

## LE PAGINE UTILI

rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))



### Un'analisi completa e una revisione dell'intelligenza artificiale in anestesia

#### Riassunto

Nel campo dell'anestesia, l'intelligenza artificiale (AI) è diventata una tecnologia rivoluzionaria. Le applicazioni dell'intelligenza artificiale includono la tenuta delle cartelle, il monitoraggio dei pazienti, il calcolo e la somministrazione di farmaci e l'esecuzione di procedure meccaniche. Questo articolo esplora gli usi attuali, le sfide e le potenziali

applicazioni dell'intelligenza artificiale nelle pratiche di anestesia. Questa recensione discute i sistemi supportati dall'intelligenza artificiale come i sistemi di gestione delle informazioni sull'anestesia (AIMS), i robot meccanici per l'esecuzione delle procedure e i modelli farmacologici per la somministrazione dei farmaci. AIMS ha contribuito alla tenuta automatizzata delle cartelle, alla previsione di eventi negativi e al monitoraggio dei segni vitali del paziente. La loro applicazione ha un ruolo fondamentale nel migliorare l'efficacia della gestione dell'anestesia e la sicurezza del paziente.

L'applicazione dell'intelligenza artificiale in anestesia presenta difficoltà uniche. Gli ostacoli degni di nota includono problemi relativi alla quantità e alla qualità dei dati, limitazioni tecniche e dilemmi morali e legali. La chiave per superare queste barriere è stabilire linee guida per l'uso etico dell'intelligenza artificiale nell'assistenza sanitaria, migliorare l'affidabilità e la comprensione dei sistemi di intelligenza artificiale e certificare la precisione e la sicurezza dei dati sanitari.

L'intelligenza artificiale ha un potenziale importante. Le entusiasmanti direzioni future includono gli sviluppi nell'intelligenza artificiale e nell'apprendimento automatico, quindi lo sviluppo di nuove applicazioni e il possibile miglioramento della formazione e dell'istruzione. Le potenziali aree di ricerca includono l'applicazione dell'intelligenza artificiale alla gestione delle malattie croniche, alla gestione del dolore e al rafforzamento della formazione degli anestesisti. L'intelligenza artificiale potrebbe essere utilizzata per progettare autentiche simulazioni di formazione realistiche e sistemi di feedback individualizzati degli studenti, trasformando così la metodologia di educazione e formazione in anestesia.

Le raccomandazioni per la ricerca e lo sviluppo futuri includono il rafforzamento della sicurezza e dell'affidabilità dei dati sanitari, la realizzazione di una migliore comprensione dei sistemi di intelligenza artificiale e l'esame di nuove aree di utilizzo. Il potere dell'intelligenza artificiale può essere utilizzato per innovare le pratiche di anestesia concentrandosi su queste aree.

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

## LE PAGINE UTILI

rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))

**Parole chiave:** intelligenza artificiale e robotica nel settore sanitario, intelligenza artificiale e machine learning, machine learning, questioni legali ed etiche, limitazioni tecniche, automazione della registrazione, individualizzazione del dosaggio dei farmaci, previsione di eventi avversi, monitoraggio dei pazienti, anestesia

### Introduzione e contesto

L'intelligenza artificiale (AI) come campo di ricerca computerizzata multidisciplinare non si concentra solo sull'espansione e sulla generazione di algoritmi informatici intelligenti per svolgere compiti da semplici a complessi che tradizionalmente richiedono l'intelligenza umana. Questi compiti andavano dalla capacità intellettuale di apprendimento e pensiero critico alla risoluzione dei problemi, alla percezione e allo sviluppo di un aspetto filologico comprensivo del linguaggio. L'intelligenza artificiale può essere meglio definita come un insieme di tecnologie altamente sofisticate utilizzate in molti campi diversi. Comprende una serie di sottocampi, tra cui la robotica, l'elaborazione del linguaggio naturale e l'apprendimento automatico, che consentono ai computer di evolversi comprendendo e interpretando il linguaggio umano, nonché integrando nuovi compiti per i quali non erano stati inizialmente programmati.

L'intelligenza artificiale ha rappresentato una forza di trasformazione nel campo dell'anestesia. Molti interventi chirurgici richiedono la somministrazione di anestesia, che richiede un elevato livello di abilità e precisione. Le responsabilità di un anestesista includono la valutazione dei pazienti prima dell'intervento chirurgico, la garanzia della loro sicurezza durante tutta la procedura e la garanzia del loro comfort dopo l'intervento. L'intelligenza artificiale può aiutare gli anestesisti in queste attività, migliorando così la cura dei pazienti, riducendo le spese e aumentando la produttività. L'intelligenza artificiale può aiutare ad automatizzare la tenuta delle cartelle, a prevedere e prevenire eventi avversi, a personalizzare i dosaggi prescritti e a monitorare i segni vitali dei pazienti. In questo modo, gli anestesisti possono concentrarsi maggiormente sulla cura del paziente piuttosto che su attività banali. Di conseguenza, l'intelligenza artificiale è fondamentale per l'anestesia e ha un'ampia gamma di possibili usi in futuro.

### Storia dell'IA in anestesia

La storia dell'intelligenza artificiale in anestesia è interessante e abbraccia molti decenni ed è in costante evoluzione nel tempo. I primi ricercatori si concentrarono sullo sviluppo di algoritmi esperti, che sono programmi per computer realizzati per assomigliare al giudizio di un esperto umano. Questi sistemi sono stati progettati per aiutare gli anestesisti nella somministrazione dei farmaci e nel monitoraggio dei pazienti. Ad esempio, il sistema "Diprifusor", un esempio pionieristico di intelligenza artificiale in anestesia, è stato creato alla fine degli anni '90 ed è un sistema di infusione controllato del propofol. Questo sistema utilizza le proprietà farmacocinetiche del propofol per l'infusione del farmaco, mantenendo la concentrazione plasmatica desiderata del farmaco. Un altro dei primi sistemi di intelligenza artificiale, il sistema

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

## **LE PAGINE UTILI**

*rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))*

di “somministrazione di farmaci anestetici a circuito chiuso” (CLAD), utilizzava un controller per somministrare propofol e remifentanil mantenendo la profondità di anestesia richiesta.

Con l'avanzare della tecnologia, l'attenzione si è spostata verso programmi di intelligenza artificiale più complessi che utilizzano l'apprendimento automatico e il deep learning. Questi processi hanno dato ai sistemi di intelligenza artificiale la capacità di apprendere dai dati, svilupparsi nel tempo e diventare più affidabili ed efficienti. Questi sviluppi portano alla costruzione di sistemi di intelligenza artificiale in grado di svolgere compiti difficili come anticipare le reazioni dei pazienti ai farmaci utilizzati nelle pratiche di anestesia, riconoscere i fattori di rischio associati alle complicanze e persino aiutare a gestire l'anestesia durante l'intervento chirurgico. Ad esempio, l'AIMS utilizza l'intelligenza artificiale per raccogliere, archiviare e analizzare i dati dei pazienti, fornendo agli anestesisti informazioni in tempo reale per aiutare a migliorare la gestione dei pazienti. Un altro esempio è SAM, un sistema di intelligenza artificiale che funziona in collaborazione con AIMS per analizzare i dati dei pazienti e raccomanda suggerimenti per la gestione dell'anestesia utilizzando la tecnologia di apprendimento automatico. Queste tecnologie contemporanee di intelligenza artificiale hanno migliorato la sicurezza e l'efficacia e hanno ampliato le opportunità per la ricerca e l'innovazione in anestesia.

### **Le attuali applicazioni dell'IA in anestesia**

Numerose applicazioni dell'intelligenza artificiale nel campo dell'anestesia hanno notevolmente migliorato la sicurezza dei pazienti e la qualità del trattamento. Il monitoraggio dei segni vitali dei pazienti è uno degli usi più importanti dell'IA in anestesia. La frequenza cardiaca, la pressione sanguigna, la saturazione di ossigeno e altri segni vitali di un paziente possono essere continuamente monitorati dai sistemi di intelligenza artificiale, che possono anche notificare all'anestesista eventuali cambiamenti che potrebbero essere problematici. Ad esempio, il monitor paziente Philips “IntelliVue” utilizza algoritmi di intelligenza artificiale per consentire il monitoraggio in tempo reale dei segni vitali, consentendo agli anestesisti di identificare e reagire rapidamente ai cambiamenti nelle condizioni del paziente. Le tecnologie di intelligenza artificiale possono aiutare gli anestesisti a prendere decisioni informate e ad intraprendere le azioni necessarie fornendo informazioni accurate e in tempo reale sullo stato del paziente, migliorando la sicurezza del paziente.

Prevedere e prevenire esiti sfavorevoli è un uso importante dell'IA in anestesia. Effetti gravi possono derivare da eventi anestetici avversi come instabilità emodinamica o problemi respiratori. I dati dei trattamenti passati possono essere analizzati dai sistemi di intelligenza artificiale per individuare modelli e tendenze che possono indicare un rischio più elevato di problemi.

***Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.***

## LE PAGINE UTILI

rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))

### Robot cognitivi

Ad esempio, AIMS utilizza algoritmi di intelligenza artificiale per analizzare i dati dei pazienti e prevedere la probabilità di eventi sfavorevoli. Questi dispositivi consentono agli anestesisti di intraprendere azioni preventive, come modificare il livello di anestesia o aumentare la frequenza del monitoraggio, identificando i pazienti ad alto rischio. È disponibile una varietà di sistemi AIMS per molti usi come la valutazione preoperatoria, il calcolo dei farmaci, il monitoraggio intraoperatorio e i sistemi di supporto alle decisioni cliniche. AIMS aiuta nella tenuta dei registri, nella raccolta e nell'archiviazione, nel controllo della qualità. Esempi di sistemi AIMS disponibili in commercio di diversi fornitori sono Innovian Anesthesia in Drager, Centricity Anesthesia in GE Healthcare e Compu Record in Philips Medical Systems (Tabella 1).

**Tabella 1: Robot cognitivi in anestesia**

Sistemi	Usi
AIMS	Può essere utile nelle valutazioni preoperatorie
	Può aiutare nel monitoraggio intraoperatorio e nell'evidenziare i cambiamenti chiave
AIMS	Aiuta i medici fornendo un sistema di supporto alle decisioni cliniche
	Aiuta nella ricerca migliorando la tenuta dei registri, la raccolta dei dati e l'archiviazione
	Garanzia di qualità
	Fatturazione accurata dei pazienti
SAM	Migliore compliance a farmaci come gli antibiotici intraoperatori e la terapia beta-bloccante perioperatoria
	Diminuzione degli errori involontarie nel monitoraggio vitale del paziente
	Miglioramento della fatturazione della procedura effettuata

AIMS: sistema di gestione delle informazioni sull'anestesia, SAM: gestore intelligente dell'anestesia

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

**LE PAGINE UTILI**

rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))

**Tabella 2: modelli farmacologici che utilizzano l'AI**

SAM è un sistema sviluppato per funzionare con i sistemi AIMS per migliorare le decisioni cliniche e ridurre le disparità di fatturazione. SAM utilizza il database AIMS per fornire informazioni in tempo reale a supporto delle decisioni cliniche attraverso messaggi pop-up sui monitor AIMS. Ha migliorato la compliance ai farmaci, migliorato il monitoraggio tempestivo dei pazienti e garantito una fatturazione adeguata. È stato inoltre riscontrato che miglioravano la compliance alla dose iniziale e alla dose successiva di antibiotico, la compliance al protocollo dei beta bloccanti e la riduzione degli intervalli involontari (>15 minuti) nel monitoraggio della pressione arteriosa (Tabella 1).

**Modelli farmacologici**

L'intelligenza artificiale è essenziale anche per personalizzare le dosi dei farmaci anestetici. Poiché ogni paziente è diverso, la quantità di anestesia richiesta può variare notevolmente a seconda dell'età, del peso, del BMI, dell'anamnesi medica e dello stato di salute attuale del paziente. Queste variabili possono essere analizzate dai sistemi di intelligenza artificiale per identificare il dosaggio migliore per ciascun paziente. L'intelligenza artificiale può garantire che ogni paziente riceva la dose appropriata di anestesia personalizzando i dosaggi dei farmaci, riducendo la possibilità di sottodosaggio o sovradosaggio. Ad esempio, il sistema CLAD impiega un controller per somministrare propofol e remifentanil mantenendo il grado di anestesia target (Tabella 2).

<b>Sistema</b>	<b>Vantaggi</b>
Diprifusor CLAD	Pompe TCI basate su modello farmacologico Sistemi di somministrazione di farmaci per ottenere una profondità anestetica
McSleepy	È un sistema autonomo che bilancia contemporaneamente ipnosi, analgesia e blocco neuromuscolare
SEDASYS	Modello di intelligenza artificiale progettato per somministrare propofol per ottenere una sedazione da lieve a moderata
Modelli di fluidoterapia mirata agli obiettivi	Algoritmo AI che eroga bolo fluido in base alla produzione di urina, pressione sanguigna, SVV, MAP, ecc
Modelli per la titolazione dei vasopressori	Algoritmo AI che fornisce vasopressori come fenilefrina e noradrenalina sulla base di NIBP, SV e SVV

TCI: infusione controllata target, CLAD: sistema di somministrazione dell'anestesia a circuito chiuso, SVV: variazione del volume sistolico, MAP: pressione arteriosa media, NIBP: pressione sanguigna non invasiva, SV: volume sistolico

Ulteriori sviluppi nel sistema CLAD hanno portato a modelli farmacologici che controllano ogni componente dell'anestesia. Il sistema McSleepy è in grado di somministrare simultaneamente ipnosi, analgesia e bloccanti neuromuscolari tramite la somministrazione di propofol, remifentanil e rocuronio. La somministrazione del farmaco si basa su parametri clinici come indice bispettrale, punteggio analogico e treno di quattro. SEDASYS è un sistema di sedazione computerizzato che somministra propofol per una sedazione da lieve a moderata da parte di medici non anestesisti (tabella 2).

CLAD è stato sviluppato per la fluidoterapia mirata basata su parametri quali pressione arteriosa media, produzione di urina, variazione della pressione del polso, variazione del volume sistolico o una combinazione di questi. Sono stati progettati modelli per controllare la pressione sanguigna mediante titolazione di vasopressori come fenilefrina e norepinefrina utilizzando CLAD.

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

**LE PAGINE UTILI**

rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))

**Robot meccanici**

L'intelligenza artificiale ha sviluppato sistemi robotici per svolgere compiti meccanici come intubazione, ventilazione e blocchi nervosi (Tabella 3). Questi sistemi sono attualmente utilizzati principalmente negli studi sui manichini, ma hanno un potenziale estremo in futuro. Da Vinci è il primo robot per anestesia utilizzato per l'intubazione endotracheale a fibre ottiche. Il Kepler Intubation System è un altro sistema robotico per l'intubazione utilizzando un video laringoscopio. È controllato tramite un joystick, collegato a un braccio robotico a cui è collegato un video laringoscopio standard. L'endoscopio robotico automatizzato tramite imaging laringeo per il dispositivo di intubazione tracheale offre la visualizzazione e il posizionamento automatizzato della punta del tubo verso la glottide.

**Tabella 3: Robot meccanici in anestesia**

<b>Robot meccanici</b>	<b>Applicazioni e usi</b>
Sistema chirurgico Da Vinci	Usato per intubazione a fibra ottica
Sistema di intubazione Kepler	Utilizzato per l'intubazione. Ha un'intubazione guidata da un braccio robotico controllato da joystick
REALITI	Intubazione endotracheale mediante visualizzazione in tempo reale e posizionamento robotico dell'endoscopio verso la glottide
SAFIRA	Siringhe progettate per aspirare e arrestare il flusso quando la pressione di iniezione supera 15-20 psi
Sistema Magellano	Blocchi nervosi mediante posizionamento dell'ago robotico guidato dall'USG
Robot per la gestione della ventilazione delle vie aeree con la maschera in pressione positiva non invasiva.	Robot progettato per la gestione delle vie aeree durante l'anestesia. Ha due bracci e un sistema per fissare la maschera. È un'apparecchiatura controllata da joystick

psi: libbra per pollice quadrato, USG: ecografia, REALITI: endoscopio robotico automatizzato tramite imaging laringeo per dispositivo di intubazione tracheale, SAFIRA: iniezione più sicura per l'anestesia regionale

Recentemente è stato sviluppato un nuovo robot per la gestione delle vie aeree in anestesia per la ventilazione a pressione positiva non invasiva per la gestione dei gas durante l'anestesia generale. È dotato di due bracci, uno per sollevare la mascella del paziente e l'altro dotato di un sistema di fissaggio della maschera per posizionare correttamente la maschera sul paziente. Sono necessari studi futuri per valutare il loro uso clinico.

Alcuni robot sono stati sviluppati per coadiuvare l'anestesia regionale e offrire migliore destrezza e precisione. Magellan, un braccio robotico controllato da un joystick per l'inserimento dell'ago, è stato utilizzato nell'addestramento all'anestesia regionale sotto guida ecografica. Per

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

## **LE PAGINE UTILI**

*rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))*

un'iniezione più sicura per l'anestesia regionale ha la capacità di aspirare e arrestare il flusso quando la pressione di iniezione supera il valore impostato. Un ulteriore sviluppo di questi sistemi con programmi abilitati all'intelligenza artificiale può garantire la sicurezza dei pazienti (Tabella 3).

Infine, la tenuta delle cartelle di anestesia automatizzata tramite intelligenza artificiale aiuta a monitorare i progressi del paziente, consente la comunicazione tra gli operatori sanitari e offre dati per la ricerca e il miglioramento della qualità. Tuttavia, la tenuta manuale dei registri richiede molto tempo ed è soggetta a errori. I dispositivi di intelligenza artificiale possono registrare automaticamente i segni vitali, i dosaggi dei farmaci e altri dati cruciali, consentendo all'anestesista di concentrarsi sulla cura del paziente. Ad esempio, AIMS mantiene un registro approfondito della gestione anestetica raccogliendo e analizzando i dati del paziente e producendo rapporti dettagliati. Automatizzando la tenuta delle cartelle, è possibile aumentare l'efficacia e l'accuratezza della documentazione, il che aumenterà lo standard di cura.

### **Limitazioni e considerazioni etiche**

L'uso dell'intelligenza artificiale in anestesia ha un potenziale enorme, ma esistono alcuni inconvenienti che devono essere affrontati. I sistemi di intelligenza artificiale richiedono dati di alta qualità per funzionare in modo efficace, in particolare quelli basati sui concetti di machine learning e deep learning. Gli algoritmi di intelligenza artificiale vengono addestrati sulla base di questi dati, il che consente loro di sviluppare e migliorare le proprie prestazioni nel tempo. Tuttavia, ottenere queste informazioni può essere un compito impegnativo. Questi dati vengono raccolti da varie fonti come macchine per anestesia, monitor pazienti e cartelle cliniche elettroniche. Pertanto, è abbastanza difficile garantire l'accuratezza, la completezza e la coerenza di questi dati. La sicurezza del paziente può essere messa a repentaglio da algoritmi IA errati causati da errori per dati incompleti o dati errati. Inoltre, poiché le informazioni e la privacy dei pazienti devono essere salvaguardate, la necessità di enormi quantità di dati solleva preoccupazioni per quanto riguarda la privacy e la sicurezza dei dati.

L'applicazione dell'intelligenza artificiale in anestesia è notevolmente ostacolata da vincoli tecnici. Nonostante la loro crescente sofisticazione, i sistemi di intelligenza artificiale presentano ancora diversi limiti. Ad esempio, i sistemi di intelligenza artificiale potrebbero avere difficoltà a comprendere idee mediche difficili o a adattarsi a circostanze nuove. Dipendono anche dalla qualità dei dati utilizzati per la loro formazione e programmazione. I sistemi di intelligenza artificiale possono produrre previsioni o raccomandazioni imprecise se sono stati sviluppati in modo improprio o se sono stati addestrati su dati distorti o non rappresentativi. Inoltre, i sistemi di intelligenza artificiale mancano di empatia e giudizio umano, entrambi essenziali nel settore sanitario. Ad esempio, a seconda dei dati del paziente, un sistema di intelligenza artificiale potrebbe suggerire una determinata strategia anestetica, ma non può prendere in considerazione le preoccupazioni o l'ansia del paziente riguardo al trattamento.

***Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.***

## **LE PAGINE UTILI**

*rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))*

Un altro ostacolo significativo all'applicazione dell'IA in anestesia sono le questioni legali ed etiche. Diverse questioni legali ed etiche vengono sollevate dall'uso dell'intelligenza artificiale nel settore sanitario. Ad esempio, chi è responsabile se un sistema di intelligenza artificiale commette un errore? Chi ha creato il sistema, l'anestesista che lo ha utilizzato, il programmatore che lo ha creato o l'ospedale che lo ha messo in funzione? La legge è ancora ambigua per quanto riguarda la questione della responsabilità. Il consenso del paziente è un'altra questione etica. I pazienti devono essere informati dei pro e dei contro dell'intelligenza artificiale e devono essere fornite opzioni alternative se non lo desiderano. La comprensione da parte dei pazienti delle complesse operazioni dei sistemi di intelligenza artificiale può essere difficile da trasmettere. Esistono preoccupazioni sulla possibilità che l'intelligenza artificiale prenda il sopravvento sulle professioni umane nel settore sanitario. Anche se l'intelligenza artificiale può automatizzare alcune attività, il tocco umano è ancora essenziale nel settore sanitario; pertanto, il suo scopo dovrebbe essere quello di supportare il personale sanitario piuttosto che sostituirlo. Nonostante queste difficoltà, ci sono notevoli vantaggi potenziali dell'IA in anestesia e si stanno intraprendendo azioni per risolvere questi problemi. Ad esempio, si stanno svolgendo ricerche per migliorare la qualità e la sicurezza dei dati sanitari e si stanno producendo linee guida per l'applicazione morale dell'IA nel settore sanitario. I progressi tecnologici dell'intelligenza artificiale e il miglioramento della formazione del sistema di intelligenza artificiale stanno affrontando le restrizioni tecniche. Sebbene possano esserci molti ostacoli sulla strada verso l'adozione mainstream dell'IA in anestesia, il risultato finale promette di essere trasformativo, fornendo una migliore cura del paziente, maggiore efficienza e nuove opportunità di ricerca e innovazione.

### **Tendenze emergenti nell'anestesia potenziata dall'intelligenza artificiale**

Il futuro dell'intelligenza artificiale in anestesia è brillante e si prevede che avrà notevoli sviluppi e nuovi campi di applicazione. Una delle direzioni future più importanti è il continuo sviluppo dell'intelligenza artificiale e della tecnologia di apprendimento automatico. Si prevede che man mano che queste tecnologie avanzano, diventeranno più precise, affidabili e in grado di gestire compiti sempre più impegnativi. Ad esempio, il tema in rapido sviluppo del deep learning, un sottoinsieme dell'apprendimento automatico che fa uso di reti neurali con numerosi strati (quindi, il "deep" nel deep learning), può avere importanti implicazioni per l'anestesia. Grandi volumi di dati possono essere elaborati utilizzando algoritmi di deep learning, che possono quindi trovare collegamenti e modelli troppo complicati per essere gestiti dagli algoritmi convenzionali. Ciò potrebbe migliorare la capacità dei sistemi di intelligenza artificiale utilizzati in anestesia di anticipare i risultati e i rischi di complicanze migliorando le loro capacità predittive.

Inoltre, si stanno studiando nuovi potenziali usi dell'IA in anestesia. La gestione del dolore è una di queste aree. Potrebbe essere difficile gestire con successo il dolore perché è una sensazione complessa e soggettiva. Per valutare i livelli di dolore e indirizzare le misure di trattamento del dolore, i sistemi di intelligenza artificiale possono analizzare una serie di dati, inclusi segnali

***Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.***

## LE PAGINE UTILI

rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))

fisiologici e condizioni riportati dai pazienti. Un altro possibile campo di applicazione è la terapia di malattie persistenti che necessitano di anestesia, compreso il dolore cronico o le cure palliative. L'intelligenza artificiale ha il potenziale per analizzare dati a lungo termine e offrire approfondimenti sull'efficacia di varie procedure di anestesia, aiutando nella direzione delle decisioni terapeutiche.

Un'altra affascinante strada futura è il possibile impatto dell'intelligenza artificiale sull'istruzione e sulla formazione in anestesia. L'intelligenza artificiale potrebbe essere utilizzata per sviluppare simulazioni realistiche per motivi di formazione, dando agli alunni la possibilità di affinare le proprie capacità in un ambiente sicuro. L'intelligenza artificiale potrebbe essere utilizzata, ad esempio, per imitare varie reazioni dei pazienti legate all'anestesia, dando agli studenti l'opportunità di sperimentare e reagire a una serie di situazioni. L'intelligenza artificiale può anche fornire agli alunni un feedback personalizzato, evidenziando le loro aree di forza e di debolezza e fornendo suggerimenti specifici per lo sviluppo. Ciò potrebbe migliorare il processo educativo e preparare meglio gli studenti alle sfide del lavoro pratico.

L'intelligenza artificiale può anche essere utilizzata per assistere nella formazione continua degli anestesisti che attualmente esercitano. L'intelligenza artificiale potrebbe individuare le aree in cui l'anestesista potrebbe migliorare e offrire strumenti educativi personalizzati esaminando i dati della propria pratica. Ciò potrebbe garantire che gli anestesisti rimangano aggiornati sugli sviluppi più recenti nel settore e migliorino continuamente la loro pratica.

L'anestesia offre diverse interessanti opportunità per l'uso dell'intelligenza artificiale. Si prevede che l'intelligenza artificiale svolgerà un ruolo più significativo nell'anestesia poiché l'industria continua a sviluppare e studiare nuovi usi per questa tecnologia. L'applicazione dell'intelligenza artificiale in questo settore potrebbe avere una grande influenza perché ha il potenziale per migliorare l'assistenza medica, aumentare la produttività e promuovere pratiche educative e didattiche. È essenziale, tuttavia, tenere presente che *l'intelligenza artificiale dovrebbe essere vista come uno strumento per aiutare gli anestesisti piuttosto che come un loro sostituto. Nel campo della medicina resteranno indispensabili sia l'elemento umano che le conoscenze specialistiche. L'intelligenza artificiale ha il potenziale per rafforzare le competenze degli anestesisti offrendo supporto e facilitando l'elaborazione di giudizi più informati.*

### Raccomandazioni future per la ricerca e lo sviluppo

Si possono formulare diverse raccomandazioni per ulteriore formazione e sviluppo alla luce della nascente importanza dell'intelligenza artificiale e dell'apprendimento automatico in anestesia, ma allo stesso tempo è necessario affrontare gli intoppi e le questioni etiche. In primo luogo, un'ulteriore formazione è essenziale per migliorare la tutela e l'importanza dei dati sanitari. Quando tali strumenti vengono intenzionalmente sfruttati o abusati, le autorità di regolamentazione si trovano di fronte a un serio problema pratico in quanto non hanno il potere di ritenere i trasgressori responsabili attraverso il sistema legale. Ciò richiederebbe l'istituzione

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

## **LE PAGINE UTILI**

*rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))*

di solide procedure di sicurezza dei dati, nonché la formazione di tecniche avanzate per la raccolta e il controllo dei dati e leggi legali.

In secondo luogo, l'accuratezza e la comprensione dei sistemi di intelligenza artificiale dovrebbero essere concentrate su ulteriori attività di ricerca e sviluppo. Ciò potrebbe richiedere l'evoluzione di algoritmi di intelligenza artificiale più sfaccettati e il miglioramento della loro leggibilità e precisione.

In terzo luogo, sono necessarie ulteriori esplorazioni e ricerche per verificare gli usi nascenti e possibili dell'IA in anestesia. Ciò potrebbe richiedere l'esecuzione di studi randomizzati per valutare le prestazioni e l'efficacia dell'intelligenza artificiale nel trattamento delle malattie croniche, nell'attenuazione del dolore e in altre aree.

Infine, ulteriori ricerche devono concentrarsi sui possibili effetti dell'intelligenza artificiale sull'insegnamento e sulla formazione in anestesia. Ciò potrebbe comportare la creazione di programmi di simulazione basati sull'intelligenza artificiale e sistemi di feedback personalizzati (come tradizionalmente utilizzati nei manichini di addestramento per il supporto vitale di base e avanzato), nonché la ricerca sull'efficienza con cui migliorano i risultati dell'apprendimento. L'intelligenza artificiale nella formazione in anestesia ha la capacità di fornire agli anestesisti in formazione simulazioni realistiche, esperienze di apprendimento personalizzate e feedback basato sui dati, consentendo loro di acquisire conoscenze in modo più rapido ed efficace. La capacità dell'intelligenza artificiale di esaminare grandi set di dati può aiutare a rilevare modelli e ad anticipare le risposte dei pazienti, migliorando così le capacità decisionali.

Anche se il percorso verso un'ampia implementazione dell'intelligenza artificiale in anestesia può essere impegnativo e difficile, il risultato finale promette di essere innovativo e rivoluzionario. Possiamo sfruttare la potenza dell'intelligenza artificiale per ringiovanire completamente il campo dell'anestesia concentrandoci sul rafforzamento della sicurezza e della qualità dei dati, aumentando l'affidabilità e la comprensione completa dei sistemi di intelligenza artificiale e indagando su nuove aree di applicazione.

### **Conclusioni**

L'intelligenza artificiale ha il grande potenziale per migliorare l'assistenza sanitaria, aumentare la produttività e anche aiutare nella formazione e nell'istruzione. È una tecnologia trasformativa che può arricchire notevolmente il futuro dell'anestesia. L'intelligenza artificiale ha molte applicazioni in anestesia, come il monitoraggio dei segni vitali, la previsione degli eventi avversi, la personalizzazione delle dosi dei farmaci e la tenuta dei registri automatizzata. L'evoluzione dell'intelligenza artificiale in questo campo, dai primi sistemi esperti alle tecnologie di intelligenza artificiale di oggi, dimostra la potenza dell'intelligenza artificiale e il suo potenziale di trasformare totalmente l'assistenza sanitaria.

Tuttavia, l'uso dell'intelligenza artificiale in anestesia presenta molte sfide. È necessario affrontare i problemi relativi alla quantità e alla qualità dei dati, ai limiti tecnici e alle questioni morali e legali. I sistemi di intelligenza artificiale possono aggravare gli errori se i dati su cui sono

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*

## **LE PAGINE UTILI**

*rubrica mensile a cura di Cosimo Sibilla ([cosimo.sibilla@gmail.com](mailto:cosimo.sibilla@gmail.com))*

sviluppati non sono accurati. Possono verificarsi violazioni della privacy se i protocolli di sicurezza non vengono implementati in modo efficace. Il costo elevato può essere un fattore limitante per il suo utilizzo di routine. È in corso un dibattito senza fine sulla responsabilità legale nel caso in cui si verifichi un errore nella gestione dei pazienti derivante da un guasto nel sistema di intelligenza artificiale. I sistemi di intelligenza artificiale dovrebbero essere di facile utilizzo e l'interfaccia dovrebbe essere facilmente comprensibile. Queste sfide possono essere affrontate definendo standard per l'uso etico dell'IA nel settore sanitario, migliorando l'affidabilità e la comprensione dei sistemi di IA e garantendo la qualità e la sicurezza dei dati sanitari.

Il futuro dell'intelligenza artificiale in anestesia sembra promettente. Lo sviluppo dell'intelligenza artificiale e dell'apprendimento automatico, le nuove applicazioni e il potenziale utilizzo nella formazione e nell'istruzione sono tutte aree future entusiasmanti. Le potenziali aree di ricerca includono l'uso dell'intelligenza artificiale per la gestione delle malattie croniche e del dolore e l'incoraggiamento degli anestesisti a una migliore formazione. Se l'intelligenza artificiale venisse utilizzata per progettare autentiche simulazioni di formazione realistiche e offrire agli studenti un feedback personalizzato, la formazione in anestesia potrebbe essere trasformata.

*Da: Singhal M, Gupta L, Hirani K (September 11, 2023) A Comprehensive Analysis and Review of Artificial Intelligence in Anaesthesia. Cureus 15(9): e45038.*