L’intelligenza artificiale e la gestione clinica dei disturbi cognitivi

L’articolo analizza il ruolo dell’intelligenza artificiale nella gestione della demenza, evidenziandone le applicazioni nella diagnosi precoce, nella previsione della progressione della malattia, nello sviluppo di nuove terapie e nell’analisi dei dati clinici. Pur mostrando un grande potenziale, l’uso dell’AI richiede dataset di qualità, integrazione nella pratica clinica e una solida governance etica e normativa.

Di Babette Dijk *(Responsabile FF SSA Geriatria - Azienda Tutela Salute Liguria)*, Francesca Ducato *(Incarico di funzione professionale - Direzione di Distretto)*, Federica Kessisoglu *(Incarico di funzione professionale - Centro Direzionale di controllo)*

Negli ultimi anni abbiamo assistito alla progressiva espansione dell’intelligenza artificiale nelle nostre vite quotidiane. Per spostarci utilizziamo applicazioni capaci di calcolare il percorso più rapido sulla base delle previsioni del traffico; nella fruizione di beni e contenuti digitali siamo orientati — spesso senza piena consapevolezza — da algoritmi che analizzano dati di consumo e preferenze; sempre più frequentemente interroghiamo sistemi di AI anche su questioni di salute.
Si pone allora una domanda ulteriore: **queste tecnologie possono essere impiegate anche per supportare medici, operatori sanitari e famiglie nella gestione appropriata della persona con demenza?**

Cos’è l’intelligenza artificiale

L’IA comprende una **serie di tecnologie che simulano processi cognitivi umani, come apprendimento, riconoscimento di pattern e presa di decisioni.** Nel 1950 Alan Turing pubblica “Computing Machinery and Intelligence”, introducendo il concetto di una macchina capace di simulare il pensiero umano[1]. Il termine “Intelligenza artificiale”, invece, viene coniato per la prima volta nel 1956 alla Conferenza di Dartmouth da John McCarthy e in questo periodo nascono i primi programmi come Logic Theorist; dopo le grandi aspettative degli anni ‘60 con lo sviluppo dei primi chatbot (Eliza) e l’inverno degli anni ‘80 dovuto a crisi di finanziamenti si arriva al 1997 con la vittoria a una partita a scacchi di Deep Blue (un supercomputer IBM) sul campione mondiale Kasparov. Agli inizi del ventunesimo secolo si sviluppano le reti neurali, in grado di processare un numero importante di informazioni in poco tempo, che sono alla base del Machine Learning del Deep Learning e da ultimo nasce l’AI generativa.

In campo medico le forme di AI più diffuse sono:

- il **Machine Learning**, che consente ai sistemi di apprendere dai dati e di migliorare progressivamente le proprie prestazioni. Attraverso algoritmi complessi, i sistemi identificano caratteristiche ricorrenti nei dati e costruiscono modelli matematici capaci di formulare previsioni. L'apprendimento può essere supervisionato, quando al sistema vengono forniti esempi etichettati e pattern predefiniti — ad esempio l'individuazione di specifici geni all'interno di una sequenza —; non supervisionato, quando il sistema è chiamato a riconoscere autonomamente strutture ricorrenti nei dati, come caratteristiche genetiche comuni in una popolazione affetta da una determinata patologia; oppure basato su rinforzo, quando un agente apprende a prendere decisioni ottimali attraverso l'interazione con l'ambiente, come nel caso dell'adattamento di una terapia in funzione della risposta clinica nei pazienti con malattie croniche.
- Il **Deep Learning**, un sottocampo del Machine Learning e dell'Intelligenza Artificiale, basato su reti neurali profonde. Queste reti sono ispirate al cervello umano e apprendono da grandi volumi di dati non strutturati. Il processo coinvolge l'elaborazione dei dati attraverso vari strati di neuroni che estraggono caratteristiche sempre più complesse. Ogni strato trasforma le informazioni in forme più astratte, migliorando le prestazioni del modello nel tempo senza programmazione specifica. Il Deep Learning si applica a compiti complessi come riconoscimento di immagini, riconoscimento del linguaggio naturale e riconoscimento vocale.
- L'**AI generativa**, un ambito dell'intelligenza artificiale, sviluppato a partire dalle tecniche di deep learning, utilizza Large Language Models (LLM) — modelli linguistici di grandi dimensioni addestrati su vasti corpora testuali — capaci di comprendere il contesto e generare contenuti in linguaggio naturale coerenti e sintatticamente strutturati. AI agente, un'estensione del Deep Learning e dell'AI generativa in grado di prendere decisioni autonome (macchine a guida autonoma).

Quali potrebbero essere quindi i possibili utilizzi dei vari modelli di Intelligenza Artificiale in ambito clinico e ancora di più nella gestione del paziente con demenza? Secondo Angus (2025) l'uso dell'AI nella gestione del paziente cronico è già realtà, basti pensare agli algoritmi per prevenire la sepsi, ai software per fare lo screening della retinopatia diabetica come anche alle app (sempre più numerose e più accurate) usate sia da medici che da pazienti per consulto nella definizione delle diagnosi o delle terapie: l'intelligenza artificiale modificherà in maniera radicale il modo in cui siamo abituati a pensare alla medicina e ai sistemi sanitari e di fatto sta già cambiando la modalità con la quale pazienti e personale sanitario interagiscono tra di loro, formulano le diagnosi e prescrivono le terapie.

Quali sono le potenzialità dell'AI nella gestione della demenza

Le possibili applicazioni dell'intelligenza artificiale nella gestione della demenza includono:

1. **facilitare la diagnosi**, anche nelle fasi precoci della malattia;
2. **comprendere la prognosi** e il rischio di conversione dalla lieve compromissione cognitiva (*Mild Cognitive Impairment*) alla malattia di Alzheimer (*Alzheimer's Disease*);
3. **supportare la ricerca e lo sviluppo di nuove terapie**;
4. **analizzare i dati** delle persone con demenza seguite dai Centri per i Disturbi Cognitivi e le Demenze.

Facilitare la diagnosi (anche precoce) di demenza

Eric Topol (2025), autore di Deep Learning (2019), in cui si augura che **l'Intelligenza Artificiale possa servire al personale sanitario a dedicare più tempo ai pazienti e meno alla burocrazia**, in un suo articolo del 2025 (Topol, 2025) analizza la possibilità di predire l'esordio della demenza di Alzheimer usando l'AI: oltre alla omozigosi per l'allele APOE4,

alla possibilità di valutare il rischio analizzando uno score poligenico, alla misurazione dei biomarcatori plasmatici (pTau-217), l'AI offre la possibilità di predire la demenza di Alzheimer analizzando immagini della retina come fotografie o OCT.

Hao et. al (2024) hanno sviluppato un modello di **Deep Learning chiamato Eye-AD in grado di predire l'insorgenza di MCI** (Mild Cognitive Impairment, cioè deterioramento cognitivo lieve) o di demenza analizzando immagini di tomografia ottica (OCT) dei capillari retinici ottenendo in questo modo un metodo veloce, non invasivo e efficiente per fare diagnosi di demenza. Eye-AD usa una rappresentazione multistrato per analizzare sia gli strati interni che quelli esterni della retina: analizzando 5751 immagini ha ottenuto un alto grado di affidabilità sia nella diagnosi di AD che in quella di MCI. Inizialmente tre strati retinici sono stati estratti per costruire un modello predittivo tramite una GNN (Graph Neural Network); sono stati poi confrontati i risultati delle analisi retiniche condotte usando Eye-AD e i metodi tradizionali che si sono rivelati sovrapponibili: il vantaggio della metodica sono la rapidità e il costo ridotto, visto che potenzialmente è in grado di far diagnosi senza dover ricorrere alla PET amiloide o alla rachicentesi.

In una review sistematica del 2022 Frizzel et al. hanno analizzato la letteratura in tema di uso dell'AI nell'analisi delle immagini della MRI (Magnetic Resonance Imaging, risonanza magnetica) nella diagnosi differenziale tra MCI e varie forme di demenza in un arco di tempo compreso tra il 2009 e il 2020. Nel corso degli anni **sono aumentate le applicazioni dell'AI e si è passati da un aiuto nella diagnosi differenziale delle demenze a calcolare la probabilità di conversione da MCI a AD** (Alzheimer's disease, malattia di Alzheimer) a calcolare l'età cerebrale fino a una predizione sempre più precisa e precoce del rischio di sviluppare demenza; sono aumentate le scansioni dell'MRI analizzate (dalla sola T1 a tutte le scansioni) e la quantità di algoritmi di AI utilizzati. Uno dei più utilizzati è il SVM (support vector machine), un algoritmo di apprendimento automatico supervisionato che, una volta addestrato, è in grado di riconoscere precise caratteristiche (pattern) delle immagini. L'SVM è stata usata per sviluppare modelli di classificazione per distinguere tra MCI, AD e demenza vascolare utilizzando software di apprendimento automatico per l'analisi delle MRI.

La CNN (Convolutional Neural Network) è invece un tipo specializzato di rete neurale artificiale utilizzata nel Deep Learning per l'analisi di immagini ed è progettata per funzionare come la corteccia visiva umana. Utilizzando reti sovrapposte si possono incorporare più algoritmi di apprendimento automatico e analizzare grandi quantità di dati soprattutto sull'imaging pesato in T1. Analisi di dati combinando immagini di RM pesate in T1 e FDG-PET hanno raggiunto un'accuratezza del 98% nella diagnosi di demenza; aggiungendo metodi innovativi come la capsule 3D e gli autoencoder 3D addestrati si è raggiunta un'accuratezza del 97,6% nel riconoscimento della demenza di Alzheimer e dell'MCI. In sostanza le CNN sono risultate particolarmente efficaci nel distinguere invecchiamento normale e malattia di Alzheimer attraverso l'analisi di immagini di RM, mentre le SVM consentono una classificazione efficace dei dati: al momento la diagnosi rimane però essenzialmente clinica e con l'ausilio della RM con analisi standard delle immagini in attesa di poter introdurre sempre di più l'AI nella pratica clinica di lettura delle RM e delle TC.

Comprendere la prognosi e la conversione da MCI ad AD

Negli ultimi anni l'intelligenza artificiale viene usata sempre di più non solo nella diagnosi ma anche **nella prognosi della demenza**; la maggior parte degli studi (71%), si basa sul dataset ADNI (Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative) con il rischio di avere risultati viziati dal fatto che il campione analizzato è sempre lo stesso portando a esiti spesso sopvrapponibili. Nella loro review sistematica Borchert RJ et al. (2023) focalizzano la loro attenzione sull'uso dell'AI nell'analisi delle neuroimmagini sia per la diagnosi che per la prognosi della demenza, segnalando che negli ultimi anni c'è stata un'espansione dei modelli algoritmici e una relativa stabilizzazione dell'uso dell'AI generativa (ma lo studio è del 2023 e l'uso massivo dell'AI generativa è iniziato nel 2024). Le immagini più frequentemente analizzate sono state la Risonanza Magnetica (RM) morfologica (71%) e la Tomografia a emissione di positroni (PET) (25%) e in circa la metà degli studi analizzati la RM veniva usata da sola. 54 studi hanno stimato solo la prognosi o la diagnosi e la prognosi dei pazienti usando

immagini analizzate con AI, per la maggior parte sono studi retrospettivi, usati soprattutto per predire la conversione da MCI (mild cognitive impairment) ad AD (demenza di Alzheimer).

L'analisi delle immagini prevede due approcci diversi per predire la conversione: o vengono analizzate solo le immagini al baseline o si analizzano le immagini successive in un determinato arco temporale per associarle a una possibile prognosi. La maggioranza degli studi prognostici usava solo la RM e analizzava la probabilità di conversione da MCI ad AD in un dato arco di tempo. Gli studi che usano solo immagini al baseline hanno un'accuratezza che varia dal 65% al 96%, mentre l'accuratezza con la valutazione delle immagini nel tempo variava dal 73% al 92%. Gli autori raccomandano, per ulteriori studi prognostici o diagnostici con l'AI, di includere il più possibile nei data set persone con demenza non Alzheimer (la maggioranza degli studi usa il data base ADNI che contiene solo dati di pazienti con demenza di Alzheimer), raggiungere un consenso il più ampio possibile sulle misure di outcome di diagnosi e prognosi e infine monitorare i possibili bias etnici e sociodemografici inserendo nei database un popolazione il più eterogenea possibile. Numerosi studi hanno analizzato le MRI usate per la diagnosi di demenza usando l'SVM ottenendo un'accuratezza dell'83% nella predizione della conversione da invecchiamento normale a MCI, del 78% per la conversione in 3 anni da MCI ad AD.

Per facilitare la diagnosi di demenza sono sempre più necessari i **biomarcatori** (definibili come caratteristiche misurabili per identificare un processo biologico) che rilevano la presenza di betaamiloide o di proteina tau nel liquor o nel sangue: l'AI può aiutare a identificare nuovi biomarcatori sia attraverso software di apprendimento supervisionato, per trovare in una popolazione dei biomarcatori già conosciuti, sia di apprendimento non supervisionato, in cui si chiede al software di identificare un nuovo biomarcatore (per esempio una determinata caratteristica genetica) all'interno di una popolazione di pazienti.

Secondo Winchester (2023) la ricerca di nuovi biomarcatori nella demenza di Alzheimer deve prendere spunto dalla ricerca in altri campi sempre in ambito medico: ad esempio i dati estratti dalle cartelle cliniche elettroniche sono stati usati per identificare i sospetti casi COVID (prima dell'introduzione del tampone rapido) e lo stesso potrebbe essere fatto usando un software non supervisionato, in grado di elaborare i dati delle cartelle cliniche, per individuare delle caratteristiche comuni ai pazienti con AD all'interno di una coorte. Per identificare nuovi biomarcatori bisogna avere a disposizione grandi set di dati di pazienti il più possibile omogenei rispetto alla popolazione del mondo reale. Oltre ai biomarcatori biologici in futuro saranno disponibili anche biomarcatori provenienti dalle misurazioni dei device indossabili o dalle app installate sui dispositivi elettronici: anche in questo caso per l'analisi di questi dati e per capire quali biomarcatori possano avere una qualche utilità in campo diagnostico sarà necessario elaborare questi dati con l'AI.

Supportare la ricerca di nuove terapie

Lo **screening virtuale** (Doherty, 2023) con il Machine Learning è uno strumento importante per lo **studio dello sviluppo di nuove terapie**: può aumentare il numero di terapie validate usando dei test in silicio su milioni di possibili combinazioni in molto minor tempo rispetto alle classiche fasi degli studi scientifici controllati, riducendone quindi i costi fino al 50%. Gli algoritmi bayesiani sono i più usati nell'analisi del Machine Learning: sono algoritmi predittivi che vengono impiegati per esaminare le possibili attività biologiche di piccole molecole per predire quali possono essere utili per trattare la malattia di Alzheimer. Google DeepMind tramite il software Alpha-Fold è in grado per esempio di predire la struttura tridimensionale delle molecole sulla base della sequenza degli aminoacidi senza ricorrere alla sintesi della molecola stessa in laboratorio. L'AI, però, non viene usata solo per testare molecole piccole, ma anche per progettare e ottimizzare gli anticorpi monoclonali, predicendo direttamente dalla struttura dell'anticorpo la sua interazione con il potenziale antigene: recentemente il trastuzumab è stato testato su un campione piuttosto piccolo di pazienti con AD per verificare la sua specificità antigenica. Ci possono essere anche altre opportunità di sviluppo dei farmaci per la demenza tramite l'AI: è stato sviluppato un algoritmo per identificare un farmaco tra quelli già esistenti da utilizzare nella demenza vascolare oppure per valutare l'associazione tra gravità neuropatologica (misurata con la scala di Braak) e l'espressione di un determinato gene

in una coltura di cellule neuronali.

L'AI può anche essere usata per stratificare meglio i pazienti nei trial clinici: la demenza è una malattia multifattoriale ma il profilo genetico può influenzare la traiettoria di malattia. È stata fatta un'analisi non supervisionata della deposizione di proteina tau alla PET individuando 4 diverse traiettorie di malattia e sono stati individuati anche tre diversi sottotipi di accumulo della beta amiliode e ciascuna ha specifici fattori di rischio che influenzano la progressione della malattia stessa. Capire le varie traiettorie di malattia e i diversi sottotipi di deposizione della proteina amiloide porta a aiutare in futuro a dare l'anticorpo monoclonale giusto al paziente giusto nella giusta fase di malattia. Algoritmi avanzati di intelligenza artificiale aprono, quindi, nuove opportunità per identificare candidati farmaci mirati a fattori genetici e multi-omici nell'Alzheimer e in altre malattie; l'apprendimento automatico e il Deep Learning migliorano le conoscenze biologiche relative alle risposte ai farmaci e ai meccanismi della malattia attraverso l'imaging avanzato e lo sviluppo di biomarcatori.

Ci sono però dei limiti all'utilizzo dell'AI nella ricerca di nuove terapie per l'Alzheimer: **l'approccio di Machine Learning dipende dalla disponibilità di ampi set di dati di alta qualità**, che rappresentano nel migliore dei modi possibile la popolazione di interesse, senza bias di nessun genere e ben definiti che sono in grado di rappresentare bene il problema che i parametri richiedono. Nonostante l'esistenza di database consolidati, però, i set di dati di alta qualità per la scoperta di farmaci rimangono scarsi ed eterogenei. Per molti target farmacologici ci sono molti dati disponibili, ma non tutti possono essere leggibili dall'AI. Nonostante i miglioramenti in termini di efficienza, la fiducia nella scoperta di nuovi farmaci basata sull'Intelligenza Artificiale rimane limitata a causa della mancanza di successo clinico per i farmaci così progettati con importanti interrogativi senza risposta sul potenziale futuro dell'Intelligenza Artificiale nello sviluppo di nuovi farmaci. La carenza di molecole e bersagli bioattivi validati sperimentalmente e la complessità strutturale dei bersagli patologici noti complica la progettazione di farmaci basata sulla struttura molecolare. Nuove tecnologie emergenti come il Quantum Computing e i Large Language Models (quest'utimo usato nella AI generativa) hanno il potenziale per migliorare la scoperta di farmaci, ma è necessario affrontare le problematiche relative alla compatibilità e all'accuratezza.

Analizzare i dati

L'ambulatorio CDCD dell'ASL4 (Centro per i Disturbi Cognitivi e le Demenze), attualmente area locale della Azienda Ligure Sanitaria (ex Azienda Tutela Salute Liguria), serve una popolazione di circa **140.000 abitanti**, di cui **il 30% ha più di 65 anni**. Il servizio segue **circa 1000 pazienti**, su una stima complessiva di **3500 persone affette da demenza nel territorio**, secondo i dati dell'ISS.

I referti clinici vengono caricati su un **portale gestionale in formato PDF**. In ciascun referto sono riportati i risultati delle principali **scale di valutazione utilizzate nella pratica clinica**, tra cui:

- MMSE (Mini Mental State Examination)
- ADL (Activities of Daily Living)
- IADL (Instrumental Activities of Daily Living)
- scheda multidimensionale AGED, utilizzata in Liguria per l'inserimento nelle strutture accreditate
- Tinetti (valutazione del rischio di caduta)
- CDR (Clinical Dementia Rating)

- SPMSQ (Short Portable Mental Status Questionnaire)
- NPI (Neuropsychiatric Inventory)

Attualmente non è ancora disponibile una cartella clinica ambulatoriale informatizzata strutturata, per cui i dati sono contenuti all'interno dei referti PDF. Il servizio di ingegneria informatica ha quindi estratto dai referti un file Excel anonimizzato, organizzato per fasce di età. Il dataset è stato successivamente elaborato con strumenti di intelligenza artificiale (Perplexity) per calcolare le medie dei principali indicatori clinici. Sono stati analizzati 1735 referti clinici, relativi ad altrettanti pazienti seguiti dall'ambulatorio. Il campione era composto per il 60% da donne e per il 40% da uomini. La popolazione analizzata era prevalentemente anziana: l'81% dei pazienti aveva più di 75 anni e il 60% aveva più di 80 anni.

L'analisi dei principali test clinici ha evidenziato un MMSE medio di 21,66, valore indicativo di un decadimento cognitivo lieve-moderato. Il punteggio medio della scala AGED era pari a 16,93; poiché valori superiori a 16,5 indicano una condizione di non autosufficienza totale, questo dato suggerisce un livello significativo di compromissione funzionale nella popolazione studiata. Il test di Tinetti presentava un valore medio di 16,75, compatibile con un alto rischio di caduta. Per quanto riguarda gli aspetti comportamentali e neuropsichiatrici, il punteggio medio dell'NPI era di 21,92, mentre lo SPMSQ risultava pari a 5,01.

Nel complesso, i dati delineano il **profilo tipico del paziente seguito presso l'ambulatorio CDCD**, che risulta essere prevalentemente **una donna di età superiore agli 80 anni**, affetta da **disturbo neurocognitivo maggiore in fase iniziale**, **parzialmente non autosufficiente**, con **elevato rischio di caduta** e con **disturbi comportamentali associati**. L'analisi per fasce di età mostra inoltre che la quota di pazienti di sesso femminile aumenta progressivamente con l'avanzare dell'età, passando dal 33% nella fascia 51-55 anni fino all'84% nei soggetti con più di 95 anni. Parallelamente si osserva una riduzione progressiva dei punteggi medi del MMSE, che passano da 24 nella fascia 56-60 anni a 17,52 nella fascia 91-95 anni. Si osservano tuttavia alcune eccezioni: nella fascia 51-55 anni il campione è composto per il 66% da uomini, con un MMSE medio di 22,33, mentre nei soggetti ultra-95enni il punteggio medio del MMSE (18,54) risulta leggermente superiore rispetto a quello dei 91-95enni, probabilmente a causa della ridotta numerosità del campione in questa fascia di età.

Prospettive di sviluppo e governance dell'AI in sanità

L'uso dell'AI in tutti gli ambiti della medicina, compresa la gestione della demenza nei suoi vari aspetti di miglioramento della diagnosi, definizione della prognosi, ricerca di nuove terapie e analisi dei dati incluso, diventerà sempre più preponderante negli anni a venire invadendo di fatto ogni ambito dell'agire medico. È stata recentemente emanata una legge (23/9/25 n. 132) che definisce il quadro normativo sull'AI nel settore sanitario, con l'obiettivo di promuovere l'innovazione tecnologica garantendo al tempo stesso la tutela dei diritti fondamentali e della privacy dei dati sanitari. L'articolo 7 disciplina l'**utilizzo dell'intelligenza artificiale in sanità e nel campo della disabilità** con la finalità di **migliorare l'efficienza e la qualità dei servizi sanitari** e **assicurare la protezione dei diritti e delle libertà individuali**, in linea con il **GDPR** e i principi etici europei. L'uso dei dati personali per finalità di analisi statistica senza ulteriore consenso è possibile solo se i dati sono stati **anonimizzati (come nel caso del nostro ambulatorio CDCD, eliminando i riferimenti personali e suddividendo i dati dei pazienti per fasce di età) o pseudonimizzati.**

È necessario che i dati delle cartelle elettroniche siano trasparenti, accessibili (al netto dei regolamenti della privacy in vigore nei vari paesi) e condivisibili; più aumenta la tipologia e la numerosità dei dati da analizzare (cartelle cliniche, biomarcatori,

dispositivi indissabili), maggiore sarà il ruolo del Machine Learning nell'analisi dai dati stessi; bisogna passare a nuovi outcome secondari come la predizione della conversione da MCI ad AD e alla risposta al trattamento nelle varie fasi di malattia. È stata inequivocabilmente dimostrata l'utilità del Machine Learning nell'analisi dell'imaging, ma in futuro servirà riuscire a integrare un ampio numero di fenotipi in modelli predittivi anche usando l'NLP (Natural Language Processing, ovvero elaborazione del linguaggio naturale) per analizzare i dati contenuti nelle cartelle cliniche elettroniche. I database digitali che includono test cognitivi computerizzati e i dati derivati dai wearable promettono già adesso di ridurre i bias presenti negli studi clinici per elaborare dati provenienti direttamente dal mondo reale anche per misurare il declino fisico e la fragilità forte predittore di demenza.

I sistemi sanitari che adottano l'AI in maniera massiva per analizzare i dati clinici si troveranno di fronte presto a una serie di **rischi anche medico-legali**: i parenti dei pazienti o i pazienti stessi potranno contestare le diagnosi e le terapie facendo ricorso all'AI in un secondo momento senza l'affanno del medico che deve guardare l'imaging in una situazione di urgenza in PS; le assicurazioni potranno rivolgersi all'AI per capire se il medico ha agito secondo evidenze scientifiche o meno e non da ultimo gli stessi medici potrebbero ricorrere all'AI non per migliorare la diagnosi e la prognosi, ma a loro volta per difendersi da futuri guai giudiziari. Per evitare questi scenari, come sostenuto da Moritz (2025) su Lancet, è necessario un coordinamento univoco per utilizzare l'AI a vantaggio di tutti i professionisti e non solo nelle future aule dei tribunali.

BIBLIOGRAFIA

Angus D.C., Khera R., Lieu T., et al. (2025), *AI, Health, and Health Care Today and Tomorrow: The JAMA Summit Report on Artificial Intelligence*, in JAMA, 334(18):1650–1664.

Borchert R.J., Azevedo T., Badhwar A., Bernal J., Betts M., Bruffaerts R., Burkhart M.C., Dewachter I., Gellersen H.M., Low A., Lourida I., Machado L., Madan C.R., Malpetti M., Mejia J., Michopoulou S., Muñoz-Neira C., Pepys J., Peres M., Phillips V., Ramanan S., Tamburin S., Tantiangco H.M., Thakur L., Tomassini A., Vipin A., Tang E., Newby D., Ranson J.M., Llewellyn D.J., Veldsman M., Rittman T.; Deep Dementia Phenotyping (DEMON) Network (2023), *Artificial intelligence for diagnostic and prognostic neuroimaging in dementia: a systematic review*, in Alzheimer's & Dementia, 19(12):5885–5904.

Doherty T., Yao Z., Khleifat A.A., et al. (2023), *Artificial intelligence for dementia drug discovery and trials optimization*, in Alzheimer's & Dementia, 19:5922–5933.

Frizzell T.O., Glashutter M., Liu C.C., Zeng A., Pan D., Hajra S.G., D'Arcy R.C.N., Song X. (2022), *Artificial intelligence in brain MRI analysis of Alzheimer's disease over the past 12 years: a systematic review*, in Ageing Research Reviews, 77:101614.

Hao J., Kwapong W.R., Shen T., et al. (2024), *Early detection of dementia through retinal imaging and trustworthy AI*, in npj Digital Medicine, 7:294.

Moritz M., et al. (2025), *Coordinating health AI to prevent defensive escalation*, in The Lancet, 406(10516):2209.

Topol E. (2025), *Predicting and preventing Alzheimer's disease, in Science*, 388:eady3217.

Winchester L.M., Harshfield E.L., Shi L., Badhwar A., Khleifat A.A., Clarke N., Dehsarvi A., Lengyel I., Lourida I., Madan C.R., Marzi S.J., Proitsi P., Rajkumar A.P., Rittman T., Silajdži? E., Tamburin S., Ranson J.M., Llewellyn D.J. (2023), *Artificial intelligence for biomarker discovery in Alzheimer's disease and dementia*, in Alzheimer's & Dementia, 19(12):5860–5871.