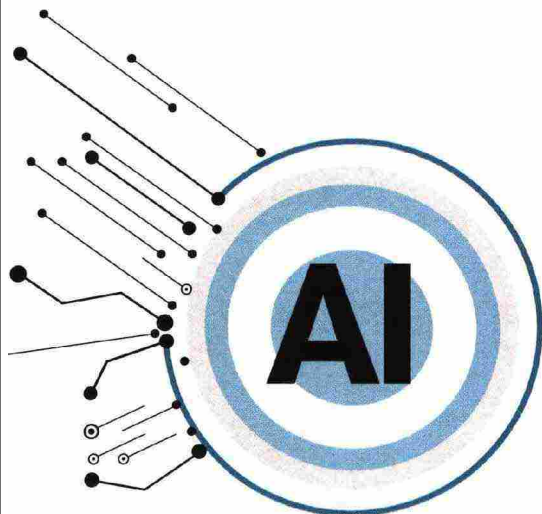


01health.



Intelligenza artificiale in ortopedia

inizio di un percorso

Disciplina che tratta patologie dai segni facilmente individuabili da un professionista esperto, l'ortopedia potrebbe trarre vantaggio da sistemi di intelligenza artificiale, che supportano nella diagnosi risparmiando tempo

Beatrice Arieti

L'intelligenza artificiale (IA), intesa come sistemi informatici che automatizzano l'esecuzione di compiti difficili, può essere applicata in medicina soprattutto a due ambiti: la diagnosi di patologie complesse, per lo più grazie all'interpretazione e classificazione di immagini al fine di identificare e caratterizzare una certa malattia, e la prognosi, attraverso l'analisi di grandi quantità di dati da cartelle cliniche elettroniche e registri informatizzati. Le specialità in cui questi strumenti sono più diffusi sono l'oncologia, la dermatologia e l'oftalmologia. Che dire invece dell'ortopedia? Ne abbiamo parlato con Federico Cabitza, professore associato di Interazione Uomo-Macchina e Information Systems presso il Dipartimento di Informatica dell'Università degli Studi di **Milano-Bicocca** e consulente presso l'Irccs Istituto Ortopedico Galeazzi di Milano del Gruppo San Donato. Il professor Cabitza è inoltre autore, insieme ad alcuni colleghi, di una review sistematica sull'uso delle machine learning in ambito ortopedico ("Ma-

chine learning in orthopedics: a literature review") che ha preso in considerazione 70 studi e che ha evidenziato come l'uso del machine learning, del deep learning e di altri strumenti di intelligenza artificiale sia ancora abbastanza immaturo in ambito ortopedico.

Alcuni ambiti di applicazione alla diagnosi

«L'ortopedia è una delle specialità mediche in cui questo genere di sistemi è meno presente, e forse la cosa non deve sorprendere troppo: si tratta infatti di una specialità primariamente interventistica e che riguarda condizioni da rilevare, nello specifico i disturbi muscoloscheletrici e le fratture, che se da una parte presentano una grande eterogeneità, dall'altra comportano segni molto caratteristici che i medici umani imparano a riconoscere molto bene con la pratica e lo studio.

Infatti, in letteratura scientifica il numero di lavori che presentano tecniche avanzate di machine learning applicate a compiti di pertinenza ortopedica è molto inferiore a quello di altre specialità». Ciò non significa che non ci sia, da parte dei ricercatori e accademici, il tentativo di sviluppare sistemi di deep learning in grado di classificare le fratture, per esempio, partendo da una radiografia. Al momento, però, questi studi sono ancora pochi e dall'impatto discutibile.

«Una recente rassegna narrativa pubblicata su

KEYWORDS

intelligenza artificiale
artificial intelligence

Discipline that treats pathologies with signs that are easily identifiable by an experienced professional, orthopedics could take advantage of artificial intelligence systems, which support in the diagnosis and save time

Acta Orthopaedica ha identificato 8 studi degni di menzione, relativamente all'identificazione di fratture di omero prossimale, alla mano, al polso, alla caviglia e di fratture da compressione vertebrale: si tratta di un numero molto più basso rispetto ad altri contesti in cui il deep learning è stato applicato negli ultimi 4-5 anni».

Il riconoscimento e la classificazione delle fratture è un compito relativamente semplice per l'ortopedico esperto e forse anche per questo si trovano ancora pochi studi a riguardo. Che dire dell'osteoartrosi, definita come una delle più importanti patologie di questo secolo? Anche in questo ambito le applicazioni di intelligenza artificiale finalizzate alla caratterizzazione dell'osteoartrosi e alla stima dell'età, dell'invecchiamento e della resistenza dell'osso sono sporadiche. Per di più concentrate solo su anca e ginocchio.

«Uno studio del 2018, pubblicato su Skeletal Radiology e incentrato proprio sull'osteoartrosi ("Artificial intelligence-assisted interpretation of bone age radiographs improves accuracy and decreases variability"), ha mostrato come un sistema d'intelligenza artificiale possa essere molto accurato nello stimare l'invecchiamento osseo, addirittura più accurato di un radiologo di media bravura. Ma, e questo è l'aspetto più interessante, ha evidenziato che le stime più accurate si ottengono quando l'IA è usata in combinazione con i radiologi e non in sostituzione ad essi.

Questo mi sembra un elemento importante da considerare quando si ragiona sulla possibilità che l'introduzione di questi sistemi nella pratica medica possa effettivamente costituire una minaccia per il lavoro degli specialisti: il "modello centauro", cioè la visione di un rapporto collaborativo tra essere umano e macchina che uniscono le forze mettendo a fattor comune gli ambiti in cui ciascuno eccelle, sarà ancora per molto tempo l'unico modello sensato d'integrazione della macchina nelle pratiche e discipline mediche, compresa l'ortopedia».

Un aspetto importante da sottolineare, perché una volta sviluppato e validato, un sistema di intelligenza artificiale deve essere introdotto nella pratica medica e il timore di essere sostituiti dalla macchina può contribuire ad alimentare una resistenza contro questo genere di innovazione nella pratica ortopedica.

Vediamo ora alcune esperienze relative alla prognosi, un ambito in cui le applicazioni di IA sono generalmente meno mature e affidabili.

Altre esperienze

«I pochi esempi di IA applicata alla prognosi ortopedica sono spesso relativamente poco affidabili. Posso ricordare i prototipi che abbiamo realizzato all'Istituto Ortopedico Galeazzi per stimare dolore postoperatorio e punteggi funzionali e mentali a 3 e 6 mesi dall'intervento chirurgico di artrodesi vertebrale e di sostituzione delle articolazioni di protesi di ginocchio e anca a partire dai cosiddetti PROMS, cioè dalle misure dell'esito operatorio come questo è riferito dal paziente stesso attraverso brevi questionari a risposte chiuse standardizzate». Una buona panoramica di quanto disponibile per la chirurgia ortopedica è data dallo studio "Artificial intelligence in orthopedic surgery: current state and future perspective": in questo lavoro gli autori si concentrano soprattutto sull'uso della ro-



FEDERICO CABITZA: «UNA BUONA PANORAMICA DI QUANTO DISPONIBILE PER LA CHIRURGIA ORTOPEDICA È DATA DALLO STUDIO "ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ORTHOPEDIC SURGERY: CURRENT STATE AND FUTURE PERSPECTIVE"»

botica in chirurgia, che integra alcuni strumenti di IA. Lo studio evidenzia delle limitazioni di questi strumenti, in termini di tempo operatorio e di preparazione del paziente, ma anche di tipo etico e legale: chi è responsabile di un errore operatorio quando si usano robot chirurgici dotati di IA? Il medico o la macchina? Infine, dal momento che un robot operatorio può svolgere le stesse procedure di un chirurgo ortopedico, alcuni si chiedono quale sia il vantaggio apportato. Insomma, lo sviluppo dell'intelligenza artificiale richiede, in ortopedia come in altri ambiti, una profonda riflessione.

«L'introduzione di questi sistemi, soprattutto se sono effettivamente molto accurati, possono portare con sé potenziali rischi, come per esempio una sorta di sovra-affidamento (gli inglesi parlano di over-reliance) alla tecnologia e la tendenza a fidarsi troppo del loro responso, anche quando non

01health.

è corretto. In questo caso si parla di "automation bias". Ritengo, inoltre, opportuno ricordare che tra la pubblicazione di un lavoro che riporta ottime prestazioni di un sistema di IA, anche se su letteratura scientifica impattata, e l'effettiva disponibilità di quel sistema non solo può passare molto tempo per le necessarie pratiche di certificazione e autorizzazione al commercio, ma è bene attendere anche la disponibilità di studi ulteriori che provino la robustezza di tale sistema in contesti diversi da quelli in cui esso è stato originariamente sviluppato e validato e cioè su dati che possono essere molto diversi, a parità di tipologie di caso, da quelli che sono stati utilizzati per l'addestramento del sistema». Il messaggio è quindi di muoversi verso questi sistemi con cautela e senso critico. Concludiamo chiedendo al professor Cabitza quali sistemi di intelligenza artificiale a suo parere potranno svilupparsi in modo utile per l'ortopedia.

Rispondere a un preciso bisogno del professionista

«La mia opinione è che, piuttosto che applicazioni a supporto della diagnosi e della prognosi, le applicazioni di IA che potranno avere larga diffusione in ortopedia, così come in altre specialità mediche, sono piuttosto quelle che risponderanno a un preciso bisogno sentito dai clinici o che faranno risparmiare tempo prezioso ai medici. Mi aspetto quindi che il tipo di IA che i medici saranno più propensi ad adottare sarà quella dei sistemi che li solleveranno da compiti che attualmente li distraggono dalla cura propriamente detta e dal rapporto con il paziente, quali per esempio la gestione documentale, permettendo anche la refertazione e la prescrizione sotto dettatura, e la segmentazione di

**«L'ORTOPEDIA È
UNA SPECIALITÀ
PRIMARIAMENTE
INTERVENTISTICA
E RIGUARDA
CONDIZIONI CHE
COMPARTANO
SEGNI MOLTO
CARATTERISTICI
CHE I MEDICI
IMPARANO A
RICONOSCERE
BENE CON LA
PRATICA E LO
STUDIO»**

immagini diagnostiche per isolare elementi e parti d'interesse, anche e soprattutto per la pianificazione operatoria.

Inoltre penso che avranno grande successo applicazioni di ricostruzione dell'immagine diagnostica, cioè tecniche di deep learning che, applicate a un'immagine a bassa risoluzione o bassa qualità realizzata in sessioni di RM molto più brevi o da TAC che usano meno di un decimo della dose di radiazione ionizzante solitamente usata, o che non usano mezzi di contrasto, elaborano tali immagini per renderle della qualità necessaria per prendere decisioni diagnostiche adeguate: queste applicazioni non solo possono rendere l'uso di macchinari diagnostici preesistenti più efficiente e ridurre le liste d'attesa, perché permettono di svolgere più esami su macchine tradizionali nell'unità di tempo, possono anche rendere certi esami più confortevoli o sicuri per i pazienti stessi, rendendo il servizio che li può offrire alla sua clientela più appetibile e competitivo rispetto alla concorrenza». Lo sviluppo di queste applicazioni comunque è ancora in fase prototipale e in attesa delle necessarie autorizzazioni per il loro largo impiego nella pratica quotidiana.

Autorizzazioni al commercio

Un buon metodo per verificare lo sviluppo di sistemi di IA in un settore medico è valutare la presenza di autorizzazioni al commercio.

«Se si pensa all'ambito ortopedico, queste autorizzazioni sono ancora poche. La FDA statunitense, per esempio, ha concesso questa autorizzazione a un sistema per l'identificazione di fratture di polso partendo da una radiografia (OsteoDetect), a uno per il supporto di esercizi di riabilitazione dell'anziano (MindMotion) e a uno per facilitare la diagnosi di fratture di compressione in pazienti a rischio di osteoporosi (Vertebral Compression Fractures). OsteoDetect, in particolare, mostra un modello di business interessante: il sistema viene infatti addestrato in un centro d'eccellenza con l'aiuto di superesperti per poi essere proposto a centri generalisti o a minore prevalenza di certe tipologie di casi, o a servizi dedicati alle urgenze e alle emergenze sanitarie, per rendere i loro medici effettivamente più bravi a identificare e caratterizzare casi complessi o rari». In questo modo si riesce a rendere più autonome strutture con minore competenza nel fare diagnosi e stabilire se un paziente può essere trattato al proprio interno o deve essere inviato a un centro specializzato.

Bibliografia

- 1) Cabitza, F., Locoro, A., & Banfi, G. (2018). *Machine learning in orthopedics: a literature review*. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 6, 75
- 2) Kalmet PHS, Sanduleanu S, Primakov S, Wu G, Jochems A, Refaee T, Ibrahim A, Hulst LV, Lambin P, Poeze M. *Deep learning in fracture detection: a narrative review*. *Acta Orthop*. 2020 Apr;91(2):215-220. doi: 10.1080/17453674.2019.1711323. Epub 2020 Jan 13. Update in: *Acta Orthop*. 2020 Jun;91(3):362. PMID: 31928116; PMCID: PMC7144272
- 3) Tajmir SH, Lee H, Shailam R, Gale HI, Nguyen JC, Westra SJ, Lim R, Yune S, Gee MS, Do S. *Artificial intelligence-assisted interpretation of bone age radiographs improves accuracy and decreases variability*. *Skeletal Radiol*. 2019 Feb;48(2):275-283. doi: 10.1007/s00256-018-3033-2. Epub 2018 Aug 1. PMID: 30069585
- 4) Han XG, Tian W. *Artificial intelligence in orthopedic surgery: current state and future perspective*. *Chin Med J (Engl)*. 2019 Nov 5;132(21):2521-2523. doi: 10.1097/CM9.0000000000000479. PMID: 31658155; PMCID: PMC6846263