

## Capitolo J50 intelligenza artificiale e cura della salute

### Contenuti delle sezioni

- a. considerazioni generali e storiche p. 2
- b. applicazioni nei metodi di cura p. 5
- c. applicazioni nei comparti clinici specifici p. 7
- d. applicazioni sistemiche p. 11
- e. attività industriali e iniziative pubbliche p. 14
- f. questioni etiche p. 18
- e sanità nei paesi tecnologicamente deboli g. alcune innovazioni attese p. 20
- h. MITD: Piano Sanità-connessa p. 21

22 pagine

## **J50 a. considerazioni generalie storiche**

**J50 a.01** Un primo modo di vedere l'attività dell'area AI per la cura della salute è quello di considerarla una alternativa computazionale delle attività umane finalizzate alla raccolta, all'analisi dei dati medici e alla loro riorganizzazione ai fini di una loro migliore comprensione e di un loro efficace utilizzo negli interventi curativi.

Occorre tuttavia osservare che gli odierni strumenti basati sulle tecnologie avanzate presentano vari aspetti di superiorità rispetto alle prestazioni umane e quindi consentono di proporre nuovi approcci e nuove prospettive in vari settori della cura della salute.

In effetti gli interventi della AI nelle attività sanitarie sono relativamente recenti, ma hanno già ottenuti notevoli successi in campi quali la diagnostica, lo sviluppo di protocolli di trattamento, il monitoraggio dei pazienti, lo sviluppo di nuovi farmaci, la medicina personalizzata e l'imaging medicale per esami e interventi (in particolare nella gestione e nella comprensione delle radiografie).

Occorre anche osservare che nel mondo delle professioni la medicina è forse il campo che maggiormente tende ad avvalersi delle più recenti proposte della AI, in particolare dei chatbots.

Evidentemente l'adozione dei procedimenti AI nella cura della salute solleva importanti questioni etiche e sociali: problemi di privacy, di modifiche di attività lavorative, di bias algoritmici, di procedimenti decisionali e quindi di reazioni alle innovazioni, di livello critico nelle valutazioni dell'efficacia.

### **J50 a.02**

Evidentemente il dibattito su questi temi è particolarmente delicato e complesso.

Rispetto alle tecnologie computazionali tradizionali, la tecnologia AI risulta superiore nella capacità di raccogliere dati, di elaborarli e di presentare risultati e indicazioni chiaramente utilizzabili. Questi vantaggi sono dovuti agli algoritmi di machine learning e di deep learning, meccanismi che riescono a riconoscere dei patterns nei dati e nelle relazioni tra trattamenti dei pazienti e risultati e riescono a delineare logiche per gli interventi.

Per raggiungere queste capacità di individuare e prevedere i modelli di apprendimento automatico gli algoritmi devono essere addestrati presentando loro collezioni molto ampie di dati pertinenti.

A differenza degli operatori umani, gli algoritmi, stabilito il loro obiettivo, vengono influenzati solo dai dati di addestramento e possono migliorarsi, adeguarsi o comunque modificarsi solo nelle azioni che è previsto debbano effettuare.

Occorre anche segnalare che molti algoritmi di deep learning si comportano come scatole nere: fanno previsioni molto precise, ma non offrono spiegazioni umanamente comprensibili sulla logica che regge le loro decisioni, spiegazioni dalle quali i loro sviluppatori possano trarre spiegazioni espresse attraverso termini definiti con una accettabile precisione e inquadrabili entro modelli sufficientemente comprensibili che possano portare a suggerimenti traducibili in nuovi procedimenti.

### **J50 a.03**

Presentiamo qualche cenno storico sulla AI per la cura della salute.

Il primo sistema esperto significativo per fini medici è stato MYCIN, sistema proposto per identificare batteri pericolosamente infettivi; è stato realizzato nei primi anni 1970 ispirandosi a Dendral, sistema esperto rivolto alle applicazioni della chimica organica.

MYCIN è stato seguito negli anni immediatamente successivi da INTERNIST-1 e CASNET, entrambi prodotti efficaci, ma che in quegli anni, come il predecessore Mycin, sono stati presi in considerazione e adottati in misura modesta.

Solo dopo la diffusione dei piccoli computers e degli strumenti che consentono buona connettività è cresciuta la consapevolezza che si possano progettare e implementare sistemi AI per le cure sanitarie che si avvalgono delle competenze di medici esperti e che hanno la capacità di utilizzare anche di dati imperfetti attraverso procedimenti della teoria dei fuzzy sets, delle reti bayesiane e delle reti neurali. Questi sistemi si sono serviti della teoria dei fuzzy sets, delle reti bayesiane e delle reti neurali artificiali.

**J50 a.04** I progressi nella medicina e nelle tecnologie della seconda metà del secolo XX hanno consentito la crescita di applicazioni AI alla sanità concernenti attività come le seguenti.

Raccolta ed elaborazione dei dati più rapide grazie a molteplici miglioramenti delle tecnologie generali dell'ecosistema ICT e degli ambienti della sanità sempre più accogliente nei confronti delle attività computazionali.

Crescita della genomica e disponibilità delle relative basi dati.

Diffusa adozione di cartelle cliniche elettroniche.

Diffusione di sistemi elettronici per la gestione amministrativa e scientifica dei dati riguardanti le cure sanitarie che possono essere condotti in modo generalmente agevole, spesso senza dover ricorrere a specialisti.

Successi nel riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) e nella visione artificiale che consentono alle macchine di effettuare processi percettivi, spesso con precisione, uniformità, velocità e continuità superiori a quelle raggiunte dagli specialisti.

Progressi sostanziali nella elaborazione dei linguaggi naturali (NLP) che consentono di estrarre patterns significativi da grandi quantità di cartelle cliniche e di documenti simili con la possibilità di proficua interazione macchine-pazienti.

Sviluppo della telepatologia.

Nascita e crescita delle basi dati per le sequenze genomiche.

Aumento dei modelli di apprendimento automatico basati su strutture ad albero che consentono flessibilità nella definizione dei predittori di salute

Crescita della precisione della chirurgia assistita da robot.

Avanzamenti nelle tecniche di deep learning e di raccolta dati riguardanti le malattie rare (nel passato assai trascurate).

Crescita della strumentazione avanzata per esami biologici: numerosi tipi di microscopi elettronici, spettrometri di massa, risonanza magnetica nucleare, tomografia con sonde atomiche (APT), protein chemical shift prediction, ... .

**J50 a.05** Algoritmi dell'area AI possono essere usati anche per analizzare grandi quantità di dati provenienti da registrazioni digitali ai fini della prevenzione e della diagnosi delle malattie.

Alcuni organismi sanitari (Clinica Mayo, Sloan Kettering Cancer Center, British National Health Service) hanno sviluppato algoritmi AI a sostegno delle proprie attività in seguito ad attenti esami delle proprie esigenze.

Grandi compagnie tecnologiche (IBM, Google, Microsoft, Amazon, Apple, Tencent, Baidu, Samsung, ...) si sono impegnate a sviluppare in modi incisivi e significativi algoritmi, sistemi e tecnologie finalizzati alla cura della salute.

Sempre più strutture sanitarie si rivolgono, oltre che all'ICT, a sistemi software dell'area AI per implementare decisioni volte a contenere costi, a migliorare le prestazioni verso i pazienti e ad andare incontro alle necessità del proprio personale.

Negli ultimi anni i governi di vari stati hanno investito cifre rilevanti a sostegno delle attività AI.

Molte compagnie private sviluppano tecnologie per rendere più accurato l'utilizzo delle risorse, per ridurre la durata della degenza dei pazienti, per migliorare l'efficacia dei managers e per far crescere di livello le competenze, l'aggiornamento e le prestazioni del personale.

Poiché l'adozione diffusa di pratiche di provenienza IA nell'assistenza sanitaria è relativamente nuova, si stanno attendendo risultati statisticamente solidi di una vasta gamma di ricerche sulla applicazione negli svariati campi della medicina e dell'industria dedicata alla sanità.

Inoltre, si sta prestando crescente attenzione agli inediti problemi etici legati alle pratiche ispirate dalla AI, come la privacy dei dati, l'automazione delle attività e le distorsioni che si riscontrano negli schemi per la rappresentazione dei dati sanitari.

#### **J50 a.06** Caso a se stante gli Stati Uniti sotto la seconda amministrazione Trump

In precedenza gli USA sono stati i battistrada della innovazione in tutte le attività di interesse pubblico e in particolare nel campo della cura della salute.

L'Amministrazione Trump viceversa ha visto crescere l'avversità nei confronti degli investimenti in questa direzione e in generale in molte iniziative scientifiche.

Con la tendenza di Trump e del movimento MAGA di non voler sottostare alle regole di origine razionale e attente ai diritti dei cittadini e di imporre punti di vista in grado di aumentare il potere del governo USA attuale si sono avuti ordini esecutivi e scelte politico economiche rivolte ad indebolire le voci critiche nelle università, nelle agenzie governative e nelle associazioni.

In particolare sono state imposte l'uscita degli USA da WHO e dai patti per il contrasto alla crisi climatica e sono state ridotti o eliminati i fondi per da varie iniziative di portata internazionale volte al contrasto di crisi sanitarie molto preoccupanti in relazione con la crescita demografica di paesi deboli sul piano delle tecnologie, in relazioni alla crescita di attività consumistiche rischiose per le società e interi ecosistemi e in relazione alla crescita dei conflitti fra stati e fra gruppi di potere.

Questa crisi complessiva è particolarmente grave in quanto gli Stati Uniti nel passato sono hanno sostenuto le suddette iniziative con finalità sociali molto di più degli altri paesi tecnologicamente e finanziariamente solidi.

## **J50 b. applicazioni nei metodi di cura**

### **J50 b.01 diagnosi di malattie**

La diagnosi medica, ossia il riconoscimento delle condizioni mediche e dei sintomi, è un'attività sempre impegnativa.

Ai può sostenerla migliorando l'accuratezza e abbreviando i tempi con le sue capacità di elaborare dati, soprattutto quelli ricavabili da cartelle cliniche elettroniche (EHRs).

Uno studio del 2023 ha segnalato che diagnosi da ChatGPT sono state giudicate migliori di quelle fornite da medici nel 78 % di un campione di 585 valutazioni. Per addestrare i sistemi AI oggi vengono utilizzati dati di centinaia di milioni di pazienti.

### **J50 b.02 cartelle cliniche elettroniche**

Sono essenziali per la disponibilità digitale dei dati e quindi per la loro ampia e rapida riutilizzabilità. Vengono usati strumenti di natural language processing per avere rapporti succinti con terminologia più uniforme e con un lessico più controllato si possono avere datasets più estesi e comprensivi di maggiore varietà di contesti.

Alcune applicazioni operano sugli appunti dei medici per effettuare collegamenti fra espressioni verbali al fine di unificarle e di eliminare ridondanze. Altre si servono del concept processing per ricordare ai medici di non trascurare dettagli importanti.

Vi sono algoritmi AI per valutare e prevedere rischi di malattie utilizzando eventi precedenti e storia familiare del paziente.

Si usano algoritmi che da grandi quantità di dati ricavano flowcharts esprimenti regole di connessione fra osservazioni e diagnosi. Riuscendo a guidare l'attenzione del medico indagante e fargli risparmiare tempo.

Si constata che il numero delle cartelle cliniche disponibili in linea raddoppia ogni 5 anni e gli umani non avrebbero la possibilità di seguire questi arricchimenti di informazioni disponibili.

Uno studio ha trovato che l'accuratezza delle previsioni da EHR raggiunge il 72 %.

### **J50 b.03 controllo della disposizione spaziale delle proteine e scoperta di farmaci**

Sistemi AI come AlphaFold, dovuto a Demis Hassabis e John Jumper, hanno la capacità di predire il folding delle proteine a partire dalla sequenza di aminoacidi che costituiscono ciascuna di esse, attività che avrebbe richiesto anni di lavoro di numerosi ricercatori.

Dato che la struttura spaziale delle proteine determina i loro comportamenti biologici questi sistemi AI stanno accelerando la scoperta di nuovi farmaci e stanno favorendo la comprensione di molte malattie.

### **J50 b.04 drug-drug interactions**

Procedimenti di manipolazione di linguaggi naturali hanno portato alla definizione di algoritmi che dalla letteratura medica consentono di individuare come interagiscono due o più farmaci e quindi consentono di tenere sotto controllo il trattamento di pazienti ai quali risulta opportuno somministrare più sostanze.

Questi studi sono stati potenziati a partire dal 2013 quando un team dell'Università Carlos III di Madrid hanno individuato dalla letteratura un test standard per gli algoritmi per la determinazione delle interazioni farmaco-farmaco.

Altri algoritmi individuano le interazioni d-d a partire da dati da records digitali e da rapporti su reazioni negative a determinati trattamenti.

Basi dati come FAERS della FDA e VigiBase della WHO raccolgono rapporti sopra reazioni negative alle medicazioni provenienti da medici; questi rapporti vengono analizzati da algoritmi di deep learning per ricavare patterns in grado di rivelare interazioni d-d.

**J50 b.05 telemedicina** Anche i trattamenti dei pazienti da remoto hanno portato a possibili applicazioni AI. La AI consente di monitorare le informazioni sui pazienti che vengono comunemente fornite da sensori. I dispositivi indossabili forniscono dati in continuo e i forti cambiamenti di certi parametri critici possono essere rilevati dagli algoritmi meglio che da osservatori umani; inoltre il confronto di questi cambiamenti con dati raccolti e organizzati in basi dati consente di avvertire i medici curanti e di avviare interventi immediati.

Una revisione sistematica di 15 studi nel 2025 ha confrontato AI chatbots e operatori clinici esperti nelle consultazioni tramite testi; è risultato che una larga maggioranza dei partecipanti agli studi ha trovato i responsi dei chatbots più empatici dei responsi dei clinici.

Un'altra applicazione AI consiste nella cosiddetta chatbot therapy adottata per la salute mentale; tra i chatbots di questo genere citiamo Woebot, Earkick e Wysa. Tuttavia si teme che questi interventi dai chatbots possano non raggiungere livelli adeguati di reciprocità e responsabilità.

Stante la crescita della vita media di molte popolazioni, si ritiene che AI possa contribuire notevolmente alla cura degli anziani.

Con sensori personali e ambientali si possono controllare la regolarità dei comportamenti delle persone sole e si possono allertare i curatori da remoto sulle situazioni anormali preoccupanti.

Bisogna anche dire che questi monitoraggi pongono problemi di rispetto della privacy delle persone monitorate.

**J50 b.06 Software di intelligenza clinica** Con questo termine si intende il complesso dei programmi che aggregano, analizzano e interpretano i dati forniti da cartelle cliniche elettroniche e da altre raccolte di dati sulla salute delle persone con l'obiettivo di aiutare i medici nel decidere interventi clinici.

Un esempio di tale software è fornito dalla piattaforma della società Etiometry; essa usa i cosiddetti Large Physiology Models per tracciare i deterioramenti degli interventi e valutare le opportunità di interventi correttivi. questi modelli si servono di milioni di ore di monitoraggio di pazienti, effettuano aggregazione di dati, ottengono visualizzazioni e da queste derivano algoritmi di analisi di rischi utili alla gestione delle situazioni critiche.

#### **J50 b.07 gestione dei carichi di lavoro**

La AI ha la possibilità di sostenere efficacemente il coordinamento delle attività ospedaliere e il contenimento dei carichi di lavoro.

Algoritmi di AI possono automatizzare attività amministrative, gestire le priorità delle esigenze dei pazienti e facilitare una comunicazione fluida all'interno di una équipe sanitaria.

## **J50 c. applicazioni nei comparti clinici specifici**

### **J50 c.01 cardiovascolare**

Sono disponibili vari algoritmi AI che mostrano risultati promettenti per diagnosi accurate per malattie alle coronarie.

Altri algoritmi predicono mortalità, effetti delle medicazioni ed eventi avversi successivi a trattamenti della sindrome acuta delle coronarie.

Dispositivi indossabili, smartphones e tecnologie basate su Internet monitorano efficacemente i dati di pazienti cardiopatici, ampliando gli archivi di dati e diversificando i punti di vista che i modelli possono adottare per rilevare gli eventi cardiaci che si possono verificare fuori dagli ospedali.

Una attività di ricerca in crescita è quella sulla classificazione dei suoni cardiaci per la diagnosi di processi valvolari.

I problemi che incontra l'adozione delle AI nella medicina cardiovascolare includono la scarsità dei dati che servirebbero per addestrare i modelli di apprendimento automatico e per indagare sui fattori di natura sociale che sono spesso determinanti per le malattie cardiovascolari.

### **J50 c.02 dermatologia**

La dermatologia si serve ampiamente delle immagini e si sono maturate numerose esperienze nell'applicazione del deep learning all'elaborazione delle immagini; in effetti il deep learning è stato adottato in molti campi della dermatologia.

La dermatologia si serve di immagini contestuali, di macroimmagini e di microimmagini e per tutti questi tipi di e registrazioni il deep learning ottiene buoni risultati.

Nel 2018 si è segnalato che le cellule della pelle affette da cancro vengono riconosciute meglio da un sistema che usa deep learning con una CNN, una rete neurale convoluzionale (accuratezza del 95 %) che da dermatologi umani (accuratezza del 86.6 %).

Recenti progressi suggeriscono di usare la AI dopo interventi di chirurgia maxillo-facciale e di terapia del palato per migliorare l'aspetto e l'età apparente dei pazienti.

### **J50 c.03 gastroenterologia**

L'intelligenza artificiale può svolgere un ruolo rilevante in vari problemi che si incontrano nella gastroenterologia.

Gli esami endoscopici, come le esofagogastroduodenoscopia (EGD) e le colonscopie, si basano sulla rapida individuazione di tessuti anomali.

Migliorando queste procedure endoscopiche con l'intelligenza artificiale, i medici possono identificare più rapidamente le malattie, determinarne la gravità e visualizzare i punti ciechi.

I primi studi sull'uso di sistemi di rilevamento AI del cancro gastrico precoce hanno mostrato una sensibilità vicina a quella degli endoscopisti esperti.

### **J50 c.04 malattie infettive**

L'intelligenza artificiale applicata alle malattie infettive ha mostrato il suo potenziale sia per i problemi nel laboratorio che per quelli in ambito clinico.

Sono state sviluppate reti neurali per individuare in modo rapido e preciso la risposta dell'ospite al COVID-19 da campioni di spettrometria di massa. Altre applicazioni includono macchine di supporto-vettoriale che identificano la resistenza agli antimicrobici, l'analisi di apprendimento automatico dagli

strisci di sangue per individuare la malaria e il miglioramento del test point-of-care della malattia di Lyme basato sul rilevamento del corrispondente antigene.

Inoltre si studia come utilizzare l'intelligenza artificiale per migliorare la diagnosi di meningite, sepsi e tubercolosi, oltre che per prevedere le complicazioni del trattamento in pazienti affetti da epatite B ed epatite C.

#### **J50 c.05 cure a muscoli e scheletro**

L'intelligenza artificiale è stata utilizzata per identificare le cause del dolore al ginocchio che i medici trascurano e che colpiscono in modo sproporzionato i pazienti neri.

In effetti le popolazioni svantaggiate sperimentano livelli di dolore più elevati. Queste disparità persistono anche dopo aver controllato la gravità oggettiva di malattie come l'osteoartrite, classificata dai medici umani utilizzando immagini mediche, sollevando la possibilità che il dolore dei pazienti svantaggiati derivi da fattori esterni al ginocchio, come lo stress.

Dei ricercatori hanno condotto nel 2021 uno studio utilizzando un algoritmo di apprendimento automatico per dimostrare che le misure radiografiche standard della gravità trascurano caratteristiche oggettive ma non diagnosticate che influenzano in modo sproporzionato la diagnosi e la gestione delle popolazioni svantaggiate con dolore al ginocchio.

Si è quindi proposto che una nuova misura algoritmica chiamata ALG-P abbia la possibilità di consentire un accesso più ampio ai trattamenti da parte dei pazienti svantaggiati.

#### **J50 c.06 oncologia**

L'AI è stata ampiamente studiata per essere utilizzata nella diagnosi del cancro, nella stratificazione del rischio, nella caratterizzazione molecolare dei tumori e nella scoperta di farmaci antitumorali.

Una particolare sfida nella cura oncologica che l'intelligenza artificiale si sta preparando ad affrontare è la capacità di prevedere con precisione quali protocolli di trattamento saranno più adatti per pazienti in base alle loro caratteristiche genetiche, molecolari e tumorali.

Grazie alla sua capacità di rappresentare le immagini mediante espressioni matematiche, l'intelligenza artificiale è stata sperimentata nella diagnostica del cancro con la lettura di studi di imaging e di vetrini patologici.

Nel gennaio 2020, è stata presentata una dimostrazione di un sistema di intelligenza artificiale, basato su un algoritmo di Google DeepMind, in grado di superare gli esperti umani nella diagnosi del cancro al seno.

Nel luglio 2020, è stato segnalato che un algoritmo di intelligenza artificiale sviluppato dall'Università di Pittsburgh raggiunge la più alta precisione finora ottenuta nell'identificazione del cancro alla prostata, con una sensibilità del 98% e una specificità del 97%.

#### **J50 c.07 analisi patologica**

Per la diagnosi di molte malattie, l'analisi patologica di cellule e tessuti viene considerata il "gold standard", il procedimento più significativo.

Vari strumenti di patologia assistita dall'intelligenza artificiale sono stati sviluppati per aiutare nella diagnosi di diverse malattie, tra le quali l'epatite B, il cancro gastrico e il cancro del colon-retto.

L'intelligenza artificiale è stata utilizzata anche per studiare la mutazione genetica e per prognosticare gli esiti delle malattie.

L'intelligenza artificiale viene considerata molto utile per l'analisi patologica a bassa complessità di campioni di screening su larga scala, come lo screening del cancro del colon-retto e della mammella,

in quanto permette di ridurre il carico di lavoro dei patologi e consente di accelerare i tempi di analisi dei campioni.

Diversi modelli di apprendimento profondo e di reti neurali artificiali hanno dimostrato un'accuratezza simile a quella dei patologi umani e uno studio sull'assistenza del deep learning nella diagnosi del cancro al seno metastatico nei linfonodi ha dimostrato che l'accuratezza degli esseri umani con l'assistenza di un programma di deep learning è risultata superiore sia a quella degli operatori umani che a quella del solo programma di AI.

Inoltre, si prevede che l'implementazione della patologia digitale può far risparmiare a un centro universitario più di 12 milioni di dollari nel corso di cinque anni.

Bisogna tuttavia segnalare che i risparmi attribuiti all'intelligenza artificiale non sono stati ancora sufficientemente studiati.

#### **J50 c.08**

##### **patologia**

L'adozione della realtà aumentata e della realtà virtuale potrebbe portare a una rilevante crescita della implementazione della patologia assistita dall'AI, in quanto su un campione patologico sono tecniche in grado di evidenziare le aree interessanti e di presentarle in tempo reale a un patologo esperto perché le esamini più approfonditamente.

L'AI ha anche il potenziale di individuare identificatori istologici a livelli superiori a quelli che l'occhio umano può osservare e ha dimostrato la capacità di utilizzare i dati genotipici e fenotipici per individuare con maggiore precisione il tumore di origine dei tumori metastatici.

Uno dei principali ostacoli attuali alla diffusa implementazione degli strumenti di patologia assistita dall'intelligenza artificiale è la mancanza di studi controllati prospettici, randomizzati e multicentrici in grado di determinare l'effettiva utilità clinica dell'AI per i patologi e per i pazienti, studi capaci di evidenziare un'area di necessità attuale nell'AI nell'assistenza sanitaria.

#### **J50 c.09    assistenza primaria**

L'assistenza primaria è diventata un'area di sviluppo chiave per le tecnologie di AI.

L'AI nelle cure primarie è stata utilizzata per supportare il processo decisionale, la modellazione predittiva e l'analitica aziendale.

Nonostante i rapidi progressi delle tecnologie di AI, il punto di vista dei medici di medicina generale sul ruolo dell'AI nell'assistenza primaria è molto limitato: si concentra principalmente su compiti amministrativi e di documentazione di routine.

Esistono solo pochi esempi di sistemi di supporto decisionale di AI che sono stati valutati prospetticamente sull'efficacia clinica quando vengono concretamente utilizzati nella pratica dai medici.

In effetti ci sono stati casi in cui l'uso di questi sistemi ha prodotto effetti positivi sulla scelta del trattamento da parte dei medici.

#### **J50 c.10    psichiatria e psicologia**

In psichiatria, le applicazioni dell'AI sono ancora in una fase di sondaggio delle prospettive.

Le aree in cui l'interesse si sta ampliando rapidamente comprendono la modellazione predittiva delle diagnosi e dei risultati del trattamento e i chatbots, gli agenti conversazionali che imitano il comportamento umano e che vengono studiati per combattere ansia e depressione.

Tra i problemi che si pongono si trova il fatto che molte applicazioni in questo campo sono sviluppate e proposte da aziende private, come ad esempio lo screening per la ideazione del suicidio implementato da Facebook nel 2017.

Tali applicazioni effettuate al di fuori dei sistemi sanitari sollevano diverse perplessità professionali, etiche e normative.

Un altro problema che si incontra spesso riguarda la validità e l'interpretabilità dei modelli.

I piccoli set di dati di addestramento possono contenere pregiudizi che vengono ereditati da modelli poco accurati e compromettono la generalizzabilità e la stabilità dei modelli stessi.

I modelli affetti da pregiudizi possono anche essere discriminatori nei confronti di gruppi di minoranza che sono sottorappresentati nei campioni.

#### **J50 c.11 radiologia**

L'intelligenza artificiale viene studiata nella radiologia per rilevare e diagnosticare le malattie attraverso la tomografia computerizzata (TC) e la risonanza magnetica (MR).

Gli interventi della AI nell'imaging possono essere particolarmente utili nelle situazioni nelle quali la domanda di competenze umane supera la disponibilità di persone con sufficiente formazione e l'offerta, o nei problemi per i quali i dati sono troppo complessi per essere interpretati in modo efficiente da lettori umani.

Diversi modelli di deep learning hanno dimostrato la capacità di essere precisi quanto gli operatori sanitari nell'identificazione di malattie attraverso le immagini mediche, anche se pochi degli studi che riportano questi risultati sono stati convalidati con convincente obiettività.

L'AI può fornire ai radiologi anche vantaggi non interpretativi, come la riduzione del rumore nelle immagini, l'ottenimento di immagini di alta qualità con impiego di dosi di radiazioni inferiori, il miglioramento della qualità delle immagini di risonanza magnetica e la valutazione automatica della qualità dell'immagine.

Ulteriori ricerche sull'uso dell'AI in medicina nucleare si concentrano sulla ricostruzione delle immagini, sul landmarking anatomico e sulla ricostruzione delle immagini e sulla possibilità di ridurre le dosi per l'ottenimento delle immagini.

#### **J50 c.12 oftalmologia**

Notevole successo con l'adozione dell'impiego dell'apprendimento profondo nel riconoscimento precoce dei sintomi della retinopatia o cecità diabetica conseguito per primo da Google Brain sulla base di dati di addestramento forniti da una clinica oculistica dell'India meridionale.

La tecnologia potenziata dall'intelligenza artificiale viene utilizzata come ausilio nello screening delle malattie oculari e nella prevenzione della cecità.[108] Nel 2018, la Food and Drug Administration ha autorizzato la commercializzazione del primo dispositivo medico per diagnosticare un tipo specifico di malattia oculare, la retinopatia diabetica, utilizzando un algoritmo di intelligenza artificiale.

Inoltre, la tecnologia AI pu essere utilizzata per migliorare ulteriormente i tassi di diagnosi, grazie al potenziale di ridurre i tempi di rilevamento dei sintomi.

## J50 d. applicazioni sistemiche

### J50 d.01 diagnosi delle malattie

Un articolo di Jiang, et al. (2017) ha passato in rassegna le diverse tecniche di AI che sono state utilizzate per una varietà di malattie diverse, come ad esempio le macchine vettoriali di supporto, le reti neurali e gli alberi decisionali.

Ognuna di queste tecniche è caratterizzata dall'aver un preciso "obiettivo di addestramento", in modo che "le classificazioni concordino il più possibile con i risultati".

Per dimostrare alcuni aspetti specifici della diagnosi con classificazione delle malattie, ci sono due diverse tecniche utilizzate per la classificazione delle malattie, che riguardano l'utilizzo, risp., delle reti neurali artificiali (ANN) e delle reti bayesiane (BN)". È emerso che le ANN fornivano le migliori prestazioni ed erano in grado di classificare più accuratamente il diabete e le malattie cardiovascolari. Attraverso l'uso di classificatori di apprendimento medico (MLC), l'intelligenza artificiale ha aiutato in modo sostanziale i medici nella diagnosi dei pazienti attraverso una rielaborazione di massa di cartelle cliniche elettroniche (EHR).

Le condizioni di lavoro dei medici sono diventate sempre più complesse e all'interno di una vasta storia di cartelle cliniche elettroniche, la probabilità di duplicazione dei casi è elevata.

Sebbene oggi sia meno probabile che una persona affetta da una malattia rara sia l'unica ad aver avuto un'altra determinata malattia, la scarsa possibilità di accedere a casi di origine con sintomi simili è un ostacolo importante per i medici.

L'implementazione dell'intelligenza artificiale non solo per aiutare a trovare casi e trattamenti simili, ma anche per ricordare ai medici di tenere conto dei sintomi principali e di aiutarli a porre le domande più appropriate, aiuta il paziente a ricevere la diagnosi e il trattamento più accurati possibile.

La University of Ontario ha sviluppato un sistema di controlli telemetrici da analizzare in tempo reale su nati prematuri sottoposti a cure intensive; questo sistema riesce a prevedere accuratamente infezioni che si manifestano anche dopo 48 ore. Non è chiaro come il sistema identifica l'insorgere delle infezioni, ma il vantaggio di queste previsioni è evidente.

### J50 d.02 telemedicina

La crescita della telemedicina, ossia del trattamento dei pazienti a distanza, ha portato all'aumento delle possibili applicazioni dell'AI.

L'intelligenza artificiale può aiutare a curare i pazienti a distanza monitorando informazioni che li riguardano ottenute da sensori.

Un dispositivo indossabile può consentire il monitoraggio costante di un paziente e la capacità di notare i cambiamenti che potrebbero risultare poco rilevabili da parte di una persona in sua presenza.

Le informazioni possono riguardare dati già raccolti che opportuni algoritmi di intelligenza artificiale possono controllare per avvisare i medici in caso avvistino anomalie non trascurabili.

**J50 d.03** Un'altra applicazione dell'intelligenza artificiale è la terapia tramite chatbot.

Tuttavia alcuni ricercatori sostengono che il ricorso ai chatbots per l'assistenza sanitaria mentale non offre la reciprocità e la responsabilità delle cure erogate con una adeguata relazione tra il paziente per salute mentale e il fornitore di cure (sia esso un chatbot o uno psicologo).

Dal momento che l'età media è aumentata in relazione con l'allungamento complessivo dell'aspettativa di vita, l'intelligenza artificiale potrebbe essere utile per aiutare a prendersi cura delle popolazioni più anziane.

Strumenti come i sensori ambientali e personali possono identificare le attività abituali di una persona e avvisare il personale di assistenza se un comportamento o una misurazione vitale sono anomali. Sebbene la tecnologia sia riconosciuta utile, si discute anche sui limiti del monitoraggio in relazione al rispetto della privacy del paziente; questa può essere danneggiata dalle tecnologie progettate per mappare la planimetria dell'appartamento del paziente e per registrare le interazioni umane che vi si svolgono.

**J50 d.04 Cartelle cliniche elettroniche.** I documenti caratterizzati dalla sigla EHR sono fondamentali per la digitalizzazione e la diffusione delle informazioni nel settore sanitario.

Ora che in molti paesi circa l'80% degli studi medici utilizzano le EHRs, ci si prepara ad utilizzare ampiamente l'intelligenza artificiale per interpretare le cartelle cliniche e fornire nuove informazioni ai medici.

Un'applicazione utilizza l'elaborazione del linguaggio naturale (NLP) per ottenere rapporti più sintetici che limitano le varianti dei termini medici adottati associando le espressioni simili o equivalenti.

Ad esempio, i termini infarto e infarto miocardico hanno lo stesso significato, ma i medici possono usare uno piuttosto che l'altro in base a loro preferenze personali o in base al caso.

Questa poca uniformità evidentemente può complicare l'interpretazione dei dati.

**J50 d.05** Gli algoritmi di NLP chiariscono questi collegamenti e favoriscono la disponibilità di più ampi insiemi di dati giudicati uniformi e utili da consultare.

Un altro utilizzo dell'NLP consiste nell'identificare le frasi ridondanti dovute a ripetizioni nelle note dei medici e nel mantenere solo le informazioni rilevanti in modo di sveltire e rendere più proficua la loro lettura. Altre applicazioni utilizzano l'elaborazione dei linguaggi naturali per analizzare le informazioni inserite dal medico di un paziente e per presentare al medico casi simili e per aiutarlo a ricordarsi di includere tutti gli elementi rilevanti.

Esistono algoritmi di AI che, oltre a tenere alto il livello dei contenuti di una cartella clinica, la valutano e prevedono il rischio di una malattia del paziente in base alle sue caratteristiche, ai suoi precedenti e alla sua storia familiare.

**J50 d.06** Un tipo di algoritmo di AI di elevata generalità è un tipo di meccanismo che prende decisioni in modo simile a come gli esseri umani utilizzano i diagrammi di flusso.

Un tale sistema prende in considerazione una grande quantità di dati e determina una serie di regole che collegano osservazioni specifiche a diagnosi concluse.

Un tale algoritmo di fronte ai dati di un nuovo paziente può cercare di predire la probabilità che egli vada verso una certa condizione, soprattutto verso una malattia.

Questi algoritmi, dato che possono valutare informazioni di un paziente sulla base di dati collettivi, possono individuare eventuali problemi da sottoporre all'attenzione del medico facendogli risparmiare tempo.

Uno studio condotto dall'istituto di ricerca Centerstone ha rilevato che la modellazione predittiva dei dati da EHR ha raggiunto un'accuratezza del 70-72% nel predire la risposta individuale al trattamento individualizzato.

Questi metodi possono diventare molto utili perché il numero delle cartelle cliniche disponibili online raddoppia ogni cinque anni.

Attualmente in genere i medici non dispongono della larghezza di banda che serve per esaminare direttamente i dati necessari per una di queste decisioni; serve quindi una organizzazione complessiva

entro la quale la AI intervenga ad predisporre tutti i dati che possano aiutare i medici a curare i loro pazienti.

#### **J50 d.07** FInterazioni tra farmaci

I miglioramenti nell'elaborazione del linguaggio naturale hanno portato anche allo sviluppo di programmi per far emergere dalla letteratura medica le interazioni farmaco-farmaco.

Le interazioni farmaco-farmaco possono costituire una minaccia per coloro che assumono contemporaneamente più farmaci e questo pericolo aumenta con il numero di farmaci assunti.

Per risolvere la difficoltà di tracciare tutte le interazioni farmaco-farmaco riconosciute o sospettate, sono stati definiti algoritmi di apprendimento automatico per estrarre dalla letteratura medica informazioni sui farmaci che interagiscono e sui loro possibili effetti.

Gli sforzi sono stati consolidati nel 2013 nella DDIExtraction, iniziativa nella quale un team di ricercatori dell'Università Carlos III ha assemblato un corpus di letteratura sulle interazioni farmaco-farmaco per costituire un test standardizzato per i suddetti algoritmi.

Questi programmi concorrenti sono stati messi alla prova sulla base della loro capacità di determinare con precisione a partire da un testo, quali farmaci interagiscono e quali sono le caratteristiche delle loro interazioni.

Questo corpus per standardizzare la misurazione dell'efficacia degli algoritmi viene utilizzato ampiamente.

**J50 d.08** Altri algoritmi identificano le interazioni farmaco-farmaco a partire da modelli di contenuti provenienti dagli utenti, in particolare dalle cartelle cliniche elettroniche e dalle segnalazioni di eventi avversi.

Organizzazioni come il sistema di segnalazione degli eventi avversi FAERS della FDA e il Vigibase dell'Organizzazione Mondiale della Sanità permettono ai medici di inviare segnalazioni di possibili reazioni negative ai farmaci.

Sono stati sviluppati alcuni algoritmi di apprendimento profondo per analizzare queste segnalazioni e per rilevare schemi di combinazioni che implicano interazioni farmaco-farmaco preoccupanti.

## **J50 e. attività industriali e iniziative pubbliche**

### **J50 e.01 Tendenze**

La tendenza delle grandi aziende sanitarie a fondersi consente una maggiore accessibilità ai dati sanitari e una maggiore disponibilità di questi dati è una migliore preconditione per l'implementazione di vari algoritmi di AI.

Gran parte dell'implementazione dell'AI nel settore sanitario si concentra sui sistemi di supporto alle decisioni cliniche. Con la raccolta di un maggior numero di dati, gli algoritmi di apprendimento automatico si stabilizzano e consentono risposte e soluzioni più attendibili.

Numerose aziende interessate alla sanità stanno esplorando le possibilità di applicare le tecniche dei big data ad organismi del settore sanitario.

Molte aziende di tutti i campi studiano le proprie opportunità di mercato attraverso quelle che chiamano "tecnologie di valutazione, archiviazione, gestione e analisi dei dati" ed è evidente che queste attività rispondono ad esigenze cruciali del settore sanitario.

**J50 e.02** Presentiamo ora alcuni esempi di grandi aziende che hanno contribuito alla definizione di algoritmi di AI utili nell'ambito sanitario.

Il sistema Watson Oncology di IBM è in fase di sviluppo presso il Memorial Sloan Kettering Cancer Center e la Cleveland Clinic. IBM sta inoltre collaborando con CVS Health per le applicazioni di AI nel trattamento delle malattie croniche e con Johnson & Johnson per mettere a punto analisi dei documenti scientifici volte a trovare nuove connessioni per lo sviluppo di farmaci.

Nel maggio 2017, IBM e il Rensselaer Polytechnic Institute hanno iniziato un progetto congiunto intitolato Health Empowerment by Analytics, Learning and Semantics (HEALS), finalizzato ad esplorare l'utilizzo delle varie tecnologie AI per migliorare l'assistenza sanitaria.

Il progetto Hanover di Microsoft, in collaborazione con il Knight Cancer Institute dell'Oregon Health & Science University, analizza le ricerche mediche per prevedere le opzioni di trattamento farmacologico del cancro più efficaci per singoli pazienti.

Altri progetti riguardano le analisi delle immagini mediche sulla progressione dei tumori e lo sviluppo di cellule programmabili.

**J50 e.03** La piattaforma DeepMind di Google viene utilizzata dal Servizio sanitario nazionale del Regno Unito (NHS) per individuare alcuni rischi per la salute attraverso i dati raccolti da un'applicazione mobile.

Un secondo progetto di DeepMind e NHS prevede l'analisi di immagini mediche raccolte da pazienti dello stesso NHS allo scopo di sviluppare algoritmi di visione computerizzata in grado di individuare i tessuti cancerosi.

Tencent sta lavorando a diversi sistemi e servizi medici. Tra questi, l'AI Medical Innovation System (AIMIS), un servizio di imaging medico diagnostico alimentato dall'AI WeChat Intelligent Healthcare e da Tencent Doctorwork.

La divisione di venture capital di Intel, Intel Capital, ha recentemente investito nella startup Lumiata che utilizza l'intelligenza artificiale per identificare i pazienti a rischio e sviluppare opzioni di cura.

**J50 e.04** Elon Musk ha presentato in anteprima il robot chirurgico che impianta il chip cerebrale di Neuralink.

Neuralink ha ideato una neuroprotesi di nuova generazione che si interfaccia con migliaia di percorsi neurali del cervello. Il processo di Neuralink consente di inserire un chip che occupa grande poco più di un centimetro, al posto di un pezzo di cranio per opera di un robot chirurgico di precisione in grado di evitare lesioni accidentali.

**J50 e.05** Le apps di consulenza digitale tendono ad utilizzare l'intelligenza artificiale per fornire consulenze mediche basate sulla storia medica personale e sulle conoscenze mediche ampiamente condivise. Gli utenti segnalano i loro sintomi alla app, che utilizza il riconoscimento vocale per confrontarli con un database di malattie. Babylon propone quindi un'azione consigliata, tenendo conto della storia medica dell'utente.

Gli imprenditori del settore sanitario hanno definiti efficacemente sette schemi di modelli di business per portare le soluzioni di AI sul mercato.

Questi schemi dipendono dal valore generato a favore dell'utente target. Ad esempio quando il target è un paziente il valore è l'attenzione per il paziente, superiore rispetto a quella per i fornitori e i finanziatori di servizi sanitari.

Glischemi dipendono anche dai meccanismi di cattura del valore; esempi di questi meccanismi sono: fornire informazioni e mettere in contatto stakeholders, ossia parti interessate.

**J50 e.06** IFlytek ha lanciato sul mercato il robot di servizio "Xiao Man", che ha integrata la tecnologia dell'intelligenza artificiale in grado di identificare i clienti registrati e di fornire loro delle raccomandazioni personalizzate di natura medica. Questo robot funziona anche nel campo dell'imaging medica. Robots simili sono stati realizzati anche da aziende come UBTECH ("Cruzer") e Softbank Robotics ("Pepper").

La startup indiana Haptik ha recentemente sviluppato per WhatsApp un chatbot che risponde alle domande legate alla mortalità da coronavirus in India.

Con il mercato dell'AI in costante espansione, le grandi aziende tecnologiche come Apple, Google, Amazon e Baidu si sono tutte dotate di divisioni per la ricerca sull'AI e hanno stanziati milioni di dollari per l'acquisizione di piccole aziende impegnate nell'AI.

**J50 e.07** Molte case automobilistiche stanno iniziando ad applicare l'apprendimento automatico nelle loro auto.

Aziende come BMW, GE, Tesla, Toyota e Volvo hanno avviato nuove campagne di ricerca per trovare modi di monitorare le statistiche vitali del conducente, per assicurarsi che sia ben sveglio e attento alla strada, che non sia sotto l'effetto di sostanze psicotrope e che non si trovi in stato emotivo.

#### **J50 e.08 Allargamento delle cure ai paesi in via di sviluppo**

Nelle nazioni in cui il numero di medici accessibili al pubblico è ridotto l'intelligenza artificiale continua a espandere le sue capacità di diagnosticare con precisione numeri crescenti di persone.

Molte nuove aziende tecnologiche, come SpaceX e la Fondazione Raspberry Pi hanno permesso a un numero maggiore di Paesi in via di sviluppo di avere accesso ai computers e a Internet come mai prima d'ora. Con le crescenti capacità dell'AI su Internet, gli algoritmi avanzati di apprendimento automatico possono consentire una diagnosi accurata a pazienti che in precedenza non avevano modo di sapere se avevano una malattia grave.

L'utilizzo dell'AI nei Paesi in via di sviluppo che non dispongono delle risorse necessarie ridurrà la necessità di ricorrere all'outsourcing e potrà migliorare l'assistenza ai pazienti.

L'AI può consentire non solo la diagnosi dei pazienti in aree in cui l'assistenza sanitaria è scarsa, ma può anche garantire una buona assistenza per il paziente, grazie alla consultazione di archivi di dati che aiutino a trovare il suo migliore trattamento.

La capacità dell'AI di aggiustare il percorso in corso d'opera permette anche di modificare il trattamento di un paziente in base a ciò che si è constatato funzionare; questo si colloca ad un livello di assistenza personalizzata che è quasi inesistente nei Paesi in via di sviluppo.

#### **J50 e.09 problemi di regolamentazione**

Sebbene la ricerca sull'uso dell'AI nell'assistenza sanitaria miri a convalidarne l'efficacia nel migliorare i risultati per i pazienti, anche prima di una ampia adozione di uno dei suoi strumenti occorre studiare se il suo utilizzo possa introdurre diversi nuovi tipi di rischi per i pazienti stessi e per gli operatori sanitari, ad esempio ischi algoritmici, implicazioni di non rianimazione e altri problemi afferenti alla cosiddetta moralità delle macchine.

Queste sfide legate all'uso clinico dell'intelligenza artificiale hanno portato alla potenziale necessità di regolamentazioni.

Attualmente esistono normative che riguardano la raccolta dei dati dei pazienti. Si tratta di politiche quali la legge sulla portabilità e l'affidabilità dell'assicurazione sanitaria (HIPAA) Accountability Act (HIPAA) e il Regolamento generale europeo sulla protezione dei dati (GDPR).

Il GDPR riguarda i pazienti all'interno dell'Unione Europea e specifica i requisiti di consenso per l'uso dei propri dati raccolti dai servizi incaricati della raccolta di informazioni sanitarie.

Analogamente, l'HIPAA protegge i dati sanitari dei pazienti negli Stati Uniti. Nel maggio 2016, la Casa Bianca ha annunciato l'intenzione di ospitare una serie di workshops e la formazione della sottocommissione del Consiglio nazionale della scienza e della tecnologia (NSTC) che si occupi dell'apprendimento automatico e dell'intelligenza artificiale.

Nell'ottobre 2016, il gruppo ha pubblicato il Piano strategico nazionale per la ricerca e lo sviluppo dell'intelligenza artificiale, delineando le priorità proposte per le attività di ricerca e sviluppo sull'intelligenza artificiale finanziate a livello federale, ossia all'interno del governo e del mondo accademico.

Il rapporto segnala che un piano strategico di ricerca e sviluppo per il sottocampo della tecnologia dell'informazione sanitaria è in fase di sviluppo.

**J50 e.10** L'unica agenzia che ha espresso preoccupazione nei confronti di queste iniziative è la FDA. Bakul Patel, il Direttore Associato del Centro per la Salute Digitale della FDA, ha dichiarato nel maggio 2017:

"Stiamo cercando di trovare persone che abbiano un'esperienza pratica di sviluppo con l'intero ciclo di vita di un prodotto. Abbiamo già alcuni scienziati che conoscono l'intelligenza artificiale e l'apprendimento automatico, ma vogliamo persone complementari che possano guardare avanti e vedere come si evolverà questa tecnologia".

Il gruppo di lavoro congiunto UIT-OMS sull'intelligenza artificiale per la salute (FG-AI4H) ha definito una piattaforma per la verifica e il benchmarking delle applicazioni di AI nel settore sanitario.

Nel novembre 2018 sono stati sottoposti a benchmarking otto casi d'uso, tra cui la valutazione del rischio di cancro al seno a partire da immagini istopatologiche, la guida alla selezione dell'antiveleno da immagini di serpenti e la diagnosi di lesioni cutanee.

**J50 e.11** Nel gennaio 2021, la FDA ha pubblicato un nuovo piano d'azione, intitolato "Artificial Intelligence / Machine Learning [AI/ML] - Software as a Medical Device [SaMD] Action Plan". Questo piano illustra i progetti futuri della FDA per la regolamentazione dei dispositivi medici che includono l'intelligenza artificiale nel loro software.

Sono cinque le azioni principali che la FDA intende intraprendere per aumentare la regolamentazione:

1. Quadro normativo su misura per i SaMD basati sull'AI/M.
2. Buone pratiche di apprendimento automatico (GMLP).
3. Approccio incentrato sul paziente che incorpora la trasparenza per gli utenti.
4. Metodi scientifici regolatori relativi alla distorsione e alla robustezza degli algoritmi.
5. Prestazioni nel mondo reale (RWP).

Questo piano è la risposta diretta al feedback delle parti interessate a un documento di discussione del 2019 pubblicato dalla FDA.

#### **J50 e.12 Supporto alla ricerca biomedica dal deep learning**

Stanno avendo grande impatto i risultati ottenuti dai laboratori DeepMind di Google con la piattaforma DeepFold per lo studio delle caratteristiche di folding delle proteine.

Nel 2022 DeepMind si ripromette di rilasciare al pubblico un database con le caratteristiche di folding di 200 milioni di proteine, la quasi totalità di quelle conosciute.

Da parte sua il laboratorio MetaAI di Meta (ossia Facebook) ha messo a disposizione in modalità open source le caratteristiche di 600 milioni di possibili proteine che potrebbero riguardare proteine non ancora osservate.

## **J50 f. questioni etiche**

### **J50 f.01 Raccolta dati**

Per addestrare efficacemente l'apprendimento automatico e utilizzare l'AI in ambito sanitario, è necessario raccogliere enormi quantità di dati; nella maggior parte dei casi questo avviene a scapito della privacy dei pazienti e non è ben accolta dal pubblico.

Ad esempio, un sondaggio condotto nel Regno Unito ha stimato che il 63% della popolazione non si sente a proprio agio nel condividere i propri dati personali al fine di migliorare la tecnologia dell'intelligenza artificiale. La scarsità di dati reali e accessibili dei pazienti è un ostacolo che impedisce il progresso dello sviluppo e dell'impiego di una più incisiva intelligenza artificiale nell'assistenza sanitaria.

### **J50 f.02 Automazione e posti di lavoro**

Secondo un recente studio, l'AI può sostituire fino al 35% dei posti di lavoro nel Regno Unito nei prossimi 10-20 anni. Tuttavia è stato concluso che l'AI non ha eliminato alcun posto di lavoro nel settore sanitario.

Qualora l'AI dovesse automatizzare attività legate all'assistenza sanitaria, i lavori più ridotto dall'automazione sarebbero quelli che si occupano di informazioni digitali, radiologia e patologia, e non quelli che si occupano dell'interazione medico-paziente.

Abbiamo già visto che l'automazione può offrire vantaggi anche ai medici. Si prevede che i medici che sfruttano l'AI nel loro lavoro forniranno un'assistenza sanitaria di qualità superiore rispetto ai medici e alle strutture sanitarie che non lo faranno.

L'intelligenza artificiale probabilmente non sostituirà completamente gli operatori sanitari, ma invece darà loro più tempo per occuparsi dei pazienti. In effetti l'AI può evitare il burnout degli operatori sanitari e il loro sovraccarico cognitivo.

L'AI contribuirà in ultima analisi alla progressione degli obiettivi della società che includono una migliore comunicazione, una migliore qualità dell'assistenza sanitaria e l'autonomia.

### **J50 f.03 Distorsioni da pregiudizi**

Poiché il machine learning prende decisioni esclusivamente sulla base dei dati che riceve in ingresso, è importante che questi dati rappresentino dati dei pazienti demograficamente accurati.

In ambito ospedaliero, i pazienti non sono a conoscenza di come vengono progettati e calibrati gli algoritmi predittivi. Di conseguenza, queste strutture mediche possono codificare ingiustamente algoritmi per discriminare le minoranze e privilegiare i profitti, piuttosto che fornire cure ottimali.

Questi algoritmi possono inoltre contenere pregiudizi involontari che possono aggravare le disuguaglianze sociali e sanitarie. Poiché le decisioni dell'AI sono un riflesso diretto dei dati in ingresso, i dati che un sistema riceve devono avere una rappresentazione demograficamente corretta dei dati dei pazienti.

Nei dati medici i maschi bianchi sono eccessivamente rappresentati. Pertanto, la presenza di un numero minimo di dati sui pazienti appartenenti a minoranze può portare l'AI a fare previsioni più accurate per le popolazioni maggioritarie, portando involontariamente a risultati medici peggiori per le popolazioni minoritarie.

**J50 f.04** Può anche accadere che la raccolta di dati delle comunità minoritarie porti a discriminazioni mediche.

Ad esempio, l'HIV è un virus prevalente tra le comunità minoritarie e lo stato di HIV può essere usato per discriminare i pazienti.

Oltre ai pregiudizi che possono derivare dalla selezione del campione, i diversi sistemi clinici utilizzati per la raccolta dei dati possono avere un impatto sulla funzionalità dei programmi basati sulla AI.

Ad esempio, i sistemi radiografici e i loro risultati (in particolare la risoluzione) variano a seconda del fornitore del sistema stesso.

Anche le pratiche di lavoro dei clinici, come il posizionamento del paziente per la radiografia, possono influenzare notevolmente i dati e rendere difficile la comparabilità.

Tuttavia, queste distorsioni possono essere eliminate attraverso un'attenta implementazione e una metodica raccolta di dati rappresentativi.

## **J50 g. alcune innovazioni attese**

**J50 g.01** Negli ultimi anni per scopi diagnostici viene utilizzata anche l'analisi dei capelli delle persone affiancando i suoi risultati a quelli forniti dall'analisi del sangue e dall'analisi delle urine.

Con questa ulteriore attività si cerca di ampliare significativamente la gamma dei parametri vitali conoscibili delle persone e in particolare dei pazienti.

È auspicabile che siano resi disponibili strumenti che rendano possibile effettuare con sistematicità questa analisi per tutti.

Nell'ambito della farmacia, gli esperti affermano che, per il futuro dell'intelligenza artificiale, ci si dovrebbe concentrare su una migliore integrazione con le cartelle cliniche elettroniche e con altre tecnologie al fine di ridurre i costi sanitari.

È auspicabile un quadro comune di intelligenza artificiale per incoraggiare la collaborazione internazionale e accelerare la ricerca e il contributo di tutti al settore.

## J50 h. MITD: Piano Sanità-connessa

Dalla <https://innovazione.gov.it/dipartimento/focus/piano-sanita-connessa/>  
del Ministero per l’Innovazione Tecnologica e la Transizione Digitale

Connettiamo le strutture sanitarie, dagli ambulatori agli ospedali, con internet veloce

V.a. Argomenti: Banda Ultra Larga - Italia digitale 2026 - CITD-Comitato interministeriale

### In breve

Il Piano “Sanità connessa” intende garantire la connettività per le strutture sanitarie, dagli ambulatori agli ospedali, con velocità simmetriche di almeno 1 Gbps e fino a 10 Gbps.

### Il Piano

Il costo complessivo del Piano è di circa 501 milioni di euro e prevede, oltre a fornire connettività e accesso ad internet veloce, anche assistenza tecnica e servizi di manutenzione a circa 12.280 strutture sanitarie in tutto il Paese. È previsto inoltre, per circa 4.700 edifici, il passaggio a reti in grado di fornire il suddetto livello di connettività.

Le strutture sanitarie interessate riceveranno inoltre apparecchiature terminali (modem/router) necessarie per connettersi alla rete. La nuova rete sarà interamente finanziata e di proprietà dello Stato e sarà gestita da uno o più operatori che verranno scelti sulla base di un processo di selezione competitivo, aperto, trasparente e non discriminatorio, rispettando il principio di neutralità tecnologica.

### Il bando

Il bando “Sanità connessa” che prevede interventi per connettere, con velocità simmetriche di almeno 1 Gbps e fino a 10 Gbps, le oltre 12 mila strutture del servizio sanitario pubblico distribuite in tutta Italia nell’ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (Missione 1, componente 2, investimento 3.1.4 Sanità connessa).

Le strutture sanitarie sono state suddivise in otto aree geografiche, denominate lotti, che saranno oggetto di intervento da parte degli operatori aggiudicatari della gara. Uno stesso soggetto può aggiudicarsi fino ad un massimo di quattro lotti. Le attività di infrastrutturazione dovranno concludersi entro il 30 giugno 2026, garantendo i servizi di connettività per almeno i sei anni successivi.

Il 6 giugno 2022 è stato aggiudicato il bando Sanità connessa per circa 314 milioni. Gli esiti della gara sono disponibili sul sito di Infratel Italia.

### Strategia Banda Larga

La Strategia nazionale per la Banda Ultra Larga - “Verso la Gigabit Society”, è stata approvata il 25 maggio 2021 dal Comitato interministeriale al fine di promuovere lo sviluppo delle infrastrutture di telecomunicazione, fisse e mobili, definendo le azioni necessarie al raggiungimento degli obiettivi di

*Alberto Marini*

trasformazione digitale indicati dalla Commissione europea nel 2016 (la cosiddetta “Gigabit Society”) e nel 2021 (cd. “Digital Compass”).

Testo fruibile in <https://www.mi.imati.cnr.it/alberto/> e [https://arm.mi.imati.cnr.it/Matexp/matexp\\_main.php](https://arm.mi.imati.cnr.it/Matexp/matexp_main.php)