L'intelligenza artificiale a supporto dell'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo": tra innovazione clinica, governance e supporto decisionale

A. Faraci, A. Venuto, A. Grimaldi, G. Restuccia, G. Maresca, A. Marra, S. Cammaroto, C. Agnelli, A. Sturniolo, A. Quartarone, G. Noto, L. Bonanno*

L'intelligenza artificiale (IA) sta assumendo un ruolo crescente nei processi clinici e organizzativi delle aziende sanitarie. Il presente contributo descrive l'esperienza dell'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" nell'adozione di un sistema di IA basato su algoritmi di machine learning supervisionato, sviluppato per supportare la stadiazione clinica, la formulazione dell'ipotesi eziologica e la previsione della progressione della malattia di Alzheimer. Il sistema integra l'analisi automatizzata della risonanza magnetica strutturale con i risultati delle valutazioni neuropsicologiche ed è stato implementato nell'ambito di un percorso multidisciplinare, nel rispetto dei requisiti etici, regolatori e di governance dei dati. Nella coorte locale, costituita da 62 pazienti con malattia di Alzheimer e 17 controlli sani, l'analisi di neuroimaging ha evidenziato pattern di atrofia coerenti con il quadro clinico e il sistema ha mostrato una buona capacità di stratificazione del rischio. I risultati dello studio multicentrico di riferimento hanno inoltre evidenziato un'accuratezza del 91% nella classificazione eziologica e buone prestazioni nella previsione della progressione a 24 mesi. L'esperienza mostra come il valore dell'IA non dipenda esclusivamente dalle performance algoritmiche, ma anche dalla qualità e standardizzazione dei dati, dall'interoperabilità, dalle competenze professionali e dall'integrazione nei percorsi assistenziali. L'IA può pertanto rappresentare sia uno strumento di supporto decisionale cli-

* *A. Faraci*, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

A. Venuto, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

A. Grimaldi, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

G. Restuccia, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

G. Maresca, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

A. Marra, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

S. Cammaroto, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

C. Agnelli, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

A. Sturniolo, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

A. Quartarone, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

G. Noto, Dipartimento di Economia, Università degli Studi di Messina, Messina, Italia.

L. Bonanno, IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", Messina, Italia.

SOMMARIO

1. Inquadramento dell'azienda
2. Descrizione del progetto di IA e obiettivi
3. Percorso di adozione e implementazione
4. Governance, aspetti etici e compliance regolatoria
5. Risultati conseguiti
6. Criticità e lezioni apprese
7. Prospettive di sviluppo e scalabilità
8. Conclusioni

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial – No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

nico sia una leva di innovazione organizzativa, pur richiedendo ulteriori validazioni su popolazioni più ampie ed eterogenee.

Parole chiave: intelligenza artificiale, malattia di Alzheimer, machine learning, neuroimaging, supporto decisionale clinico, governance sanitaria.

Artificial Intelligence at the IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo": Clinical Innovation, Governance and Decision Support

Artificial intelligence (AI) is playing an increasingly important role in both clinical and organizational processes within healthcare institutions. This paper describes the experience of the IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" in adopting an AI system based on supervised machine learning algorithms to support clinical staging, etiological assessment, and prediction of Alzheimer's disease progression. The system integrates automated structural magnetic resonance imaging analysis with neuropsychological assessment data and was implemented within a multidisciplinary framework complying with ethical, regulatory, and data governance requirements. In the local cohort, including 62 patients with Alzheimer's disease and 17 healthy controls, neuroimaging analysis identified patterns of brain atrophy consistent with the patients' clinical profiles, while the AI system showed good risk-stratification capability. Results from the reference multicenter study also showed 91% accuracy in etiological classification and good performance in predicting disease progression over 24 months. The experience highlights that the value of AI does not depend solely on algorithmic performance, but also on data quality and standardization, interoperability, professional expertise, and effective integration into clinical pathways. AI may therefore serve both as a clinical decision-support tool and as a driver of organizational innovation, although further validation in larger and more heterogeneous populations is required.

Keywords: artificial intelligence, Alzheimer's disease, machine learning, neuroimaging, clinical decision support, healthcare governance.

Articolo sottomesso: 26/05/2026, accettato: 30/07/2026

1. Inquadramento dell'azienda

L'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" è un Istituto di Ricovero e Cura a Carattere Scientifico di diritto pubblico con sede a Messina, specializzato nelle neuroscienze riabilitative e nella neuroriabilitazione ad alta complessità. Fondato nel 1992 e riconosciuto come IRCCS dal Ministero della Salute nel 2006, rappresenta una realtà sanitaria ad alta specializzazione nella quale attività assistenziale, ricerca scientifica e innovazione tecnologica risultano strettamente integrate. L'Istituto opera attraverso più sedi e presenta un assetto di governance articolato tra Direzione Generale, Direzione Sanitaria, Direzione Scientifica e Direzione Amministrativa. Tale configurazione favorisce il coordinamento tra attività cliniche, di ricerca e di sviluppo organizzativo, secondo un modello multidisciplinare orientato alla presa in carico integrata del paziente. L'attività dell'IRCCS comprende l'area riabilitativa, l'emergenza-urgenza, i servizi ambulatoriali, dia-

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial – No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

gnostici e di ricovero. In tale contesto, la ricerca rappresenta una componente essenziale della mission istituzionale e si sviluppa attraverso collaborazioni nazionali e internazionali, con particolare attenzione alle neuroscienze sperimentali applicate alla riabilitazione, al neuroimaging, alla neurofisiologia avanzata e allo sviluppo di modelli innovativi di neuroriabilitazione. La rete assistenziale comprende percorsi specialistici dedicati alle principali patologie neurologiche e neurodegenerative, tra cui malattia di Parkinson e disturbi del movimento, sclerosi multipla, malattia di Alzheimer e altre forme di demenza, oltre a patologie cerebrovascolari, cefalee ed emicrania. A tali attività si affiancano ulteriori competenze specialistiche, configurando un sistema organizzativo caratterizzato da un elevato grado di multidisciplinarietà e complessità clinico-assistenziale. Un ruolo particolarmente rilevante nel percorso di innovazione dell'Istituto è svolto dalle infrastrutture dedicate alla ricerca e alle tecnologie avanzate. Tra queste rientrano il Bioparco delle Intelligenze e delle Neurofragilità, dedicato alla neuropsichiatria infantile e ai disturbi del neurosviluppo, il sistema CAREN (Computer Assisted Rehabilitation Environment), utilizzato per la valutazione e la riabilitazione dei disturbi dell'equilibrio, del movimento e delle funzioni cognitive, nonché l'Unità di Neuroradiologia e il Laboratorio di Neuroimaging, nei quali vengono sviluppate attività di acquisizione, elaborazione e analisi avanzata delle immagini cerebrali. La disponibilità di infrastrutture tecnologiche avanzate, l'integrazione tra attività clinica e ricerca e la produzione crescente di dati clinici e strumentali costituiscono il presupposto organizzativo per lo sviluppo e l'adozione di sistemi di intelligenza artificiale. In tale prospettiva, l'IA non rappresenta esclusivamente uno strumento tecnologico applicato alla pratica clinica, ma può essere interpretata come una leva di innovazione organizzativa, capace di supportare i processi decisionali, favorire la standardizzazione dei percorsi assistenziali e contribuire al miglioramento dell'appropriatezza e dell'efficienza dell'organizzazione sanitaria.

2. Descrizione del progetto di IA e obiettivi

Il processo di trasformazione digitale delle aziende sanitarie ha attraversato diverse fasi negli ultimi decenni, evolvendo progressivamente da interventi limitati di informatizzazione verso modelli organizzativi sempre più integrati e basati sui dati (Begkos *et al.*, 2024). In una prima fase, l'attenzione si è concentrata prevalentemente sulla digitalizzazione dei processi amministrativi e documentali, attraverso l'introduzione di sistemi informativi ospedalieri, cartelle cliniche elettroniche e altri strumenti digitali. Successivamente, lo sviluppo delle tecnologie digitali ha favorito una crescente integrazione tra processi clinici, assistenziali e amministrativi, contribuendo a migliorare la capacità delle aziende sanitarie di produrre, elaborare e condividere informazioni in tempo reale (Borgonovi & Migliore, 2023; Mauro *et al.*, 2024). L'avvento dell'intelligenza artificiale sembrerebbe configurarsi come una fase ulteriore di questo processo evolutivo, sebbene numerosi autori attribuiscano a tale tecnologia una portata profondamente "rivoluzionaria" (Chakraborty *et al.*, 2022). A differenza delle precedenti innova-

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

zioni digitali, infatti, l'IA non si limita a supportare l'automazione delle attività o la gestione delle informazioni, ma introduce la possibilità di sviluppare sistemi capaci di apprendere dai dati, formulare previsioni, supportare decisioni complesse e, in alcuni casi, operare con un certo grado di autonomia. Tali caratteristiche aprono nuove prospettive sia sul piano clinico sia su quello manageriale, incidendo sulle modalità di diagnosi e prevenzione, sulla pianificazione dei percorsi assistenziali, sull'allocazione delle risorse e sul monitoraggio delle performance organizzative. La trasformazione digitale in sanità riguarda infatti sia i processi sanitari sia quelli amministrativi (Tortorella *et al.*, 2020; Mauro *et al.*, 2024). Con riferimento ai processi sanitari, le tecnologie digitali e l'IA trovano applicazione, per esempio, nella diagnostica avanzata, nella medicina predittiva e nei sistemi di supporto alle decisioni cliniche (Giordano *et al.*, 2021). Sul piano amministrativo e gestionale, invece, tali strumenti possono contribuire al miglioramento dei sistemi di programmazione e controllo, reporting, gestione operativa e logistica (Noto *et al.*, 2026). In questa prospettiva, l'IA non rappresenta soltanto una tecnologia innovativa, ma anche un potenziale fattore di ridefinizione delle logiche organizzative e dei modelli di governance del settore sanitario. Nel caso dell'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo", il progetto di IA si colloca nell'ambito clinico e della ricerca traslazionale e nasce dall'esigenza di supportare il processo decisionale nella diagnosi e nella prognosi della malattia di Alzheimer attraverso strumenti in grado di integrare e analizzare dati clinici complessi in modo rapido, standardizzato e riproducibile. A livello organizzativo, il progetto risponde inoltre alla necessità di ridurre la variabilità interpretativa tra professionisti, favorire una maggiore standardizzazione dei percorsi diagnostici e rafforzare la capacità dell'organizzazione di gestire volumi crescenti di pazienti con decadimento cognitivo. L'obiettivo principale del progetto è stato quello di valutare la performance clinica di un modello basato su IA, fondato su algoritmi di machine learning supervisionato, finalizzato all'identificazione di pattern clinici e al supporto del medico nell'interpretazione dei dati. Il sistema integra in maniera automatizzata l'analisi della risonanza magnetica strutturale e i risultati dei test neuropsicologici, configurandosi come uno strumento di supporto alla valutazione specialistica. In particolare, il modello di IA è stato progettato per svolgere tre funzioni principali: classificare le sindromi cliniche associate al decadimento cognitivo; formulare ipotesi eziologiche, distinguendo i pazienti con malattia di Alzheimer dai soggetti sani; predire la progressione clinica, stimando il rischio di evoluzione verso una forma moderata o severa di malattia entro 24 mesi. Dal punto di vista aziendale, il progetto risponde pertanto a una duplice esigenza. Da un lato, mira a migliorare la qualità e la tempestività del processo diagnostico, soprattutto in ambiti caratterizzati da elevata complessità informativa e forte variabilità clinica. Dall'altro, introduce strumenti potenzialmente in grado di aumentare l'efficienza organizzativa, favorendo la standardizzazione dei percorsi valutativi, la riduzione dell'eterogeneità interpretativa e una migliore continuità assistenziale. L'a-

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

dozione dell'IA si configura, in questo senso, come un investimento in innovazione orientato non soltanto al miglioramento dell'accuratezza clinica, ma anche al rafforzamento della capacità decisionale e organizzativa dell'azienda sanitaria.

3. Percorso di adozione e implementazione

L'implementazione del progetto è avvenuta nell'ambito di uno studio osservazionale, sviluppato all'interno dell'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" attraverso l'integrazione di competenze cliniche, metodologiche e tecnologiche, secondo un modello di *innovation ecosystem* basato sull'innovazione aperta (Iyawa *et al.*, 2016). Il percorso di adozione ha previsto il coinvolgimento di molteplici stakeholder interni, tra cui professionisti sanitari, ricercatori e pazienti. Tale configurazione evidenzia come l'introduzione di soluzioni di IA in sanità non possa essere interpretata come il semplice inserimento di una nuova tecnologia all'interno dei processi esistenti, ma richieda un percorso strutturato di implementazione, validazione e integrazione nei flussi organizzativi e clinico-assistenziali (Noto *et al.*, 2026). In questa prospettiva, il valore della tecnologia dipende non soltanto dalle performance del modello, ma anche dalla capacità dell'organizzazione di integrare competenze diverse, definire responsabilità, strutturare i flussi informativi e garantire coerenza con i processi decisionali esistenti.

4. Governance, aspetti etici e compliance regolatoria

Le attività svolte presso il Centro sono state condotte secondo il protocollo clinico approvato dal Comitato Etico interno (Protocol ID: CEL/UO1/26), all'interno di un sistema di governance dei dati conforme alle Good Clinical Practices. Questo elemento assume particolare rilievo in un progetto basato sull'IA, nel quale qualità, tracciabilità, sicurezza e protezione del dato rappresentano condizioni essenziali non soltanto per la validità scientifica, ma anche per la sostenibilità organizzativa e reputazionale dell'innovazione. Ogni paziente, dopo la firma del consenso informato, viene identificato mediante un codice univoco a tre cifre, garantendo la pseudonimizzazione dei dati durante l'intero processo di analisi e archiviazione. Il percorso del paziente è stato inoltre strutturato in modo da integrarsi con il normale iter diagnostico-terapeutico, senza introdurre rischi aggiuntivi per i partecipanti. Tale impostazione ha consentito di inserire il progetto nei processi clinico-assistenziali ordinari, limitando l'impatto organizzativo dell'innovazione e favorendone l'integrazione nelle attività del Centro. Dopo l'arruolamento, i soggetti vengono sottoposti a una valutazione neuropsicologica finalizzata all'analisi dei principali domini cognitivi, seguita da indagini strumentali avanzate mediante risonanza magnetica a 3.0 Tesla. Il protocollo prevede inoltre un monitoraggio longitudinale, con rivalutazioni semestrali e una valutazione clinica e neuropsicologica completa a 12 e 24 mesi, al fine di identificare e analizzare l'eventuale progressione della patologia. Tutti gli studi sono stati condotti nel rispetto della legislazione locale vigente e dei requisiti istituzionali applicabili. Tutti i partecipanti hanno fornito consenso informato scritto sia per la partecipazione allo studio sia per l'eventuale pubblicazione di immagini o dati

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

potenzialmente identificabili. Sotto il profilo regolatorio e organizzativo, il caso analizzato mostra come l'adozione dell'IA in sanità richieda un equilibrio tra innovazione tecnologica, tutela del paziente, trasparenza dei processi e affidabilità delle procedure di raccolta e trattamento dei dati. La governance dell'IA richiede inoltre una chiara definizione delle responsabilità decisionali, mantenendo il professionista sanitario come decisore finale e attribuendo all'algoritmo una funzione di supporto al processo clinico. Tale impostazione consente di preservare il principio di responsabilità professionale e, al contempo, di valorizzare il contributo dell'IA nella gestione e interpretazione di informazioni cliniche complesse.

5. Risultati conseguiti

Lo studio condotto presso l'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" ha riguardato una coorte composta da 62 pazienti con diagnosi di malattia di Alzheimer e 17 controlli sani. Attraverso l'impiego di tecniche di segmentazione automatizzata delle immagini di risonanza magnetica, è stata rilevata una diffusa riduzione volumetrica in diverse regioni corticali e sottocorticali, comprese strutture di particolare rilevanza per i processi cognitivi e motori, quali ippocampo, amigdala e nuclei della base. Le analisi hanno evidenziato come il pattern di atrofia fosse coerente con il quadro clinico dei pazienti. In particolare, il deterioramento di specifiche strutture cerebrali, tra cui ippocampo e corpo calloso, è risultato associato al declino della memoria verbale, delle funzioni esecutive e dell'autonomia funzionale complessiva. Tali risultati confermano la rilevanza dell'integrazione tra dati di neuroimaging e valutazione neuropsicologica nel supporto alla caratterizzazione clinica della malattia. Nella coorte analizzata presso il Centro, il modello di IA ha mostrato un'elevata capacità di stratificazione del rischio. In particolare, il sistema ha classificato il 100% dei controlli sani nel profilo a basso rischio. Tra i pazienti con malattia di Alzheimer, il 16,13% è stato classificato nel profilo a basso rischio e l'83,87% nel profilo ad alto rischio. Tale distribuzione è risultata coerente con la gravità del danno strutturale e funzionale evidenziata dalle misurazioni volumetriche e dalle valutazioni cliniche condotte presso il Centro. Questi risultati sono coerenti con quanto osservato nel più ampio studio multicentrico, che ha incluso complessivamente 795 soggetti con età media pari a 73,54 ± 7,52 anni. In tale contesto, l'analisi delle performance del sistema ha evidenziato una solida concordanza con la valutazione clinica specialistica nella classificazione degli stadi cognitivi (Aresta *et al.*, 2025). Per quanto riguarda la definizione dell'ipotesi eziologica, il sistema ha raggiunto un'accuratezza del 91% rispetto alla diagnosi basata su biomarcatori, con un valore predittivo positivo del 91% e un valore predittivo negativo del 100%. Questi risultati indicano una buona capacità del modello di supportare il processo diagnostico, integrando le informazioni derivanti dalla valutazione clinica con quelle ottenute dall'analisi automatizzata dei dati. Risultati rilevanti sono emersi anche sul piano prognostico. Nella previsione della progressione verso la demenza di Alzheimer a 24 mesi, l'impiego dei soli dati di risonanza magnetica ha determinato una sensibilità del 79%, una specificità dell'81%, un'accuratezza complessiva

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

dell'80% e una ROC-AUC pari all'85%. L'integrazione dei dati neuropsicologici con i volumi derivati dalla risonanza magnetica ha ulteriormente migliorato le performance, portando la sensibilità all'89% e l'accuratezza complessiva all'85%, con una specificità dell'82% e una ROC-AUC pari all'83%. Nel complesso, i risultati mostrano come l'integrazione di dati clinici, neuropsicologici e di neuroimaging mediante strumenti di IA possa supportare tre momenti distinti del processo decisionale: la stadiazione clinica, la formulazione dell'ipotesi eziologica e la previsione della progressione della malattia. Dal punto di vista organizzativo, tali capacità assumono rilievo poiché rendono disponibile al professionista un supporto standardizzato e riproducibile nell'interpretazione di informazioni cliniche complesse, con potenziali ricadute sulla tempestività delle valutazioni, sulla riduzione della variabilità interpretativa e sulla gestione multidisciplinare del paziente.

6. Criticità e lezioni apprese

Nonostante le solide performance del modello di IA nel supporto alla stadiazione clinica, alla definizione diagnostica e alla previsione della progressione della malattia di Alzheimer, lo studio presenta alcune limitazioni che devono essere considerate nell'interpretazione dei risultati e nella valutazione della futura trasferibilità del sistema. In primo luogo, sono stati esclusi soggetti affetti da demenza a corpi di Lewy, taupatie motorie e demenza vascolare. Tale scelta limita l'estendibilità dei risultati ad altre forme di patologia neurodegenerativa e rende necessarie ulteriori validazioni prima di ipotizzare un utilizzo più ampio del sistema nei percorsi diagnostici delle demenze. Un'ulteriore criticità riguarda la durata del follow-up, pari a 24 mesi. Un periodo di osservazione più lungo avrebbe consentito una valutazione più accurata della capacità predittiva del modello rispetto agli esiti clinici di lungo termine e alla stabilità delle stime prognostiche nel tempo. La composizione della popolazione analizzata rappresenta un ulteriore elemento di attenzione. La coorte era costituita prevalentemente da soggetti caucasici non ispanici o latino-americani, con una ridotta rappresentanza di altri gruppi etnici. Tale aspetto evidenzia la necessità di sviluppare e validare modelli di IA su dataset più ampi ed eterogenei, al fine di migliorarne la generalizzabilità e ridurre il rischio di bias sistematici. Accanto ai limiti di natura clinica e metodologica, il progetto ha evidenziato alcune criticità di carattere organizzativo. L'esperienza maturata mostra infatti come l'adozione dell'IA in ambito sanitario non dipenda esclusivamente dalla performance dell'algoritmo, ma anche dalla qualità e dalla standardizzazione dei dati, dall'integrazione del sistema nei percorsi clinico-assistenziali, dall'aderenza ai requisiti etici e regolatori e dalla capacità dell'organizzazione di accompagnare il cambiamento. In altri termini, il valore dell'IA emerge quando la tecnologia viene inserita all'interno di una cornice di governance chiara e di un processo di innovazione gestito in modo sistemico (Borgonovi & Migliore, 2023). Una delle principali lezioni apprese riguarda quindi la necessità di considerare l'IA come una componente del sistema organizzativo e non come una soluzione tecnologica isolata. La disponibilità di un modello per-

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

formante rappresenta infatti soltanto una delle condizioni necessarie per l'adozione. A questa devono affiancarsi processi di raccolta e gestione dei dati affidabili, responsabilità decisionali chiaramente definite, competenze professionali adeguate e un'effettiva integrazione dello strumento all'interno dei percorsi multidisciplinari. Dal punto di vista del contributo potenziale al sistema sanitario, una maggiore capacità diagnostica e prognostica può favorire una presa in carico più tempestiva e appropriata del paziente, con possibili ricadute anche sul piano dell'efficienza organizzativa. Una diagnosi più accurata e tempestiva può infatti contribuire a orientare meglio i percorsi assistenziali, ridurre il ricorso a prestazioni inappropriate o ridondanti e favorire un utilizzo più razionale delle risorse umane e tecnologiche. Tali benefici, tuttavia, rappresentano potenziali effetti organizzativi del sistema e richiedono specifiche valutazioni economiche e di impatto per essere quantificati. Questo aspetto assume particolare rilevanza in un contesto caratterizzato dall'invecchiamento della popolazione e dalla crescente pressione esercitata sui sistemi sanitari in termini di sostenibilità economico-finanziaria. La possibilità di identificare più precocemente i pazienti a maggior rischio di progressione può inoltre favorire una migliore programmazione della presa in carico, una maggiore continuità assistenziale e un più efficace coordinamento tra i diversi livelli di cura. L'utilizzo del sistema ha infine favorito una maggiore uniformità nell'interpretazione dei dati clinici e di neuroimaging, contribuendo alla standardizzazione del processo valutativo e al supporto delle decisioni multidisciplinari. Tale risultato evidenzia come il contributo dell'IA possa essere letto non soltanto in termini di accuratezza diagnostica, ma anche come strumento di supporto alla qualità e alla coerenza dei processi decisionali clinico-organizzativi.

7. Prospettive di sviluppo e scalabilità

Il sistema sviluppato mostra un potenziale significativo anche nell'ambito dei trial clinici, poiché consente di identificare e selezionare coorti a maggiore rischio di progressione, riducendo l'eterogeneità dei gruppi di studio e migliorando la capacità di valutare gli effetti dei trattamenti. Tale possibilità può tradursi in un vantaggio non soltanto scientifico, ma anche organizzativo, aumentando l'efficienza dei percorsi di ricerca clinica e rafforzando la capacità dell'ente di partecipare a reti sperimentali e progettualità multicentriche avanzate. Tra i principali sviluppi futuri è prevista l'integrazione di ulteriori tecniche di neuroimaging, quali PET e risonanza magnetica funzionale, con l'obiettivo di valutare le prestazioni del sistema di IA su differenti modalità di acquisizione cerebrale e ampliare la quantità e la tipologia di informazioni utilizzabili a supporto del processo decisionale. Un ulteriore ambito di sviluppo riguarda l'estensione della validazione a popolazioni più ampie e diversificate. In particolare, sarà necessario includere un maggior numero di casi di demenze non-Alzheimer, quali degenerazione frontotemporale, taupatie motorie e demenza a corpi di Lewy, così da verificare la capacità del modello di generalizzare a condizioni cliniche caratterizzate da maggiore eterogeneità diagnostica. La scalabilità del sistema

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

dipenderà tuttavia non soltanto dall'ampliamento delle popolazioni e delle modalità di imaging considerate, ma anche dalla capacità di standardizzare i processi di raccolta, trattamento e condivisione dei dati. La disponibilità di procedure omogenee rappresenta infatti una condizione essenziale per garantire riproducibilità, qualità del dato e trasferibilità del modello tra differenti contesti organizzativi. Un ulteriore elemento critico è rappresentato dall'interoperabilità tra sistemi informativi, piattaforme cliniche e infrastrutture di ricerca. La possibilità di integrare l'IA nei processi sanitari ordinari richiede infatti che i diversi sistemi siano in grado di comunicare e condividere informazioni in maniera strutturata, sicura e coerente con i requisiti di governance e protezione dei dati. Parallelamente, la scalabilità richiede lo sviluppo di competenze professionali adeguate. L'introduzione di strumenti di IA nei percorsi clinici implica infatti non soltanto competenze tecniche, ma anche la capacità dei professionisti di interpretare correttamente gli output del sistema, comprenderne i limiti e integrarli nel processo decisionale senza sostituire il giudizio clinico. In questa prospettiva, il passaggio da una soluzione sperimentale a una componente strutturale dei processi clinici e organizzativi dipenderà dalla capacità dell'azienda sanitaria di integrare tecnologia, dati, competenze professionali e modelli di governance all'interno di un assetto coerente. Il caso dell'IRCCS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" suggerisce quindi come la scalabilità dell'IA non possa essere considerata esclusivamente come una questione tecnologica, ma debba essere interpretata come un processo di trasformazione organizzativa, con potenziali ricadute in termini di efficienza, appropriatezza e innovazione del servizio sanitario.

8. Conclusioni

Lo studio evidenzia come il modello di intelligenza artificiale rappresenti uno strumento efficace di supporto ai processi diagnostici e prognostici della malattia di Alzheimer. L'integrazione tra risonanza magnetica strutturale e dati neuropsicologici consente infatti di raggiungere buoni livelli di accuratezza nella stadiazione clinica, nella classificazione eziologica e nella previsione della progressione della malattia. La capacità di identificare precocemente i segni di compromissione cognitiva e di stratificare il rischio dei pazienti può contribuire a supportare decisioni cliniche più tempestive e a orientare in maniera più appropriata i percorsi di presa in carico. Il valore del progetto, tuttavia, non si esaurisce nella sola dimensione clinica. Il caso analizzato mostra come l'intelligenza artificiale possa essere interpretata, all'interno di un'azienda sanitaria pubblica, anche come una leva di innovazione organizzativa, capace di favorire la standardizzazione dei processi valutativi, ridurre la variabilità interpretativa e supportare il coordinamento delle decisioni multidisciplinari. In questa prospettiva, l'effettiva creazione di valore associata all'IA dipende non soltanto dalle performance dell'algoritmo, ma anche dalla qualità dei dati, dall'integrazione nei percorsi assistenziali, dalla presenza di adeguate competenze professionali e dalla definizione di modelli di governance in grado di garantire responsabilità, trasparenza e sostenibilità nell'utilizzo della tecnologia. Il caso dell'IRC-

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org

CS Centro Neurolesi "Bonino Pulejo" suggerisce pertanto che l'intelligenza artificiale possa rappresentare un fattore di modernizzazione delle aziende sanitarie, capace di coniugare innovazione tecnologica, qualità dei percorsi di cura e supporto alla capacità decisionale. Le potenziali ricadute in termini di efficienza, appropriatezza e sostenibilità organizzativa costituiscono inoltre un ambito rilevante per future valutazioni di impatto economico e manageriale, necessarie per quantificare il valore generato dall'integrazione di tali sistemi nella pratica sanitaria.

BIBLIOGRAFIA

Aresta S., Nemni R., Zanardo M., Sirabian G., Capelli D., Alì M., Vitali P., Bertoldo E.G., Fiolo V., Bonanno L., Maresca G., Battista P., Sardanelli F., Pizzini F.B., Castiglioni I., & Salvatore C. (2025). AI-based staging, causal hypothesis and progression of subjects at risk of Alzheimer's disease: a multicenter study. *Front Neurol.*, 16, 1568086.

Begkos C., Antonopoulou K., & Ronzani M. (2024). To datafication and beyond: Digital transformation and accounting technologies in the healthcare sector. *The British Accounting Review*, *56*(4), 101259.

Borgonovi E., & Migliore G. (2022). Digitalizzazione della sanità o sanità digitale?. *Mecosan*, 123: 3-5.

Chakraborty U., Banerjee A., Saha J.K., Sarkar N., & Chakraborty C. (Eds.) (2022). *Artificial intelligence and the fourth industrial revolution*. CRC Press.

Giordano C., Brennan M., Mohamed B., Rashidi P., Modave F., & Tighe P. (2021). Accessing artificial intelligence for clinical decision-making. *Frontiers in Digital Health*, *3*, 645232.

Iyawa G. E., Herselman M., & Botha A. (2016). Digital health innovation ecosystems: From systematic literature review to conceptual framework. *Procedia Computer Science*, *100*: 244-252.

Mauro M., Noto G., Prenestini A., & Sarto F. (2024). Digital transformation in healthcare: Assessing the role of digital technologies for managerial support processes. *Technological Forecasting and Social Change*, *209*, 123781.

Noto G., Prenestini A., Sarto F., & Mauro M. (2026). *Le nuove tecnologie digitali per il management e la performance in sanità. Stato dell'arte, impatti e prospettive per le aziende e i sistemi sanitari*. Franco-Angeli: Milano.

Tortorella G.L., Fogliatto F.S., Mac Cawley Vergara A., Vassolo R., & Sawhney R. (2020). Healthcare 4.0: trends, challenges and research directions. *Production Planning & Control*, *31*(15): 1245-1260.

MECOSAN – ISSNe 2384-8804, 2025, 135 DOI: 10.3280/mesa2025-135oa23436

Copyright © FrancoAngeli
This work is released under Creative Commons Attribution - Non-Commercial –
No Derivatives License. For terms and conditions of usage please see: http://creativecommons.org