



INTELLIGENZA ARTIFICIALE **IN** MEDICINA

ARTICOLO **A**

Chirurgia dell'endometriosi profonda: ricerca, innovazione e nuove tecnologie al servizio delle pazienti

L'endometriosi profonda è una forma di endometriosi caratterizzata dalla presenza di tessuto endometriale ectopico che penetra oltre 5 mm nella parete pelvica. Questa patologia può causare dolore pelvico cronico, dismenorrea, dispareunia e, in alcuni casi, infertilità. Una delle sfide principali nel trattamento dell'endometriosi profonda è la diagnosi precoce della malattia.

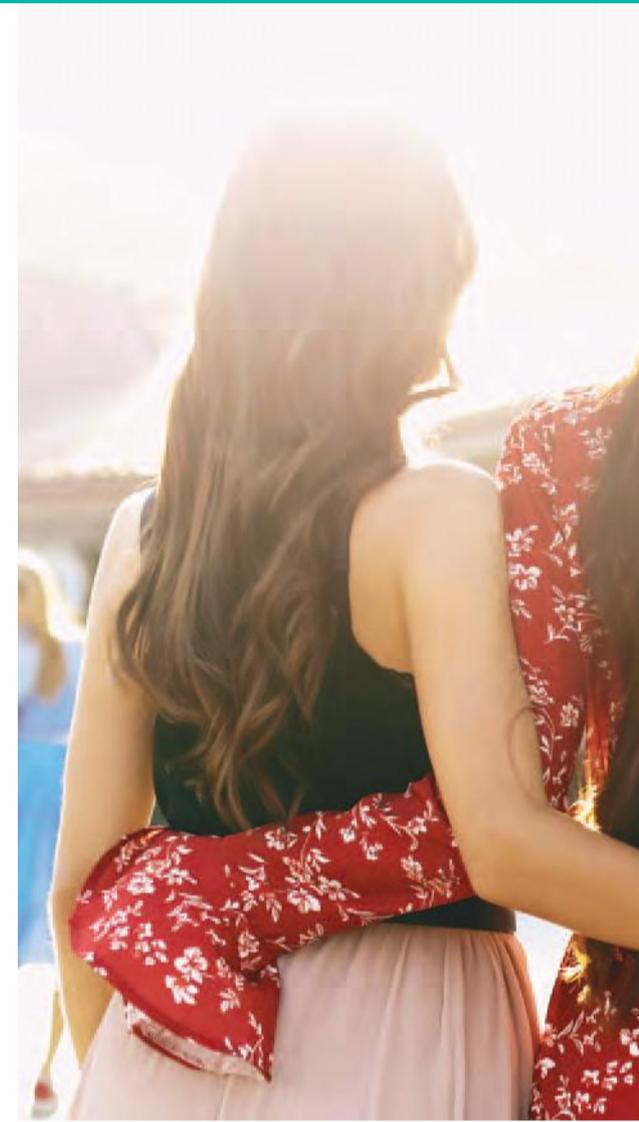
La ricerca è concentrata sull'identificazione di biomarcatori specifici e sull'uso di tecniche di imaging avanzate per rilevare l'endometriosi nelle sue fasi iniziali. Il raggiungimento di una diagnosi precoce può consentire un intervento tempestivo e una migliore gestione della malattia, riducendo la necessità di interventi chirurgici invasivi. Negli ultimi anni, la ricerca e l'innovazione hanno portato a notevoli miglioramenti nelle modalità di approccio chirurgico al trattamento dell'endometriosi profonda.

IN QUESTO ARTICOLO, esamineremo vantaggi e limiti delle varie tecniche chirurgiche disponibili e daremo uno sguardo al futuro della chirurgia dell'endometriosi. La chirurgia tradizionale, o chirurgia a cielo aperto, è stata per molto tempo il gold standard per il trattamento dell'endometriosi profonda. Questo approccio prevede un'incisione più ampia rispetto alle tecniche più moderne, permettendo al chirurgo di accedere direttamente alla zona interessata. Tuttavia, la chirurgia tradizionale comporta un tempo di recupero più lungo e un maggior rischio di complicanze postoperatorie rispetto ad altre tecniche. La laparoscopia pura è una tecnica chirurgica minimamente invasiva che prevede l'utilizzo di strumenti sottili e una telecamera per eseguire l'intervento attraverso piccole incisioni. Questa tecnica ha rivoluzionato il trattamento dell'endometriosi profonda, riducendo il dolore postoperatorio, il tempo di recupero e il rischio di complicanze. Tuttavia, la laparoscopia pura può essere limitata dalla mancanza di visione tridimensionale e dalla ridotta destrezza del chirurgo. La chirurgia robotica utilizza sistemi robotici, come il Da Vinci, per migliorare la precisione e la destrezza del chirurgo durante l'intervento. Questa tecnologia fornisce una visione tridimensionale ad alta definizione e permette movimenti più precisi e controllati rispetto alla laparoscopia pura. La chirurgia robotica ha dimostrato di ridurre ulteriormente il dolore postoperatorio, il tempo di recupero e il rischio di complicanze. Tuttavia, i costi elevati e la necessità di una formazione specifica possono limitarne l'accessibilità. La neuropelveologia è una branca emergente della chirurgia pelvica che si concentra sul trattamento dell'endometriosi dei nervi pelvici. Questa patologia può causare dolore cronico e disfunzioni sessuali e urinarie. La chirurgia neuropelveologica prevede

l'identificazione e la preservazione dei nervi pelvici durante l'intervento, riducendo il rischio di danni permanenti.

LA CHIRURGIA della endometriosi profonda è un campo in rapida evoluzione, con progressi tecnologici e metodologici che migliorano continuamente gli esiti per le pazienti. In questo articolo, discuteremo gli sviluppi recenti e futuri nella chirurgia delle endometriosi profonde, con particolare attenzione alla neuropelveologia e all'impatto dell'intelligenza artificiale (IA) nella pratica clinica.

La neuropelveologia è una disciplina emergente che si concentra sulla comprensione e il trattamento delle patologie del sistema nervoso pelvico. Nell'ambito della endometriosi profonda, la neuropelveologia si concentra sulla preservazione dei nervi pelvici e sull'ottimizzazione dei risultati funzionali dopo l'intervento chirurgico. L'identificazione e la protezione dei nervi pelvici durante la chirurgia dell'endometriosi profonda sono cruciali per ridurre il rischio di complicanze quali dolore cronico, disfunzione urinaria e disfunzione sessuale. Le tecniche avanzate di imaging intraoperatorio, come la neuromonitorizzazione e la fluorescenza indocianina verde (ICG), possono aiutare i chirurghi a identificare e preservare i nervi durante l'intervento. La mappatura preoperatoria dei nervi pelvici attraverso la risonanza magnetica neurografica (MRN) può fornire ulteriori informazioni sulla localizzazione dei nervi e delle lesioni endometriosiche, migliorando così la pianificazione chirurgica. La chirurgia robotica e laparoscopica continua a evolversi, con lo sviluppo di nuovi strumenti e tecniche che migliorano la precisione e l'efficacia del trattamento dell'endometriosi profonda. L'introduzione di strumenti roboti-





ci di nuova generazione e l'uso di nuove tecnologie di imaging, come la realtà aumentata e la navigazione intraoperatoria, consentono ai chirurghi di operare con maggiore precisione e controllo. L'intelligenza artificiale (IA) ha un potenziale significativo nel migliorare il trattamento dell'endometriosi profonda attraverso la personalizzazione delle cure e l'ottimizzazione dei risultati chirurgici. L'IA può essere utilizzata per sviluppare algoritmi predittivi che identificano pazienti a rischio di recidiva e per guidare la selezione delle migliori opzioni terapeutiche. Inoltre, l'IA può migliorare la formazione dei chirurghi attraverso l'uso di simulazioni e realtà virtuale, consentendo una maggiore padronanza delle tecniche chirurgiche avanzate prima di applicarle in situazioni reali.

LA TENDENZA per il futuro della chirurgia dell'endometriosi profonda è quella di adottare un approccio multidisciplinare e personalizzato per ogni paziente, integrando le competenze di diversi specialisti, come ginecologi, radiologi, neurologi e chirurghi specializzati in neuropelveologia. Questo approccio consente una migliore comprensione delle singole caratteristiche di ogni caso e una pianificazione chirurgica più accurata. L'adozione di protocolli diagnostici e terapeutici standardizzati, basati su linee guida internazionali e sull'esperienza clinica, contribuirà a migliorare la qualità delle cure e a ridurre le disparità tra i diversi centri di trattamento.

OLTRE ALLE TECNOLOGIE già menzionate, ci sono diverse tecniche e strumenti emergenti che potrebbero rivoluzionare ulteriormente la chirurgia dell'endometriosi profonda. Tra questi, la terapia fotodinamica (PDT) si basa sull'utilizzo di un fotosensibilizzatore e di una fonte di luce per di-

“
La personalizzazione del trattamento dell'endometriosi profonda si basa sull'integrazione di dati clinici, molecolari e genetici per sviluppare piani di trattamento specifici per ogni paziente

struggere selettivamente le cellule endometriosiche, riducendo al minimo il danno ai tessuti sani circostanti. Inoltre, la chirurgia assistita da intelligenza artificiale (IA) potrebbe avere un impatto significativo sul trattamento dell'endometriosi profonda. L'uso di sistemi robotici guidati dall'IA potrebbe migliorare ulteriormente la precisione e l'efficacia dell'intervento, riducendo il rischio di complicanze e tempi di recupero. I biomateriali e l'ingegneria dei tessuti stanno emergendo come nuovi approcci per il trattamento dell'endometriosi. Queste tecnologie si concentrano sulla rigenerazione dei tessuti e sulla riparazione delle lesioni endometriosiche senza danneggiare i tessuti circostanti. Ad esempio, l'uso di idrogel e matrici extracellulari può fornire un ambiente favorevole alla guarigione e alla rigenerazione dei tessuti, riducendo la formazione di cicatrici e aderenze postoperatorie. La personalizzazione del trattamento dell'endometriosi profonda si basa sull'integrazione di dati clinici, molecolari e genetici per sviluppare piani di trattamento specifici per ogni paziente. Questo approccio può portare a una migliore identificazione delle pazienti che trarranno beneficio da un intervento chirurgico e a una selezione più accurata delle opzioni terapeutiche non chirurgiche, come l'uso di farmaci ormonali o immunomodulatori. La telemedicina e la chirurgia a distanza stanno diventando sempre più importanti nel trattamento dell'endometriosi profonda. Queste tecnologie consentono ai medici di collaborare e consultare colleghi di tutto il mondo, migliorando la condivisione delle conoscenze e la formazione continua. Inoltre, la chirurgia robotica a distanza potrebbe consentire a specialisti esperti di eseguire interventi chirurgici su pazienti in aree remote o con accesso limitato a strutture specializzate.

LA RICERCA sull'endometriosi profonda si sta concentrando su diversi aspetti, tra cui lo sviluppo di nuovi biomarcatori per la diagnosi precoce e la prognosi, l'identificazione di nuovi bersagli terapeutici e lo studio dei meccanismi molecolari alla base della patogenesi dell'endometriosi. Uno dei principali obiettivi della ricerca futura è quello di identificare nuovi farmaci o strategie terapeutiche che possano prevenire o ritardare la progressione dell'endometriosi, riducendo la necessità di interventi chirurgici ripetuti e migliorando la qualità della vita delle pazienti.

LA CHIRURGIA dell'endometriosi profonda è un campo in rapida evoluzione, con progressi significativi nella comprensione e nel trattamento delle patologie del sistema nervoso pelvico e nell'applicazione delle nuove tecnologie. La neuropelveologia, l'intelligenza artificiale e le tecniche chirurgiche avanzate contribuiranno a migliorare ulteriormente gli esiti per le pazienti affette da endometriosi profonda. Tuttavia, è essenziale continuare a investire nella ricerca e nello sviluppo di nuove terapie e strumenti per garantire un trattamento ottimale.

PER SAPERNE DI PIÙ

- 1 Chapron, C., Marcellin, L., Borghese, B., & Santulli, P. (2019). Rethinking mechanisms, diagnosis and management of endometriosis. *Nature Reviews Endocrinology*, 15(11), 666-682. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0250-6>
- 2 Possover, M., Chiantera, V., & Günther, V. (2015). The neuroanatomic basis of surgery for deeply infiltrating endometriosis: the Laparoscopic Neuro-Navigation (LANN). *Journal of Endometriosis and Pelvic Pain Disorders*, 7(2), 55-60. <https://doi.org/10.1177/2284026515580400>
- 3 Ceccaroni, M., Clarizia, R., Bruni, F., D'Urso, E., Gagliardi, M. L., Roviglione, G., ... & Ruffo, G. (2012). Nerve-sparing laparoscopic eradication of deep endometriosis with segmental rectal and parametrial resection: the Negar method. *Surgical Endoscopy*, 26(7), 2029-2045. <https://doi.org/10.1007/s00464-012-2160-6>
- 4 Setubal, A., Sidiropoulou, Z., Torgal, M., & Casal, E. (2018). Robotics in endometriosis: an update. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 51, 125-132. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2018.06.006>
- 5 Rogers, P. A., D'Hooghe, T. M., Fazleabas, A., Gargett, C. E., Giudice, L. C., Montgomery, G. W., ... & Zondervan, K. T. (2009). Priorities for endometriosis research: recommendations from an international consensus workshop. *Reproductive Sciences*, 16(4), 335-346. <https://doi.org/10.1177/1933719108329778>