

INFERMIERE³

Innovazione, Sfide e Soluzioni
La giusta combinazione per governare la complessità

20-22 MARZO 2025 - PALACONGRESSI DI RIMINI

TERZO CONGRESSO NAZIONALE

Federazione Nazionale Ordini Professioni Infermieristiche



Intelligenza artificiale nella gestione dell'anemia nei pazienti affetti da malattia renale cronica: una scoping review

Autori e affiliazioni

*Sara Morales Palomares^{1,2}, Stefano Mancin², Gaetano Ferrara²,
Domenica Gazineo², Giovanni Cangelosi², Addolorata Palmisano²,
Lea Godino², Serenella Savini², Marco Sguanci²,
Desirée Andreoli²*

¹ OPI di Cosenza, Italia

² Gruppo Formazione e Ricerca Società infermieri di Area nefrologica (SIAN), Olbia, Italia

Introduzione

La malattia renale cronica (MRC) è una condizione progressiva che compromette la funzione renale, con un impatto significativo sulla qualità della vita e sulla gestione clinica dei pazienti. Tra le sue complicanze più comuni, l'anemia colpisce oltre il 90% dei pazienti con insufficienza renale terminale, determinando affaticamento, ridotta capacità fisica e un aumento del rischio cardiovascolare. Nonostante la disponibilità di trattamenti come agenti stimolanti l'eritropoiesi (ASEs) e supplementazione di ferro, la gestione dell'anemia in MRC rimane complessa, richiedendo un attento bilanciamento tra efficacia e sicurezza del trattamento. In questo contesto, il ruolo dell'infermiere è cruciale, sia nel monitoraggio clinico che nell'educazione terapeutica del paziente, garantendo l'aderenza alle terapie e la personalizzazione dell'assistenza. Negli ultimi anni, l'intelligenza artificiale (IA) ha mostrato un crescente potenziale nel migliorare la diagnosi e la gestione personalizzata di molte patologie croniche. Applicata all'anemia nei pazienti con MRC, l'IA può integrare grandi quantità di dati clinici e di laboratorio, consentendo una migliore predizione della risposta ai trattamenti e una stratificazione del rischio più accurata.

Obiettivi: Valutare il potenziale e l'efficacia dell'IA nella gestione dell'anemia nei pazienti con MRC per ottimizzare i trattamenti e migliorare gli esiti clinici e l'efficienza della assistenza infermieristica.

Materiali e Metodi

È stata condotta una scoping review seguendo la metodologia del Johanna Briggs Institute (JBI) e il PRISMA Extension for scoping reviews (PRISMA-ScR). La ricerca, effettuata a novembre 2024 su cinque database (Medline, Embase, Cochrane Library, CINAHL), ha integrato fonti di letteratura grigia. Lo Screening ed estrazione dati sono stati condotti in modo indipendente da due ricercatori. Il protocollo è stato depositato nel registro Open Science Framework (DOI 10.17605/OSF.IO/QKEXH)

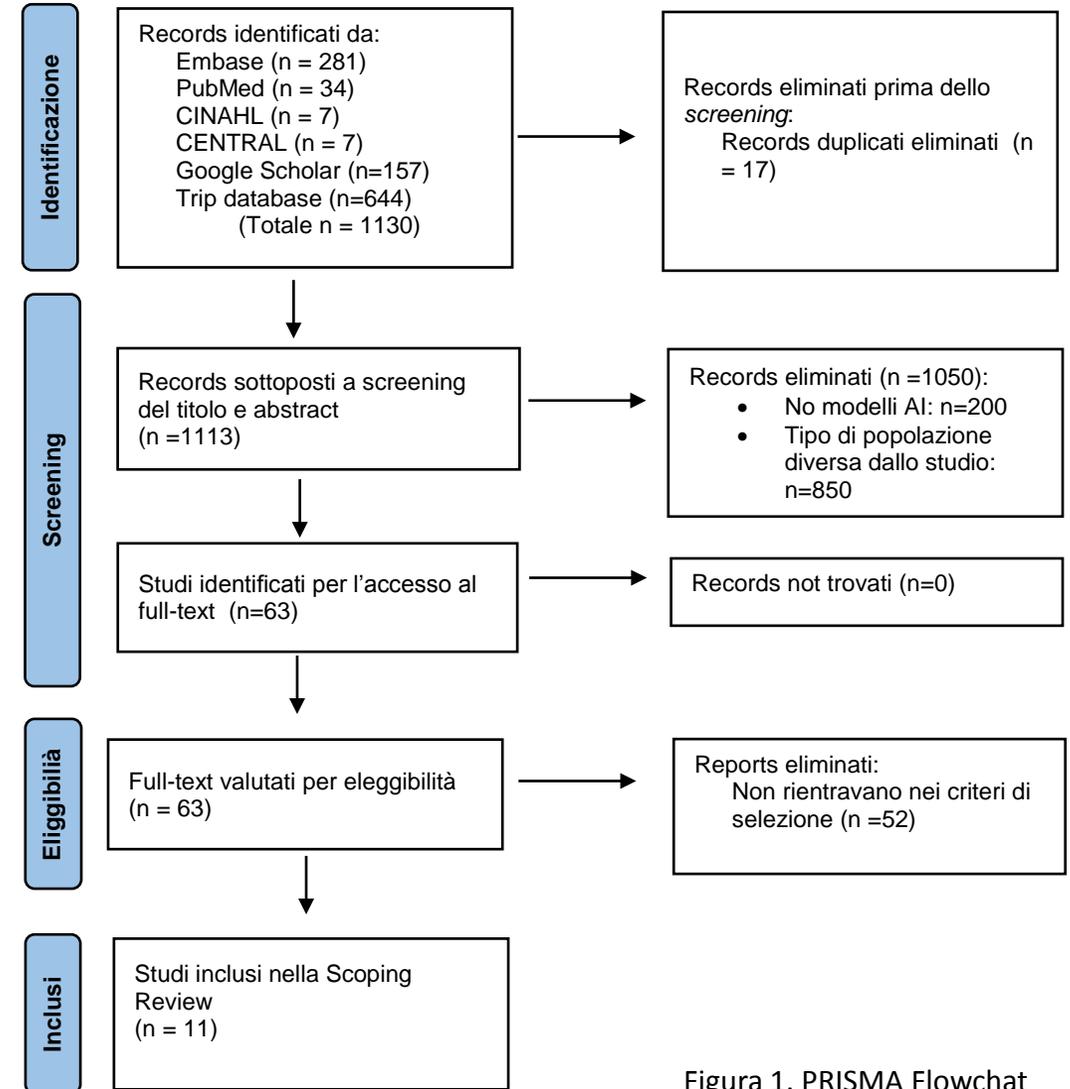


Figura 1. PRISMA Flowchat

Risultati

Gli undici studi analizzati comprendevano principalmente studi di coorte condotti tra il 2003 e il 2024, coinvolgendo pazienti con MRC sia in fase pre-dialitica che in dialisi. Per la gestione dell'anemia, sono stati impiegati modelli di IA basati su apprendimento supervisionato, tra cui reti neurali artificiali (ANN, RNN, GRU-Attention Module) e algoritmi di machine learning tradizionale, come Random Forest, XGBoost e regressione lineare.

Applicazioni dei modelli di IA nella gestione dell'anemia

- ✓ **Predizione dei livelli di emoglobina (Hb):** Algoritmi avanzati, come Reti Neurali Ricorrenti (RNN) e Gated Recurrent Unit-Attention Module (GAM), hanno migliorato l'accuratezza nella previsione dell'Hb, facilitando un intervento precoce.
- ✓ **Ottimizzazione della terapia con ASE:** Il modello Anemia Control Model (ACM) ha incrementato il raggiungimento del target di Hb, riducendo la variabilità della terapia con ESA e migliorando l'efficacia del trattamento.
- ✓ **Stratificazione del rischio e personalizzazione della terapia:** Modelli di IA hanno consentito l'identificazione dei pazienti a maggiore rischio di instabilità dell'Hb, di ospedalizzazione e di necessità di trasfusioni, permettendo un'allocatione più efficiente delle risorse terapeutiche.

Efficacia della IA nella gestione dell'anemia

- ✦ **Miglior controllo dell'Hb:** L'ACM ha migliorato il raggiungimento dei valori target di Hb, passando dal 70,6% al 76,6% fino all'83,2%.
- ✦ **Riduzione della variabilità dell'Hb:** L'uso di algoritmi di IA ha ridotto le fluttuazioni emoglobiniche tra il 22% e il 33%, garantendo una maggiore stabilità del quadro clinico.
- ✦ **Regolazione della terapia con ASE:** L'implementazione dell'ACM ha portato a una riduzione del consumo di darbepoetina, passando da 0,63 a 0,46 mg/kg/mese, riducendo così il rischio di sovratrattamento e gli effetti collaterali associati.
- ✦ **Miglioramento delle previsioni cliniche:** L'IA ha dimostrato elevata accuratezza nella previsione del rischio di anemia (AUC 0,82), ospedalizzazione (AUC 0,68) e mortalità nei pazienti con CKD (AUC 0,70), fornendo strumenti avanzati per la personalizzazione della gestione clinica.

Conclusioni

L'IA rappresenta un'innovazione promettente nella gestione dell'anemia nei pazienti con MRC. I modelli di IA analizzati hanno dimostrato di migliorare il controllo dei livelli di Hb, ottimizzare il dosaggio degli ASE e ridurre le oscillazioni della terapia, con potenziali benefici in termini di sicurezza ed efficacia clinica. Dal punto di vista infermieristico, l'IA può supportare un monitoraggio più accurato e tempestivo dell'anemia, consentendo una personalizzazione degli interventi assistenziali e una gestione più proattiva delle terapie. Future ricerche sono necessarie per validarne l'efficacia nella pratica clinica e garantirne un'integrazione ottimale nei percorsi assistenziali.



L'integrazione di sistemi IA nei protocolli clinici potrebbe:

- ✓ Ottimizzare il trattamento dell'anemia attraverso un approccio personalizzato
- ✓ Aumentare il raggiungimento dei target di Hb
- ✓ Ridurre le complicanze associate alla terapia con ASE
- ✓ Abbattere i costi sanitari legati alla gestione dell'anemia

Bibliografia

Barbieri C, Bolzoni E, Mari F, Cattinelli I, Bellocchio F, Martin JD, et al. Performance of a Predictive Model for Long-Term Hemoglobin Response to Darbepoetin and Iron Administration in a Large Cohort of Hemodialysis Patients. PLoS One 2016a;11(3):e0148938. Kang C, Han J, Son S, Lee S, Baek H, Hwang D, et al. Optimizing anemia management using artificial intelligence for patients undergoing hemodialysis. Sci Rep 2024;14:5689. Yoo TH, Yun HR, Chang J. Development of Hemoglobin Prediction and Erythrocyte Stimulating Agent Recommendation Algorithm (HPERA) Using Recurrent Neural Network in End-Stage Kidney Disease Patients. Nephrol Dial Transplant 2020;35(9):1457-1465. Ohara T, Ikeda H, Sugitani Y, Suito H, -Huynh VQH, Kinomura M, et al. Artificial intelligence supported anemia control system (AISACS) to prevent anemia in maintenance hemodialysis patients. Int J Med Sci 2021;18(8):1831-1839. <https://doi.org/10.7150/ijms.53298> Martínez-Martínez JM, Escandell-Montero P, Barbieri C, Soria-Olivas E, Mari F, Martínez-Sober M, et al. Prediction of the hemoglobin level in hemodialysis patients using machine learning techniques. Comput Methods Programs Biomed 2014;117(2):208-217. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2014.07.001> Barbieri C, Mari F, Stopper A, Gatti E, Escandell-Montero P, Martínez-Martínez JM, & Martín-Guerrero JD. A new machine learning approach for predicting the response to anemia treatment in a large cohort of End Stage Renal Disease patients undergoing dialysis. Comput Biol Med 2015;61:56-61. Gaweda AE, Jacobs AA, Aronoff GR, & Brier ME. Model predictive control of erythropoietin administration in the anemia of ESRD. Am J Kidney Dis