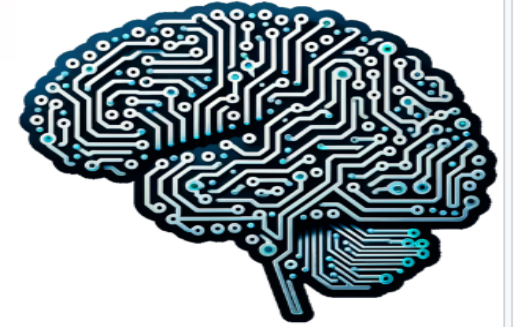


28-30 APRILE 2026

A.I. update di applicazioni: la Neurologia

Dott.ssa Maria Sannino

U.O.C. Neurologia-Stroke Unit P.O.San Leonardo aslnapoli3sud



L'intelligenza artificiale è la capacità o il tentativo di un sistema artificiale di simulare una generica forma di intelligenza naturale.

Il Parlamento UE ha definito l'intelligenza artificiale come «***la capacità di un sistema di mostrare capacità umane quali il ragionamento, l'apprendimento, la pianificazione e la creatività***»

1936 – Alan Turing



ON COMPUTABLE NUMBERS, WITH AN APPLICATION TO
THE ENTSCHIEDUNGSPROBLEM

By A. M. TURING.

[Received 28 May, 1936.—Read 12 November, 1936.]

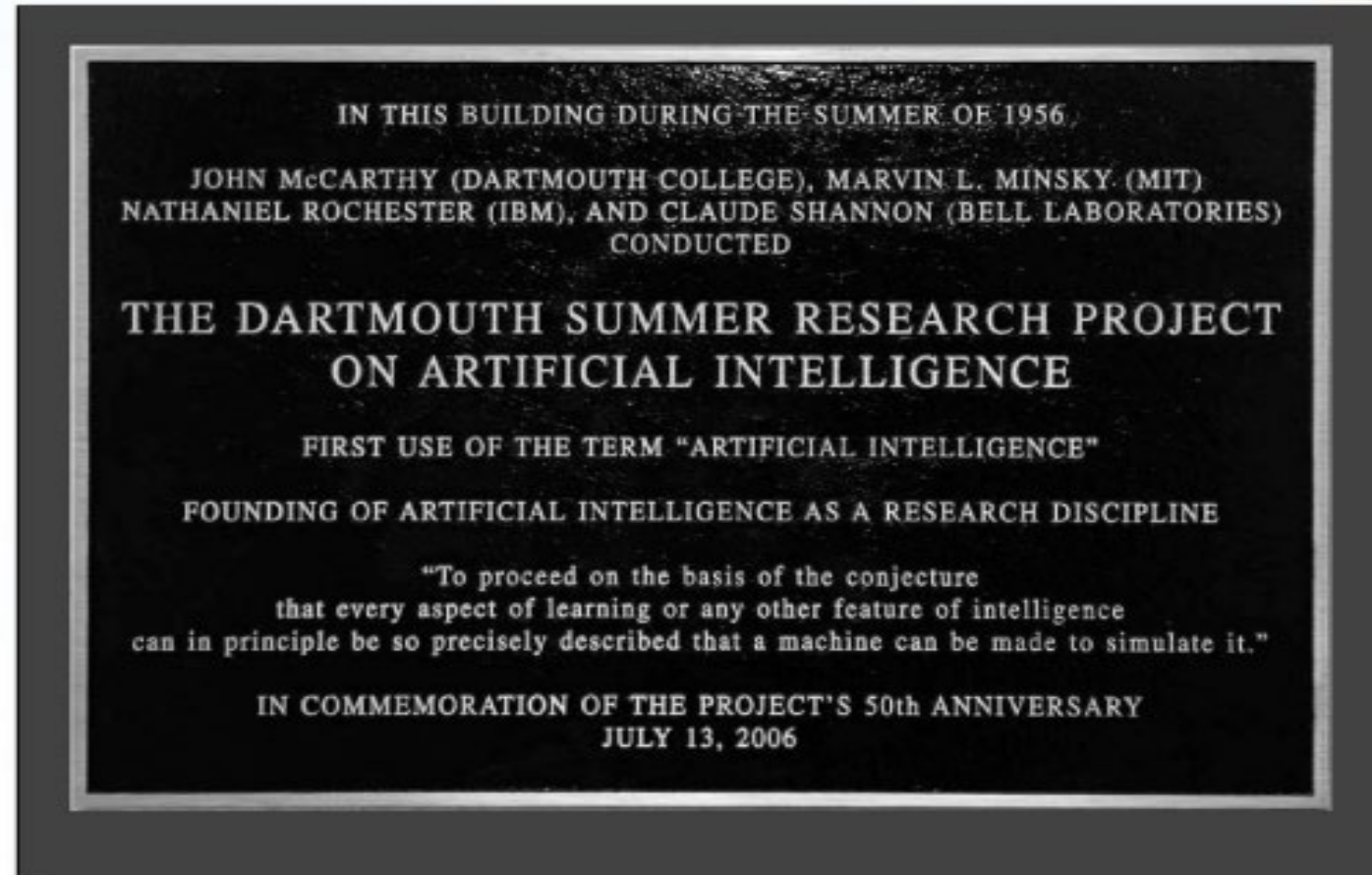
The “computable” numbers may be described briefly as the real numbers whose expressions as a decimal are calculable by finite means. Although the subject of this paper is ostensibly the computable *numbers*, it is almost equally easy to define and investigate computable functions of an integral variable or a real or computable variable, computable predicates, and so forth. The fundamental problems involved are, however, the same in each case, and I have chosen the computable numbers for explicit treatment as involving the least cumbersome technique. I hope shortly to give an account of the relations of the computable numbers, functions, and so forth to one another. This will include a development of the theory of functions of a real variable expressed in terms of computable numbers. According to my definition, a number is computable if its decimal can be written down by a machine.

Nel suo articolo *Computing Machinery and Intelligence* sosteneva che una macchina poteva essere considerata intelligente se il suo comportamento osservato da un essere umano, fosse considerato indistinguibile da quello di una persona (test di Turing)

1956 – Dartmouth College



«...ipotesi che ogni aspetto dell'apprendimento o qualsiasi altro attributo dell'intelligenza possa essere descritto così precisamente che si possa costruire una macchina in grado di simularlo»



1966 – ELIZA: il primo chatbot psicologo



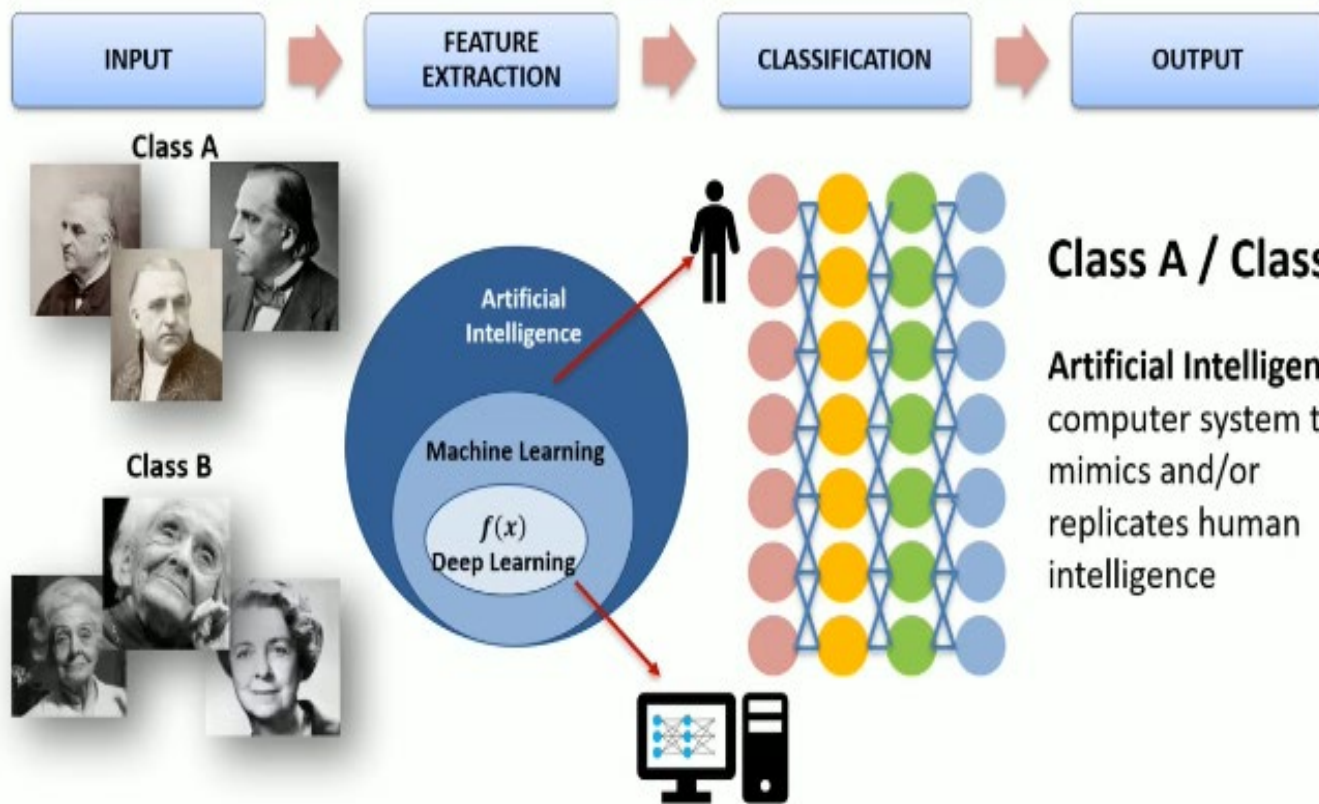
Welcome to

```
EEEEEE LL      IIII  ZZZZZZ  AAAAA  
EE      LL      II    ZZ     AA  AA  
EEEEEE LL      II    ZZZ    AAAAAAA  
EE      LL      II    ZZ     AA  AA  
EEEEEE LLLLLL  IIII  ZZZZZZ  AA  AA
```

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

```
ELIZA: Is something troubling you ?  
YOU:   Men are all alike.  
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?  
YOU:   They're always bugging us about something or other.  
ELIZA: Can you think of a specific example ?  
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.  
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?  
YOU:   He says I'm depressed much of the time.  
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.  
YOU:   It's true. I am unhappy.  
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?  
YOU:
```

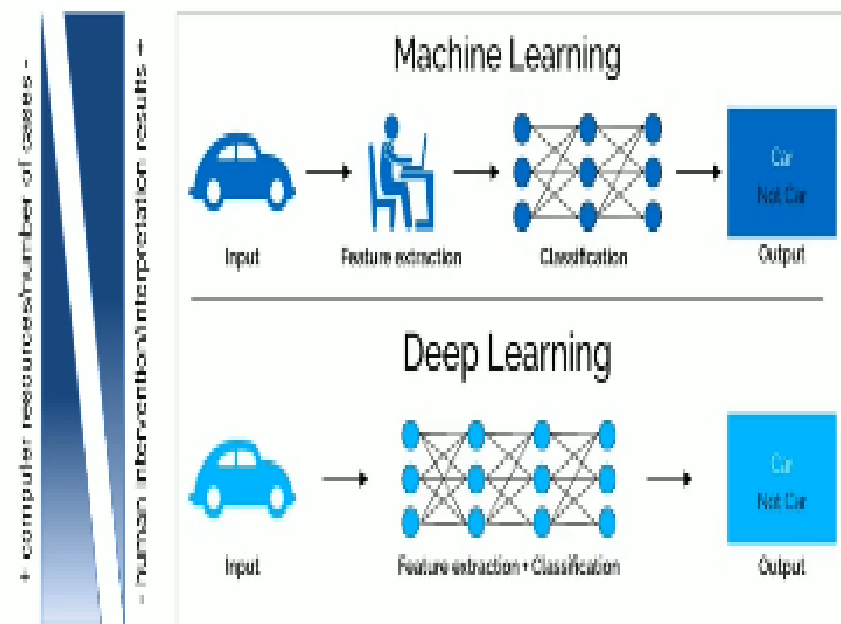
Background



Background

Machine learning: allow computer to learn on their own

Deep learning: algorithms (artificial neural networks) attempting to model high level abstractions in data to determine a high-level meaning



The expanding burden of neurological disorders

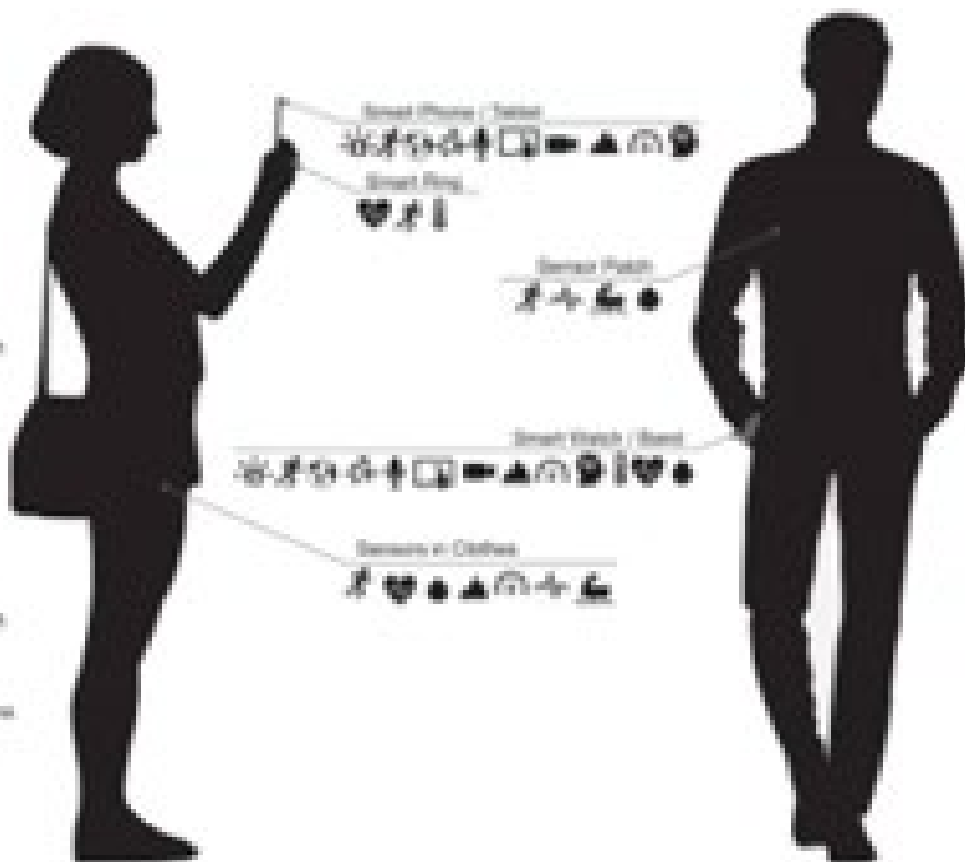
AI in Neurologia – Perché?

	Counts (Thousands)	
	2021	Percentage change, 1990–2021
<i>All neurological conditions</i>		
DALYs	443 000 (378 000 to 521 000)	28.2% (8.7 to 26.7)
YLDs	268 000 (114 000 to 243 000)	85.6% (75.8 to 98.0)
YLLs	275 000 (247 000 to 326 000)	+3.1% (-13.8 to 7.7)
Prevalence	3 400 000 (3 200 000 to 3 620 000)	58.8% (56.3 to 61.5)
Deaths	11 100 (9750 to 13 800)	+1.1% (28.1 to 58.8)

- Liste d'attesa che si allungano
- Referti e burocrazia che crescono
- Carico di lavoro e decisioni rapide
- Triage e priorità non sempre chiare
- Monitoraggi cronici discontinui

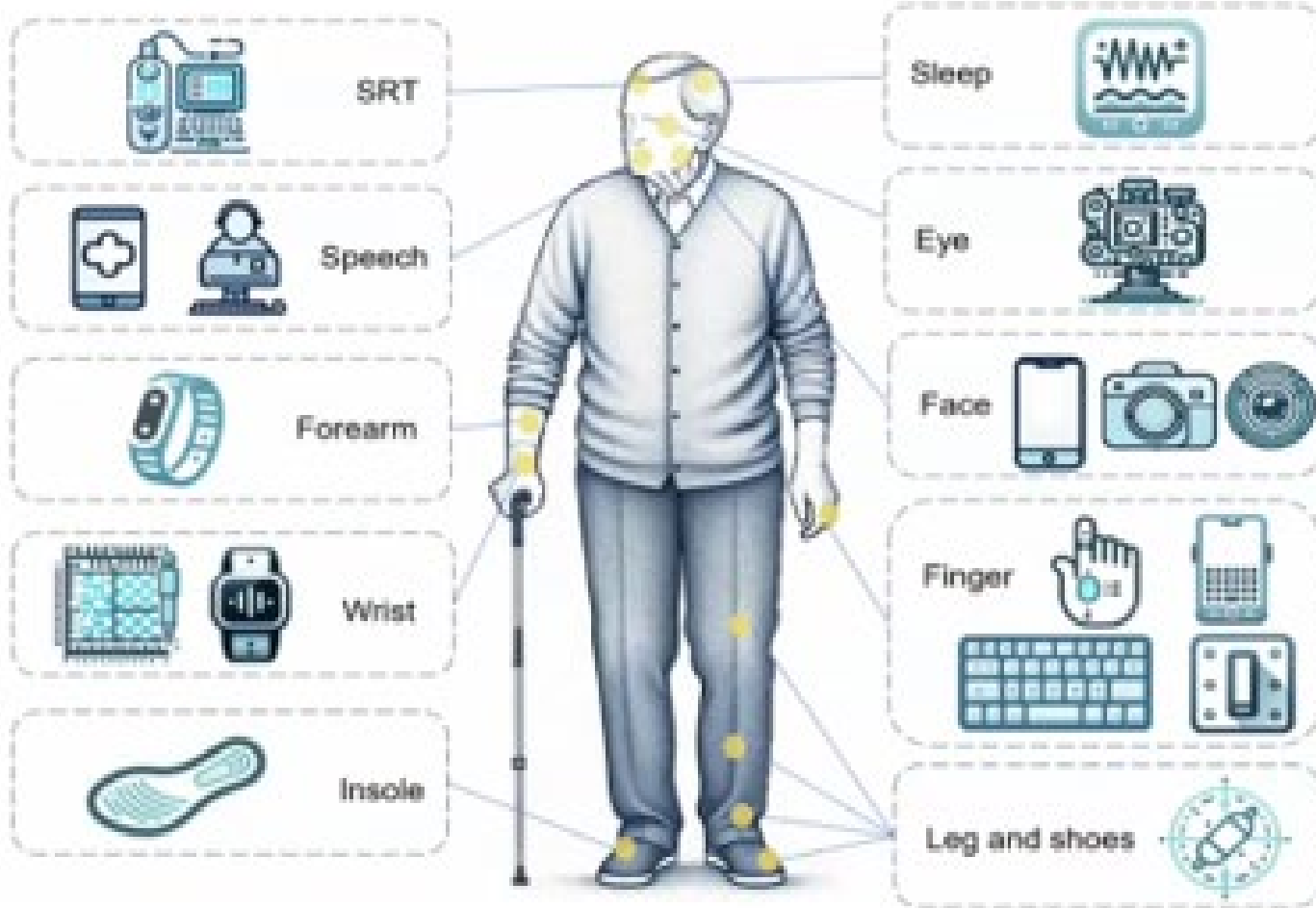
5° Congresso Nazionale

-  Microphone
-  Touch Screen
-  Camera
-  Altitude
-  Barometer
-  GPS
-  ElectroCardioGraph
-  HRV
-  Gyro
-  Gyro-Positioning
-  Light Sensor
-  Thermometer
-  ElectroMyoGraph
-  ElectroDermaGraph
-  Light
-  Wireless Interactions
-  Social Network



Gli smartphone e i dispositivi indossabili, grazie alle App ed ai sensori in essi presenti, hanno un enorme potenziale come strumenti di monitoraggio innovativi.

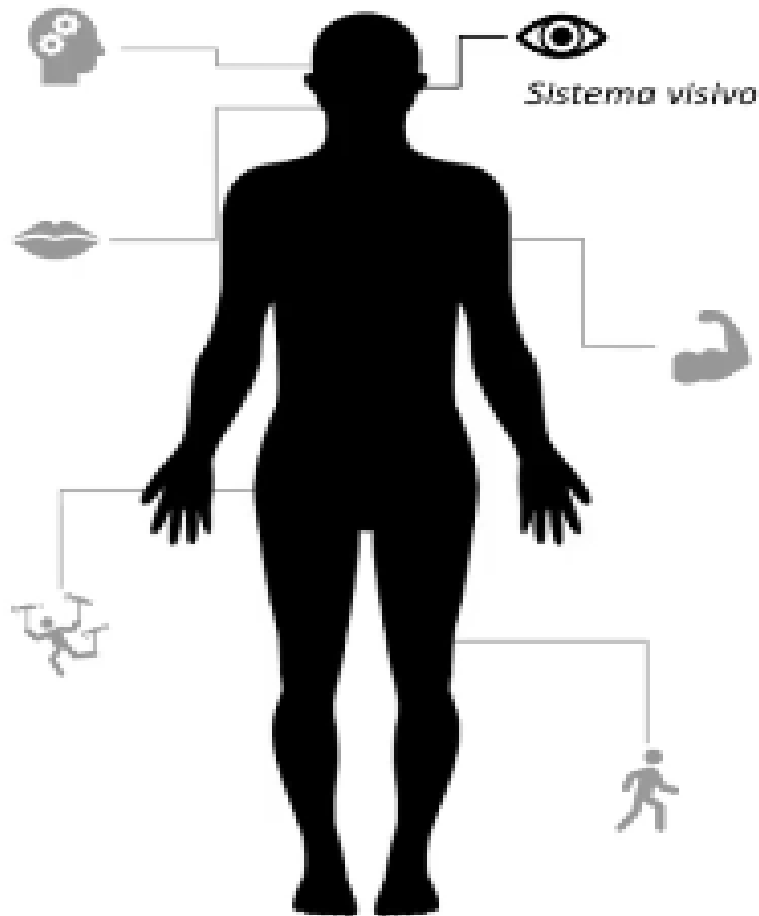
Gli algoritmi di AI analizzano questi flussi di dati per rilevare le prime manifestazioni di malattia o fluttuazioni o la risposta al trattamento.



Digital Track

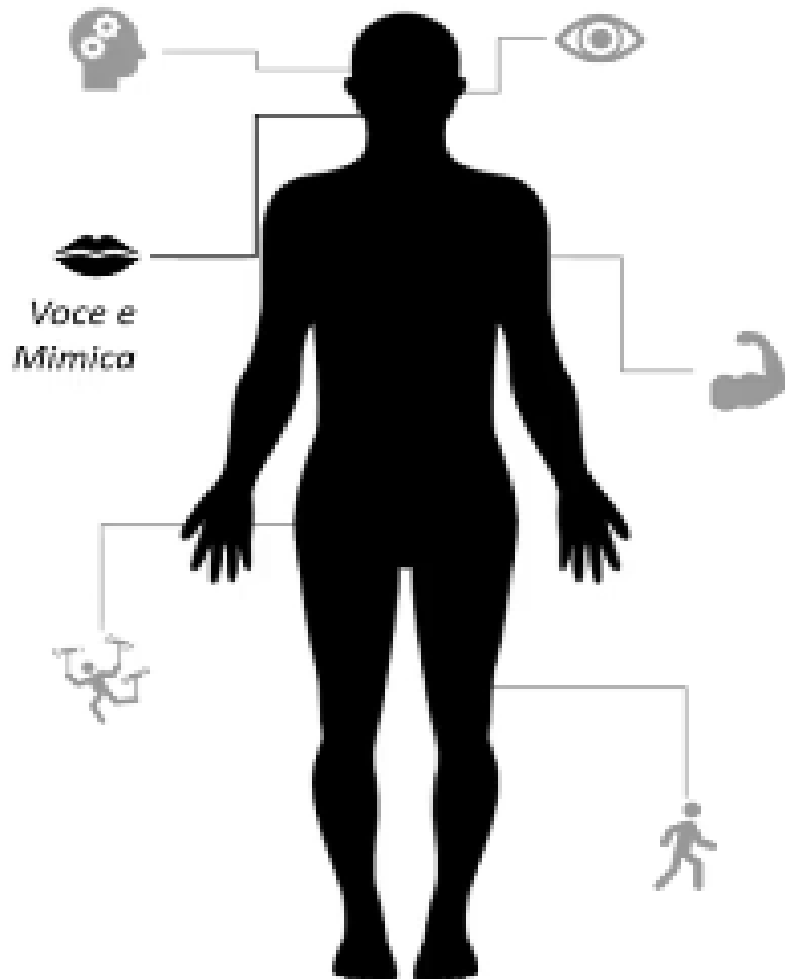
Biomarcatori digitali: dati oggettivi, quantificabili, fisiologici e comportamentali misurati e raccolti da dispositivi digitali portatili, indossabili o impiantabili.

- *Attivi:* quando il paziente interagisce direttamente con lo strumento digitale;
- *Passivi:* lo strumento raccoglie informazioni sul paziente senza che esso si impegni direttamente.



Eye Tracking – Tecnologie di tracciamento oculare

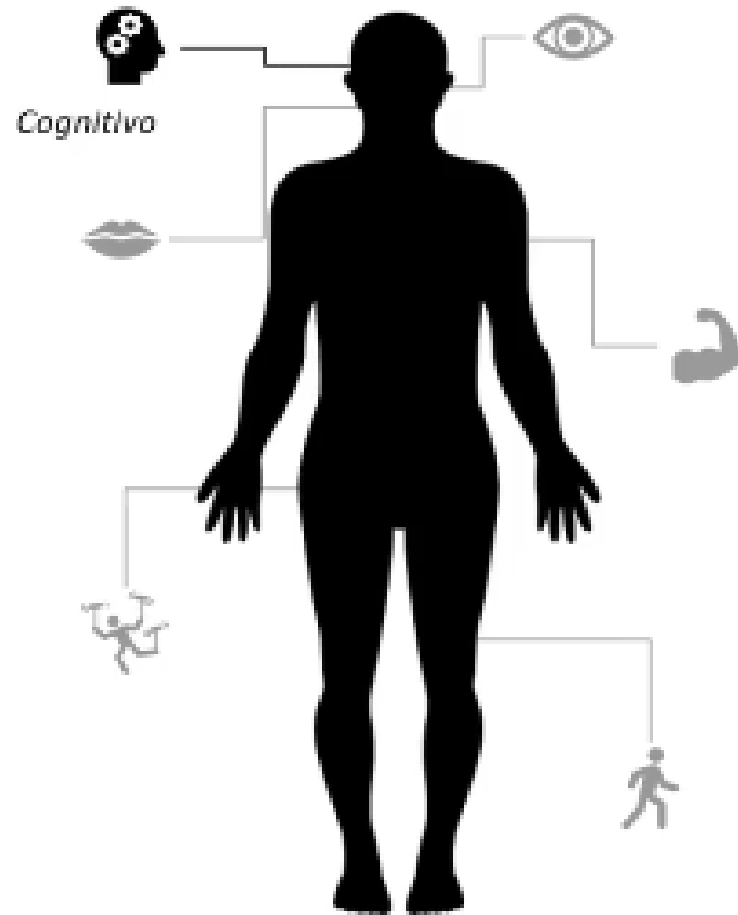
Sensor	Metrics	Sense—Domain	Results
Video-based eye tracking	Saccades, pupil, blink behavior	PD detection	Sensitivity: 0.83, Specificity: 0.78, ROC-AUC: 0.88
Video-based eye tracking	Smooth pursuit eye movements, entropy/regularity, self-similarity	PD detection	Accuracy: 0.74, Sensitivity: 0.73, Specificity: 0.74
Video-based eye tracking	Cognitive disorders, rapid eye movements, sleep behavior disorders, cerebrospinal fluid measurements	Early PD detection	Accuracy: 0.96, Sensitivity: 0.97, Specificity: 0.95
Infrared oculography	Fixations, saccades	Distinguishing neurodegenerative diseases	Accuracy: 81% (compared to 33% baseline)
Eye tracking with visual inference language task	Oculomotor behavior, verbal answer analysis	Differentiating MCI/AD dementia from controls	Significant discrimination between AD, MCI, and controls



Face analysis (analisi della mimica)

I cambiamenti nelle espressioni facciali possono fornire informazioni sulla progressione della malattia.

Sensor	Metrica	Sense—Domain	Results
Face Mobility Index (FMI)	Face tracking, kNN	Facial impairment in PD	Statistically significant differences in facial impairment between healthy individuals and PD patients. AUC values between 88.9 and 88.4, F1 scores between 70.1 and 73.
Video Clips	Statistical shape model	Day-to-day variations in PD symptoms	Highlighted hypomimia in PD patients through decreased movement in expressions of happiness, disgust, and anger.



Keystroke Dynamics

Analisi della dinamica di digitazione sulla tastiera del proprio smartphone.

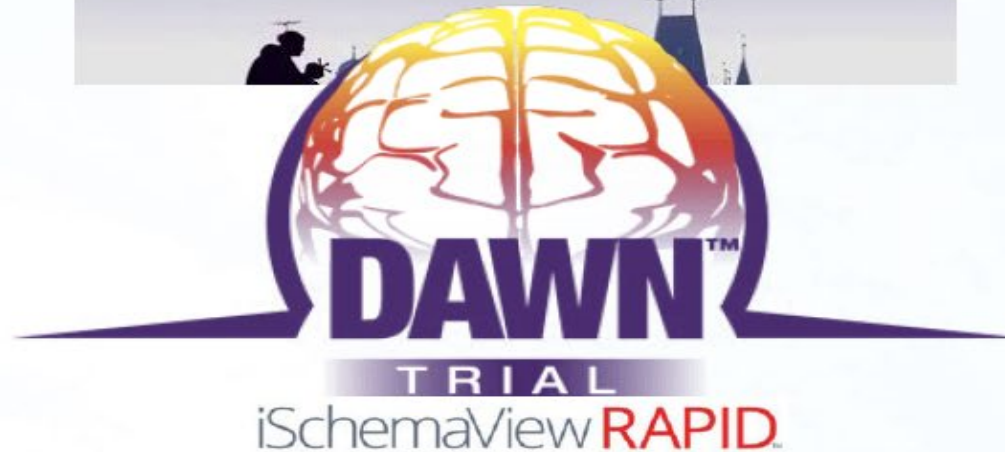
[Clinical Trial](#) > [J Med Internet Res. 2022 Nov 7;24\(11\):e37614. doi: 10.2196/37614.](#)

The Use of Smartphone Keystroke Dynamics to Passively Monitor Upper Limb and Cognitive Function in Multiple Sclerosis: Longitudinal Analysis

> [Front Digit Health. 2020 Oct 8;2:567158. doi: 10.3389/fdgth.2020.567158. eCollection 2020.](#)

Detection of Mild Cognitive Impairment Through Natural Language and Touchscreen Typing Processing

2017 – comparsa dell'IA nello stroke



Software automatico di misura del core ischemico per estendere la finestra terapeutica della trombectomia



Endovascolare 6-24 h

Raccomandazione 65 Forte a favore

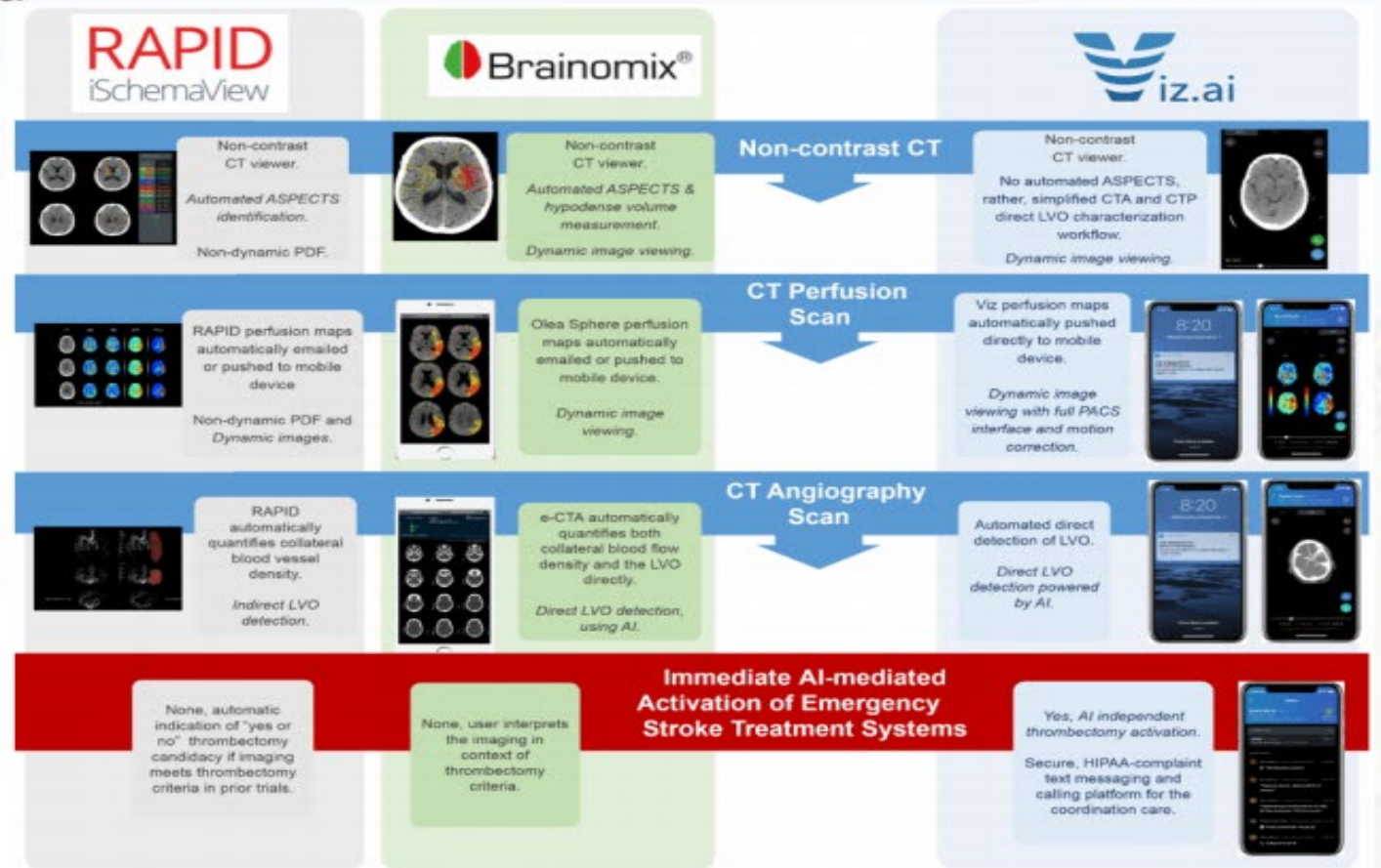
In pazienti adulti con ictus ischemico acuto da occlusione di grossa arteria candidati al trattamento endovascolare fra 6 e 24 ore dall'ultima volta in cui sono stati visti/sentiti in benessere, inclusi i pazienti con esordio della sintomatologia al risveglio, è raccomandato l'utilizzo di TC perfusionale (TCP) o di RM diffusione e perfusione (DWI e PWI) come criteri di selezione

Sintesi 62

L'impiego di software di analisi volumetrica basati sulle soglie per il calcolo automatico del volume del core infartuale, del volume della penombra ischemica e del rapporto fra ipoperfusione totale e core infartuale (mismatch ratio) è indicato dalla letteratura come utile per una più corretta valutazione dello stato del tessuto ischemico, utilizzando come criteri di inclusione per il trattamento endovascolare: volume di core infartuale < 70 ml, volume di penombra ischemica > 15 ml, mismatch ratio (rapporto ipoperfusione totale/core infartuale) > 1.8.

Valutazione neuroradiologica

- Automated ASPECTS
- Mismatch
- LVO detection



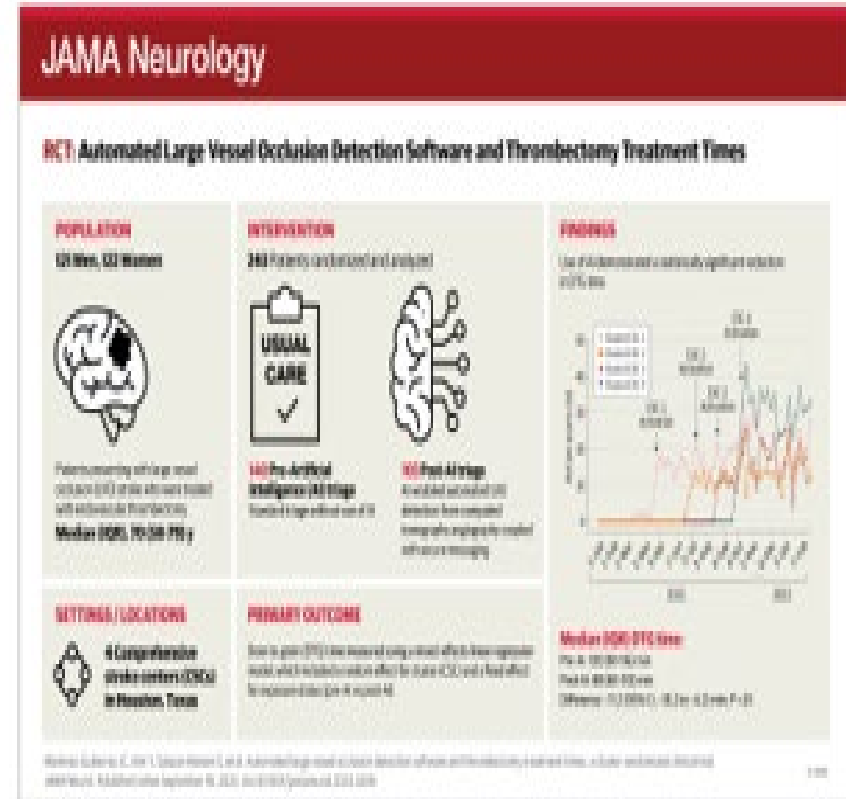
Research

JAMA Neurology | Original Investigation

Automated Large Vessel Occlusion Detection Software and Thrombectomy Treatment Times A Cluster Randomized Clinical Trial

Juan Carlos Martinez-Gutierrez, MD; Youngran Kim, PhD; Sergio Salazar-Marioni, MD; Muhammad Bilal Tariq, MD; Rania Abdelkhalq, MPH; Arash Niktabe, DO; Anjan N. Ballekere, MS; Ananya S. Iyyengar, BS; Mai Le, BS; Hussain Azeem, BS; Charles C. Miller, PhD; Jon E. Tyson, MD, MPH; Sandi Shaw, RN; Peri Smith, RN; Mallory Cowan, RN; Isabel Gonzales, RN; Louise D. McCullough, MD, PhD; Andrew D. Barreto, MD; Luca Giancardo, PhD; Sunil A. Sheth, MD

- riduce i tempi di trattamento EVT riducendo il tempo di door to groin di circa 10-11 min.
- riduzione della mortalità
- migliore outcome



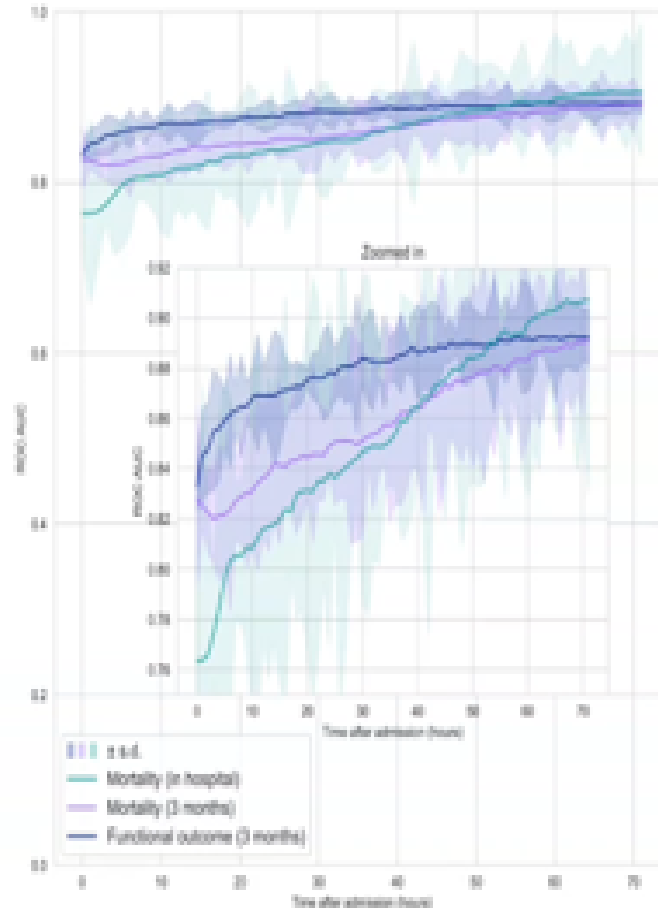
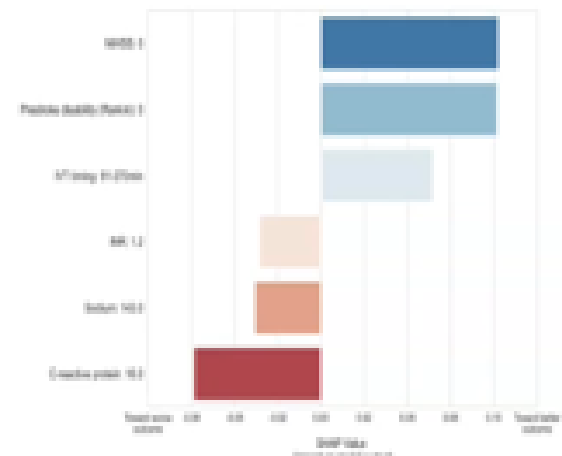
communications medicine

Explore content • About the journal • Publish with us

Home • communications.medicine • articles • articles

Article | [Open access](#) | Published 11 November 2024

Machine learning for early dynamic prediction of functional outcome after stroke

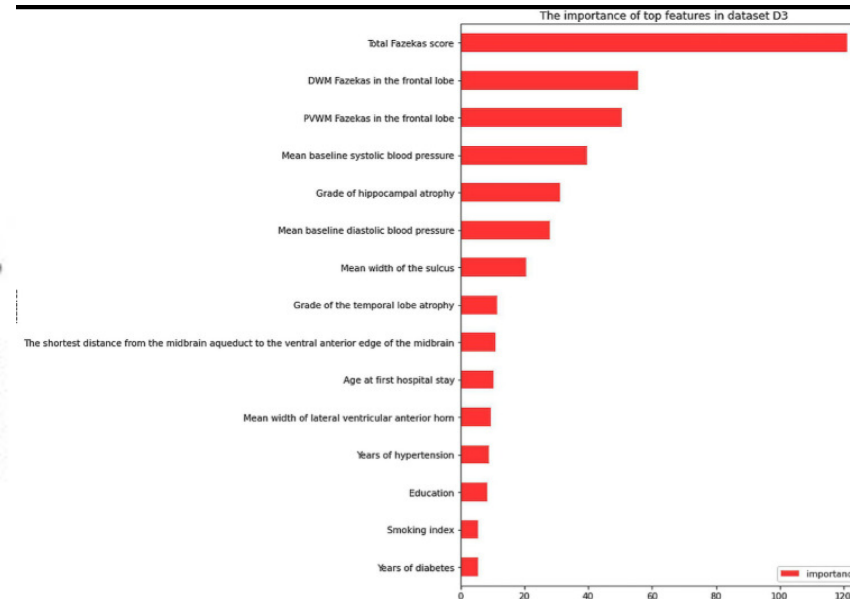
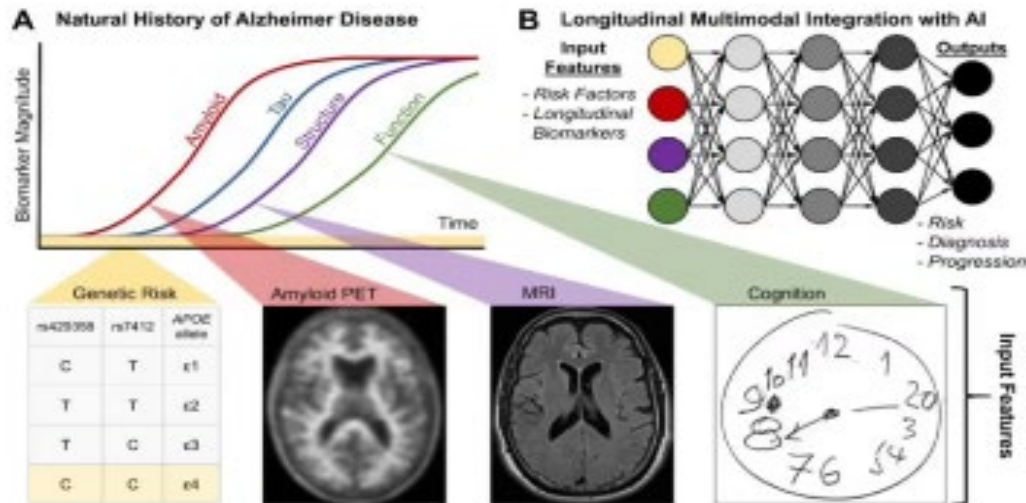


Analizzati 2492 paz ricoverati per ictus ischemico. E' stato sviluppato un modello transformer addestrato per generare previsioni orarie di mortalità e morbidità. Il modello includeva in modo continuo dati clinici, fisiologici, imaging e biologici registrati entro 72 ore dal ricovero. Tecniche Shap sono state utilizzate per identificare i predittori più rilevanti degli esiti.

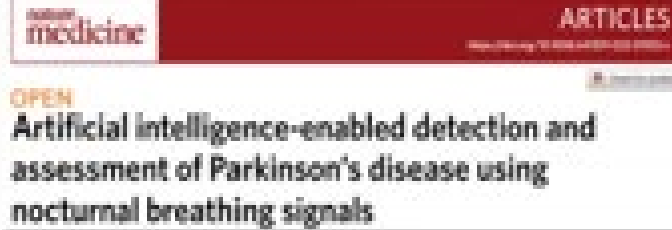
La valutazione clinica continua, le caratteristiche basali (NIHSS) del paz, il tempo intercorso tra il ricovero e l'inizio del trattamento acuto e i marcatori di infiammazione erano i principali predittori dell'outcome post stroke

> *Front Neurol.* 2024 Feb 2;15:1352423. doi: 10.3389/fneur.2024.1352423. eCollection 2024.

Machine learning-based prediction of mild cognitive impairment among individuals with normal cognitive function



Fazekas score totale, Fazekas score sostanza bianca profonda lobo frontale e periventricolare; media della pressione arteriosa sistolica; atrofia ippocampale sono le variabili che hanno dimostrato accuratezza nella previsione del rischio di sviluppare MCI in soggetti normali



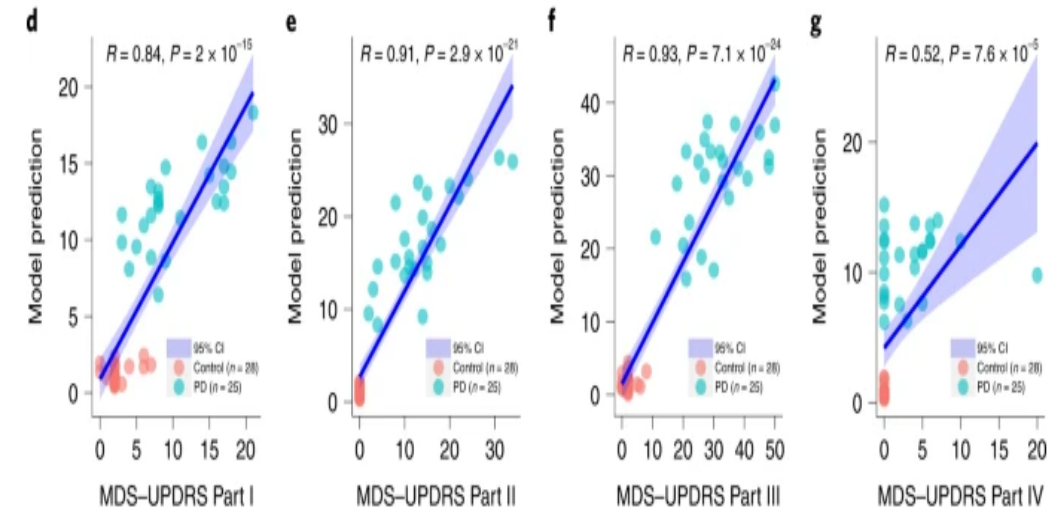
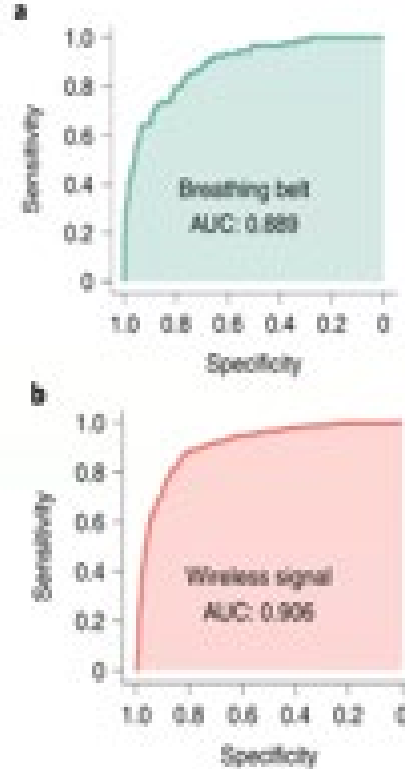
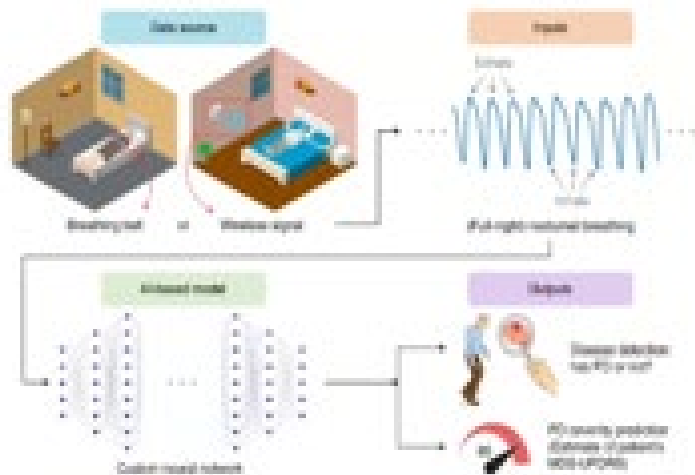
ARTICLES

OPEN

Artificial intelligence-enabled detection and assessment of Parkinson's disease using nocturnal breathing signals

Yuzhe Yang¹ Yuan Yuan¹ Guo Zhang¹ Hao Wang² Ying-Cong Chen¹ Yingcheng Liu¹ Christopher Tarolli² Daniel Crepeau⁴

 Jan Bukartyk⁴ Mithri Junna⁴ Aleksandar Videnovic⁵ Terry Ellis⁶ Melissa Lipford⁴ Ray Dorsey³ Dina Katabi¹

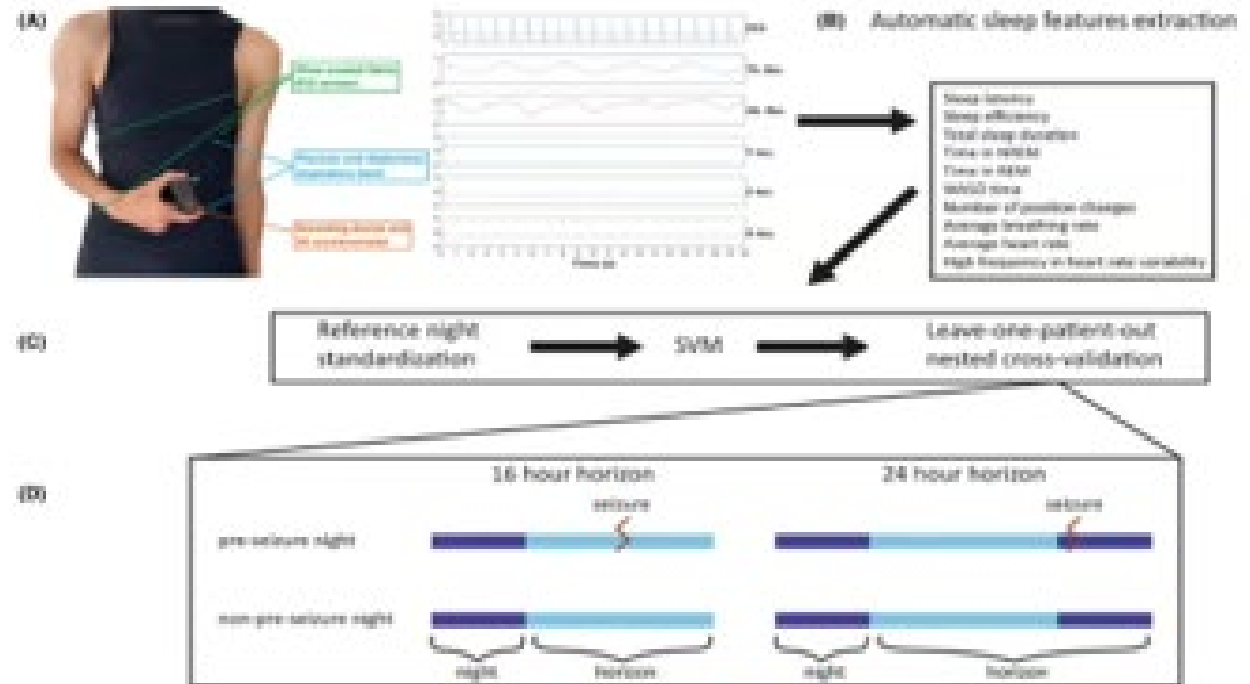
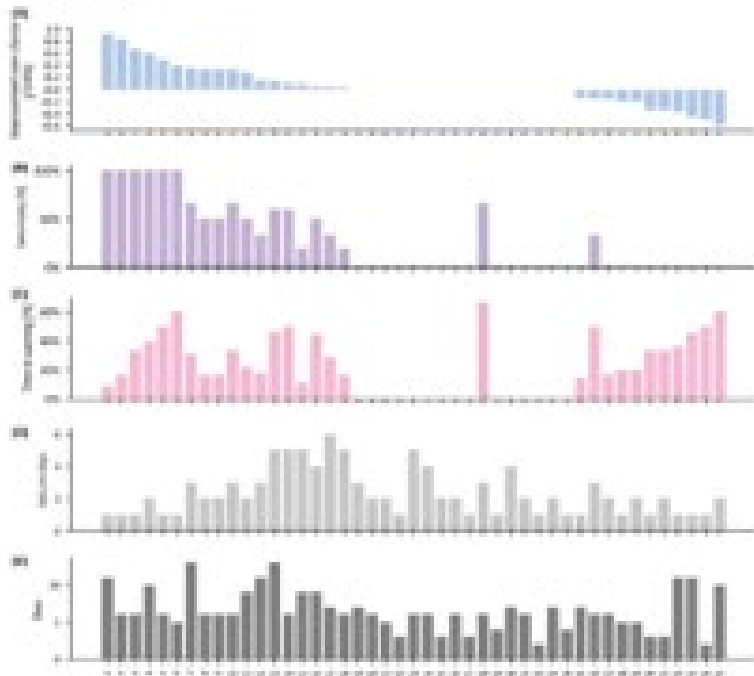


Forte correlazione tra la previsione di gravità del modello e l'MDS-UPDRS ($R = 0,94, P = 3,6 \times 10^{-25}$), prova che il modello di intelligenza artificiale può catturare la gravità della malattia di Parkinson.

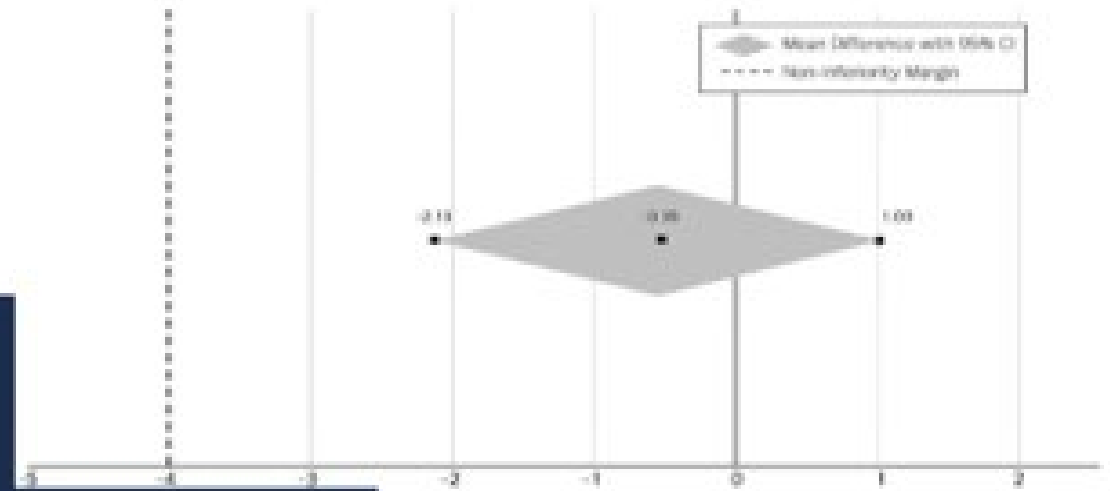
Il modello di AI rileva la PD con elevata accuratezza (circa 90%) per le notti misurate con il sistema wireless e raggiunge un'AUC di 0,906 rispetto al sistema che utilizza la cintura respiratoria che raggiunge un'AUC di 0.888.

Epilepsia Open, 2024 Jul 9;(5):1793-1805. doi: [10.1007/s10293-024-00811-7](https://doi.org/10.1007/s10293-024-00811-7)

Epileptic seizure forecasting with wearable-based nocturnal sleep features



AI-driven cognitive telerehabilitation for stroke: a randomized controlled trial



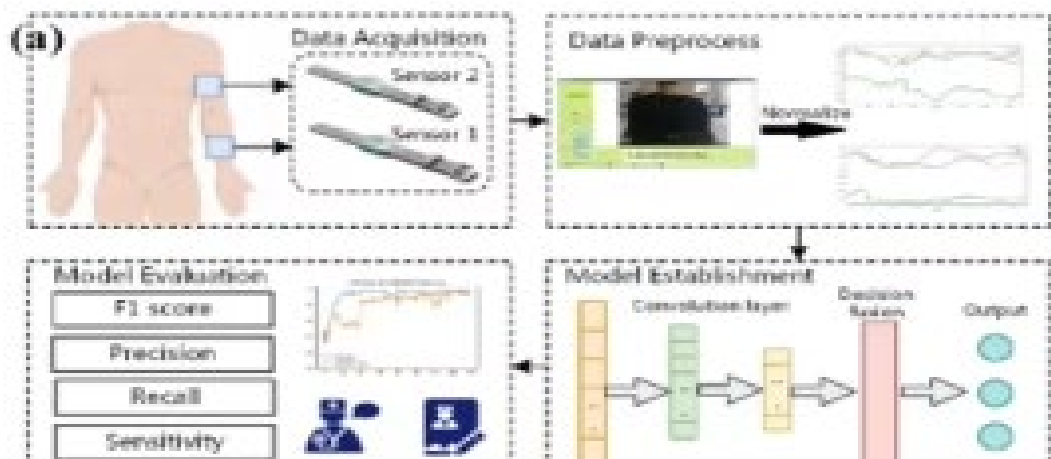
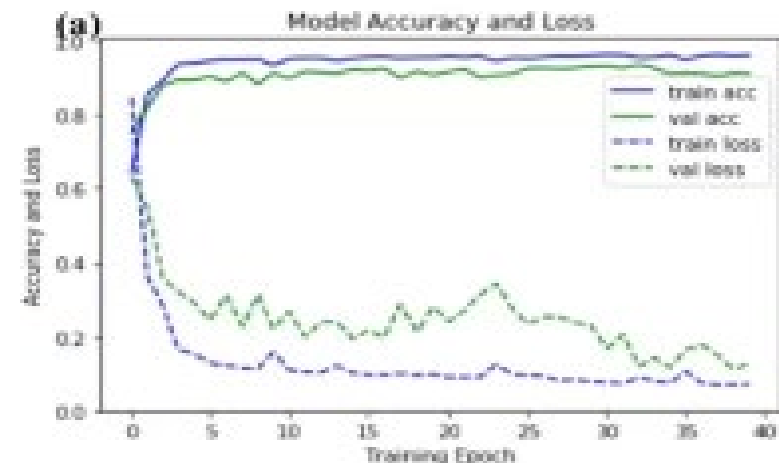
scientific reports

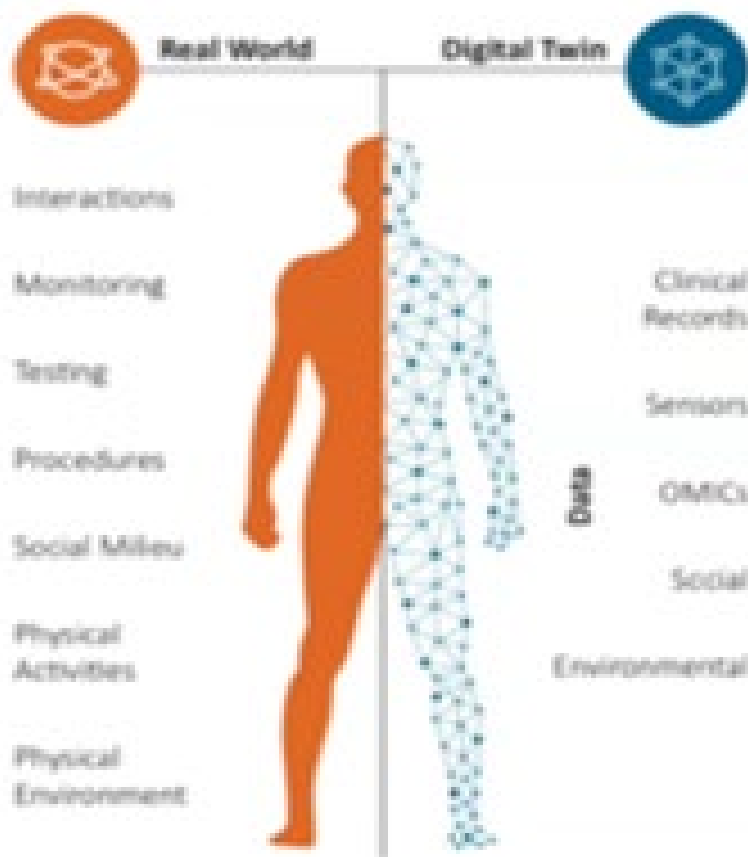
[Explore content](#) ▾
 [About the journal](#) ▾
 [Publish with us](#) ▾

nature > scientific reports > articles > article

Article | [Open access](#) | Published: 19 August 2024

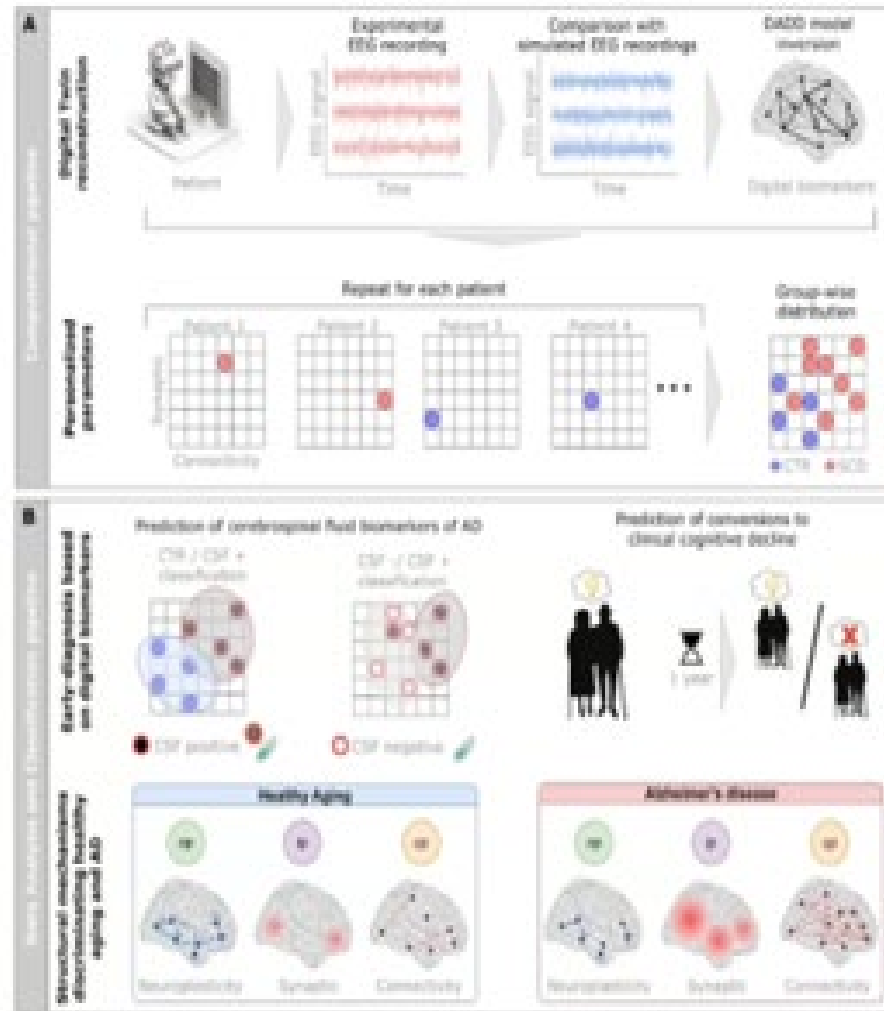
Automatic rehabilitation exercise task assessment of stroke patients based on wearable sensors with a lightweight multichannel 1D-CNN model





Digital Twin

- Replica digitale dinamica di un sistema fisiologico di un paziente.
- Incorpora dati clinici, genetici, radiologici, ambientali e di stile di vita e digitali in tempo reale
- Possono prevedere la progressione della malattia, valutare le potenziali risposte ai trattamenti e simulare scenari clinici.



- Distingue i soggetti con SCD da quelli sani
- Prevede i soggetti con positività ai biomarcatori liquorali
- Prevede la conversione in declino cognitivo degli MCI al follow-up

Research | [Open Access](https://doi.org/10.2196/2023.12.12) | Published: 01 May 2024
Digital twins and non-invasive recordings enable early diagnosis of Alzheimer's disease

AI Ambientale



L'AI ambientale si riferisce all'integrazione di sistemi intelligenti nell'ambiente quotidiano per monitorare, analizzare e migliorare la salute e il benessere degli individui.

Sensori ambientali per il monitoraggio dei parametri

Sensori di movimento per rilevare cadute o segnalare situazioni di emergenza.

Sistemi di illuminazione intelligenti

Sistemi automatizzati per porte e finestre

Termostati intelligenti

Letto regolabile e mobili smart

Specchi smart

Vision aids

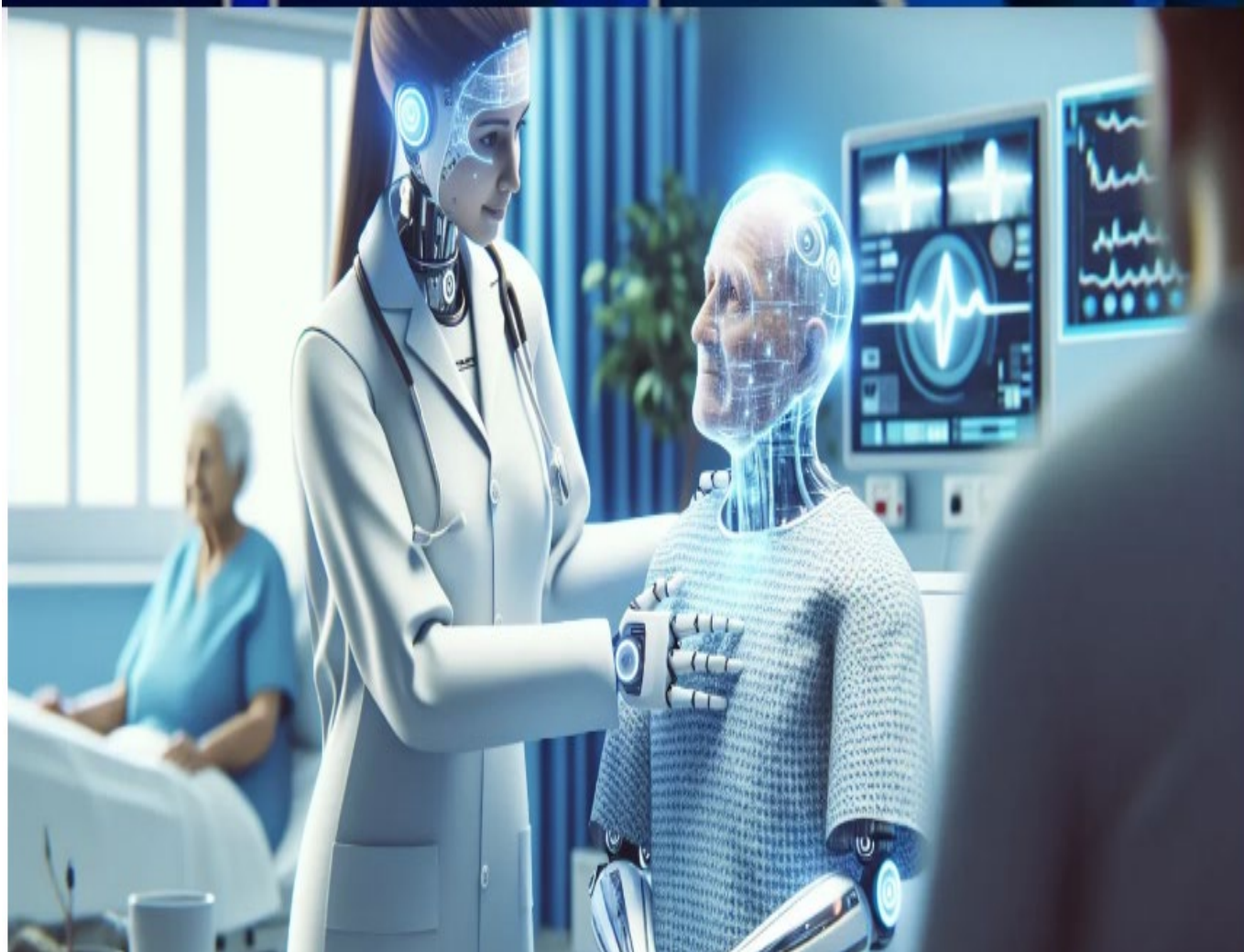


From: **Comparing Physician and Artificial Intelligence Chatbot Responses to Patient Questions Posted to a Public Social Media Forum**

JAMA Intern Med. 2023;183(6):589-596. doi:10.1001/jamainternmed.2023.1838

<p>Question about needing to see a physician following injury that occurred by hitting head on a metal bar while running, resulting in lump on head, headache, and sore neck.</p>	<p>Things that signify you should see a doctor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nausea/vomiting • Dizziness • Severe or worsening headache • Loss of consciousness • Confusion • Neck stiffness • Problems with vision • Limb weakness <p>If you develop any of these in the next 24 h, rush to the emergency room.</p>	<p>It's always best to err on the side of caution when it comes to head injuries. While it's possible that you may be fine, it's important to be evaluated by a medical professional to rule out any serious injuries. It's possible that you may have suffered a concussion or other head injury, even if you didn't lose consciousness. Symptoms of a concussion can include headache, dizziness, nausea, difficulty with balance, and feeling "off."</p> <p>The location of the impact and the apparent force of the injury could potentially make a difference in the severity of the injury. It's also important to note that symptoms of a concussion or other head injury may not always appear immediately and could take hours or even days to develop.</p> <p>It's important to seek medical attention as soon as possible if you experience any of the following symptoms after a head injury:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Loss of consciousness, even if it's just for a few seconds • Severe or worsening headache • Nausea or vomiting • Slurred speech • Difficulty with balance or coordination • Seizures • Changes in behavior or personality • Clear fluid draining from the nose or ears <p>It's also a good idea to see a doctor if you experience neck pain after a head injury, as this could be a sign of a neck injury.</p> <p>In the meantime, try to rest and avoid activities that could potentially cause further injury to your head, such as contact sports or activities that involve high speeds or heights. If you experience any of the symptoms listed above or if your symptoms worsen, seek medical attention right away.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 100% preferred the chatbot • 4.33 mean quality score (chatbot) • 4.67 mean quality score (physician) • 4.67 mean empathy score (chatbot) • 2.33 mean empathy score (physician)
---	--	--	--

Delle 195 domande e risposte poste in un forum online i valutatori hanno preferito le risposte del chatbot a quelle del medico nel 78,6% delle 585 valutazioni. Le risposte del chatbot sono state valutate di qualità significativamente più alta rispetto alle risposte del medico, più empatiche



I Robot Umanoidi

- Sono capaci di interagire con i paz riconoscendo i comandi vocali
- Forniscono promemoria delle terapie, monitorano i parametri vitali e possono somministrare farmaci
- Interagiscono in modo empatico con i paz offrendo supporto emotivo

I Robot Umanoidi

Vantaggi:

- riduzione degli errori umani
- maggiore precisione nelle procedure e una gestione più efficiente delle risorse.
- possibilità di monitorare costantemente i pazienti che consente interventi più tempestivi e mirati.

Svantaggi

- Timori legati alla possibile perdita di posti di lavoro e alla riduzione del contatto umano, elemento fondamentale nella relazione di cura.
- costi elevati di implementazione
 - problematiche legate alla sicurezza dei dati.



In Cina nasce l'Agent Hospital: 42 medici virtuali, diagnosi via smartphone e risposte 100 volte più rapide degli ospedali tradizionali



AI in Neurologia – *Miti vs Realtà*



Mito	Realtà
AUC 0,95 ⇒ pronto per la clinica	Alta AUC ≠ utilità: servono calibrazione, validazione esterna e impatto sul processo.
Accuratezza elevata = utilità	Utile solo se riduce tempi/errori, migliora accordo inter-lettore o esiti di cura.
L'AI sostituisce il neurologo	È decision support: standardizza misure e accelera i flussi, la decisione resta clinica.
Basta un dataset grande	Qualità > quantità: dataset sporchi/biasati peggiorano le performance cliniche.
Basta integrare un algoritmo	Richiede integrazione nel workflow, formazione, governance e piani di fallback.



*Un giorno le macchine riusciranno a risolvere
tutti i problemi, ma mai nessuna di esse potrà
porne uno.*

(Albert Einstein)