Intelligenza Artificiale e medicina della riproduzione

Daniela P Colmenares

Pubblicato: 03/05/2025 | DOI: 10.82098/icmed-mag.2025.02.001

ABSTRACT

Secondo i dati dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, circa il 15% delle coppie in età fertile incontra difficoltà nel concepimento naturale, con una tendenza in aumento legata a fattori...

Secondo i dati dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, circa il 15% delle coppie in età fertile incontra difficoltà nel concepimento naturale, con una tendenza in aumento legata a fattori sociali, ambientali e sanitari.

Il ricorso alle tecniche di procreazione medicalmente assistita (PMA) è cresciuto in modo esponenziale negli ultimi decenni, ma i limiti strutturali di questi trattamenti restano evidenti. Il tasso medio di successo per ciclo di fecondazione in vitro (IVF) si attesta ancora tra il 25% e il 30%, nonostante l'evoluzione tecnologica e l'esperienza clinica accumulata. **Ogni tentativo non riuscito comporta non solo costi economici rilevanti, ma anche un impatto emotivo significativo sui pazienti**.

Uno dei principali ostacoli risiede nella complessità intrinseca dei percorsi terapeutici: ogni paziente rappresenta un caso unico, caratterizzato da variabili biologiche, genetiche, cliniche e comportamentali difficilmente standardizzabili. La gestione di questi dati — eterogenei e in continuo aggiornamento — richiede strumenti capaci di processare informazioni complesse e restituire indicazioni personalizzate.

Gli algoritmi predittivi applicati alla fertilità sono in grado di analizzare grandi moli di dati clinici, individuare pattern nascosti e suggerire strategie terapeutiche ottimizzate. Le prime applicazioni concrete nei centri di procreazione assistita hanno già mostrato risultati significativi: sistemi basati su intelligenza artificiale hanno raggiunto **un'accuratezza predittiva fino al 73-75% nella selezione degli embrioni** con maggiore probabilità di impianto, e protocolli personalizzati supportati da modelli AI hanno permesso di **ridurre fino al 30% il rischio di complicanze legate all'iperstimolazione ovarica**.

 © 2026 ICMED S.r.l.

Il contributo dell'IA non si limita a migliorare le performance cliniche, ma interviene in modo profondo sulla qualità dell'assistenza e sulla personalizzazione dei trattamenti, aprendo a un nuovo paradigma di medicina riproduttiva basata su dati, precisione e innovazione.

L'Intelligenza Artificiale come Clinical Decision Support System (CDSS) nei Percorsi di Infertilità

L'infertilità è una condizione che richiede un'estrema precisione nella gestione clinica. Ogni trattamento di procreazione medicalmente assistita è caratterizzato da numerose variabili: riserva ovarica, risposta ai farmaci, qualità ovocitaria ed embrionale, fattori genetici e ambientali. L'intelligenza artificiale si inserisce in questo contesto come strumento operativo di medicina di precisione, intervenendo nei momenti decisionali più delicati.

I Clinical Decision Support Systems (CDSS) basati su AI non si limitano ad automatizzare procedure, ma **rappresentano motori di personalizzazione delle terapie**. Attraverso modelli predittivi e machine learning, questi sistemi elaborano rapidamente una grande quantità di dati clinici individuali e restituiscono suggerimenti personalizzati per:

- il dosaggio dei farmaci nella stimolazione ovarica;
- la scelta dei protocolli di supporto ormonale;
- l'individuazione del momento ottimale per il pick-up ovocitario;
- la selezione degli embrioni con maggior potenziale evolutivo.

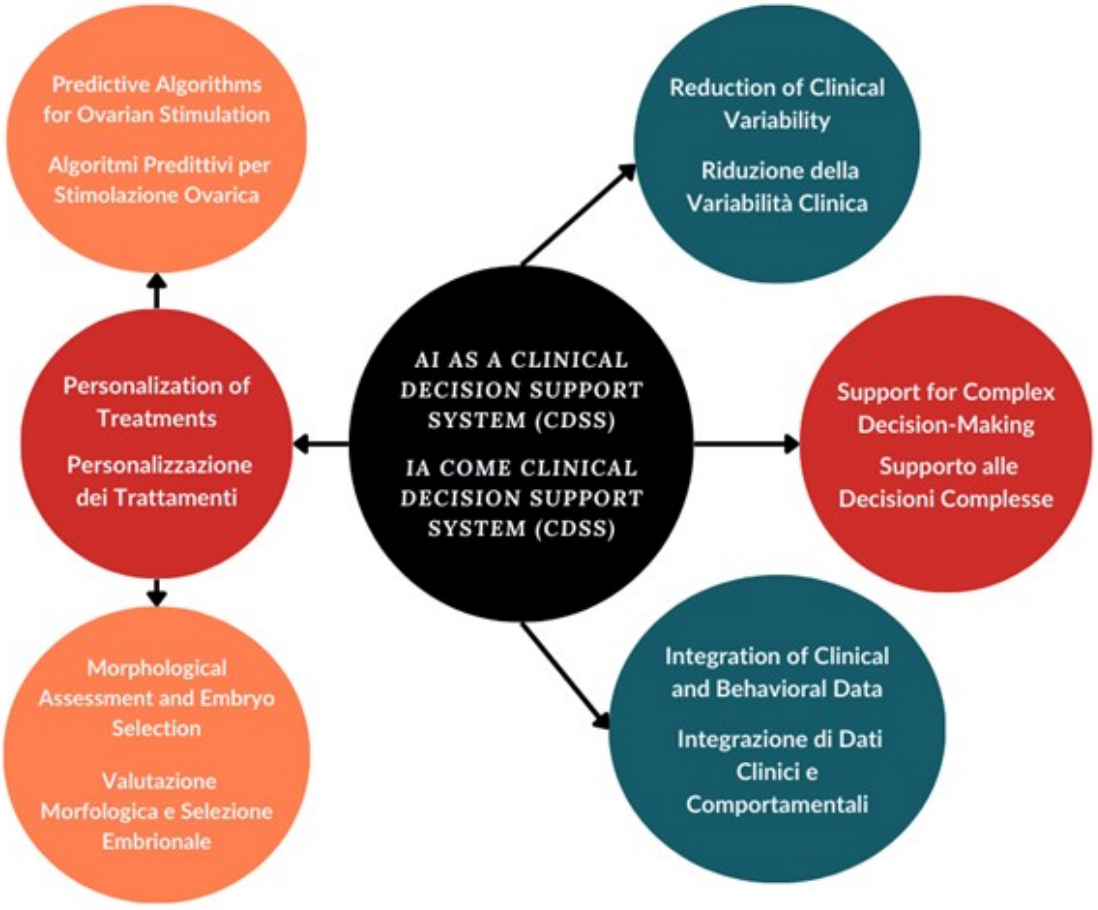
Un elemento distintivo di questi strumenti è la loro capacità di ridurre in modo significativo la componente soggettiva di alcune fasi della medicina riproduttiva, tradizionalmente affidate all'esperienza e all'intuito individuale. I sistemi avanzati di image analysis, ad esempio, permettono di analizzare in modo oggettivo e standardizzato le caratteristiche morfologiche e dinamiche degli embrioni, contribuendo così a limitare le variazioni di giudizio tra operatori e centri clinici.

A questo si affianca l'evoluzione dei Large Language Models (LLM), che permettono ai CDSS di leggere e comprendere anche **documentazione clinica complessa, anamnesi, cartelle cliniche elettroniche e studi scientifici aggiornati**. La loro implementazione nei centri di fecondazione consente di integrare dati non solo strutturati (numerici o di laboratorio), ma anche narrativi e testuali, completando la visione globale del paziente.

Il risultato di questa trasformazione è duplice: da un lato il medico viene supportato nel

compiere scelte cliniche più informate e fondate sui dati, dall'altro la paziente riceve un trattamento più mirato, potenzialmente più efficace e con minori effetti collaterali.

L'intelligenza artificiale, in questo scenario, si configura non come alternativa al medico, ma come estensione delle sue capacità decisionali, amplificandone le competenze grazie alla potenza di calcolo e all'analisi predittiva.



Mappa concettuale delle principali applicazioni dell'Intelligenza Artificiale come sistema di supporto decisionale clinico (CDSS) nei percorsi di infertilità.

L'Integrazione dei Dati: Una Priorità Organizzativa e Gestionale

Senza una base informativa completa e accurata, anche i migliori modelli predittivi risultano inefficaci o addirittura fuorvianti.

Il primo grande salto qualitativo richiesto ai centri di medicina della riproduzione riguarda la

 © 2026 ICMED S.r.l.

capacità di raccogliere, organizzare e integrare dati clinici complessi in modo sistematico. L'esperienza medica individuale, per quanto fondamentale, non è più sufficiente di fronte alla crescente complessità dei profili riproduttivi dei pazienti.

Questi processi generano enormi quantità di informazioni: esami ormonali, caratteristiche ecografiche, andamento della stimolazione ovarica, parametri genetici, qualità embrionale, storia clinica pregressa. A questi si aggiungono dati di natura comportamentale e ambientale — come lo stile di vita, il livello di stress, la qualità del sonno o l'alimentazione — che possono influenzare significativamente la risposta ai trattamenti.

Tutti questi dati, per essere utili, devono essere:

- raccolti in modo omogeneo e standardizzato;
- archiviati in sistemi interoperabili e sicuri;
- facilmente accessibili per l'elaborazione e l'analisi.

È qui che si gioca una parte decisiva della qualità futura dei trattamenti per l'infertilità. **I centri che sapranno costruire ecosistemi digitali integrati, in grado di raccogliere dati strutturati e non strutturati lungo tutto il percorso di cura, saranno quelli in grado di sfruttare davvero il potenziale dell'intelligenza artificiale**.

L'analisi multidimensionale dei dati non è quindi un "plus" tecnologico, ma un requisito indispensabile per garantire una medicina riproduttiva personalizzata, predittiva e di precisione.

Oltre alla finalità strettamente clinica, questa capacità di gestione avanzata delle informazioni produce anche benefici operativi evidenti: riduzione degli errori umani, maggiore tracciabilità dei percorsi di cura, possibilità di audit e verifica dei risultati, miglioramento dei processi decisionali e comunicativi all'interno dei team multidisciplinari.

In definitiva, **non esiste intelligenza artificiale efficace senza una cultura del dato solida e diffusa**. E nella medicina della riproduzione — forse più che in altri ambiti — il dato non è solo un'informazione tecnica, ma la chiave per interpretare la complessità biologica e umana di ogni paziente.

Bias e Rischi Etici nei Modelli di Intelligenza Artificiale Applicati alla Fertilità

L'efficacia reale di queste tecnologie e la sua accettabilità clinica dipendono dalla capacità di

gestire in modo responsabile i rischi etici e i limiti strutturali che accompagnano questi strumenti.

Tra i principali elementi critici si colloca il problema del bias algoritmico: i modelli di intelligenza artificiale non sono autonomamente imparziali. La qualità delle loro previsioni dipende dalla qualità dei dati utilizzati per addestrarli. Se questi dati non riflettono la diversità reale delle popolazioni, i risultati prodotti rischiano di essere distorti o non affidabili per tutti i pazienti.

Questo fenomeno assume particolare rilevanza nei percorsi di procreazione medicalmente assistita, dove gran parte dei dataset disponibili deriva da pazienti appartenenti a popolazioni geografiche e genetiche ben definite — per lo più di origine caucasica e provenienti da contesti clinici europei o nordamericani. **L'applicazione indiscriminata di questi modelli a pazienti di altre etnie o con caratteristiche biologiche differenti potrebbe determinare previsioni meno accurat**e, suggerimenti terapeutici poco pertinenti o addirittura errori clinici.

Oltre al rischio di bias, esistono altre questioni etiche rilevanti legate all'uso dell'AI in medicina della riproduzione. La trasparenza degli algoritmi — spesso definiti "black box" — rappresenta un nodo cruciale: molti dei sistemi predittivi attualmente in uso non permettono di comprendere appieno come vengano elaborate le raccomandazioni fornite ai clinici. Questa opacità può ridurre la fiducia dei pazienti e complicare la responsabilità medico-legale in caso di controversie.

La gestione dei dati riproduttivi, peraltro, richiede standard di sicurezza particolarmente elevati. **Le informazioni sanitarie trattate nei percorsi di fertilità sono tra le più sensibili in assoluto, perché coinvolgono aspetti legati alla sfera intima, genetica e familiare dei pazienti**. La protezione di questi dati e la loro corretta gestione rappresentano un obbligo etico e normativo imprescindibile.

A livello normativo, l'Unione Europea ha già intrapreso un percorso di regolamentazione specifica sull'uso dell'AI in ambito sanitario, con l'obiettivo di definire standard comuni di sicurezza, trasparenza e rispetto dei diritti dei pazienti.

Verso una Medicina della Riproduzione guidata dai Dati: Conclusioni

Oggi sono già stati identificati almeno 11 algoritmi di Clinical Decision Support System (CDSS) applicabili alla gestione clinica e di laboratorio dei percorsi di procreazione medicalmente

 © 2026 ICMED S.r.l.

assistita. Questi strumenti, sviluppati per supportare decisioni in ambiti come la stimolazione ovarica, la valutazione embrionale e la gestione dei dosaggi farmacologici, **rappresentano lo stato dell'arte delle applicazioni di intelligenza artificiale nei trattamenti di infertilità**.

Tuttavia, i dati disponibili indicano che l'adozione diffusa e sicura di questi modelli richiederà ancora importanti passi avanti. In particolare, la revisione sistematica dei principali studi internazionali evidenzia la presenza di metodi di validazione molto eterogenei, con protocolli di verifica non standardizzati e poco confrontabili tra loro.

Il punto di arrivo più maturo di questa trasformazione non è solo tecnologico, **ma prima di tutto organizzativo e culturale**. L'intelligenza artificiale potrà esprimere tutto il suo potenziale nella medicina della riproduzione solo quando si costruiranno ecosistemi digitali realmente in grado di raccogliere, gestire, integrare e valorizzare dati complessi in modo sistematico e sicuro.

Riferimenti Bibliografici

Artificial Intelligence, Clinical Decision Support Algorithms, Mathematical Models, Calculators Applications in Infertility: Systematic Review and Hands-On Digital Applications

Carlo Bulletti, MD; Jason M. Franasiak, MD; Andrea Busnelli, MD; Romualdo Sciorio, BSc, Msc; Marco Berrettini, PhD; Lusine Aghajanova, MD, PhD; Francesco M. Bulletti, MD; and Baris Ata, MD

Artificial Intelligence, Clinical Decision Support Algorithms, Mathematical Models, Calculators Applications in Infertility: Systematic Review and Hands-On Digital Applications - PubMed

Transforming Health Care With Artificial Intelligence: Redefining Medical Documentation

Archana Reddy Bongurala, MD; Dhaval Save, MD; Ankit Virmani, MSc; and Rahul Kashyap, MBBS

Transforming Health Care With Artificial Intelligence: Redefining Medical Documentation - ScienceDirect

Transforming Large Language Models into Superior Clinical Decision Support Tools by Embedding Clinical Practice Guidelines

 © 2026 ICMED S.r.l.

Yanshan Wang, PhDa,b,c,d; Xiaoxi Yao, PhD, MPHe,f; and Xizhi Wua• Car J, Sheikh A, Wicks P, Williams MS.
https://doi.org/10.1016/j.mcpdig.2024.05.018

How are Machine Learning and Artificial Intelligence Used in Digital Behavior Change Interventions? A Scoping Review

Amy Bucher, PhD; E. Susanne Blazek, PhD; and Christopher T. Symons, PhD

How are Machine Learning and Artificial Intelligence Used in Digital Behavior Change Interventions? A Scoping Review - ScienceDirect

Citazione suggerita:

Colmenares DP. Intelligenza Artificiale e medicina della riproduzione. ICMED Magazine. 2025;2025(2). doi:10.82098/icmed-mag.2025.02.001