

SANITA' 4.0-ESEMPI E APPLICAZIONI

Ing. Alessio A. Rebola

Ingegnere Clinico-Esperto di Sanità Digitale-Innovation Manager

Azienda Ospedaliero Universitaria Città della Salute e della Scienza di Torino

Comitato Etico Interaziendale Asl TO 3-4-5 AOU San Luigi di Orbassano (TO)

Coordinatore della Commissione Clinico Biomedica Ordine Ingegneri di Torino

SANITA' 4.0-ESEMPI E APPLICAZIONI

- **Intelligenza Artificiale**
- **Big Data Analytics,**
- **Internet of Things,**
- **Realtà Aumentata,**
- **Connettività mobile ad elevate prestazioni (5G)**
- **Sistemi robotici**

- **Data challenges**
- **Sfide su aspetti etici**
- **Sfide organizzative e finanziarie**
- **Sfide di tipo sociale**

RIMBORSO DELLE PRESTAZIONI

INTEROPERABILITA' DEI DATI

INTEGRAZIONE NEI PROCESSI BARRIERE CULTURALI

70 anni di Innovazione in Sanità

Zoom avanti (CTRL+tasto più)

TABLE I
AMERICAN INSTITUTE FOR MEDICAL AND BIOLOGICAL ENGINEERING'S HALL OF FAME [22]

Medical and Biological Engineering Innovations Across the Decades

1950s and earlier

- Artificial kidney
- X-Ray
- Electrocardiogram
- Cardiac pacemaker
- Cardiopulmonary bypass
- Antibiotic production technology
- Defibrillator

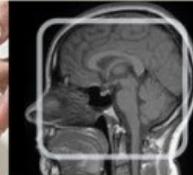


- Heart valve replacement
- Intraocular lens/Contact lens
- Ultrasound
- Vascular grafts
- Blood analysis and processing
- Flow cytometry and cell sorting
- Glucometer

1960s

1970s

- Computer assisted tomography (CT)
- Artificial hip and knee replacement
- Balloon catheter
- Endoscopy
- Biological plant/food engineering
- The cochlear implant and stimulators



- Magnetic resonance imaging (MRI)
- Laser surgery
- Vascular stents
- Recombinant therapeutics
- Pulse oximeter
- Inner ear canal digital hearing aid
- Robot Assisted Surgery

1980s

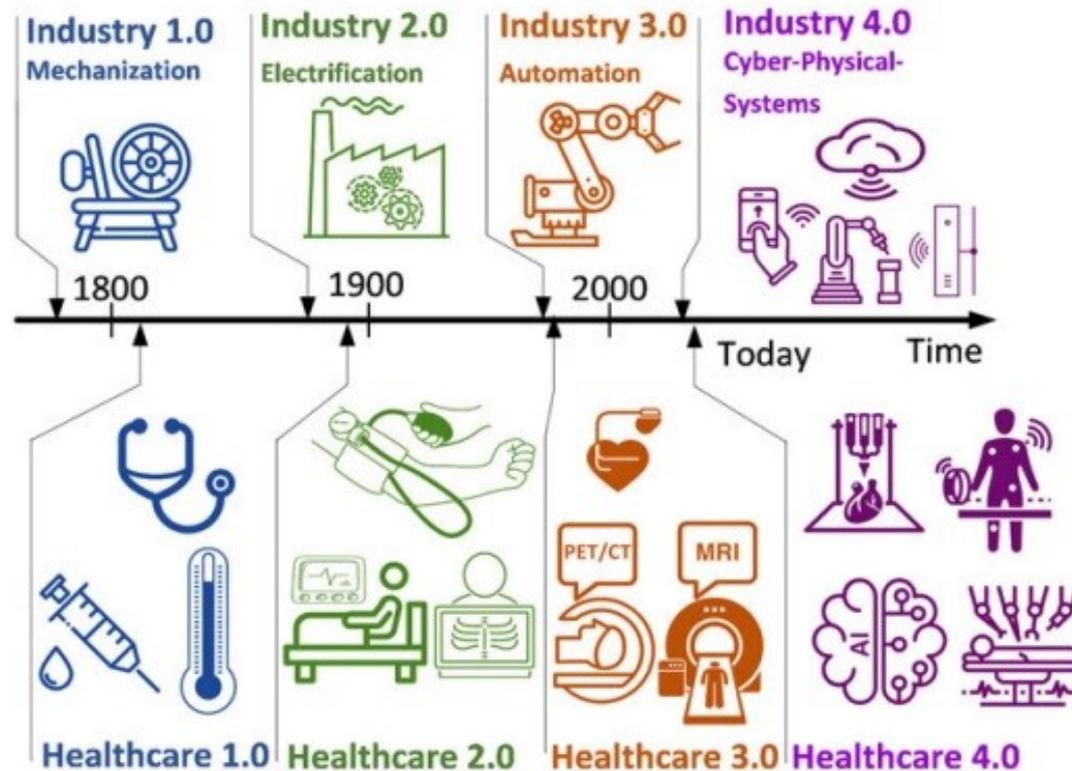
1990s until today

- Genomic sequencing and micro-arrays
- Positron emission tomography
- Image-guided surgery

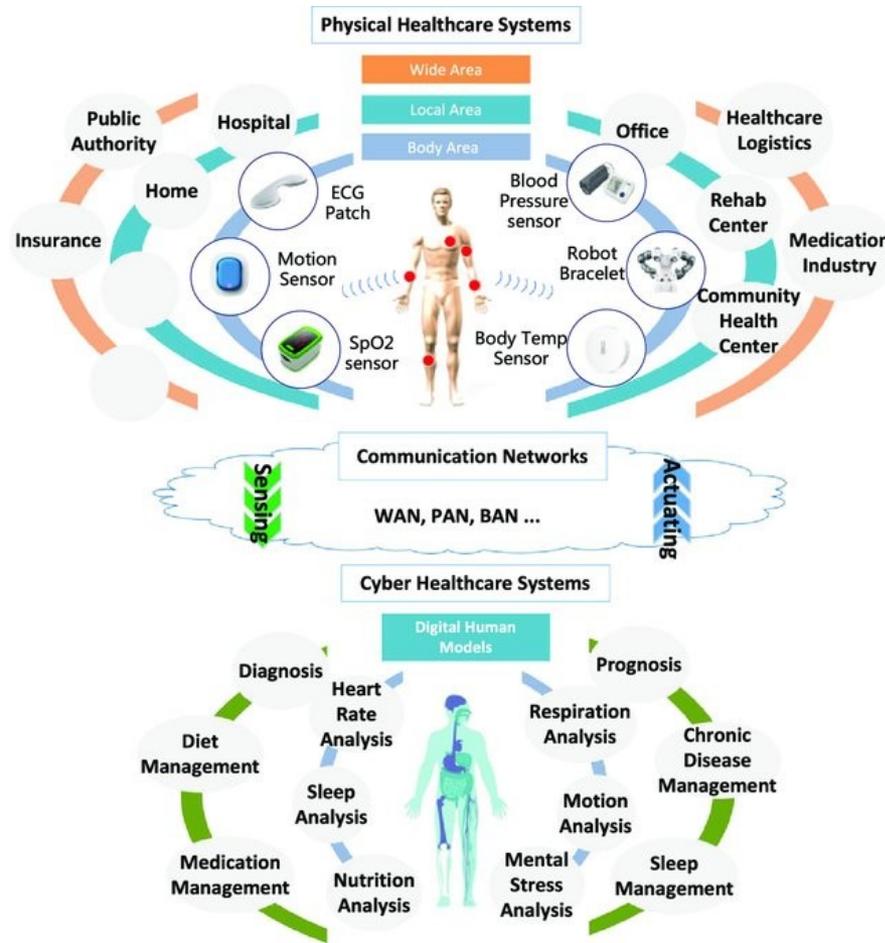


AIMBE 2010 HALL OF FAME

L'eredità di I 4.0 verso S 4.0



Paradigma Sanità 4.0



IL RUOLO DELL'IA NEI PROCESSI SANITARI

1) Le applicazioni di intelligenza artificiale hanno il potenziale per:

- migliorare il modo in cui funzionano i sistemi sanitari
- il modo in cui gli individui prendono decisioni sullo stile di vita e sulla cura.

2) Le applicazioni di IA possono svolgere un ruolo importante:

- dalla prevenzione dell'insorgenza di malattie,
- al miglioramento della diagnosi e al supporto delle decisioni e degli interventi terapeutici,
- all'ottimizzazione della ricerca e sviluppo.

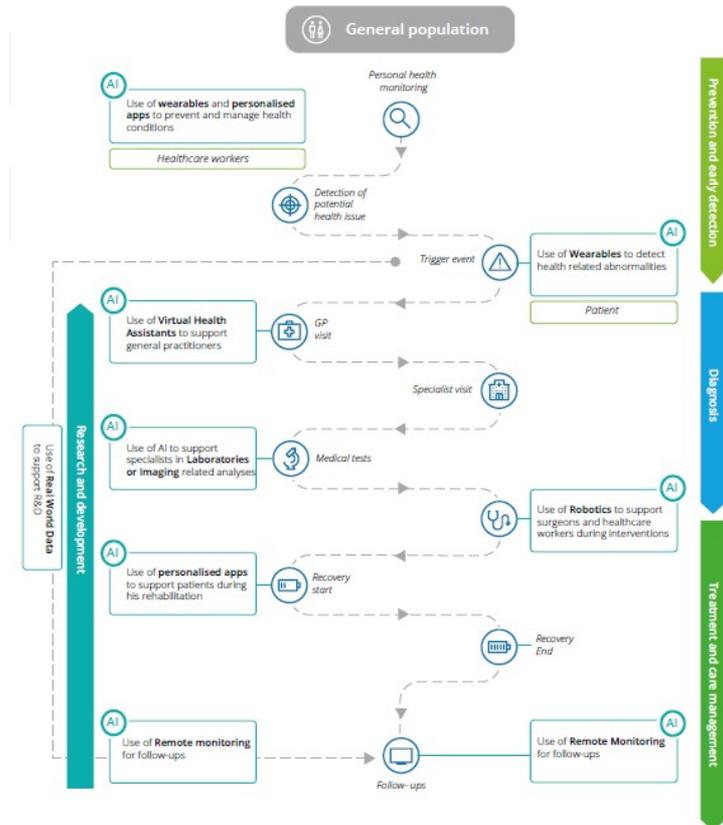
3) I sistemi sanitari europei devono far fronte:

- a carenze di professionisti medici critici,
- lunghi tempi di attesa,
- crescente domanda di servizi guidata da una popolazione che invecchia
- vincoli finanziari.

4) L'intelligenza artificiale potrebbe alleviare alcuni vincoli riducendo:

- il tempo che gli operatori sanitari dedicano alle attività ripetitive,
 - consentendo loro di concentrarsi su attività di alto valore, come trascorrere più tempo con i pazienti o vedere più pazienti.
- Inoltre, l'intelligenza artificiale può supportare:
- diagnosi
 - decisioni terapeutiche più rapide e / o accurate, grazie alla capacità di elaborare rapidamente grandi quantità di informazioni

AI is present all along the patient journey



MAPPATURA DELLE APPLICAZIONI AI



Wearables



Imaging



Laboratory applications



Physiological monitoring



Real world data



Virtual health assistance



Personalised apps



Robotics

DATI MACRO-Miglioramento cure

Figure 1

[Click to download this infographic](#)

With AI, jobs well done

Health-care institutions that have adopted AI are seeing significant improvements in the medical care they deliver to patients as well as day-to-day operations.

Medical care

84%

AI has enabled better predictions in the treatments of disease

80%

AI has resulted in more accurate diagnoses

78%

AI has enabled more prevention of disease

71%

AI has enabled virtual nursing assistants to answer patients' questions 24/7 and help reduce unnecessary hospital visits

Hospital operations

86%

AI has enabled us to improve how we analyze and make use of the data we generate each year

84%

AI tools have automated time-consuming tasks doctors and health-care professionals traditionally perform

79%

AI has helped avert health-care worker burnout

75%

The use of AI has decreased medical costs

Source: MIT Technology Review Insights' survey on AI in health care of 908 health-care professionals in the US and UK, fall 2019

Percentuali di miglioramento delle cure in vari ambiti di intervento e per differenti fasi del processo di cura

DATI MACRO – Gap nell'healthcare in Asia

Figure 2

[Click to download this infographic](#)

Asia's health-care gap

Chief among health-care challenges in Asia is a shortage of clinicians. Even in wealthy Japan, South Korea, and Singapore, the number of doctors per 10,000 people is below 25, the lowest density in the developed world.

Australia	New Zealand	Japan	South Korea
35.9	30.3	24.1	23.1
Singapore	China	Malaysia	Philippines
23.1	17.9	15.1	12.8
Vietnam	India	Bangladesh	Thailand
8.2	7.6	4.8	4.5
Indonesia			
2.7			

Source: World Health Organization

Il gap di medici in molti paesi dell'Asia rende il lavoro dei medici giovani più difficile ed inoltre l'intelligenza artificiale permette di colmare parzialmente questo gap riducendo le attività ripetitive e il burden amministrativo

DATI MACRO – Workflow AI

Figure 3

[Click to download this infographic](#)

AI diversity thrives

Health-care institutions are looking at an assortment of technologies to achieve better health outcomes, with keen interest in electronic-health-record automation, medical imaging and diagnostics, and patient data and risk analytics.

Technology	Adopted	Considering adoption	Total interest
Automation of electronic health records	43%	20%	63%
Medical imaging and diagnostics	41%	23%	64%
Patient data and risk analytics	41%	21%	62%
AI for predictive analytics	40%	23%	63%
AI for patient flow optimization	39%	26%	65%
Virtual nursing assistants	25%	29%	54%
AI-assisted endoscopy	24%	21%	45%
Surgical analytics	23%	23%	46%
Robot-assisted surgery	22%	24%	46%
Analytics for mental health	21%	27%	48%

Source: MIT Technology Review Insights' survey on AI in health care of 908 health-care professionals in the US and UK, fall 2019

Figure 4

[Click to download](#)

Busywork on life support?

For medical professionals, AI means more time for patient care, treatment, and consultations, and less time on rote, repetitive tasks.

- Increased time
- No change
- Decreased time

Percentuali di adozione delle tecnologie AI nelle varie fasi del Patient Journey – Livello di impatto sul workflow dei sanitari, viene reso disponibile molto più tempo per le attività “core” ad alto valore.

Doing patient consultations and physical exams



Performing procedures



Assessing and planning treatment requirements



Consulting or collaborating with staff or other institutions



Writing reports and maintaining records



WEARABLES

1. Previsione delle cadute
2. Previsione di insufficienza cardiaca
3. Monitoraggio continuo del glucosio
4. Monitoraggio remoto con dispositivi con cinghie a strappo
5. Monitoraggio pre / post-operatorio con tracker di attività
6. Monitoraggio del recupero del paziente in neurologia
7. Pill-cam



298,000 - 313,000

lives saved



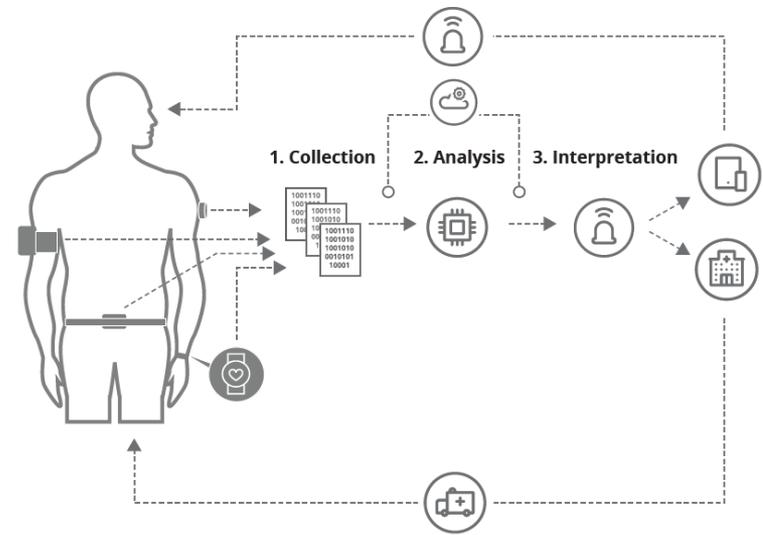
€46.6 - 50.6

billion in savings (including opportunity costs)



301.6 - 336.1

million hours freed up



IMAGING

1. Rilevamento di patologie polmonari
2. Rilevamento di problemi alle coronarie
3. Rilevamento di tumore al seno
4. Acquisizione immagini e ricostruzione
5. Rilevamento del COVID
6. Diagnosi dermatologiche
7. Autodiagnosi tumore della pelle
8. Tempo di preparazione per emissione radiazioni



36,000 - 41,000
lives saved per year



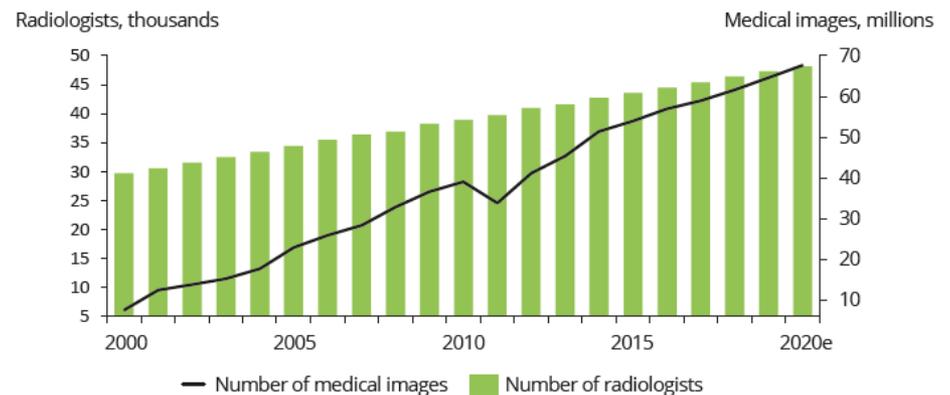
€16.1 - 18.6
billion in savings (including opportunity costs)



15.1 - 32.7
million hours freed up

Risposta dell'IA a COVID-19

L'intelligenza artificiale può essere utilizzata nella lotta contro COVID-19. È stata sviluppata una soluzione AI per rilevare e quantificare automaticamente sospetti risultati COVID-19 alle scansioni TC del torace. Le scansioni dei pazienti con diagnosi di COVID-19 sono state caricate nel motore di ricerca di analisi della soluzione, che insegna all' algoritmo a rilevare specifiche impronte visive. Confrontando la percentuale di volume polmonare interessato all'intero volume polmonare, l'algoritmo può rilevare rapidamente il COVID-19. Inoltre, può aiutare con triage e monitoraggio dei pazienti COVID-19 segmentando i risultati sospetti e quantificando la gravità della malattia.



Source: Eurostat, Deloitte analysis

LABORATORIO

1. Rilevazione di agenti patogeni
2. Automazione dei flussi di lavoro dei dati in laboratorio
3. Caratterizzazione del sequenziamento genomico multipla

Sequenziamento genomico e AI

Il trattamento del paziente può essere potenzialmente migliorato combinando il sequenziamento genomico con l'AI.

Un algoritmo che rileva le variazioni nei diversi codici genetici è stato sviluppato. Confrontando queste mutazioni geniche con i dati storici, l'algoritmo può caratterizzare le varianti genomiche associate ai tumori e malattie ereditarie. L'algoritmo può quindi prevedere una risposta terapeutica individuale. Questo potrebbe aiutare la salute dei pazienti con una ottimale, personalizzata combinazione di farmaci ..



€834.4 - 883.5

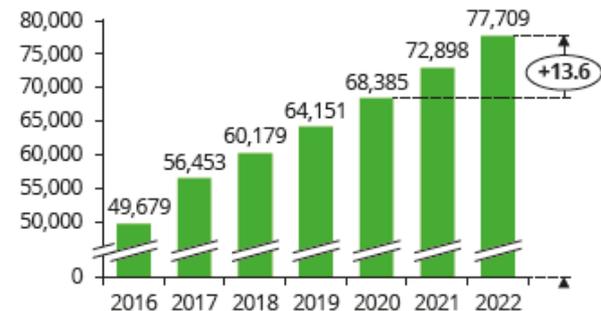
billion in savings (including opportunity costs)



50.4 - 53.4

million hours freed up

Le innovazioni dell'IA possono sostenere l'aumento del mercato della medicina da laboratorio



Mercato dei test da laboratorio

MONITORAGGIO PARAMETRI FISIOLOGICI

1. Aderenza della terapia
2. Previsione di crisi epilettiche e diagnosi precoce di episodi acuti
3. Scansione della retina per il monitoraggio della sclerosi multipla
4. Screening della retinopatia diabetica



39,000 - 42,000
lives saved per year

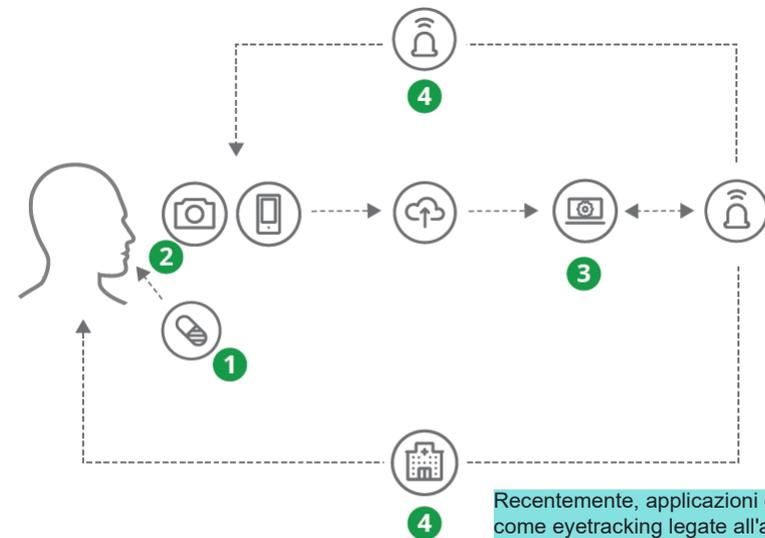


€43.6 - 45.7
billion in savings (including opportunity costs)



323.8 - 375.4
million hours freed up

Figure 5: Non-adherence in Europe causes approximately 200,000 deaths and 102.5 billion in



- 1 Doctor prescribes medication
- 2 Patient sends selfie taking medication
- 3 AI analyses image
- 4 If non-adherence detected:
 - send notification to patients
 - Or send alert to doctor

Recentemente, applicazioni di monitoraggio AI, come eyetracking legate all'apprendimento automatico, hanno contribuito a prevedere il danno neurologico più velocemente e con maggiore precisione analizzando la retina del paziente. Come conseguenza, i pazienti non necessitano di colliri per la dilatazione. Tali applicazioni di scansione della retina possono essere utilizzate per il monitoraggio della sclerosi multipla. Questo ha il potenziale per liberare 375.000 ore di tempo HCP e risparmiare 27,4 milioni di euro.

REAL WORLD DATA

1. Reclutamento di pazienti per trial clinici
2. Valutazione di efficacia di farmaci
3. Automazione della farmacovigilanza
4. Medicina predittiva
5. Medicina personalizzata

I AI e RWD possono prevedere l'efficacia del farmaco. L'analisi della RWD può portare a prove cliniche in merito l'uso e i potenziali effetti dei prodotti medici, noti come Real World Evidence (RWE). Ad esempio, alcune applicazioni AI hanno il potenziale per predire la risposta del paziente a possibili trattamenti farmacologici. Gli algoritmi sfruttano la genomica e i dati genetici trovati nelle richieste, risultati di laboratorio e cartelle cliniche elettroniche, ricercando dei casi simili analizzandone le variabili significative e confrontandole con il caso specifico in esame. Possono quindi essere estrapolate conclusioni valide e prove di efficacia di farmaci specifici.

L'intelligenza artificiale applicata a RWD può identificare modelli significativi e robusti per aiutare migliorare la prevenzione e la gestione della salute della popolazione. Attualmente, RWD è ampiamente utilizzato per progettare studi clinici, principalmente nella fase di reclutamento dei pazienti. Per esempio, alcune applicazioni oncologiche utilizzano strumenti di intelligenza artificiale per organizzare RWD nella gestione del patient journey in modo che sia allineato a trattamenti specifici. Abbinando correttamente i pazienti idonei agli studi giusti, è possibile accelerare il processo di identificazione dei partecipanti e aumentare l'arruolamento negli studi clinici del 20-50% . Inoltre ha il potenziale per ridurre il tasso di abbandono. Ciò porta a uno sviluppo clinico accelerato e può comportare una diminuzione del 34% dei costi negli studi clinici costi con un potenziale risparmio di 38 miliardi di euro all'anno.

I dati si possono estrarre da diverse fonti tra cui:

- cartelle cliniche elettroniche (EHR)
- Reclami e attività di fatturazione
- Registri di prodotti e malattie
- Dati generati dal paziente, anche a casa
- Dati sullo stato di salute da altre fonti, come i dispositivi mobili



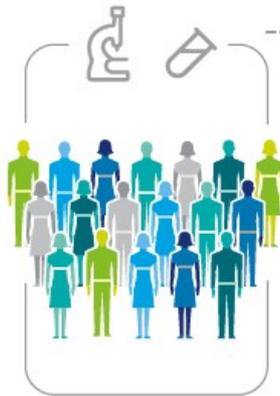
between
€14.0 - 38.0

billion in savings (including opportunity costs)

REAL WORLD DATA



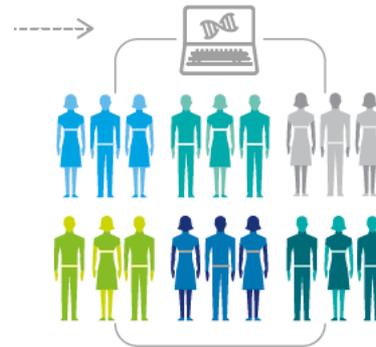
between
€14.0 - 38.0
 billion in savings (including opportunity costs)



RIDUZIONE ETEROGENEITÀ DELLA POPOLAZIONE
 Verifica dei biomarcatori per ridurre la variabilità e aumentare la potenza dello studio.

ARRICCHIMENTO PROGNOSTICO
 Selezione dei pazienti più idonei a raggiungere endpoint.

ARRICCHIMENTO PREDITTIVO Identificare i pazienti con maggiori probabilità di risposta al trattamento al trattamento.



- Reclutamento di pazienti per trial clinici
- Valutazione di efficacia di farmaci
- Automazione della farmacovigilanza
- Medicina predittiva
- Medicina personalizzata



VIRTUAL HEALTH ASSISTANCE

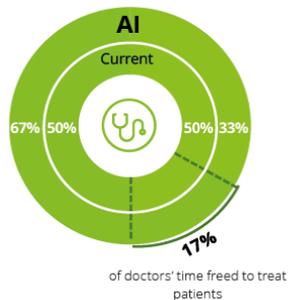
1. Automazione della trascrizione dei dati dei pazienti
2. Bot per dare informazioni ai pazienti
3. Addestramento di sistemi automatici tramite domande dei pazienti e risposte degli esperti
4. Intelligenza aumentata
5. Compiti burocratico amministrativi

AI-enabled transcription assistance shows much promise in the automation of medical transcription. **Virtual scribes** – linked to machine learning or smart speaker devices and combined with an AI algorithm – are able to completely transcribe clinical data recorded between patients and physicians. These voice-to-text applications can be used to take notes about symptoms, write prescriptions, order additional tests, arrange follow-up appointments and classify into categories and enter everything into the patient's electronic health record. This could reduce the burden on healthcare professionals by up to 507.2 million hours, translated into a yearly opportunity cost of about €7.9 billion.

Next, several similar AI applications designed to specifically support doctors with **administrative tasks** have come to market. For instance, AI-enabled chatbots can engage with patients to answer their questions. These applications could save doctors a considerable amount of time, potentially up to 499.8 million hours and €27.3 billion.

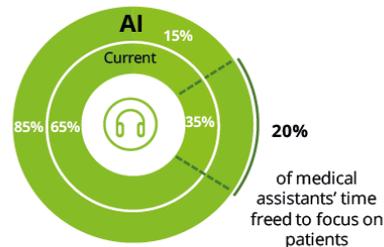
Last, virtual health assistance is also about providing virtual care and help to patients. AI-based **chatbots** focused on specific diseases can answer patient calls, provide complete answers to their questions and recognise their symptoms.

Administrative burden on physicians



■ Time spent on treating patients
■ Time spent on administrative tasks

burden on medical assistants of Q&A calls and transcription



■ Time spent focusing on patients
■ Time spent on Q&A calls and transcription

Google Launches New Artificial Intelligence Tools for Healthcare

The artificial intelligence tools for healthcare include natural language processing and machine learning, which Google says can help analyze medical texts.



Source: Thinkstock

By Samantha McGrail



€32.0 - 36.8 billion in savings (including opportunity costs)



961.1 - 1,154.0 million hours freed up

APP PERSONALIZZATE

1. Consigli di comportamento per malattie metaboliche
2. Monitoraggio da parte di nurse personalizzata

Avvisi personalizzati per migliorare salute e qualità delle cure



 **6,000 - 7,000**
lives saved per year

 **€1.5 - 1.6**
billion in savings (including opportunity costs)

Il potenziale più grande risiede nelle patologie del metabolismo, come l'obesità. Ad esempio, alcune app di nutrizione forniscono piani alimentari personalizzati analizzando i dati sui microbi intestinali unici della persona e l'infiammazione. Consentendo la perdita di peso, queste app hanno il potenziale per risparmiare annualmente fino a 1,6 miliardi di euro in costi sanitari e salvare 7.000 vite. Altre app personalizzate abilitate per l'IA danno avvisi di notifica basati sulla storia clinica del paziente e la geolocalizzazione disponibile nel proprio smartphone. Il la vicinanza di fast-food o bar, ad esempio, può attivare l'app per inviare messaggi motivazionali per il paziente che segue uno stile di vita sano.

Le app personalizzate basate sull'intelligenza artificiale possono essere utilizzate anche nel dispensare le cure. Ad esempio, le applicazioni infermieristiche possono migliorare il trattamento delle malattie croniche tramite un assistente infermiere virtuale per il monitoraggio personalizzato e l'assistenza di follow-up. Il paziente è guidato da un avatar durante il processo di trattamento, ricevendo un feedback immediato. L'app monitora le condizioni di salute, tiene traccia degli appuntamenti dal medico e prevede trattamenti di follow-up. Inoltre, può supportare pazienti con avvisi di notifica, assicurandosi che seguano le terapie. Altre App possono rispondere a domande di pazienti, grazie all'intelligenza artificiale basata sull'analisi del fascicolo sanitario personale e sulla domande anamnestiche presenti. Infine, le app personalizzate con algoritmi di AI possono raccogliere feedback, segnalazioni dai pazienti in merito ad outcome clinici e misurazioni esperienziali, prevedendo aggiustamenti al piano di trattamento basato sulla storia medica.

ROBOTICA

1. Chirurgia assistita
2. Robot assistenti all'assistenza infermieristica
3. Sleep assistant

La robotica ha il potenziale per portare a importanti riduzioni di costo migliorando le risorse finanziarie degli ospedali. Inoltre, la robotica potrebbe eliminare alcuni carichi di lavoro del personale medico consentendo di concentrarsi maggiormente su attività di maggior valore quali le interazioni con i pazienti.

Case Study – Robot pillow^{44, 45}

A robot pillow uses AI to improve the sleep of its users. It simulates a personalised optimal breathing rhythm based on data captured by sensors. Furthermore, its integrated stereo provides the user with relaxing music. This has a positive impact on patient health outcomes, resulting in a decrease of 21 minutes³⁶, or approximately 70%, to fall asleep.

Uno dei più promettenti è la chirurgia assistita da robot con software AI. Ad esempio, robot con intelligenza artificiale può utilizzare i dati delle operazioni precedenti per eseguire nuove tecniche chirurgiche, riducendo il rischio di errore. Tali applicazioni potrebbero potenzialmente salvare fino a 35,9 milioni di giorni di degenza ospedaliera, fino a 12,9 miliardi di euro di risparmio all'anno. E ricoveri ospedalieri post-operatori potrebbero essere ridotti fino al 21% . Inoltre, robot che assistono gli infermieri possono avere grandi vantaggi per il personale medico, riducendo il loro carico di lavoro prendendosi cura di compiti ripetitivi. Ad esempio, i robot ausiliari possono occuparsi del rifornimento di materiali, trasporto di attrezzature mediche e pulizia e disinfezione delle stanze dei pazienti. Tramite telecamere e sensori possono acquisire informazioni cruciali, come peso, colore e suono. Questi robot hanno il potenziale per gestire circa il 30% delle attività infermieristiche cliniche che non riguardano l'interazione con i pazienti. Quindi, gli infermieri possono risparmiare fino a 368 milioni di ore all'anno, che rappresentano fino a 7,4 € miliardi di potenziali risparmi all'anno.

Figure 10: Nurse interaction time with patients



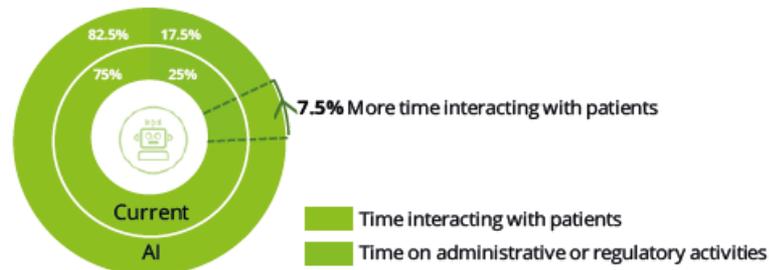
€16.4 – 20.4

billion in savings (including opportunity costs)



330.8 – 367.5

million hours freed up



ROBOTICA-Classificazione

Categories of Functionality

Advent Health

Assistive Guide (20)
Force surgeon compliance with plan

- Orthopedic
Knee, Hip, Spine
- Neuro

Programmable Automata (4)
Follow programmed plan

- Energy Therapy
- Hair Plugs



Surgeon Waldo (25)
Transfer and mirror surgeon movements

- Soft Tissue
Abdomen,
Thoracic, ENT

Motorized Laparoscopy (13)
Augmented hand tools

- Soft Tissue
Abdomen,
Thoracic, ENT

Covers 62 of 67, remaining are difficult to categorize

ROBOTICA

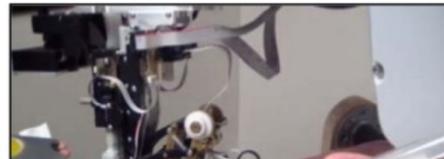
Categories of Functionality

Surgical Robots: Emerging Technologies

Programmable Automata

AdventHealth

- Accuray
- Restoration Robotics
- Veebot
- ACTIV Surgical

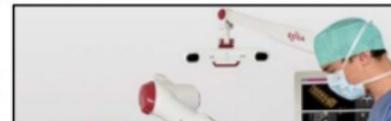
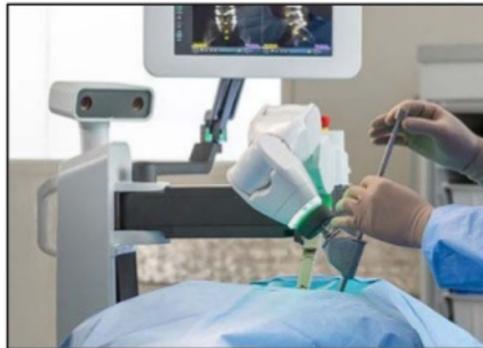


ROBOTICA

Categories of Functionality

Assistive Guide

- Medtronic/Mazor
- Stryker/Mako
- Zimmer/Medtech
- Globus
- THINK Surgical
- Smith & Nephew
- Tinavi
- OmniLife
- J&J/Orthotaxy
- AOT
- Monteris
- Elekta
- Renishaw
- Centauri
- BrainLab
- Varian
- Remebot
- Neocis



Advent Health

ROBOTICA

Categories of Functionality

Surgical Robots: Emerging Technologies

Motorized Laparoscopy

Advent Health

- EndoControl
- USMI
- Avatera
- TransEnterix/MST
- AKTORmed
- Human Xtensions
- XACT
- Perfint
- Freehand
- Endomaster
- Dexterite Surgical
- Synaptive



JAIMYTM
ADVANCE
BY ENDOCONTROL



ROBOTICA

Categories of Functionality

Surgical Robots: Emerging Technologies

Surgeon Waldo

AdventHealth

- Intuitive
- Transenterix
- Medrobotics
- Auris Health
- Stereotaxis
- Meere Co.
- Micro Hand S
- Corindus
- Robocath
- Catheter Precision
- EDAP TMS

- CMR Surgical
- Titan Medical
- Verb Surgical
- Medtronic
- Medicroid
- Memic Med
- Virtual Incision
- Preceyes
- Medineering



ROBOTICA

67 Companies

Hair

- Restoration Robotics

Spine

- Mazor
- Globus
- KB Medical
- Medtech

Transanal

- EDAP TMS
- Medrobotics
- NISI

General

- Kuka
- Microsure
- Medical Micro Inst
- Microbot Medical

Neuro

- Mazor
- Synaptive
- Medtech
- Monteris
- Elekta
- Renishaw
- Centauri
- BrainLab
- Varian
- IMRIS
- Remebot

Dental

- Neocis

Skin

- Avra

Heart

- Heartlander

Blood

- Veebot

Urethra

- Procept

Cardiac Cath

- Stereotaxis
- Corindus
- Robocath
- Catheter Precision

Eyes

- Cambridge Consult
- Preceyes

ENT

- Medrobotics
- Intuitive
- Medineering
- Galen Robotics
- iotaMotion

Lungs

- Intuitive
- Auris

Knee/Hip

- Stryker/Mako
- THINK Surgical
- Smith & Nephew
- Tinavi
- OmniLife
- Orthotaxy
- AOT

Abdomen

- Intuitive
- Transenterix
- Accuray
- CMR Surgical
- Titan Medical
- Meere Co.
- Micro Hand S
- Verb Surgical
- Medtronic
- Medicroid
- Virtual Incision
- Vicarious Surgical
- Memic Med

EndoControl

- USMI
- Avatera
- MST
- AKTORmed
- Human Xtensions
- ACTIV Surgical
- XACT
- Perfint
- Freehand
- Endomaster
- Dexterite Surgical

LinkedIn Robot-of-the-Day #ROTD

Cyberknife

Il Cyberknife è un dispositivo elettromedicale per radioterapia utilizzato per debellare forme tumorali. Il suo funzionamento si basa quindi sull'irradiamento (effettuato con Raggi X a elevata potenza) del paziente da diverse angolazioni per minimizzare i danni sui tessuti sani irradiati ottenendo comunque un fuoco ottimo sul *bersaglio*. La radioterapia è resa ottimale grazie al continuo monitoraggio della posizione del tumore con un sistema incrociato di Raggi X stereoscopici e led applicati sul torace del paziente. Tali led toracici permettono di seguire il tumore durante la respirazione del paziente e di arrestare automaticamente la somministrazione in caso di movimenti bruschi. Il monitoraggio a Raggi X serve, invece, per localizzare il tumore, mantenerlo monitorato, correggere la calibrazione respirazione-led e localizzare i tessuti *non-bersaglio* per poter fare un *therapy planning*.



Cyberknife

Il Cyber Knife è composto da : braccio robotico, acceleratore lineare, collimatore, lettino robotico, sistema imaging e sistema *Synchrony*. Il braccio robotico ha 6 gradi di libertà e 120 nodi principali (punti in cui il supporto robotico si può posizionare) in cui può assumere ben 12 direzioni diverse per ognuno di essi; si ha così un totale di 1440 orientazioni differenti con una ripetibilità di posizionamento inferiore a 0,12mm. Tutto ciò è molto utile per avere una maggiore conformazione possibile per il trattamento. Il Cyber Knife offre la possibilità di selezionare collimatori fissi che IRIS grazie ad un sistema robotico chiamato, **Xchange**, che cambia automaticamente il collimatore senza dover interrompere il trattamento. Il lettino è la parte del macchinario su cui il paziente viene posizionato durante tutto il trattamento. Esistono due versioni di quest'ultimo: uno con 6 gradi di libertà, l'altra con 5. Con questo viene assicurata un'accuratezza sub-millimetrica nel posizionamento permettendo al tecnico di apportare piccole correzioni (durante questa fase) dalla stazione di controllo.. Il sistema **Synchrony** è utilizzato per il monitoraggio del movimento respiratorio ed è formato da 3 camere installate su un braccio mobile in grado di visualizzare dei LED posti sul paziente. Dopodiché questo sistema è in grado di confrontare (grazie a *markers* esterni ed interni) il movimento esterno con quello del tumore; così siamo capaci di seguire il target in ogni posizione che assume durante tutto il trattamento.



Cyberknife

Ci sono varie indicazioni per il trattamento chirurgico con Cyber Knife. I trattamenti che prediligono l'utilizzo di questa terapia sono rappresentati dai tumori benigni e maligni del sistema nervoso centrale, tra i quali:

- Meningiomi
- Metastasi cerebrali
- Neurinomi
- Tumori primitivi dell'encefalo

Ovviamente non è utilizzato soltanto per patologie neurali (come nel caso del Gamma Knife) ma anche per lesioni in zone critiche, come ad esempio: midollo spinale, fegato, pancreas, polmoni e prostata.

Inoltre si può considerare come unica variante per quanto riguarda i pazienti trattati precedentemente con terapia standard per tumori primitivi che presentano recidiva.



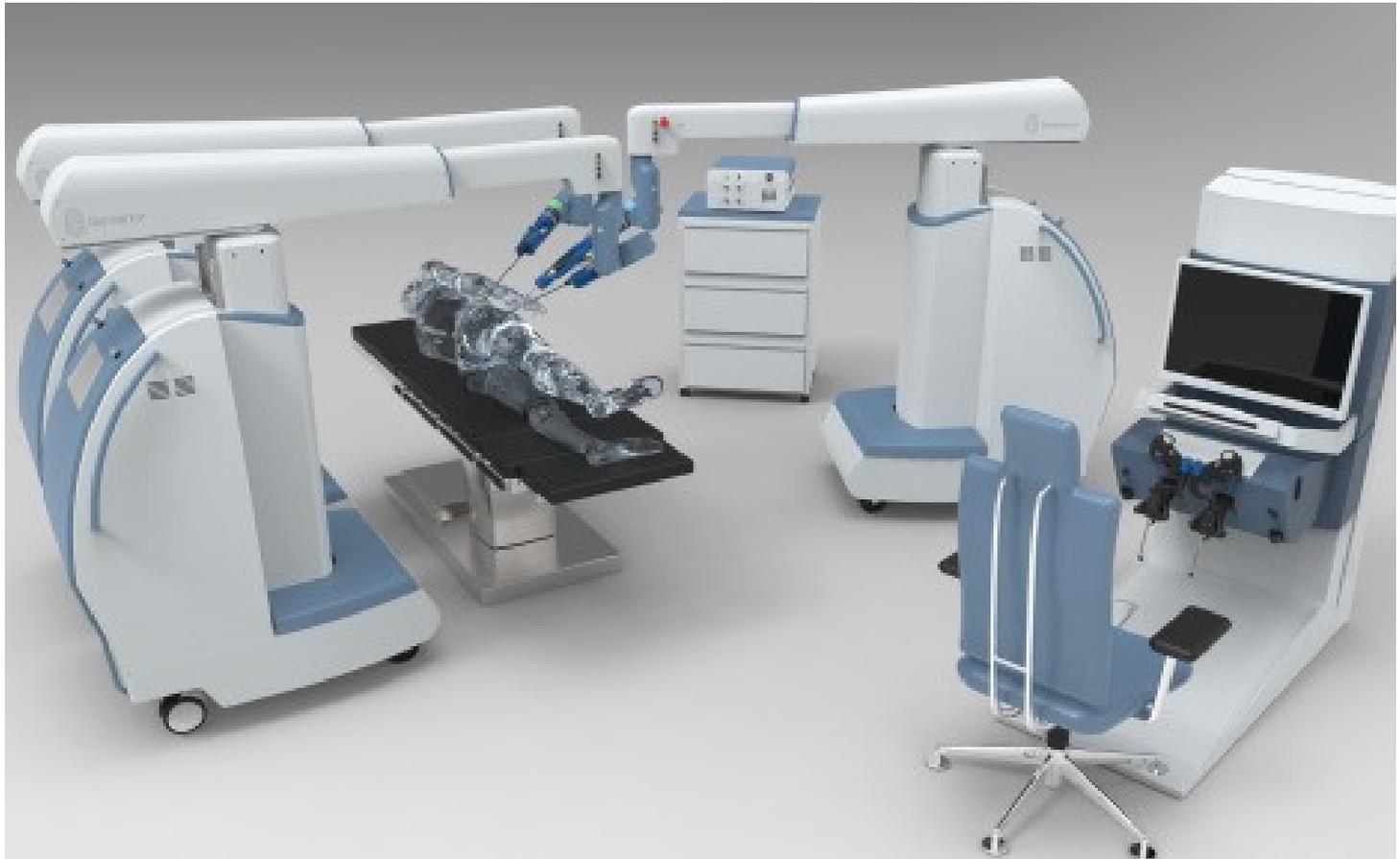
Mazor



Mazor particolare



Senhance robot



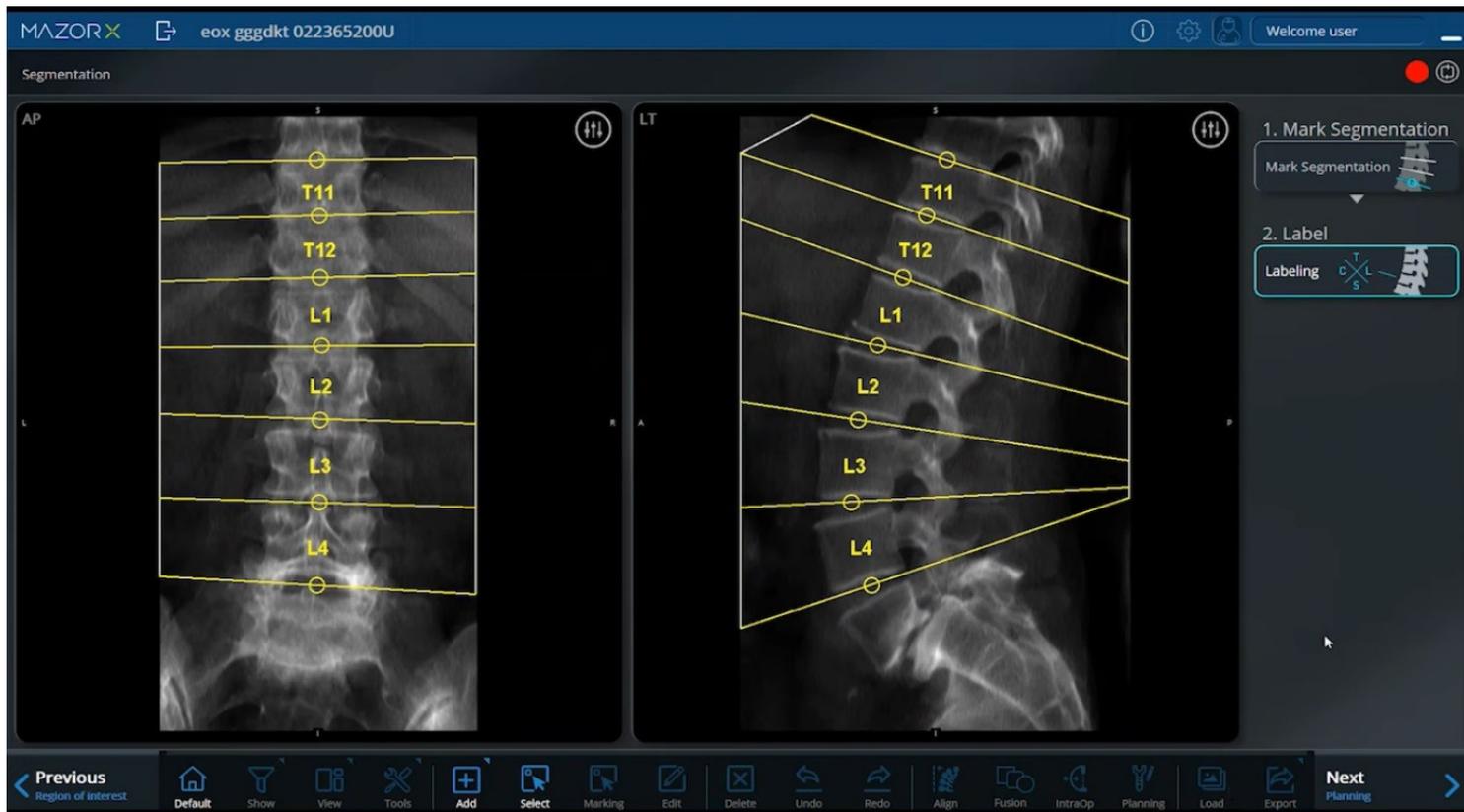
Da Vinci Robot



Mazor workflow 1



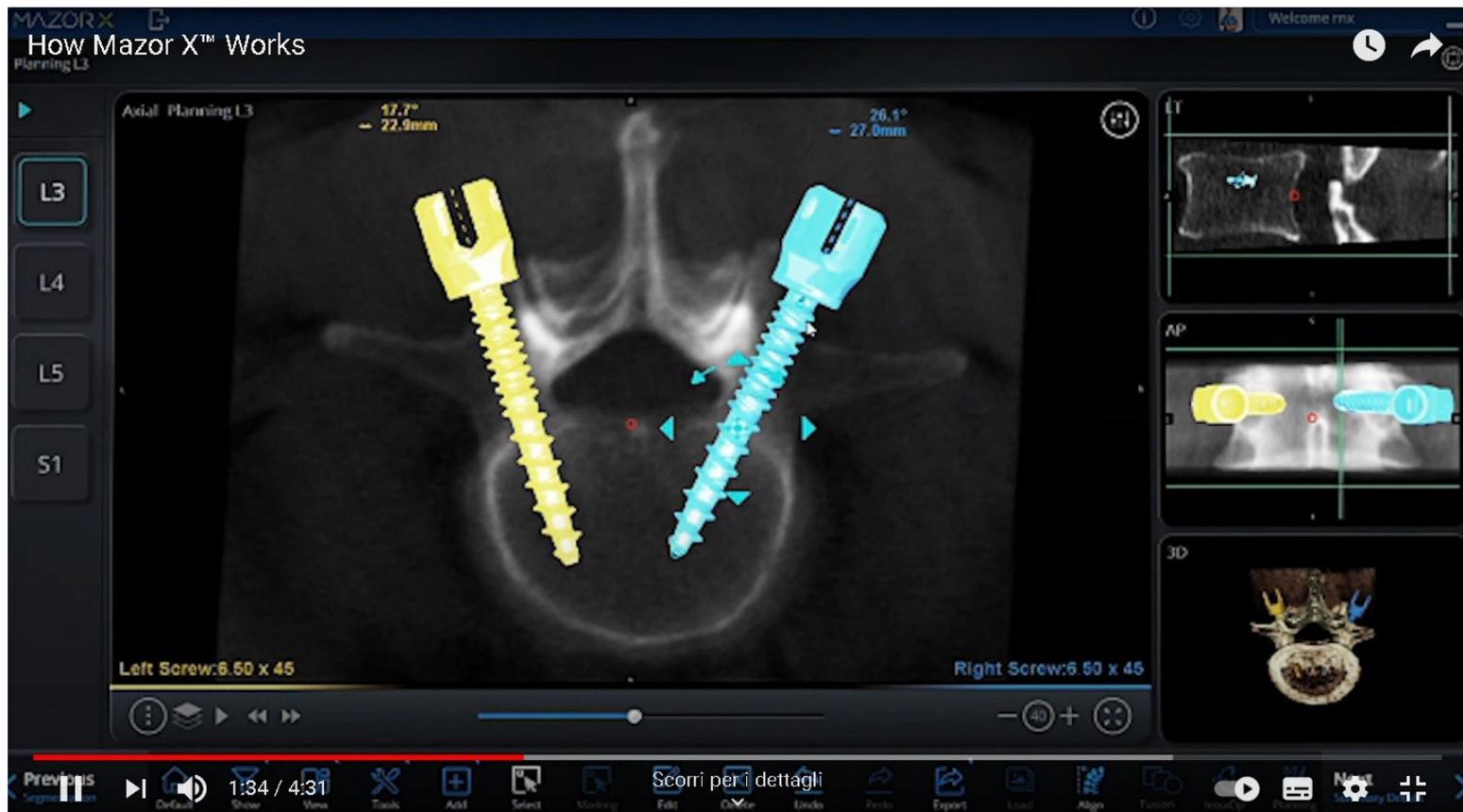
Mazor workflow 2



Mazor workflow 3



Mazor workflow 4



Mazor workflow 5

MAZOR X XAlign 53017 XALIGN-5-30-17 Align 09:49 AM

CT LT T10 T11 T12 L1 L2 L3 L4 S1 S2

Standing LT TK: 42.4° LL: 34.7° SVA: 37.7 mm SS: 26.6° PI: 61.3° PT: 24.7°

LL: 36.6° SPO/PSO_0: 11.0° SVA: 41.5 mm SS: 26.7° PI: 61.3° PT: 24.7°

PI-LL = 14.8 PI-LL = 16.6

Marking Classification Surgical Tools

Wedge Cage Rod

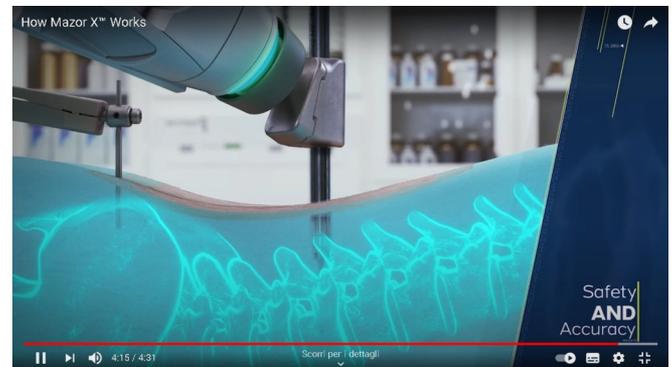
Wedge

Parameter	Angle	Distance (Cage)	Apply
SPO/PSO_0	11.0		<input type="checkbox"/>

Simulation [Icons] [Reset All]

Previous X Align pre-planning [Icons] Next Summary Details

Mazor workflow 6

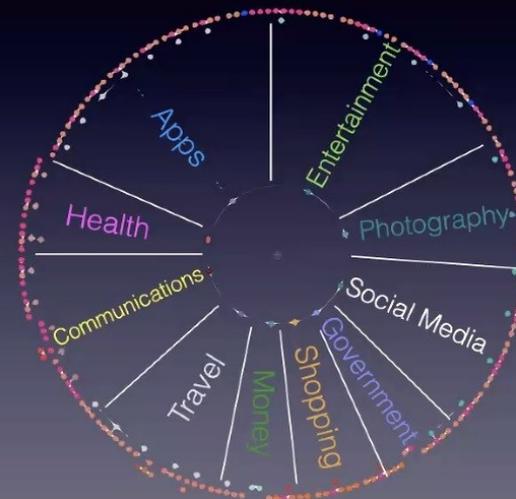


Digital Twin



Personal Digital Twin

- Una copia digitale di “me”
- Ne esistono già parecchie
... nel Cloud
 - > Amazon
 - > Facebook
 - > Google
 - > ... Telco!
 -



Il mio specchio digitale

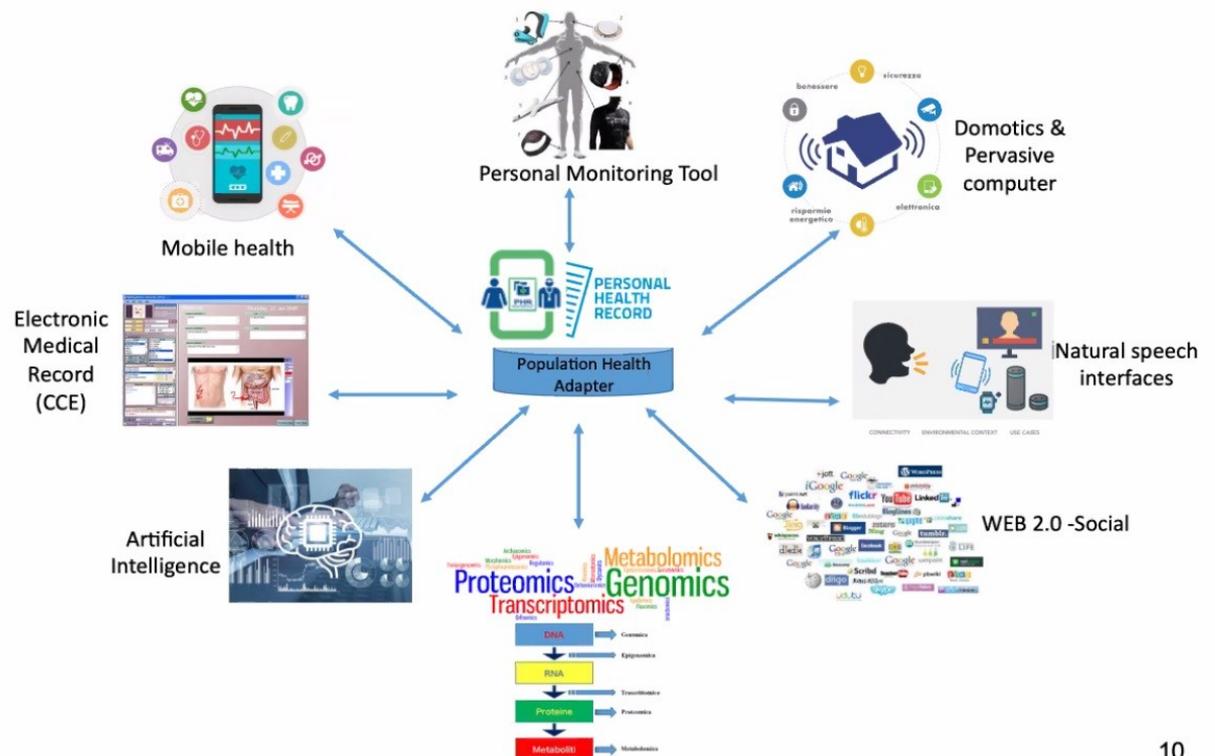
7 ottobre 2020

Digital Twin



Health Digital Transformation: Digital Twin HealthCare

ASSOCIAZIONE ITALIANA SISTEMI INFORMATIVI IN SANITÀ



LE BARRIERE

Potenziali barriere all'adozione dell'IA si possono dividere in:

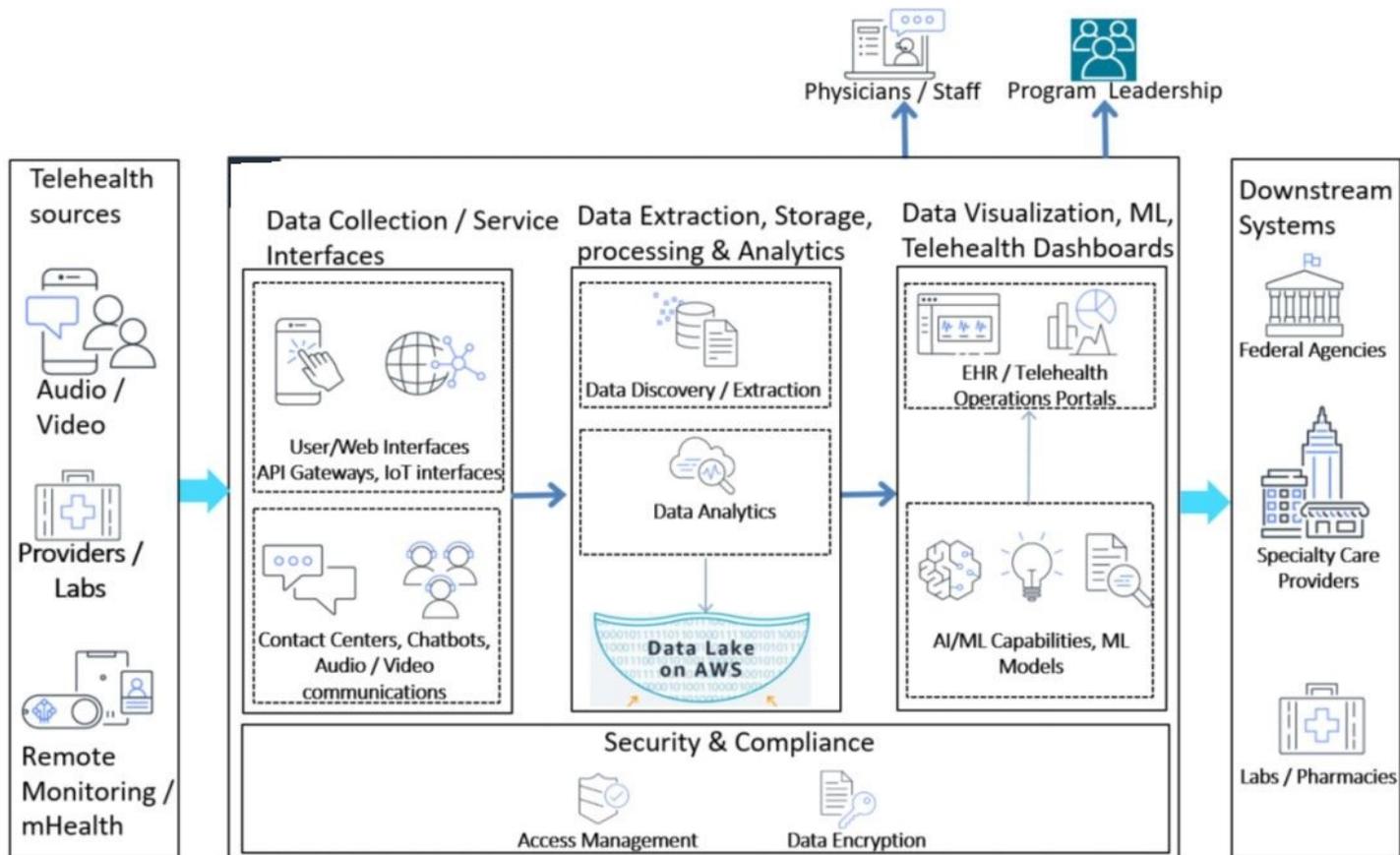
1. Data challenges
2. Barriere legali e regolatorie
3. Barriere organizzative e finanziarie
4. Barriere sociali

DATA CHALLENGES

Chiaramente l'AI si basa su buoni dati e quindi i problemi in questo campo sono:

1. Frammentazione e interoperabilità
2. Qualità
3. Privacy e protezione dei dati personali e sensibili
4. Cybersecurity

Architettura dei dati



Barriere legali e regolatorie

1. La tecnologia AI può essere soggetta a diversi quadri giuridici a seconda delle sue caratteristiche e utilizzo. L'AI nell'assistenza sanitaria è regolata principalmente dal nuovo Regolamento (Regolamento UE 2017/745). Questo perché i dispositivi medici sono spesso sviluppati utilizzando AI o hanno una componente AI. Altre normative rilevanti sono il regolamento generale sulla protezione dei dati (Regolamento UE 2016/679) e la Direttiva sulla responsabilità da prodotto (Direttiva 85/374 / CEE).
2. Sebbene gli attuali quadri legislativi funzionino adeguatamente, con il rapido progresso dell'innovazione, servirà maggiore chiarezza e sono necessarie guide alle regole. Servirà anche una Legislazione flessibile che consenta nuovi approcci per soddisfare i requisiti e che possa garantire certezza del diritto per le tecnologie future. L'industria dei medical device tecnologici ritiene che questo potrebbe promuovere innovazione e competitività, consentendo agli sviluppatori di navigare più facilmente nell'altamente regolamentato settore europeo della tecnologia medica. Le applicazioni di intelligenza artificiale non dovrebbero solo essere coerenti con la legge, ma devono inoltre aderire a principi etici e garantire che le loro implementazioni evitino danni non intenzionali. Questo è stato evidenziato nelle Linee guida etiche per un'IA affidabile, pubblicato dalla Commissione Europea nel 2019.

Barriere organizzative e finanziarie

1. La digitalizzazione e l'inclusione dell'IA nei sistemi sanitari europei richiederanno investimenti sostanziali in diversi settori.
2. **Infrastruttura.** Per trarre pieno vantaggio dall'intelligenza artificiale, alcuni ospedali e cliniche potrebbero dover aggiornare i loro sistemi IT per facilitare l'inclusione dell'IA negli attuali processi di erogazione delle cure.
3. **Adattamento alla digitalizzazione.** Mentre i sistemi sanitari si spostano verso un mondo più digitale, gli operatori sanitari devono farlo adattare ai loro percorsi clinici. Ciò imporrà un onere di implementazione prima che l'IA fornisca pienamente le sue efficienze. Naturalmente, le tecnologie di intelligenza artificiale saranno adottate più rapidamente se saranno efficienti in termini di costi.
4. **Tecnologie.** Le tecnologie di intelligenza artificiale hanno un costo. Gli attuali meccanismi di fissazione dei prezzi e di rimborso non sono necessariamente adatte a coprire l'uso e l'adozione di tecnologie AI, nonostante i vantaggi che portano. Alcuni centri di eccellenza stanno già conducendo studi costi-benefici per valutare il valore dell'introduzione dell'IA nei loro percorsi di cura. Ma questo non viene fatto in modo coerente in tutta Europa.
5. **Competenze e formazione.** L'introduzione di applicazioni AI rivoluzionerà i modelli operativi ospedalieri. L'operatore sanitario avrà bisogno di una formazione sull'uso di queste nuove tecnologie. Allo stesso tempo, è necessario creare nuovi profili professionali per la formazione e reclutare persone con il giusto mix di competenze IT e mediche.
6. **Passaggio dalla cura alla prevenzione.** L'intelligenza artificiale ha il potenziale per migliorare la prevenzione delle malattie e la diagnosi precoce. Questo richiede un cambiamento nel modo in cui è organizzata la fornitura di assistenza e nel modo in cui il carico di lavoro è distribuito tra le diverse cure discipline. L'intelligenza artificiale sarà difficile da inserire nei tradizionali modelli di finanziamento / rimborso. Di conseguenza, la più ampia adozione dell'IA nell'assistenza sanitaria richiederà nuovi approcci per il finanziamento, la valutazione e il rimborso delle tecnologie. Ciò garantirà un chiaro percorso verso il mercato per le innovazioni digitali e andranno sviluppati meccanismi premianti.

Barriere sociali

1. Insieme alle sfide organizzative e finanziarie, sarà necessario affrontare gli aspetti sociali dell'adozione dell'IA. Fiducia e spiegazione. La maggior parte degli utenti non ha competenza nella gestione dei dati e delle tecnologie digitali. A questo si aggiunge una mancanza di fiducia nella gestione e nell'utilizzo dei dati. È necessaria una formazione adeguata, nonché spiegazioni chiare e convincenti sugli approfondimenti generati dall'IA e sui loro vantaggi.
2. Governance. Un uso efficace dell'IA richiederà alle parti interessate a più livelli di cooperare e definire chiaramente le proprie ruoli e responsabilità. I partecipanti includono governi, professionisti sanitari, università e industria, così come la società a livello locale, nazionale ed europeo.
3. Empowerment del paziente. Servirà massimizzare il passaggio dalla cura alla prevenzione e l'adozione di nuove soluzioni digitali richiedono un cambiamento di mentalità e un livello più elevato di alfabetizzazione sanitaria digitale tra i cittadini, in particolare i pazienti. Sebbene l'adozione dell'IA nell'assistenza sanitaria europea dovrà affrontare delle sfide, queste possono essere mitigate concentrandosi su aree chiave. Includono l'affidabilità dell'IA, la gestione attenta dei dati, il renderlo utilizzabile per le applicazioni AI, la comunicazione dei vantaggi dell'IA, fornendo indicazioni sull'applicazione delle normative alle tecnologie AI e, infine, finanziando la loro adozione.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

BIBLIOGRAFIA

1) Introduction to the Special Section: Convergence of Automation Technology, Biomedical Engineering, and Health Informatics Toward the Healthcare 4.0

January 2018 IEEE Reviews in Biomedical Engineering 11:249-259 Follow journal

DOI: 10.1109/RBME.2018.2848518

Zhibo Pang Geng Yang Geng Yang Ridha Khédri Ridha Khédri Yuan-Ting Zhang

2) Healthcare 4.0: A review of frontiers in digital health

Prem Prakash Jayaraman Abdur Rahim Mohammad Forkan Ahsan Morshed Pari Delir Haghighi Yong-Bin Kang

First published: 25 December 2019

3) Deloitte The socio-economic impact of AI in healthcare October 2020

Medtech Europe