tecnolo-

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE E RADIOTERAPIA



gico rispetto alla IMRT. Questa tecnica conserva la precisione della IMRT, ma offre un vantaggio significativo: riduce di circa il 40% i tempi di trattamento. Questo miglioramento è reso possibile grazie all'erogazione continua delle radiazioni durante la rotazione della macchina intorno al paziente. Tale sistema consente non solo di ottimizzare l'efficacia terapeutica, ma anche di migliorare il comfort del paziente, riducendo sensibilmente la durata di ogni seduta.

**Radioterapia Guidata dalle Immagini (IGRT)** – La IGRT (Image-Guided Radiation Therapy) utilizza immagini Tac o RM acquisite immediatamente prima o durante ogni sessione di trattamento per monitorare la posizione del tumore e degli organi circostanti. Questo consente di correggere in tempo reale eventuali spostamenti degli organi dovuti a variazioni fisiologiche, garantendo in questo modo che le radiazioni colpiscano con precisione la lesione e nello stesso tempo riduce al minimo l'esposizione ai tessuti sani. La IGRT appare particolarmente efficace per i tumori dell'area pelvica, dove piccoli spostamenti possono influenzare il trattamento.

**RADIOTERAPIA ADATTIVA (RTA)** – La RTA (Adaptive Radiation Therapy) rappresenta il passo successivo rispetto alla IGRT, ampliando l'applicazione. Non si limita infatti al monitoraggio quotidiano della posizione del tumore e degli organi circostanti, ma consente di modificare il piano terapeutico durante il trattamento. Questa tecnologia si adatta ai cambiamenti anatomici del paziente, come il riempimento variabile di organi come vescica e retto, garantendo una distribuzione ottimale delle dosi. A differenza della IGRT, che corregge gli spostamenti del tumore e degli organi giorno per giorno, la RTA rielabora l'intero piano di trattamento per mantenere la massima precisione ed efficacia lungo tutto il percorso terapeutico.

**BRACHITERAPIA GUIDATA DA IMMAGINI TRIDIMENSIONALI (3D-IGABT)** – La 3D-IGABT (Three-Dimensional Image-Guided Adaptive Brachytherapy) utilizzata principalmente per i tumori della cervice e della vagina, consente di somministrare radiazioni con estrema precisione direttamente

sul tumore. L'impiego di immagini tridimensionali ad alta risoluzione permette di ottimizzare il trattamento, riducendo al minimo gli effetti collaterali e migliorando la qualità di vita delle pazienti. Queste tecnologie rappresentano un pilastro fondamentale per il trattamento dei tumori ginecologici, unendo precisione e adattabilità. Il loro potenziale viene ulteriormente amplificato dall'integrazione con l'IA: tema che sarà trattato nel prossimo paragrafo.

## IA E RADIOTERAPIA

**LA RADIOTERAPIA ONCOLOGICA** è entrata in una nuova era, spinta dall'integrazione dell'IA. Se tecnologie avanzate come IMRT, VMAT e IGRT hanno già ridefinito la precisione del trattamento, è proprio l'IA a liberarne il massimo potenziale, trasformando ogni fase del processo radioterapico. Non si tratta più solo di pianificare con maggiore accuratezza, ma di garantire un livello di personalizzazione e adattabilità impensabile fino a pochi anni fa.

Dalla segmentazione automatizzata delle immagini mediche alla creazione di piani terapeutici altamente personalizzati, fino al monitoraggio in tempo reale durante l'erogazione delle radiazioni, l'IA sta rivoluzionando il modo in cui la radioterapia viene progettata e applicata. I benefici non sono solo teorici: negli istituti che hanno adottato queste innovazioni, i trattamenti risultano più rapidi, precisi e sicuri, mentre il rischio di effetti collaterali è sensibilmente ridotto.

**AUTOMAZIONE DELLA SEGMENTAZIONE** – La segmentazione delle immagini mediche rappresenta il primo passo nel trattamento radioterapico, in cui contorni del tumore e degli organi circostanti a rischio vengono delineati con precisione. Questo compito, ancor oggi prevalentemente manuale, viene svolto dai radioterapisti oncologi. Si tratta di un processo che richiede grande accuratezza, ma richiede tempi lunghi ed è soggetto a variazioni tra operatori. “Oggi, grazie all'IA, sono disponibili software di autocontouring che au-

tomatizzano il processo. Algoritmi di deep learning analizzano le immagini in pochi secondi, identificando con precisione i margini del tumore e delle strutture sensibili,” spiega Stephanie Combs, professoressa di radioterapia oncologica all'Università di Monaco. “Questo consente ai medici di concentrarsi sugli aspetti clinici più complessi, delegando all'IA i compiti ripetitivi”.

**PIANIFICAZIONE DEL TRATTAMENTO** – In questa fase, radioterapisti oncologi e fisici medici collaborano per sviluppare un piano di trattamento estremamente dettagliato. L'obiettivo è definire con precisione il volume del tumore da irradiare e individuare gli organi sani circostanti da proteggere. Questo processo prevede la definizione di parametri fondamentali, come la dose totale di radiazioni, il tipo di radiazioni da utilizzare, il numero di sedute e l'orientamento esatto dei fasci radioterapici. L'introduzione dell'IA sta trasformando questa fase, grazie alla capacità degli algoritmi di deep learning di analizzare i dati clinici e proporre piani dettagliati, altamente personalizzati, che rispettino i limiti di tolleranza degli organi vitali. “Tutto questo ci permette di personalizzare i trattamenti in base alle specificità di ciascun paziente, migliorando la precisione e riducendo gli effetti collaterali”, ha precisato James Metz, direttore del Dipartimento di Oncologia Radioterapica dell'Università della Pennsylvania, durante un intervento al congresso annuale dell'American Society for Radiation Oncology (ASTRO) del 2023. “Un tale approccio terapeutico non solo migliora l'efficacia del trattamento, ma riduce anche, in modo significativo, il rischio di lesioni ai tessuti sani”.

**EROGAZIONE DELLA RADIOTERAPIA** – Durante l'erogazione della radioterapia, l'IA assicura precisione e sicurezza, soprattutto in situazioni complesse come la chemioterapia concomitante o la radioterapia post-operatoria. Grazie al monitoraggio in tempo reale, l'IA è in grado di controllare la posizione del tumore e degli organi circostanti, correggendo eventuali movimenti per garantire la massima accuratezza nell'erogazione delle radiazioni.

**MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI COLLATERALI** – Un altro contributo importante dell'IA è il monitoraggio degli effetti collaterali. Analizzando i dati clinici, gli algoritmi possono identificare segnali precoci di complicazioni e suggerire modifiche al piano di trattamento. Inoltre, l'IA è in grado di prevedere il rischio di effetti collaterali specifici per ciascun paziente, suggerendo ai medici aggiustamenti personalizzati delle dosi o delle modalità di erogazione. Questo approccio dinamico migliora sensibilmente la qualità della vita e riduce i rischi a lungo termine.

Alla luce di questi straordinari avanzamenti tecnologici, l'integrazione dell'IA sta ridefinendo la radioterapia oncologica in una disciplina sempre più precisa ed efficace. Automatizzando processi complessi e personalizzando i trattamenti, l'IA non solo ottimizza i risultati clinici, ma ridefinisce il futuro dell'oncologia radioterapica.

## IA E RADIOTERAPIA NEI TUMORI GINECOLOGICI

Maria, la sarta di 45 anni con un carcinoma avanzato della cervice uterina, di cui si è parlato all'inizio dell'articolo, rappresenta un esempio concreto del cambiamento che l'IA sta iniziando a portare nel trattamento radioterapico. Fino a pochi anni fa la definizione dei margini del tumore e la protezione degli organi sani, come vescica e retto, sarebbero state affidate esclusivamente alla manualità e all'esperienza dei radioterapisti. Oggi, invece, algoritmi di IA analizzeranno con estrema precisione le immagini TAC e RM di Maria, supportando i medici nel delineare i margini del suo tumore e nella salvaguardia degli organi sani circostanti. Questo percorso clinico innovativo consentirà a Maria di ricevere dosi di radiazioni più mirate, migliorando sia la tollerabilità che l'efficacia della terapia.

**Cancro Cervicale** – Il trattamento del carcinoma cervicale varia in base allo stadio della malattia: nelle fasi iniziali, la chirurgia è generalmente l'opzione preferita, mentre per le forme avanzate la radioterapia, spesso associata alla chemioterapia, rappresenta il trattamento di riferimento. Tecnologie come IMRT, IGRT e VMAT hanno migliorato significativamente il controllo locale della malattia, riducendo la tossicità per i tessuti sani. I risultati dello studio NRG Oncology–RTOG 1203 (Klopp et al., 2018) hanno confermato una minore tossicità pelvica percepita dalle pazienti trattate con IMRT rispetto alla radioterapia convenzionale. Per i tumori localmente avanzati, la 3D-IGABT è considerata lo standard di cura. Studi recenti (Agusti et al., 2024) hanno dimostrato che la combinazione tra EBRT e 3D-IGABT migliora il controllo locale della malattia a rischio intermedio, riducendo le recidive e migliorando la qualità di vita delle pazienti.

L'IA sta ulteriormente rivoluzionando la radioterapia per il carcinoma cervicale, grazie alla sua capacità di ottimizzare i piani di trattamento e adattarli alle variazioni anatomiche quotidiane. Tecnologie come la RTA permettono di monitorare in tempo reale i cambiamenti anatomici, come il riempimento della vescica, e di correggere i piani di trattamento con precisione, garantendo una maggiore tollerabilità e una migliore effica-

cia complessiva (Yen et al., 2023).

**Cancro Endometriale** – Nelle forme avanzate di carcinoma endometriale, la radioterapia rappresenta una strategia terapeutica consolidata, spesso utilizzata come trattamento adiuvante per migliorare il controllo locale della malattia e ridurre il rischio di recidive. La EBRT, combinata con la VBT, consente di concentrare con precisione le radiazioni sulle aree a rischio o sul tumore residuo, offrendo una precisione maggiore.

Anche se meno utilizzata rispetto al carcinoma cervicale, la 3D-IGBT sta acquisendo un ruolo crescente nei casi avanzati o inoperabili. Studi recenti (Ciobanu e coll., 2024) hanno evidenziato che strategie basate su una migliore classificazione molecolare del carcinoma endometriale possono ottimizzare l'uso della radioterapia adiuvante, migliorando gli esiti clinici e riducendo il rischio di sovra- o sotto-trattamento.

Un'area di ricerca promettente è rappresentata dalla radioterapia FLASH, una tecnologia emergente che eroga dosi ultra-elevate in tempi estremamente brevi. Questa tecnica, integrata con algoritmi di IA, ha mostrato un potenziale significativo nella riduzione degli effetti collaterali, rendendo il trattamento più tollerabile e meno invasivo per le pazienti (Hsieh et al., 2024).

**Cancro Vaginale** – Il trattamento del carcinoma vaginale varia in base a diversi fattori, come il tipo istologico, le dimensioni, la posizione e lo stadio della malattia. Le opzioni terapeutiche includono la chirurgia, la radioterapia e, in alcuni casi, la chemioterapia concomitante. La EBRT, spesso combinata con la VBT, è utilizzata per migliorare il controllo locale del tumore e ridurre il rischio di recidive. L'IA consente di ottimizzare i piani di trattamento, aumentando la precisione delle dosi e minimizzando l'esposizione dei tessuti sani circostanti. Questo contribuisce a rendere le terapie più efficaci e sicure per le pazienti.

**Cancro Vulvare** – Nelle fasi iniziali del carcinoma vulvare, la chirurgia rappresenta il trattamento di riferimento. Per le forme avanzate o localmente estese, la EBRT viene impiegata per trattare la regione pelvica e i linfonodi inguinali, mentre la BT offre un'opzione complementare per somministrare dosi concentrate direttamente sull'area interessata. L'IA supporta il miglioramento della pianificazione dei trattamenti, consentendo una maggiore protezione dei tessuti sani e una riduzione degli effetti collaterali.

**Cancro Ovarico** – Il trattamento del carcinoma ovarico si basa principalmente sulla chirurgia di citoriduzione ottimale e sulla chemioterapia a base di platino, che rimangono le opzioni terapeutiche di riferimento. La radioterapia, invece, ha storicamente avuto un ruolo marginale a causa della tossicità gastrointestinale e della natura diffusa della malattia nella cavità addominale. Nonostante queste limitazioni, tecniche avanzate come la EBRT stanno ampliando le possibilità di trattamento, consentendo di gestire recidive localizzate o di offrire una terapia palliativa per alleviare i sintomi nei casi avanzati. In questo contesto l'IA si sta rivelando uno strumento prezioso per i terapeuti, aiutandoli a ottimizzare i piani di trattamento e a selezionare con maggiore precisione i pazienti più idonei. Questo approccio consente di migliorare l'efficacia delle terapie anche in situazioni cliniche particolarmente complesse, aprendo nuove prospettive per il trattamento di questa patologia.



### PER SAPERNE DI PIÙ

Abel E, Silander E, Nyman J, Bove M, Johansson L, Björk-Eriksson T, Hammerlid E: Impact on quality of life of IMRT versus 3-D conformal radiation therapy in head and neck cancer patients: A case-control study. *Adv in Radiat Oncol*: 2(3), 346-353; 2017.

Anghel B, Serboiu C, Marinescu A, Taciuc IA, Bobirca F, Stanescu AD: Recent advances and adaptive strategies in image guidance for cervical cancer radiotherapy. In *Medicina* (Kaunas); 59(10):1735; 2023.

Agusti N, Viveros-Carreño D, Melamed A, Pareja R, Kanbergs A, Wu CF, Nitecki R, Colbert L, Rauh-Hain JA: Adjuvant external beam radiotherapy combined with brachytherapy for intermediate-risk cervical cancer. *Int J Gynecol Cancer*, 34(8):1149-1155; 2024.

Bolin MC, Falk M, Hedman M, Gagliardi G, Onjukka E: Surface-guided radiotherapy improves rotational accuracy in gynecological cancer patients. *Rep Pract Oncol Radiother*, 16:28(6):764-771; 2024.

Ciobanu O, He Y, Martin AR, Remick JS, Shelton JW, Eng TY, Qian DC: Patterns of undertreatment and overtreatment in adjuvant radiotherapy for early-stage endometrial cancer based on molecular classification. *JAMA Oncol*, 10(5):671-674; 2024.

Escande A, Leblanc J, Hannoun-Levi JM, Renard S, Ducassou A, Hennequin C, Chargari C: Place of

radiotherapy for treatment of metastatic cervical, vaginal and endometrial uterine cancer. *Cancer Radiother*. 28(1):15-21; 2024.

Funderud M, Hoem IS, Guleng MAD, Eidem M, Almberg SS, Alsaker MD, Ståhl-Kornerup J, Frenge J, Marthinsen ABL: Script-based automatic radiotherapy planning for cervical cancer. *Acta Oncol*. 2023; 62(12):1798-1807; 2023.

Hsieh K, Bloom JR, Dickstein DR, Shah A, Yu C, Nehlsen AD, Resende Salgado L, Gupta V, Chadha M, Sindhu KK: Risk-tailoring radiotherapy for endometrial cancer: A narrative review. In *Cancers* (Basel). 16(7):1346; 2024.

Klopp AH, Yeung AR et al.: Patient-reported toxicity during pelvic intensity-modulated radiation therapy: NRG Oncology–RTOG 1203. *J Clin Oncol*, Vol 36, No 24; 2018.

Peng J, Qiu R L J, Wynne J F, Chang C.-W, Pan S, Wang T, Roper J, Liu T, Patel P R, Yu D S, Yan X: CBCT-based synthetic CT image generation using conditional denoising diffusion probabilistic model. *Medical Physics*, 51(3), 1847–1859, 2023.

Supriya C, Sudeep G, Sedhana K et al.: Late toxicity after adjuvant conventional radiation versus image-guided intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer (PARCER): A randomized controlled trial. *J Clin Onc*, vol 39, No 33, 2021



# L'Intelligenza Artificiale ci farà diventare tutti medici eccellenti?

Yamada T, Kawamura M, Oie Y, Kozai Y, Okumura M, Nagai N, Yanagi Y, Nimura K, Ishihara S, Naganawa S: The current state and future perspectives of radiotherapy for cervical cancer. *J Obstet Gynaecol Res.*, Suppl 1:84-94, 2024.

Yen A, Shen C, Albuquerque K: The New Kid on the Block: Online Adaptive Radiotherapy in the Treatment of Gynecologic Cancers. *Curr Oncol.* 2023 Jan 8;30(1):865-874; 2023.

Zhang Y, Fu W, Brandner E, Percinsky S, Moran M, Huq MS: Minimizing normal tissue low dose bath for left breast Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT) using jaw offset. *J Appl Clin Med Phys.* 2024.

## DAL NOSTRO ARCHIVIO

Sbiroli C.: Come l'Intelligenza Artificiale sta cambiando la diagnostica per immagini del cancro ginecologico. *Gynecoogoi* n. 2, pag. 18, febbraio 2024

Sbiroli C.: Come l'Intelligenza Artificiale sta riscrivendo lo screening del cancro ginecologico. *Gynecoogoi* n. 3, pag. 5, giugno 2024

Sbiroli C. e Vizza E.: Robot e Intelligenza Artificiale: nuove frontiere nella chirurgia del cancro ginecologico. *Gynecoogoi* n. 4, pag. 24, agosto 2024

## CONCLUSIONI

L'IA sta cambiando la radioterapia, ma il percorso verso una piena integrazione nelle cliniche non è privo di ostacoli. La qualità dei dataset, la comprensibilità degli algoritmi e la formazione del personale sanitario restano problemi importanti, così come l'accesso a dati clinici affidabili e i complessi processi di validazione.

Affrontare queste problemi richiede un approccio multidisciplinare che metta insieme oncologi, fisici medici, informatici e persino esperti di etica. Solo attraverso questa collaborazione sarà possibile creare strumenti sicuri, trasparenti ed efficaci, in grado di trasformare la radioterapia in una risorsa accessibile e sostenibile per tutti.

L'IA non è solo una promessa per il futuro: è già una realtà che sta migliorando la tollerabilità dei trattamenti e accelerando l'introduzione di protocolli innovativi. Le possibilità sono enormi, dalla personalizzazione delle cure fino alla riduzione delle disuguaglianze globali nell'accesso ai trattamenti. La radioterapia del futuro non solo curerà meglio, ma lo farà con maggiore equità, raggiungendo pazienti che oggi restano esclusi. Il caso di Maria, la sarta di 45 anni con un carcinoma della cervice uterina, è uno dei tanti esempi che illustrano il potenziale trasformativo dell'IA. La sinergia tra tecnologia avanzata e competenze umane rappresenta la chiave per un'oncologia di precisione: una medicina più mirata, più sicura e, soprattutto, più vicina alle persone. Il futuro della radioterapia non riguarda solo il progresso tecnologico, ma una nuova visione della cura, al servizio dell'umanità.



**CLAUDIO CRESCINI**  
Presidente  
Fondazione  
Confalonieri  
Ragonese

**Siamo di fronte all'esplosione del fenomeno Intelligenza artificiale (IA), con una crescita esponenziale delle pubblicazioni scientifiche, dei libri e dei corsi**

**SICURAMENTE** avere a disposizione gratuitamente ed ovunque ci sia una connessione alla rete una risposta immediata ad un nostro quesito ricavata da un database che contiene l'universo delle informazioni ci può cambiare la vita in meglio.

### MA COME FUNZIONA REALMENTE L'IA?

L'IA si basa sostanzialmente su algoritmi cioè procedimenti o successioni di istruzioni in sequenza finalizzati alla risoluzione di un problema. È uno schema esecutivo che ci indica passo dopo passo le operazioni da eseguire per ottenere il risultato che ci siamo prefissi.

Anche nei manuali di cucina troviamo centinaia di ricette per cucinare alla perfezione piatti anche complessi. Queste ricette non sono altro che algoritmi.

Il paragone tra un algoritmo e una ricetta di cucina è molto efficace per spiegare la differenza tra l'esecuzione meccanica di un protocollo e la comprensione profonda dei principi che lo guidano. Seguire una ricetta in modo preciso può garantire un buon risultato, ma non trasforma automaticamente chi cucina in uno chef stellato. Allo stesso modo, un medico che segue linee guida o algoritmi medici è in grado di svolgere correttamente il suo lavoro, ma la sua abilità rimane confinata a quella di un esecutore.

Il medico eccellente, come lo chef stellato, non solo esegue correttamente la procedura come definito dall'algoritmo, ma comprende le ragioni alla base di ogni passaggio.

Nel contesto medico, questo significa capire perché una linea guida è stata creata in un certo modo, quale evidenza scientifica la sostiene e in quali situazioni potrebbe essere necessario adattarla per soddisfare le necessità specifiche di un paziente.

Un grande medico sa quando è necessario deviare da una linea guida per personalizzare il trattamento in base alle esigenze uniche di quel paziente particolare. Le linee guida rappresentano un ottimo punto di partenza, ma non possono prevedere tutte le variabili di ogni singola situazione clinica.

La capacità di comprendere i meccanismi biologici, farmacologici e diagnostici che stanno alla base di un algoritmo permette ai medici di prendere decisioni più consapevoli, soprattutto in casi complessi o non standardizzati.

Solo attraverso la comprensione dei "perché" dietro una linea guida si può contribuire al miglioramento delle pratiche mediche, partecipare alla ricerca e, eventualmente, creare nuove linee guida basate su nuove scoperte scientifiche.

Nel caso di un'emergenza ostetrica, come la distocia di spalle, le linee guida offrono una serie di manovre da seguire. Tuttavia, un medico esperto comprenderà i principi biomeccanici dietro quelle manovre e sarà capace di adattarle alla situazione specifica della paziente, garantendo così una gestione ottimale dell'emergenza.

Comprendere bene questa differenza significa promuovere la crescita come professionisti e non solo come diligenti esecutori di linee guida.

Dobbiamo promuovere la crescita di professionisti critici e creativi, in grado di evolversi e contribuire all'evoluzione stessa della medicina.