

INTELLIGENZA ARTIFICIALE NEL MANAGEMENT NUTRIZIONALE DEL PAZIENTE CON INSUFFICIENZA RENALE CRONICA

Sara Morales Palomares, NR, MSC, PhD
Membro del Gruppo Formazione e Ricerca della SIAN
Membro del Gruppo Nutrizione nella MRC della SIAN



L'IA nella nutrizione nel paziente con MRC

Strategie nutrizionali tradizionali e le loro limitazioni

Sfide e prospettive future della IA

1. MALNUTRIZIONE NELLA MRC



Global Leadership Initiative on Malnutrition (GLIM), 2019

Definizione di Malnutrizione: stato risultante da una carenza di assunzione o assimilazione di nutrienti, che porta a una composizione corporea alterata (diminuzione della massa magra) e a una compromissione della funzione fisica e mentale

European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), 2017



```
graph TD; A[Criteri GLIM per la diagnosi di malnutrizione] --> B[Criteri fenotipici: Perdita di peso, BMI, Perdita di massa muscolare]; A --> C[Criteri eziologici: scarsa assunzione o assimilazione di alimenti, infiammazione]; B --> D[In presenza di almeno un criterio fenotipico e uno eziologico]; C --> D; D --> E[Definizione del livello di malnutrizione];
```

GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community

1. MALNUTRIZIONE NELLA MRC

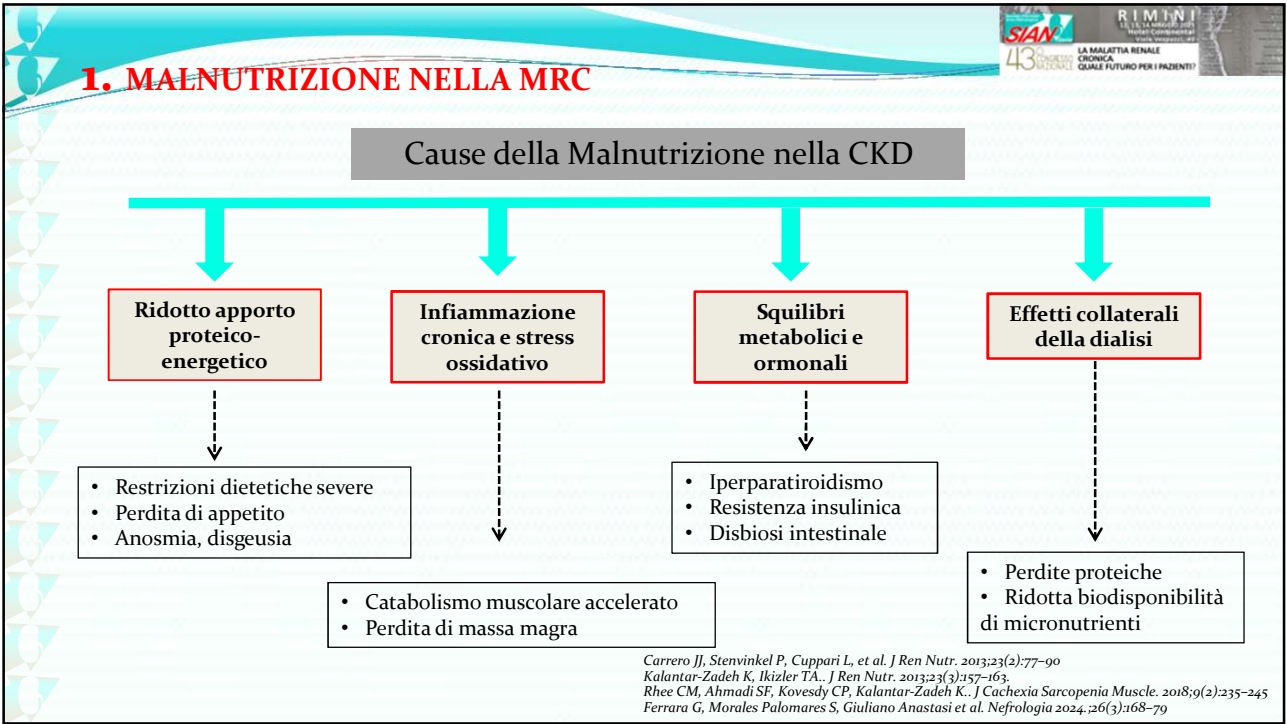


Protein Energy Wasting (PEW)

Bozzoli, L., Sabatino, A., Regolisti, G., Morabito, S., Donadio, C., Cupisti, A., Piotti, G., & Fiaccadori, E. (2015). Deplezione proteico-energetica e supplementazione nutrizionale nei pazienti in emodialisi cronica. *Giornale Italiano di Nefrologia*, 32(5). Società Italiana di Nefrologia. ISSN 1724-5590.

Prevalenza della Malnutrizione nei Pazienti con MRC

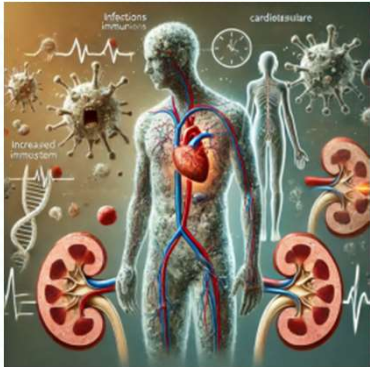
Tipo di Paziente	Prevalenza (%)	Intervallo di Confidenza (95% CI)
Prevalenza Globale/Mondiale	42,7	35,2% - 50,6%
MRC in fase avanzata (non dialisi)	38,5	24,0% - 55,3%
Emodialisi	43,1	32,2% - 54,7%
Dialisi peritoneale	45,3	29,5% - 62,1%



1. MALNUTRIZIONE NELLA MRC



Conseguenze della Malnutrizione nel paziente con MRC



Aumento della mortalità e della morbidità.

Maggior rischio di infezioni e complicanze cardiovascolari.

Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, et al. Kidney Int. 2008;73(4):391-398.
Stenvinkel P, Carrero JJ, Axelsson J et al. Kidney Int. 2008;70(Suppl 108):S4-S10.

(L. 633/41). Tale legge, all’art. 70. Ogni utilizzo del materiale citare sempre la fonte di provenienza e gli autori.

3

1. MALNUTRIZIONE NELLA MRC



Conseguenze della Malnutrizione nel paziente con MRC

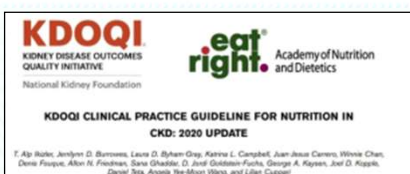


- Diminuzione della risposta ai trattamenti, inclusa la dialisi.

- Peggioramento della qualità della vita e perdita di autonomia.

Fouque D, Kalantar-Zadeh K, Kopple J, et al. *Kidney Int.* 2008;73(4):391-398.
Stenvinkel P, Carrero JJ, Axelsson J et al. . *Kidney Int.* 2008;70(Suppl 108):S4-S10.

2. STRATEGIE NUTRIZIONALI TRADIZIONALI E LE LORO LIMITAZIONI



1. Apporto Proteico

- Dieta *ipoproteica* nei pazienti non dializzati (0.6-0.8 g/kg/die),
- Dieta *normoproteica* nei pazienti in dialisi, (1.0-1.2 g/kg/die)
- Controllo rigoroso di sodio, potassio e fosforo.

2. Ottimizzazione del bilancio energetico

- Apporto calorico adeguato (25-35 kcal/kg/die) per prevenire il catabolismo.
- Uso di integratori nutrizionali orali se l'apporto dietetico è insufficiente.

3. Supplementazione di micronutrienti

- Vitamina D e calcio per prevenire il deterioramento osseo.
- Ferro e eritropoietina per la gestione dell'anemia.
- Acidi grassi omega-3 per ridurre l'infiammazione e il rischio cardiovascolare.

Limitazioni

- **Standardizzazione eccessiva:** Le raccomandazioni nutrizionali spesso non tengono conto delle differenze individuali tra i pazienti.
- **Difficoltà di aderenza:** Molti pazienti trovano difficile seguire regimi dietetici restrittivi nel lungo termine.
- **Monitoraggio discontinuo:** I controlli nutrizionali avvengono a intervalli di tempo relativamente lunghi, senza un feedback immediato sulla dieta seguita.



SIAN 43 ANNI DI ESPERIENZA

RIMINI 12-14 settembre 2025

LA MALATTIA RENALE CRONICA. QUALE FUTURO PER I PAZIENTI?

3. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA NUTRIZIONE DELLA MRC

1

Personalizzazione della dieta

2

Monitoraggio continuo dello stato nutrizionale e previsione delle complicanze

3

Miglioramento dell'educazione e aderenza del paziente

4

Supporto all'efficienza del personale sanitario

SIAN 43 ANNI DI ESPERIENZA

RIMINI 12-14 settembre 2025

LA MALATTIA RENALE CRONICA. QUALE FUTURO PER I PAZIENTI?

3. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA NUTRIZIONE DELLA MRC

1

Personalizzazione della dieta

- ✓ **Algoritmi di Machine Learning**, come il Multiclass Decision Forest e Random Forest , sono stati utilizzati nella classificazione degli stadi della MRC e nella generazione di raccomandazioni alimentari basate sui livelli di potassio (*Wickramasinghe et al., 2017; Banerjee et al 2019*)
- ✓ **Sistemi di supporto alle decisioni cliniche (CDSS)** basati sulla logica fuzzy hanno migliorato l'equilibrio tra i macronutrienti nelle diete dei pazienti con patologie croniche multiple (*Marashi-Hosseini et al., 2023*).
- ✓ **Modelli generativi come ChatGPT e Bard AI** sono stati testati nella creazione di menu personalizzati e nella valutazione della composizione nutrizionale degli alimenti. (fosforo e potassio) (*Wang et al., 2024; Qarajeh et al., 2023*)

1. Wickramasinghe M, Perera D, Kahandawaarachchi K. Dietary prediction for patients with chronic kidney disease (CKD) by considering blood potassium level using machine learning algorithms. *IEEE Life Sciences Conference*. 2017. doi:10.1109/LSC.2017.8268202.

2. Banerjee A, Noor A, Siddiqua N, Uddin MN. Food recommendation using machine learning for chronic kidney disease patients. In: 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). IEEE; 2019:1-5. doi:10.1109/ICCCI.2019.8821871.

3. Marashi-Hosseini, L., Jafarirad, S. & Hadianfard, A.M. A fuzzy based dietary clinical decision support system for patients with multiple chronic conditions (MCCs). *Sci Rep*. 2023;13:21666. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39371-4>

4. Wang LC, Zhang H, Ginsberg N, et al. Application of ChatGPT to support nutritional recommendations for dialysis patients: A qualitative and quantitative evaluation. *J Ren Nutr*. 2024;34(6):477-481. doi:10.1053/j.jrn.2024.09.001.

5. Qarajeh A, Tangpanitthadee S, Thongprayoon C, et al. AI-powered renal diet support: Performance of ChatGPT, Bard AI, and Bing Chat. *Clin Pract*. 2023;13(5):1160-1172. doi:10.3390/clinpract13050104.

(L. 633/41). Tale legge, all’art. 70. Ogni utilizzo del materiale citare sempre la fonte di provenienza e gli autori.

5

3. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA NUTRIZIONE DELLA MRC

2



Monitoraggio continuo dello stato nutrizionale e previsione delle complicanze

- ✓ **I modelli predittivi di machine learning**, come il *Multiclass Decision Forest (MDF)* e *Extreme Gradient Boosting (XGB)*, hanno dimostrato un'accuratezza elevata nella previsione di eventi avversi, tra cui l'iperpotassiemia (Banerjee et al 2019; Kanda et al., 2022)
- ✓ **Dispositivi AI-driven e wearable** sono stati impiegati per il monitoraggio in tempo reale dell'assunzione calorica, del bilancio idrico e dei livelli biochimici, contribuendo a ridurre il rischio di squilibri elettrolitici e complicanze metaboliche (Maurya et al., 2019).
- ✓ **L'integrazione dell'IA con le cartelle cliniche elettroniche (EHRs)** ha consentito un aggiornamento dinamico del profilo nutrizionale dei pazienti, migliorando la precisione e la tempestività nella gestione delle diete (Kanda et al., 2022; Gupta et al, 2022)

1. Banerjee A, Noor A, Siddiqua N, Uddin MN. Food recommendation using machine learning for chronic kidney disease patients. In: 2019 International Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCI). IEEE; 2019:1-5. doi:10.1109/ICCCI.2019.8821871.
2. Kanda E, Okami S, Kohsaka S, et al. Machine learning models predicting cardiovascular and renal outcomes and mortality in patients with hyperkalemia. *Nutrients*. 2022;14(21):4614. doi:10.3390/nu14214614.
3. Gupta S, Garg N, Sinha D, et al. The emerging role of implementing machine learning in food recommendation for chronic kidney diseases using correlation analysis. *J Food Qual*. 2022;2022:7176261. doi:10.1155/2022/7176261.
4. Maurya A, Wable R, Shinde R, et al. Chronic kidney disease prediction and recommendation of suitable diet plan by using machine learning. In: International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE 2019). IEEE; 2019. doi:10.1109/ICNTE44896.2019.8946029.

3. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA NUTRIZIONE DELLA MRC

3



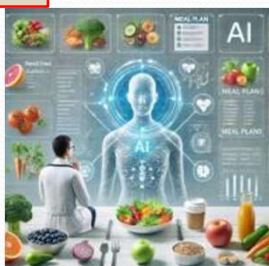
Miglioramento dell'educazione e della adesione del paziente

- ✓ **Chatbot e assistenti virtuali come ChatGPT e Bard AI** forniscono consigli nutrizionali personalizzati, rispondendo alle domande dei pazienti in tempo reale (Wang et al., 2024).
- ✓ **Funzionalità multilingue e adattabilità culturale** permettono di generare piani alimentari e materiali educativi personalizzati, favorendo una maggiore adesione alle raccomandazioni nutrizionali (Qarajeh et al., 2023).
- ✓ **L'automatizzazione delle raccomandazioni dietetiche** riduce il carico cognitivo sui pazienti, facilitando la comprensione delle restrizioni alimentari e migliorandone la compliance (Kanda et al., 2022).

1. Wang LC, Zhang H, Ginsberg N, et al. Application of ChatGPT to support nutritional recommendations for dialysis patients: A qualitative and quantitative evaluation. *J Ren Nutr*. 2024;34(6):477-481. doi:10.1053/j.jrn.2024.09.001.
2. Qarajeh A, Tangpanithandee S, Thongprayoon C, et al. AI-powered renal diet support: Performance of ChatGPT, Bard AI, and Bing Chat. *Clin Pract*. 2023;13(5):1160-1172. doi:10.3390/clinpract13050104.
3. Kanda E, Okami S, Kohsaka S, et al. Machine learning models predicting cardiovascular and renal outcomes and mortality in patients with hyperkalemia. *Nutrients*. 2022;14(21):4614. doi:10.3390/nu14214614.

3. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA NUTRIZIONE DELLA MRC

4

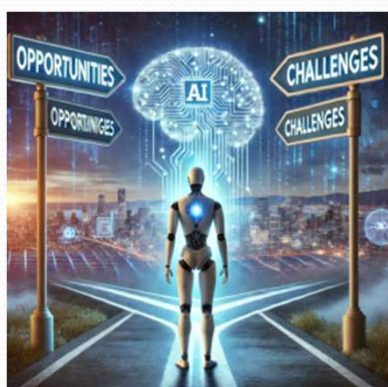


**Supporto
all'efficienza del
personale
sanitario**

- ✓ I Sistemi di supporto alle decisioni cliniche (CDSS) basati su logica fuzzy hanno permesso di generare rapidamente raccomandazioni dietetiche accurate per pazienti con MRC e comorbidità, migliorando la gestione dei casi complessi (*Marashi-Hosseini et al., 2023*).
- ✓ Strumenti basati su Machine Learning hanno automatizzato la classificazione degli stadi della MRC e l'adattamento delle diete in base a biomarcatori specifici, come i livelli di potassio, consentendo un intervento più rapido ed efficace (*Maurya et al., 2019*).
- ✓ L'integrazione con le cartelle cliniche elettroniche ha migliorato la continuità assistenziale, aggiornando in tempo reale i dati nutrizionali e facilitando il coordinamento tra diverse figure sanitarie (*Kanda et al., 2022*).

1. Marashi-Hosseini, L., Jafarirad, S. & Hadianfard, A.M. A fuzzy based dietary clinical decision support system for patients with multiple chronic conditions (MCCs). *Sci Rep.* 2023;13:12166. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-39371-4>
2. Maurya A, Wable R, Shinde R, et al. Chronic kidney disease prediction and recommendation of suitable diet plan by using machine learning. In: International Conference on Nascent Technologies in Engineering (ICNTE 2019). IEEE; 2019. doi:10.1109/ICNTE44896.2019.8946029.
3. Kanda E, Okami S, Kohsaka S, et al. Machine learning models predicting cardiovascular and renal outcomes and mortality in patients with hyperkalemia. *Nutrients.* 2022;14(2):4614. doi:10.3390/nu14214614.

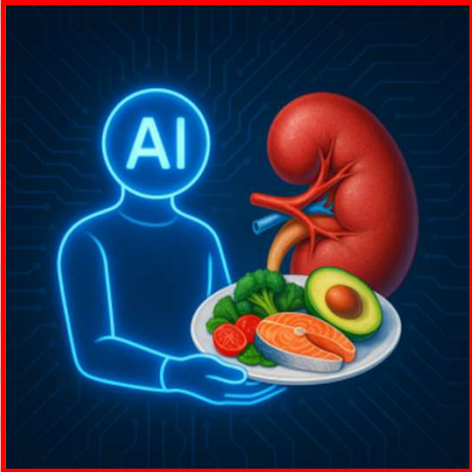
4. SFIDE E PROSPETTIVE FUTURE DELLA IA



**QUALITA' E
AFFIDABILITA'
DEI DATI**

**IA COME
SUPPORTO
DECISIONALE**

**ASPETTI ETICI
E NORMATIVI**



LA MALATTIA RENALE CRONICA
QUALE FUTURO PER I PAZIENTI?

CONCLUSIONI

- ❖ L'IA offre strumenti avanzati per la personalizzazione delle diete, il monitoraggio continuo dello stato nutrizionale e il supporto all'educazione del paziente.
- ❖ l'IA può migliorare significativamente la qualità della assistenza, ridurre il rischio di complicanze e ottimizzare il lavoro dei professionisti sanitari.
- ❖ L'adozione dell'IA consentendo un approccio personalizzato, predittivo e dinamico.
- ❖ In questa trasformazione il ruolo degli operatori sanitari rimane centrale.



LA MALATTIA RENALE CRONICA
QUALE FUTURO PER I PAZIENTI?

Grazie per la attenzione!!!!

“In un mondo sempre più guidato dai dati, l'intelligenza artificiale non è un traguardo fine a sé stesso, ma uno strumento potente per restituire centralità al paziente, rendendo ogni piano nutrizionale non un protocollo standard, ma un'espressione unica dei suoi bisogni.”

