

Tecnologie Avanzate in un nuovo modello assistenziale

Andrea Corsonello

Dipartimento di Farmacia e Scienze della Salute e della Nutrizione, UNICAL, Rende (CS)

UOC di Geriatria ed Epidemiologia Clinica - IRCCS INRCA Cosenza



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Istituto
di Ricovero
e Cura
a Carattere
Scientifico

DI	Fondazione Don Carlo Gnocchi		
Titolo ricerca	Proof of Concept of Hybrid robotics for gait Rehabilitation of persons post-stroke (PoCH-Rehab)		
PI	Maurizio Ferrarin		
Data convenzione	21/12/2022 (data sottoscrizione)		
Cod. ricerca	PNRR-POC-2022-12375689		
CUP Master	H43C22001070007		
Data Inizio	19/5/2023	Data fine autorizzata	18/5/2026
Unità Operative	U.O. 1 - Fondazione Don Carlo Gnocchi U.O. 2 - Istituto Italiano di Tecnologia U.O. 3 - Istituto Nazionale di Riposo e Cura Anziani		

Il progetto PoCH- Rehab prevede tre obiettivi specifici:

Aim 1) Sviluppare un sistema robotico ibrido (HRAR) composto dall'integrazione di due dispositivi già esistenti realizzati dai partner del progetto: un dispositivo esoscheletrico (basato sulla **suite di controllo TWINActa**) con un dispositivo di stimolazione elettrica funzionale controllato da segnale elettromiografico (**sistema FITFES**).

Aim 2) Studiare, nell'ambito della riabilitazione locomotoria di pazienti post-ictus, l'efficacia di un trattamento riabilitativo basato sul sistema ibrido HRAR, rispetto ad un trattamento basato su un sistema puramente robotico (**RAR, Robot-assisted rehabilitation- EksoNR**).

Aim 3) Valutare il rapporto costo-efficacia della soluzione HRAR (Hybrid RAR) in una prospettiva di Value-Based Healthcare (VBH).



FDG:

- 25 soggetti post-stroke in regime di ricovero o ambulatoriale.
- 20 soggetti sani volontari comparabili per età e sesso al fine di ottenere il riferimento normativo per le valutazioni strumentali.

INRCA: 25 soggetti post-stroke in regime di ricovero o ambulatoriale.

Criteri di inclusione:

- Età ≥ 18 anni,
- Diagnosi di primo ictus unilaterale ischemico o emorragico da almeno due settimane;
- $1 \leq FAC \leq 3$;
- In grado di stare in piedi in modo indipendente per almeno 1 minuto;
- Possesso delle caratteristiche tecniche specifiche per l'utilizzo del dispositivo EksoNR:
 - Peso $< 100\text{kg}$;
 - $1,58\text{m} < \text{Altezza paziente} < 1,88\text{m}$;
 - Larghezza bacino $< 45,6\text{cm}$;
 - $51\text{cm} < \text{Lunghezza femore (coscia)} < 61,4$;
 - $48\text{cm} < \text{Lunghezza gamba} < 63,4\text{cm}$.

Criteri di esclusione:

- MMSE < 24 ;
- Evidenze cliniche in cartella di aprassia visuo-spaziale ed ideomotoria, disturbi comportamentali, neglect, disturbi sensoriali visivi e uditivi di grado severo o comunque che impediscano utilizzo del dispositivo;
- pazienti a rischio di fratture o con fratture strategiche;
- Trauma cranico maggiore;
- Emorragia subaracnoidea, trombosi cerebrale;
- Instabilità clinica cardio-respiratoria o internistica;
- Stato di gravidanza o allattamento;
- Neoplasia maligna recente;
- MICI con impegno articolare degli arti inferiori;
- Spasticità grave (Ashworth > 3);
- Limitazioni significative del ROM passivo di anche, ginocchia e caviglia:
 - Flessione bilaterale anche $< 110^\circ$,
 - Contrattura in flessione ginocchio $> 12^\circ$,
 - Incapacità a raggiungere una flessione dorsale TT con angolo neutro a 0° con flessione di ginocchio fino a 12°
- Presenza di protesi arti inferiori;
- problemi di integrità della cute a livello delle superfici di interfaccia col dispositivo o che impedirebbero di sedersi;
- neuropatie periferiche severe.

EKSO

- 15 sedute della durata di 60'
- Compiti motori:
 - sit-to-stand;
 - riadattamento alla verticalizzazione e consapevolezza della posizione;
 - allenamento della propriocezione, dell'equilibrio e dello spostamento del peso corporeo in piedi e durante il cammino;
 - avvio della deambulazione, stepping e riapprendimento del modello fisiologico del cammino;
 - graduale aumento della velocità e della lunghezza del passo durante la deambulazione.





Valutazioni cliniche+questionari	Gait analysis con sEMG+IMU
• Motricity index per arto inferiore (MI-AL) • Fugl-Meyer per arto inferiore • Functional ambulation category (FAC) • Stroke Rehabilitation Motivation Scale Index • Fatigue Severity Scale • Ashworth scale testing of calf and knee muscles • Muscle Manual testing of calf and knee muscles • 5 times sit to stand test (5TSS) • Time up and Go (TUG) • 2 minute walking test (2MWT) • 10 meter walking test (10MWT) • The walking handicap scale (WHS) • Beck Depression Inventory-II	• Cammino rettilineo su 10 metri con velocità auto-selezionata; • Sit-to-stand da una sedia; • Posturografia statica ad occhi aperti e chiusi • 2MWT strumentato con sistema inerziale

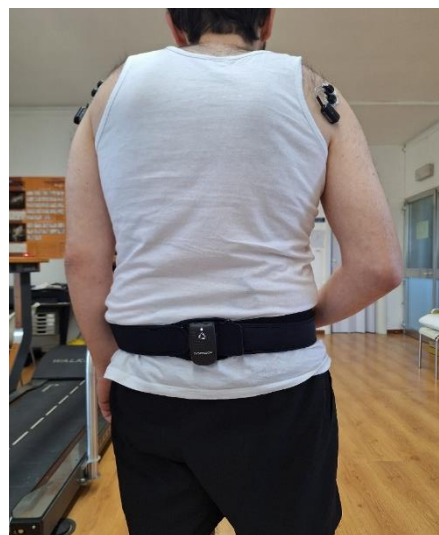


Wave Plus wireless EMG system 24 channels

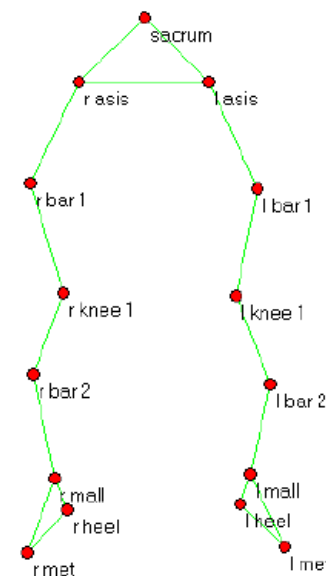


G-walk

Sensore indossabile dotato di 4 piattaforme inerziali ed un GPS per l'analisi del movimento. Consente di valutare la performance di cammino, corsa e salto e di eseguire, in maniera strumentale, test clinici come il Timed Up and Go e il 6MWT.



Sistema optoelettronico dotato di n.4 telecamere ad infrarossi ad alta risoluzione e marker riflettenti applicabili sui segmenti corporei per l'analisi cinematica del cammino



Numerosità totale dei pz (INRCA+FDG)

Training	Screenati	Esclusi per criteri	Esclusi per altri motivi	Esclusi totale	Inclusi (T0)	Conclusi	In corso
H-RAR	109	72	14	86	23	20	3
RAR	79	38	19	57	22	20	2
Totale	186	115	26	141	45	40	5

I risultati a T0 evidenziano un cammino alterato nei soggetti con ictus, con velocità ridotta (Vel_HS: 1.10 (0.98 – 1.25) m/s)

Al tempo T1 si osserva un effetto positivo della riabilitazione con esoscheletri (H-RAR e RAR), senza differenze significative nell'interazione Time × Training per velocità o variabili secondarie.

*Confronto T0-T1 dei parametri spaziotemporal nei due centri (FDG vs INRCA), normalizzati rispetto al T0.
Risultati riportati come mediana (Q1 - Q3).*

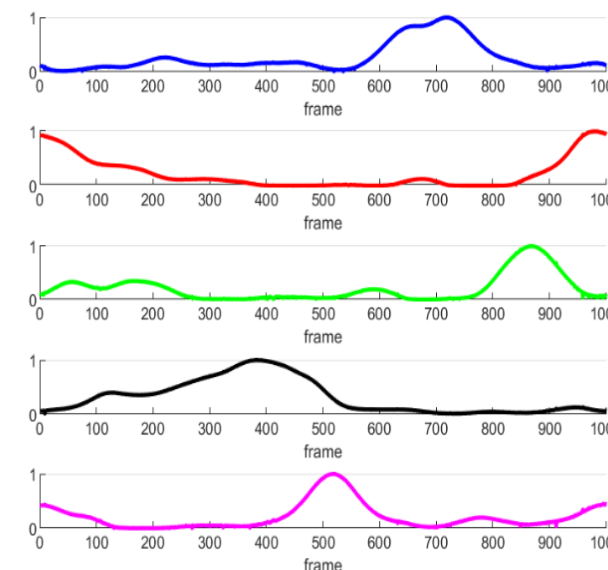
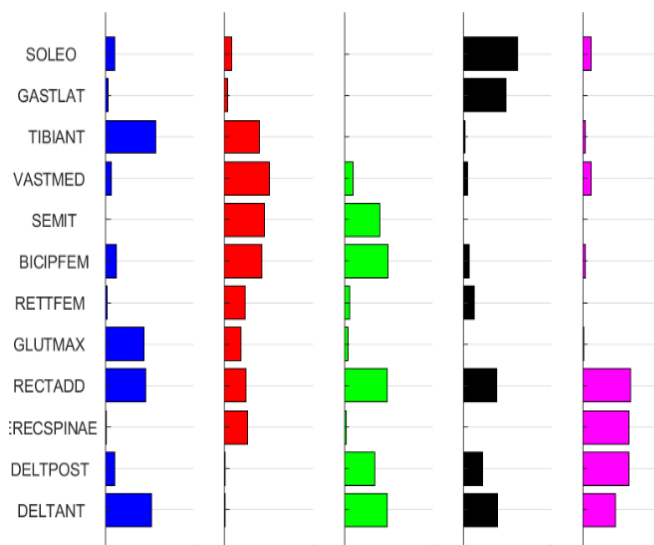
Parametri	H-RAR	RAR
Speed [%]	+23.2 (+7.8 – +34.1)	+14.7 (+0.3 – +25.7)
StrideTime_Plegic [%]	-8.1 (-14.8 – +0.4)	-4.3 (-8.1 – +3.0)
StrideTime_NonPlegic [%]	-10.1 (-12.8 – -3.0)	-6.1 (-10.9 – +4.0)
StepTime_Plegic [%]	-7.3 (-14.4 – -2.7)	-3.5 (-17.1 – +1.3)
StepTime_NonPlegic [%]	-6.6 (-21.2 – -0.1)	-2.4 (-8.7 – +3.8)
Double Support [%]	-8.0 (-22.4 – +8.8)	+4.5 (-15.6 – +16.1)
SingleSupport_Plegic [%]	+4.9 (+2.2 – +11.3)	-0.2 (-3.2 – +5.6)

Effetto di RAR e H-RAR sulle sinergie muscolari

Le sinergie muscolari di riferimento sono state estratte da 20 soggetti sani, identificando 5 moduli funzionali:

- (1) leg deceleration module;
- (2) weight acceptance module;
- (3) propulsion module;
- (4) swing initiation/foot clearance module;
- (5) trunk stabilization/arm swing module.

Rappresentazione delle sinergie muscolari di un soggetto sano durante una prova di cammino. A sinistra viene riportata la matrice con i pesi muscolari e a destra la matrice con i profili di attivazione delle sinergie.



Come si organizzano le sinergie muscolari dopo trattamento:

F-index: frammentazione

Esprime il numero di componenti patologiche necessarie per ricostruire una singola sinergia fisiologica, considerando coefficienti di proiezione superiori a 0.20;

F-index elevato:



maggiore frammentazione della struttura delle sinergie motorie.

F-index basso



Controllo motorio più integrato
Più vicino al fisiologico

M-index: fusione delle sinergie

Quantifica il numero di sinergie fisiologiche che contribuiscono alla ricostruzione di una singola sinergia patologica (soglia = 0.20);

M-index elevato:



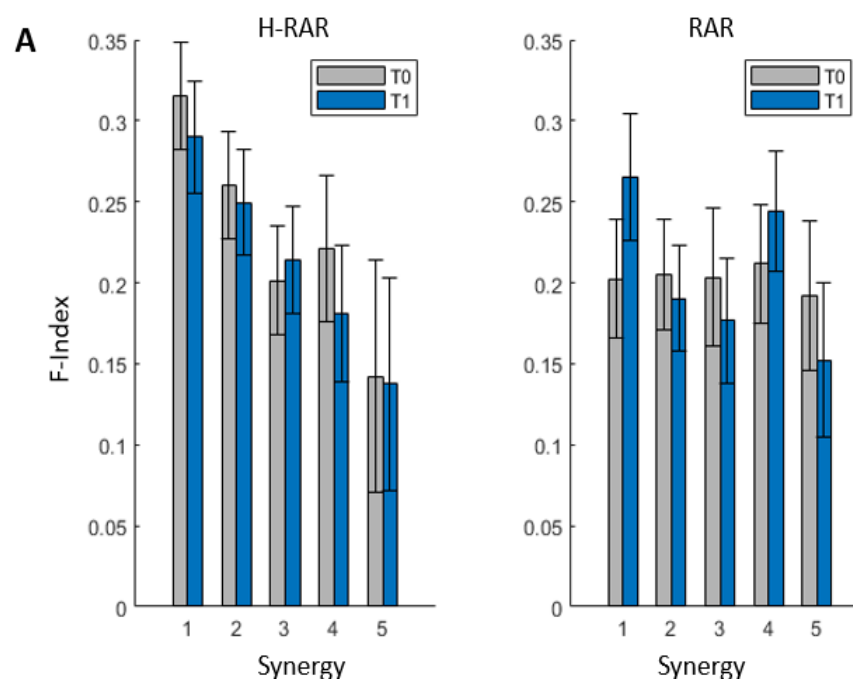
maggiore fusione tra moduli motori e una ridotta selettività del controllo.

M-index basso

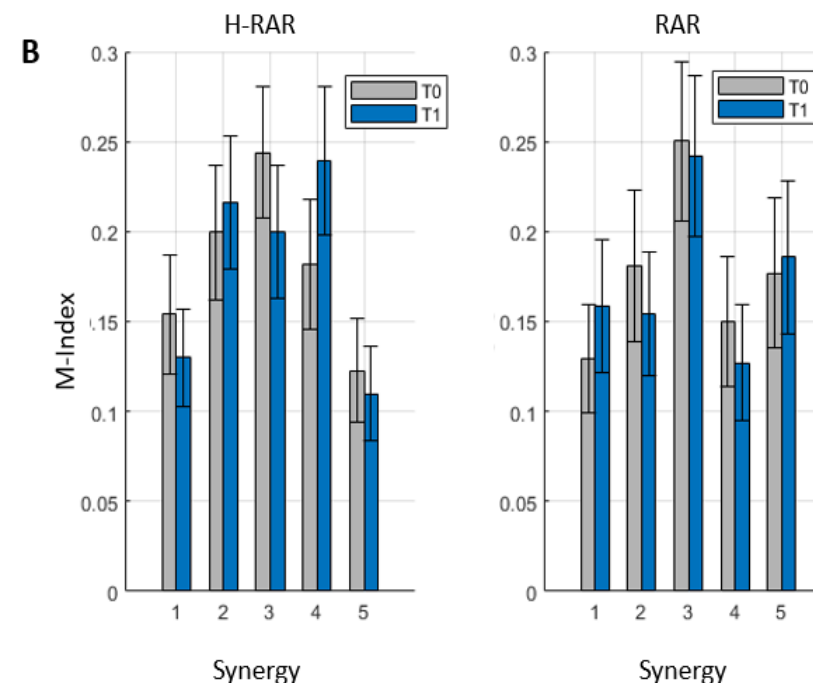


Sinergie più selettive
Migliore separazione dei comandi
Maggiore stabilità

Indici di fractionalization (F-index) e Indici di merging (M-index) per ciascuna sinergia fisiologica (1-5) nei gruppi H-RAR e RAR:

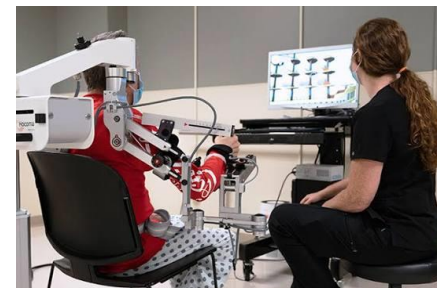


Mediamente (SD) Δ_{T1-T0} di F-Index per H-RAR 0.05 ± 0.70 vs RAR 0.30 ± 1.02 . **La minore variazione osservata in H-RAR suggerisce una migliore integrazione motoria, mentre l'aumento nel gruppo RAR indica una maggiore frammentazione delle sinergie muscolari.**



Mediamente (SD) Δ_{T1-T0} di M-Index per H-RAR 0.09 ± 0.44 vs RAR 0.42 ± 0.92 . **La minore variazione osservata in H-RAR suggerisce una maggiore stabilità delle sinergie, mentre l'aumento nel gruppo RAR indica una tendenza a una maggiore fusione (merging) delle sinergie muscolari.**

Il futuro della rete riabilitativa



Future directions

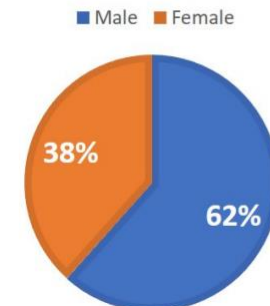
1. Which clinical and demographic characteristics—such as age strata, comorbidities, cognitive status, or severity of motor deficits—are most predictive of a positive response to RAGT in elderly stroke survivors?
2. To what extent is RAGT cost-effective compared to conventional physiotherapy in elderly post-stroke patients, particularly in relation to long-term functional independence, reduction in institutionalization, and quality of life?
3. Can the integration of emerging technologies such as virtual/augmented reality and artificial intelligence enhance the efficacy, adherence, and cognitive stimulation associated with RAGT in older adults?

Review

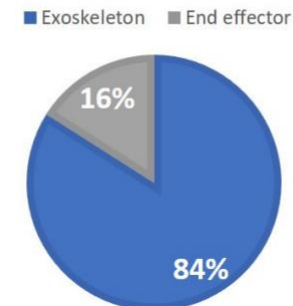
Mapping the Role of Robot-Assisted Gait Training in Post-Stroke Recovery Among Elderly Patients: A Scoping Review

Cinzia Marinaro ¹, Lucia Muglia ¹, Simona Squartecchia ², Annalisa Cozza ^{1,*}, Andrea Corsonello ^{1,3}, Luigi Pranno ¹, Maurizio Ferrarin ² and Tiziana Lencioni ²

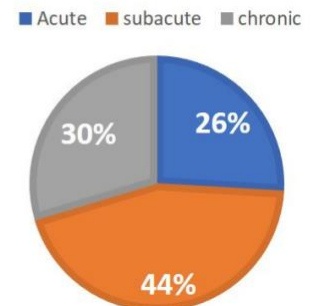
(a) SEX DIFFERENCES



(b) ROBOTIC DEVICE



(c) TIME SINCE STROKE



J. Clin. Med. **2025**, *14*, 3922

SPECIAL THANKS

Mara Volpentesta
Giada Greco
Elvira Filicetti
Luca Soraci

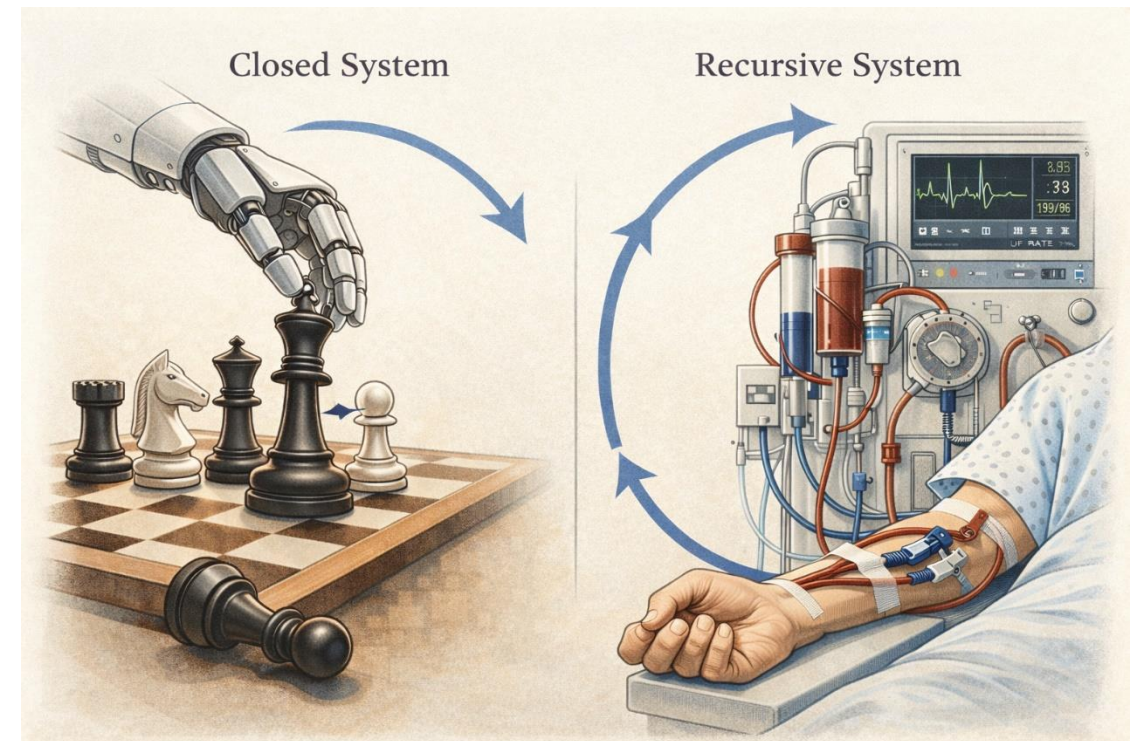


When the Board Moves: Lessons from Hemodialysis for Evaluating Clinical AI

In 1997, IBM's Deep Blue defeated the reigning world chess champion under formal tournament conditions, an event widely interpreted as marking a threshold in machine intelligence.¹ **Chess is a closed system, governed by fixed rules and explicit objectives, in which the act of playing does not alter the structure of the game.** A move is assessed on the same board on which it is made.

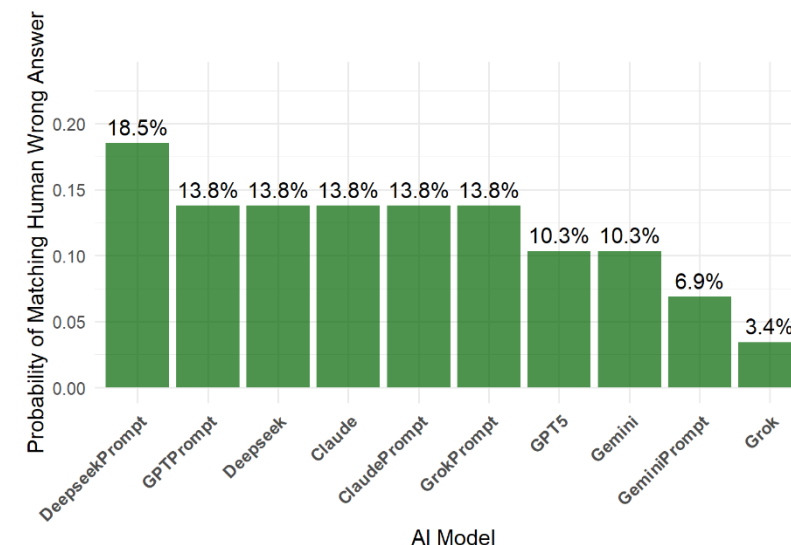
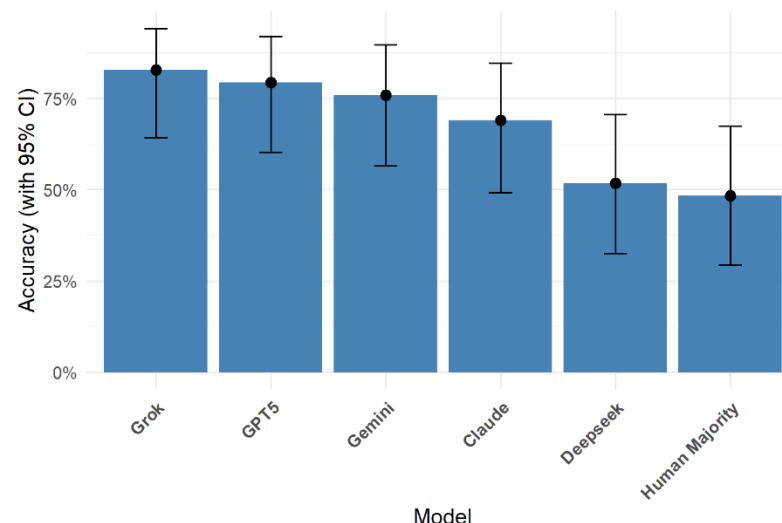
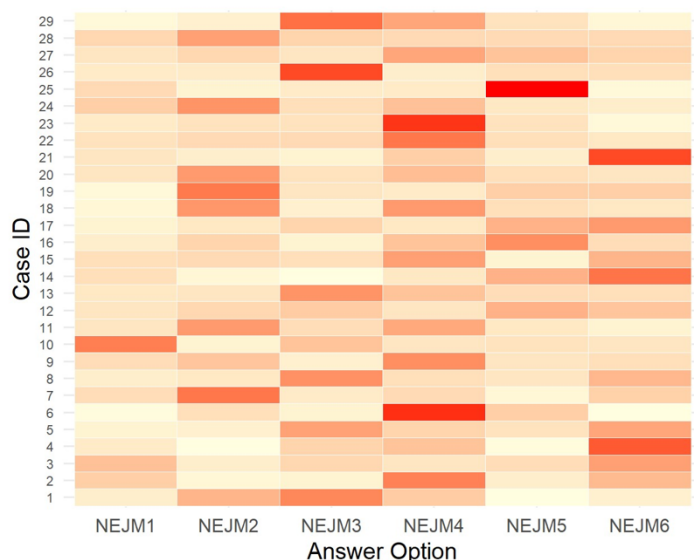
Maintenance hemodialysis illustrates the problem. Patients typically receive treatment three times weekly for years, and **small prescription changes can recur across many sessions.** In this setting, clinicians often adjust ultrafiltration and monitoring in response to perceived risk of intradialytic hypotension. A post-hoc analysis of the HEMO Study demonstrated that ultrafiltration rates exceeding 13 mL per kilogram per hour, compared with rates below 10 mL per kilogram per hour, were associated with greater all-cause and cardiovascular mortality across a large multicenter cohort, independent of major clinical covariates.³

Evaluation must therefore be designed to separate model deterioration from intervention-induced change. In medicine, unlike in chess, the outcome cannot be declared at the moment of the move. In medicine the board at the beginning of the game is not the board at the end.



Clinical Translational Science 2026 in press

When Artificial Intelligence Diagnoses Better Than Humans—but Not Like Humans



A model may outperform clinicians in aggregate while failing in ways that bear no resemblance to clinical uncertainty and therefore in ways that clinical oversight cannot reliably catch. Responsible integration of AI into diagnostic workflows requires evaluation frameworks that characterise error structure and behavioural alignment, not accuracy alone.



Older people will be left behind by generic AI

Simon P. Mooijaart¹ · Bram M. A. van Dijk² · Marco R. Spruit^{2,3}

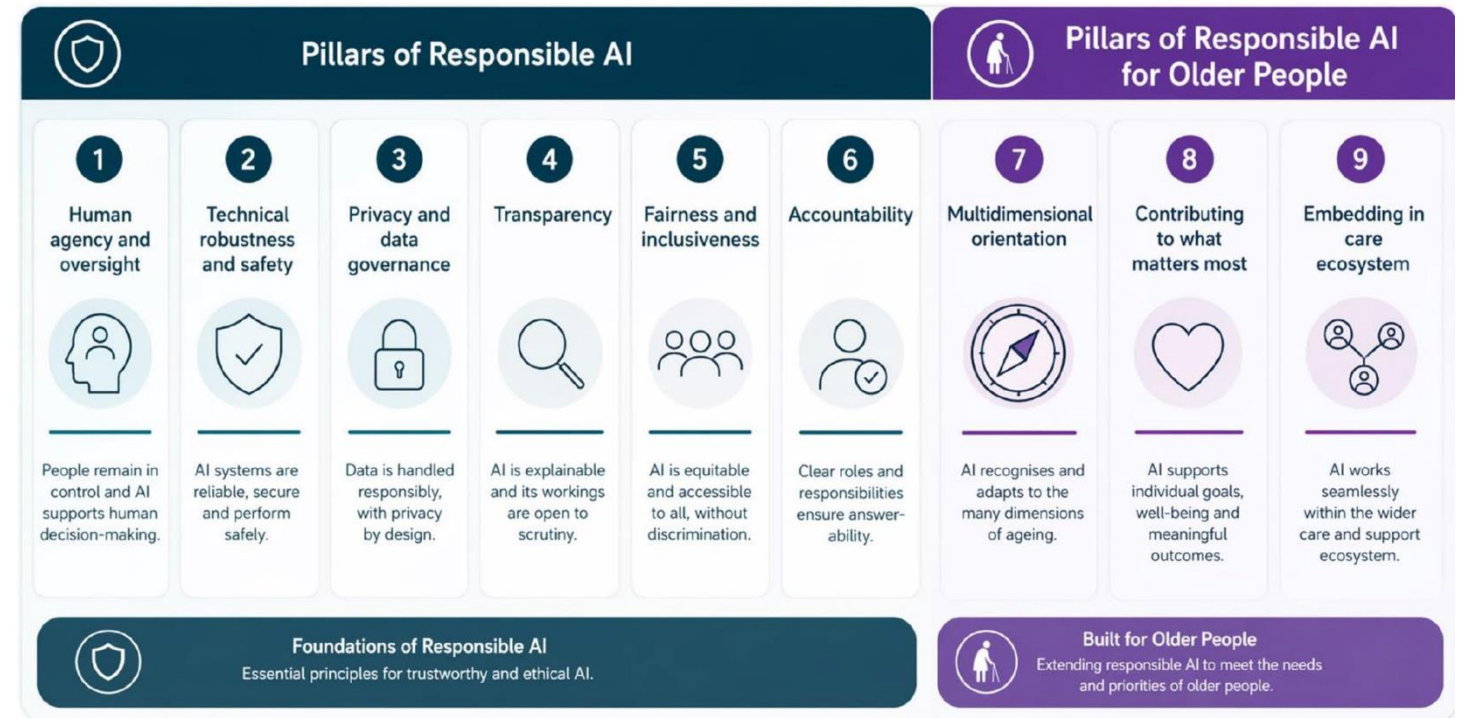


Fig. 1 Pillars of responsible AI in the care for older patients

Il corso di Medicina e Chirurgia TD (Tecnologie Digitali)

Sviluppa una visione medica multidisciplinare

Forma un profilo professionale moderno

- Coniuga una solida conoscenza dell'area medica con competenze su nuove tecnologie, bioinformatica e Intelligenza Artificiale
- I laureati sapranno sfruttare al meglio le potenzialità delle nuove tecnologie per la medicina, nonché contribuire allo sviluppo di metodi e strumenti sanitari innovativi

Durata: 6 anni, 360 CFU (crediti formativi universitari)

- Laurea Magistrale a ciclo unico in Medicina (classe LM-41)

Con soli 27 CFU (5 insegnamenti) aggiuntivi si consegue una doppia laurea:

- Laurea triennale in Ingegneria Informatica (classe L-8)



Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia e Tecnologie Digitali



Tavolo anatomico 3D



Robot chirurgico "Da Vinci"



Braccio robotico per la neurochirurgia

Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia e Tecnologie Digitali



Broncoscopio robotico ION. Sistema mininvasivo per la diagnosi precoce e il trattamento del tumore polmonare. Unico in tutto il Sud Italia



Robot Da Vinci SP. Permette interventi mininvasivi tramite una sola incisione (invece di 6-7 del Da Vinci classico).



Altri 16 milioni di attrezzature hi-tech, in arrivo nel corso del 2026