Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU
Ministero dell'Università e della Ricerca
Italiadomani PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
ICSC Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

REPORT

SALUTE

Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo

Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data and Quantum Computing

Osserv-azioni sulla...

PREVENZIONE DIGITALE

Tendenze e applicazioni del Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing

Ottobre 2024



Indice

Indice 2

Introduzione 3

Lo stato dell'arte 4

I big data nella prevenzione digitale 6

Le tecnologie quantistiche nella prevenzione digitale 10

Prevenzione, big data e supercalcolo: quali casi d'uso? 11

- Helixafe: un modello di prevenzione attiva contro i tumori 12
- Un database di Digital Twin per migliorare il trattamento del morbo di Parkinson 13
- AD-RIDDLE: Implementazione, diffusione e validazione nel mondo reale di strumenti di diagnosi precoce e di miglioramento dello stile di vita 14

Esperienze e casi d'uso del Progetto DARE: Digital Lifelong Prevention 15

- Monitorare l'osteoporosi: un gemello digitale per valutare il rischio di fratture da fragilità ossea 17
- Individuazione precoce delle complicanze del piede diabetico: un approccio biomeccanico 18
- Rivoluzionare la prevenzione del cancro con le nuove tecnologie 19
- Prevedere l'osteoartrite e il fallimento delle protesi articolari 20

Prevenzione digitale nel Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing 21

- Datalake e Intelligenza Artificiale per la prevenzione data-driven delle malattie neurodegenerative 22

Scenari e prospettive future per la prevenzione digitale 23

- Trend tecnologici chiave 23
  - Edge Computing 23
  - Big Data Analytics 24
  - Cloud Computing 24
  - High-Performance Computing 24
  - Intelligenza Artificiale 24
- Andamenti di mercato 25
  - Segmenti di mercato relativamente ai tipi di prevenzione 25

Bibliografia 29

Introduzione

La prevenzione digitale rappresenta un approccio innovativo e proattivo nella gestione della salute, sfruttando le tecnologie digitali per ridurre l'incidenza delle malattie e migliorare il benessere generale della popolazione. In un contesto caratterizzato dall'aumento delle malattie croniche, dall'invecchiamento della popolazione e dalla crescente necessità di ottimizzare le risorse sanitarie, la prevenzione assume un ruolo cruciale. La digitalizzazione offre strumenti e strategie che possono amplificare l'efficacia degli interventi preventivi.

Le piattaforme di telemedicina, le app per la salute e i dispositivi indossabili consentono di monitorare e gestire la salute in modo continuo, offrendo dati preziosi sia ai pazienti che ai professionisti della salute. Grazie a questi strumenti, è possibile identificare tempestivamente fattori di rischio, promuovere stili di vita sani e fornire interventi personalizzati, contribuendo a un approccio più integrato e centrato sul paziente.

Inoltre, l'analisi dei Big Data e delle informazioni provenienti da diverse fonti, come cartelle cliniche elettroniche, social media e ricerche epidemiologiche, permette di identificare tendenze e modelli comportamentali, facilitando la pianificazione di campagne di prevenzione mirate e l'allocazione efficace delle risorse.

Tuttavia nonostante le potenzialità offerte dalla prevenzione sanitaria digitale, emergono anche sfide significative, tra cui la protezione dei dati personali, l'accesso equo alle tecnologie e la necessità di garantire l'efficacia delle strategie adottate. L'integrazione di tecnologie emergenti, come quelle quantistiche, promette di affrontare alcune di queste sfide, aprendo nuove strade per migliorare la salute pubblica e promuovere una cultura della prevenzione.



Eleonora Barelli
Eleonora.barelli@ifabfoundation.org



Eleonora Ocello
Eleonora.ocello@ifabfoundation.org



Ethel Gallo
Ethel.gallo@ifabfoundation.org



Ilaria Olivieri
Ilaria.olivieri@bi-rex.it

Si ringraziano per i contributi il prof. Marco Viceconti e il dott. Alessandro Chiarini.

Lo stato dell'arte

Dire che prevenire è meglio che curare è quasi banale nella sua ovvietà. La prevenzione delle malattie sta assumendo un ruolo sempre più importante nei paesi industrializzati. Un efficace azione di prevenzione può ridurre il numero di anni in cui si vive malati (Years Lived with Disability, YLD), migliorando quindi la qualità della vita. Ma soprattutto, è la chiave per un invecchiamento attivo (active andd healthy ageing), obiettivo essenziale per contenere i costi della spesa sanitaria in paesi che come il nostro stanno attraversando un forte invecchiamento della popolazione.

Ci sono tre tipi di prevenzione, raffigurati in Figura 1: prevenzione terziaria, volta a ridurre l'impatto di una malattia già in corso; prevenzione secondaria, che cerca di identificare e trattare le malattie nelle loro fasi iniziali; e la prevenzione primaria, che intende prevenire l'insorgenza di malattie.

In un paese che invecchia, come l'Italia, sono tutti e tre equamente importanti. Ad esempio, il numero di donne che vive negli USA con un tumore al seno metastatico per cinque o più anni è aumentato significativamente negli ultimi 20 anni (Mariotto, A. B., et al. (2020). "Estimation of the Number of Women Living with Metastatic Breast Cancer in the United States." Journal of the National Cancer Institute, 112(9), 1005–1013.). Quindi è ugualmente importante prevenire le malattie, ma anche assicurare una buona qualità della vita residua al crescente numero di malati cronici.



Figura 1. Tre tipologie di prevenzione, da sinistra a destra: primaria, secondaria e terziaria. Credits: Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo (illustrazione realizzata con il supporto di strumenti di IA generativa)

La prevenzione delle malattie ha due grossi difficoltà, che oggi ne limitano l'utilità: è difficile identificare i soggetti a rischio di certe malattie, e quando questi sono identificati il costo delle azioni di prevenzione è molto elevato. I due problemi sono collegati: se io posso identificare solo l'età come fattore di rischio del cancro al colon, dovrò far fare un test periodicamente a tutti i cittadini sopra una certa età, con costi importanti. Se conoscessimo un secondo fattore di rischio, il numero di persone che deve fare il test ogni anno calerebbe.

Per questi motivi, la prevenzione del futuro sarà inevitabilmente digitale. Lo sviluppo di **sensori** impiantabili, indossabili, e ambientali ci consente di quantificare con costi molto bassi informazioni importanti per monitorare lo stato di salute individuale dei cittadini nella loro vita quotidiana. Tecniche avanzate di **informatica medica** ci consentono di elaborare enormi volumi di dati sanitari sensibili nel rispetto delle leggi sulla privacy, con una sicurezza informatica altissima. Le tecniche di **medicina in silico**, prima fra tutte quelle di **intelligenza artificiale** ci consento di utilizzare le straordinarie potenze di calcolo oggi a disposizione per trasformare questi grandi volumi di dati in accurati predittori di rischio per selezionare i cittadini a cui serve un'azione specifica di prevenzione. Tutto questo diventa utile quando queste innovazioni posso essere portate nella pratica clinica: questa **traslazione clinica** richiede evidenze cliniche di efficacia, certificazioni di sicurezza, costi contenuti, e semplicità d'uso per i cittadini e per gli operatori sanitari.

La prevenzione digitale è una grande sfida fatta di innovazioni tecnologiche, soluzioni ai problemi etico-legali, modelli organizzativi efficienti, costi ridotti, e oggettive evidenze di positivo impatto socioeconomico.

I big data nella prevenzione digitale

Negli ultimi anni, l'adozione dei Big Data nella sanità ha trasformato il modo in cui i professionisti della salute gestiscono la prevenzione delle malattie. Con l'aumento dei dati generati da fonti quali cartelle cliniche elettroniche, dispositivi indossabili e social media, le tecnologie dei Big Data offrono strumenti potenti per analizzare, prevedere e migliorare la salute pubblica.

I Big Data hanno assunto un ruolo fondamentale nella prevenzione sanitaria digitale, soprattutto dopo la pandemia COVID-19. Infatti questi dati possono essere utilizzati per monitorare la diffusione delle malattie, analizzare i comportamenti della popolazione e migliorare le risposte sanitarie.

Uno studio della Harvard Business Review sottolinea che i "i big data possono migliorare la salute pubblica attraverso l'analisi predittiva, consentendo una risposta tempestiva a epidemie e malattie infettive" (John Glaser, et al. (2020)). Questo approccio consente ai professionisti della salute di identificare i focolai emergenti e attuare misure preventive efficaci.

Inoltre, la tecnologia dei big data permette di personalizzare i trattamenti. Secondo un rapporto della McKinsey & Company, "l'analisi dei dati sanitari può portare a interventi più mirati e a una gestione delle malattie croniche più efficienti" (R. Barlett, et al. McKinsey, 2021).

Come già accennato, l'avvento dei Big Data ha segnato un punto di svolta nel settore sanitario, aprendo la strada a una rivoluzione nella prevenzione digitale. Questa sezione si propone di esplorare in dettaglio lo stato dell'arte dell'impiego dei Big Data in questo ambito, con un focus particolare sulle sinergie con tecnologie emergenti come l'Intelligenza Artificiale (AI) e i Large Language Models (LLM).

Nel panorama sanitario odierno, i Big Data si presentano come un flusso incessante e variegato di informazioni provenienti da una molteplicità di fonti:

- **Cartelle Cliniche Elettroniche (EMR):** archivi digitali che custodiscono dati anagrafici, anamnesi, diagnosi, terapie e prognosi dei pazienti. Immaginiamo un sistema in grado di analizzare milioni di cartelle cliniche per identificare trend e correlazioni tra patologie, terapie e out come clinici.
- **Dispositivi Wearable e Sensori Biometrici:** tecnologie indossabili e impiantabili che monitorano costantemente parametri fisiologici come frequenza cardiaca, pressione arteriosa, attività fisica, qualità del sonno e livelli di glucosio nel sangue. Questi dati, aggregati e analizzati, offrono un quadro dettagliato dello stato di salute individuale.
- **Social Media e Piattaforme Online:** fonti non convenzionali ma ricche di informazioni su comportamenti, stili di vita, percezioni individuali e collettive in relazione alla salute. L'analisi del sentiment sui social media,

ad esempio, può fornire indicazioni preziose sulle preoccupazioni e le esigenze della popolazione in ambito sanitario.

- **Dati Genomici:** informazioni sul patrimonio genetico individuale, ottenute tramite sequenziamento del DNA, che rivelano la predisposizione a specifiche patologie. L'integrazione dei dati genomici con altri dati sanitari apre la strada alla medicina personalizzata e predittiva.
- **Database di Ricerca:** dati provenienti da studi clinici randomizzati, studi osservazionali, sperimentazioni di laboratorio e biobanche. L'accesso a questi dati consente di condurre meta-analisi e studi di coorte su larga scala, accelerando la ricerca e l'innovazione.
- **Variabili Ambientali:** dati relativi alla qualità dell'aria, dell'acqua, all'esposizione a inquinanti ambientali, alle condizioni socio-economiche e ad altri fattori che possono influenzare la salute. Questi dati, integrati con i dati sanitari individuali, consentono di valutare l'impatto dell'ambiente sulla salute e di sviluppare interventi di prevenzione mirati.

La gestione di questa mole di dati eterogenei richiede l'implementazione di infrastrutture informatiche all'avanguardia, come Data Lake e Data Warehouse, in grado di garantire l'archiviazione sicura, l'integrazione efficiente e l'analisi scalabile delle informazioni. L'obiettivo è trasformare i dati grezzi in *insight* significativi e *actionable*, che possano guidare decisioni informate e migliorare la salute pubblica.

L'AI e gli LLM sono tecnologie abilitanti che amplificano il potenziale dei Big Data in ambito sanitario. L'AI, con le sue capacità di *machine learning* e *deep learning*, consente di:

- **Identificare pattern e correlazioni complesse:** ad esempio, individuare relazioni non evidenti tra fattori di rischio genetici, ambientali e comportamentali e l'insorgenza di patologie croniche come il diabete, le malattie cardiovascolari e il cancro.
- **Sviluppare modelli predittivi:** prevedere la probabilità di sviluppare una malattia in base alle caratteristiche individuali, al profilo di rischio e all'esposizione a determinati fattori. Questi modelli possono supportare la diagnosi precoce e la personalizzazione degli interventi preventivi.
- **Automatizzare l'analisi di immagini mediche:** supportare i radiologi nell'interpretazione di radiografie, TAC, risonanze magnetiche e mammografie, identificando anomalie e lesioni sospette con elevata accuratezza.
- **Analizzare dati provenienti da dispositivi wearable:** identificare anomalie nei parametri fisiologici monitorati, segnalando potenziali problemi di salute e consentendo interventi tempestivi.

Gli LLM, grazie alla loro capacità di elaborare il linguaggio naturale, possono:

- **Estrarre informazioni da testi medici e report scientifici:** analizzare cartelle cliniche, pubblicazioni scientifiche, linee guida cliniche e altre fonti

di dati testuali per estrarre informazioni rilevanti per la prevenzione e la cura delle malattie.

- **Facilitare l'interazione uomo-macchina:** migliorare l'accessibilità e l'usabilità dei sistemi di prevenzione digitale, consentendo agli utenti di interagire con le piattaforme tramite linguaggio naturale.
- **Generare report e documentazione medica:** automatizzare la produzione di referti medici, lettere di dimissioni e altri documenti, liberando tempo prezioso per i medici.

L'impiego dei Big Data, in sinergia con AI e LLM, sta già producendo risultati tangibili nella prevenzione sanitaria:

- **Identificazione dei Fattori di Rischio:** l'analisi predittiva basata su Big Data consente di individuare individui a elevato rischio di sviluppare patologie come il diabete di tipo 2, le malattie cardiovascolari o il cancro al seno. Questo permette di implementare programmi di screening, counseling e supporto mirati alle esigenze specifiche di ciascun individuo.
- **Stratificazione del Rischio e Medicina di Precisione:** la segmentazione della popolazione in base al rischio individuale apre la strada alla medicina di precisione, dove gli interventi preventivi sono personalizzati in base alle caratteristiche genetiche, allo stile di vita e all'ambiente di ciascun individuo.
- **Promozione di Stili di Vita Salutari:** l'analisi dei dati provenienti da dispositivi wearable e app mobili fornisce feedback personalizzati su attività fisica, regime alimentare, qualità del sonno e altri aspetti dello stile di vita, incentivando l'adozione di comportamenti salutari e la prevenzione di patologie croniche.
- **Sorveglianza Epidemiologica:** il monitoraggio in tempo reale dei Big Data, inclusi dati di mobilità, trend di ricerca online e segnalazioni di sintomi sui social media, contribuisce a identificare e tracciare focolai epidemici, consentendo interventi tempestivi di sanità pubblica per contenere la diffusione delle malattie infettive.
- **Ricerca e Sviluppo:** l'analisi di Big Data, inclusi dati genomici, risultati di trial clinici e dati di farmacovigilanza, accelera lo sviluppo di farmaci e vaccini, identificando potenziali bersagli terapeutici, valutando l'efficacia e la sicurezza dei trattamenti e monitorando gli effetti collaterali.

L'implementazione dei Big Data nella prevenzione sanitaria solleva importanti sfide etiche e tecnologiche:

- **Privacy e Sicurezza:** la protezione dei dati sensibili dei pazienti è un imperativo categorico. È necessario adottare misure di sicurezza rigorose, come la crittografia dei dati e l'autenticazione a più fattori, per prevenire accessi non autorizzati e garantire la conformità alle normative sulla privacy, come il GDPR.

- **Interoperabilità:** l'integrazione di dati provenienti da diverse fonti richiede l'adozione di standard e protocolli condivisi per garantire la compatibilità e lo scambio di informazioni tra sistemi informativi eterogenei.
- **Qualità dei Dati:** l'accuratezza e l'affidabilità delle analisi dipendono dalla qualità dei dati. È necessario implementare processi di validazione e controllo qualità per garantire la completezza, la coerenza e l'accuratezza dei dati, riducendo al minimo errori e distorsioni.
- **Formazione:** è indispensabile formare il personale sanitario all'utilizzo degli strumenti di analisi dei Big Data, all'interpretazione dei risultati e alle implicazioni etiche dell'utilizzo di queste tecnologie.
- **Bias Algoritmico:** è fondamentale garantire che gli algoritmi di AI utilizzati nell'analisi dei Big Data siano privi di bias che possano discriminare o svantaggiare determinati gruppi di pazienti e rispettare le normative del recente AI Act.
- **Equità e Accesso:** l'implementazione dei Big Data nella prevenzione sanitaria deve garantire l'equità nell'accesso alle cure e ai servizi sanitari, evitando di creare disparità o escludere determinate fasce della popolazione.

I Big Data e le tecnologie collegate, come sottolineato da C. Silcox (C. Silcox et al., 2024) offrono opportunità significative per migliorare la prevenzione sanitaria, consentendo approcci più mirati e informati alla salute pubblica. Tuttavia, è essenziale affrontare le sfide legate alla privacy, alla qualità dei dati e dei costi. Un approccio equilibrato e integrato, che consideri i diritti dei pazienti e l'efficacia delle misure preventive, sarà cruciale per il successo delle iniziative future nel campo della prevenzione sanitaria digitale.

Le tecnologie quantistiche nella prevenzione digitale

Le tecnologie quantistiche stanno emergendo come un'area di ricerca innovativa, promettendo di trasformare diversi settori, compresa la sanità. Utilizzando i principi della meccanica quantistica, queste tecnologie possono migliorare significativamente l'analisi dei dati, la diagnostica e i metodi di prevenzione nelle cure sanitarie.

Il quantum computing, pur trovandosi in una fase iniziale di sviluppo, promette di rivoluzionare la prevenzione sanitaria digitale. La sua capacità di sfruttare i principi della meccanica quantistica per elaborare calcoli complessi in parallelo apre a scenari finora inesplorati.

Scoperta e sviluppo di farmaci: La simulazione accurata delle interazioni molecolari potrebbe accelerare drasticamente l'identificazione di nuovi farmaci e ridurre la dipendenza da trial clinici costosi e di lunga durata.

Modellazione in silico: La creazione di modelli virtuali di organi e tessuti umani consentirebbe di condurre sperimentazioni cliniche virtuali, personalizzando gli interventi in base alle caratteristiche individuali e predicendo l'efficacia e la sicurezza delle terapie.

Analisi genomica: L'analisi accelerata del genoma umano potrebbe portare a una maggiore comprensione delle predisposizioni genetiche alle malattie e allo sviluppo di terapie geniche mirate.

Monitoraggio e gestione della salute: L'integrazione con l'Internet of Medical Things (IoMT) consentirebbe l'analisi in tempo reale dei dati provenienti da dispositivi indossabili e sensori biometrici, permettendo di identificare precocemente segnali di allarme e intervenire tempestivamente.

Sicurezza dei dati: Il quantum computing offre la possibilità di sviluppare sistemi di crittografia a prova di intrusione per proteggere le informazioni sensibili dei pazienti.

Nonostante le potenzialità, è necessario un approccio pragmatico. La costruzione di computer quantistici su larga scala è una sfida tecnologica significativa e la maggior parte delle applicazioni sono in fase di ricerca. Inoltre, la complessità del quantum computing richiede lo sviluppo di nuove competenze e algoritmi specifici.

Il quantum computing rappresenta una frontiera promettente per la prevenzione sanitaria digitale. Investire nella ricerca e sviluppo di questa tecnologia potrebbe portare a progressi significativi nella lotta contro le malattie e nel miglioramento della salute globale. Tuttavia, è fondamentale affrontare le sfide tecnologiche e formare professionisti in grado di sfruttare appieno le potenzialità di questa nuova era dell'informatica.

Prevenzione, big data e supercalcolo: quali casi d'uso?

Per comprendere meglio come le innovazioni tecnologiche stanno influenzando il settore della prevenzione digitale, abbiamo diffuso un questionario tra professionisti del settore, ricercatori e organizzazioni, per raccogliere progetti e use cases nel settore.

I casi d'uso raccolti andranno a illustrare quali sono le innovazioni nel campo dei nuovi materiali, come questi si stiano evolvendo grazie alle nuove tecnologie, e in definitiva quale sono le progettualità che si stanno realizzando e stanno cambiando il modo di pensare alla prevenzione.

Nella descrizione dei casi, utilizzeremo un sistema di icone per indicare:


abstract del progetto;


benefici attesi e/o obiettivi del progetto;


tecnologia, se presente, utilizzata nel progetto.

Per condividere nuovi casi d'uso, si può compilare il form al seguente link: https://forms.office.com/e/6ZNCp04rUW .

Helixafe: un modello di prevenzione attiva contro i tumori

Il protocollo Helixafe si propone di cambiare radicalmente il punto di vista sull'approccio ai tumori: dalla centralità sulle terapie si passa all'individuazione di Cancer Drivers, condizioni fisiopatologiche che determinano lo sviluppo dei tumori. La cancerogenesi dura anni e, individuando le condizioni predisponenti, queste possono essere intercettate e modificate in modo da arrestare o rallentare il processo.

L'obiettivo del protocollo è di monitorare con test non invasivi le condizioni di salute di soggetti sani in modo da individuare segnali di possibile cancerogenesi appena questi si presentano. L'instabilità genomica è il principale tra i cancer drivers e viene monitorato attraverso il sequenziamento del Dna lubero circolante. Allo stesso tempo, il progetto permette di misurare anche la situazione infiammatoria e il microbioma. Questa molteplicità di dati permette di avere un quadro clinico completo e adatto a valutare i rischi.

Helixafe permette di valutare il rischio di tumori sulla base di parametri oggettivi analizzabili mediante tecniche di sequenziamento del DNA, tra cui il Next Generation Sequencing. L'algoritmo, brevettato da Bioscience, permette di individuare le alterazioni genetiche che precedono lo sviluppo del cancro in individui sani e asintomatici.

HELIXAFE®

https://bioinst.com/en/solid-tumor-prevention/

Un database di Digital Twin per migliorare il trattamento del morbo di Parkinson

La medicina di precisione si sta estendendo al trattamento del Parkinson attraverso la fenotipizzazione, la genetica e l'utilizzo di altri dati omici. Questo approccio genera grandi insiemi di dati, che richiedono un database specifico per identificare i sottogruppi di pazienti che rispondono meglio a trattamenti specifici. Poiché i dati originali sono spesso difficili da ottenere, verrà utilizzato un approccio Digital Twin per generare grandi serie di "pazienti digitali" sintetici che assomigliano statisticamente ai pazienti reali.

L'obiettivo di questo progetto è generare "prove preliminari" su come la medicina di precisione possa essere utile per identificare i pazienti che possono trarre beneficio da terapie specifiche, generando un impatto sulla comunità medico-scientifica per impegnarsi in database più ampi e studi prospettici.

Il progetto offre un approccio personalizzato al trattamento dei pazienti, utilizzando la data-omics per creare modelli sintetici o Digital Twins. Questo non solo migliora l'efficacia del trattamento, ma protegge anche la privacy del paziente. In linea con le iniziative globali per la condivisione sicura dei dati, il progetto supera i limiti dell'anonimizzazione tradizionale, bilanciando la privacy con l'utilità dei dati. Promuove l'accesso democratico alle informazioni, riduce i pregiudizi nei dati e stimola l'innovazione in vari settori, influenzando potenzialmente le politiche sulla privacy e la condivisione dei dati a livello globale.

Il progetto utilizza un database sintetico di gemelli digitali ottenuto da dati di dominio pubblico (ad esempio, profilo clinico, biomarcatori, genetica) integrato con nuovi strumenti diagnostici per il morbo di Parkinson (ad esempio, sintomi gastrointestinali, microbioma intestinale e patologia in vitro su neuroni derivati da iPSC) ottenuti da un piccolo studio prospettico progettato per esplorare gli aspetti pratici della raccolta dei dati.

bip.

aindo

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

https://www.ifabfoundation.org/it/project/digital-twin-simulations-and-precision-medicine-for-foster-better-understanding-and-management-of-parkinson-disease/

AD-RIDDLE: Implementazione, diffusione e validazione nel mondo reale di strumenti di diagnosi precoce e di miglioramento dello stile di vita

L'obiettivo del progetto AD-RIDDLE è rivoluzionare il modo in cui la malattia di Alzheimer viene individuata, diagnosticata, prevenuta e trattata. A tal fine, fornirà una "piattaforma di strumenti" di risorse convalidate e destinate a pazienti, assistenti e operatori sanitari. Questa piattaforma è stata progettata per essere modulare e personalizzabile, consentendo ai sistemi sanitari e agli operatori sanitari di adattare gli strumenti componenti alle esigenze specifiche dei diversi contesti e delle diverse pratiche.

La piattaforma offrirà un portale digitale di coinvolgimento della comunità che comprenderà strumenti di valutazione autoguidati per le persone a rischio di sviluppare malattie neurodegenerative, nonché percorsi per il rinvio ai servizi sanitari appropriati e risorse facilmente utilizzabili.

La piattaforma comprenderà anche una serie di strumenti di screening e di diagnosi per aiutare a identificare le persone a rischio di sviluppare l'Alzheimer e a diagnosticare quelle che ne sono già affette. Questi strumenti comprenderanno sia test di biomarcatori basati sul sangue sia valutazioni cognitive digitali. Gli operatori sanitari avranno inoltre accesso a un kit di supporto decisionale, alimentato da algoritmi, per assistere nella diagnosi, nella prevenzione e nella gestione della malattia di Alzheimer. Infine, la piattaforma contribuirà a garantire che i pazienti beneficino di terapie personalizzate, tra cui interventi sullo stile di vita e farmaci.

innovative health initiative

https://www.ihi.europa.eu/projects-results/project-factsheets/ad-riddle

Esperienze e casi d'uso del Progetto DARE: Digital Lifelong Prevention

La Fondazione DARE, fondata nel 2022, è un catalizzatore di innovazione al cuore della rivoluzione digitale sanitaria italiana. Venti enti, tra cui prestigiose università, ospedali di ricerca, aziende sanitarie e enti privati contribuiscono all'avanzamento tecnologico nel settore sanitario. Il progetto DARE è finanziato dal MUR nell'ambito del Piano Nazionale per gli investimenti Complementari al PNRR.

Nello specifico, la Fondazione vuole promuovere un cambiamento di paradigma nella cultura sanitaria, dando priorità alla prevenzione e alla medicina di comunità. Le nuove tecnologie riescono a migliorare significativamente la velocità e l'accuratezza della prevenzione sanitaria.

DARE vuole essere il centro di riferimento nazionale per le tecnologie digitali per la prevenzione, dando centralità al sistema nazione a livello internazionale. Per perseguire questo obiettivo, il progetto mira a favorire la collaborazione tra assistenza sanitaria, accademia, industria e policymaker, promuovendo in ultima battuta un cambiamento culturale e sociale orientato all'adozione della prevenzione digitale.

Nell'ambito del progetto DARE si sono susseguite diverse esperienze, qui raccolte sotto forma di caso d'uso per fornire una prospettiva a tutto tondo delle potenzialità dell'utilizzo delle nuove tecnologie in ambito prevenzione, dando esempi concreti delle applicazioni e dei loro benefici.

DARE
DIGITAL LIFELONG PREVENTION

https://www.fondazionedare.it/

Comprendere e prevenire le cadute negli anziani: Un nuovo approccio

Le cadute sono un problema significativo per la popolazione anziana, spesso causa di gravi lesioni e di un declino della qualità della vita. Comprendendo il legame tra potenza muscolare, forza e controllo motorio, è possibile sviluppare un quadro completo per valutare più accuratamente il rischio di caduta.

L'innovativo progetto, condotto dall'Istituto Ortopedico Rizzoli, mira a cambiare il modo in cui si identificano le persone ad alto rischio di caduta. Identificando gli anziani a rischio, si possono proporre loro approcci di prevenzione delle cadute per ridurre significativamente il rischio di lesioni legate alle cadute.

Quando si affronta il tema della previsione del rischio di caduta negli anziani, spesso si considera la sola forza muscolare, ma spesso bisogna allargare la ricerca alla degradazione del potere muscolare e al controllo motorio.

L'obiettivo del progetto è definire una serie di misure per identificare meglio gli anziani a rischio. Concentrandosi sulla potenza muscolare (misurata con test dinamometrici e dinamici isometrici e isocinetici) e sui deficit di controllo motorio (stimati utilizzando gemelli digitali avanzati e metodi in silico), si punta a migliorare la stima del rischio di caduta rispetto a quandi si adoperano le misurazioni tradizionali di forza muscolare.

I nuovi sistemi di misurazione si serviranno di gemelli digitali per stimare eventuali deficit di controllo motorio o potenza muscolare.

Monitorare l'osteoporosi: un gemello digitale per valutare il rischio di fratture da fragilità ossea

Un progetto pilota innovativo mira a rivoluzionare il modo in cui monitoriamo e gestiamo l'osteoporosi. Questo progetto impiega una tecnologia Digital Twin all'avanguardia, in particolare il BBCT-hip (*Figura 2. Tecnologia BBCT-hip*), per valutare il rischio di fratture da fragilità ossea nei pazienti osteoporotici, con particolare attenzione alle donne in post-menopausa.

Lo studio si concentrerà su una coorte di donne osteoporotiche e osteopeniche in post-menopausa, con l'obiettivo di fornire una valutazione più accurata e personalizzata del rischio di frattura.

L'obiettivo principale del progetto è sviluppare e validare questa tecnologia digitale per la gestione personalizzata dell'osteoporosi. Migliorando la zprevisione del rischio di frattura, mira a migliorare l'assistenza ai pazienti, a ridurre i costi sanitari e a migliorare la qualità della vita delle persone affette da osteoporosi.

Fornendo previsioni più precise, questa tecnologia mira a ridurre significativamente l'incidenza delle fratture dell'anca, che sono una delle principali preoccupazioni per i soggetti affetti da osteoporosi.

Lo studio pilota utilizzerà la BBCT-hip (Bologna Biomechanical CT of the hip), un'avanzata metodologia in silico basata su una TAC e su modelli biomeccanici dell'anca, in un contesto clinico prospettico per valutarne le prestazioni predittive rispetto alle tradizionali misurazioni della densità minerale ossea (BMD).

La metodologia BBCT-hip offre un approccio innovativo che potrebbe superare le tradizionali misurazioni della BMD, fornendo a pazienti e operatori sanitari strumenti migliori per la gestione dell'osteoporosi.

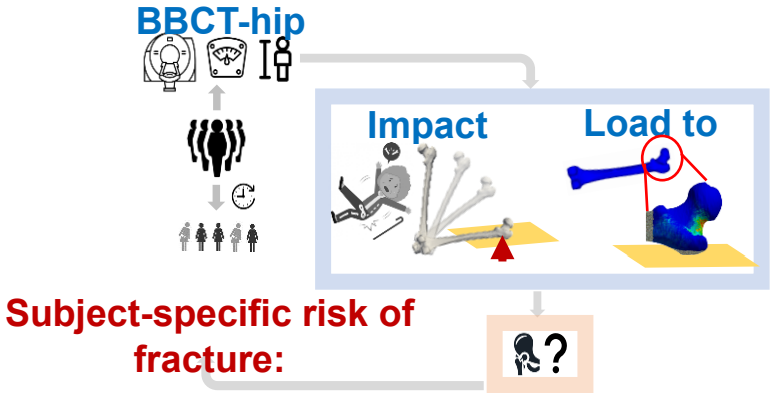


Figura 2. Tecnologia BBCT-hip

Individuazione precoce delle complicanze del piede diabetico: un approccio biomeccanico

Il diabete è un'epidemia globale che colpisce circa 530 milioni di persone in tutto il mondo e comporta un pesante onere per i sistemi sanitari. Tra le sue numerose complicanze, il diabete influisce pesantemente sulla salute e sulla mobilità dei piedi, con conseguenti trattamenti costosi e diminuzione della qualità della vita. Le complicanze del piede diabetico, tra cui le ulcerazioni e i problemi di mobilità, sono una delle principali preoccupazioni per le persone affette da diabete. La prevenzione precoce è fondamentale per evitarle.

La comprensione di tutti i possibili fattori di predisposizione consente ai pazienti di migliorare i propri comportamenti di autoprotezione. Conoscere in anticipo le condizioni critiche del piede e le condizioni funzionali aiuta a migliorare l'autocura generale e del piede. Inoltre, facilita l'accesso a interventi fisici, farmacologici e ortesici appropriati, migliorando significativamente la mobilità e la qualità della vita.

Utilizzando misure multistrumentali avanzate come la pressione plantare, la cinematica, la cinetica, i dati clinici e la diagnostica per immagini, i ricercatori stanno identificando moderni biomarcatori che aiutano a prevedere i disturbi del piede, supportando una cura precoce e personalizzata, compresi potenziali ausili per la deambulazione.

L'obiettivo primario è ridurre l'incidenza delle ulcere del piede nelle persone con diabete attraverso uno screening efficace e un supporto all'autoprotezione. È possibile attraverso questi step:

- Migliorare la prevenzione: limitando o ritardando le condizioni critiche del piede, si possono ridurre i costi sanitari sostanziali associati alle complicanze del piede diabetico.
- Identificare i biomarcatori: la correlazione di dati clinici standard con misure funzionali e di imaging avanzate aiuta a identificare marcatori biologici e biomeccanici che forniscono una comprensione completa e quantitativa della progressione della malattia ed evidenziano potenziali segnali di allarme.
- Facilitare l'accesso agli interventi: promuovere e facilitare l'accesso a interventi fisici, farmacologici e ortesici adeguati migliora la mobilità e la qualità di vita dei pazienti.
- Definire standard di operatività: identificare misure, strumenti, protocolli e analisi adeguati garantisce l'efficacia di questi interventi.

Rivoluzionare la prevenzione del cancro con le nuove tecnologie

Il progetto mira a creare un sistema avanzato di sorveglianza interoperabile che unisca i dati dei registri dei tumori con i sistemi di monitoraggio ambientale. Questo approccio innovativo aprirà la strada a strategie di prevenzione digitale basate sulla comunità che danno priorità alla salute pubblica.

Elaborando grandi quantità di dati, è possibile comprendere meglio il legame tra il cancro e l'esposizione agli inquinanti ambientali, migliorare i sistemi di monitoraggio ambientale e mettere in relazione i dati con i risultati epidemiologici e le questioni di salute pubblica.

Progettare una governance integrata della salute pubblica e dell'ambiente per mitigare gli effetti degli inquinanti ambientali e ridurre l'incidenza del cancro porterà a comunità più sane.

Gli obiettivi saranno, nello specifico, quattro:

- Integrazione dei dati: combinando i dati dei registri dei tumori con le informazioni raccolte dai sistemi di monitoraggio ambientale (compresa l'esposizione individuale e comunitaria misurata da sensori), si mira a creare un quadro completo dei fattori di rischio del cancro.
- Sorveglianza avanzata: istituendo un Centro di ricerca sulla prevenzione digitale a supporto delle autorità sanitarie locali e nazionali, questo sistema migliorerà le pratiche di sorveglianza del cancro e di monitoraggio ambientale.
- Aree ad alto rischio: l'attenzione sarà rivolta alle Aree ad alto rischio di crisi ambientale (AERCA) in Sicilia, in particolare per rilevare agenti cancerogeni come il benzene e l'arsenico nell'aria esterna e interna.
- Strategie innovative di prevenzione: Implementazione di nuove funzioni e strategie digitali per ridurre al minimo l'impatto degli inquinanti ambientali sulla salute della comunità e l'evoluzione dei registri tumori basati sulla popolazione con capacità digitali avanzate.

Prevedere l'osteoartrite e il fallimento delle protesi articolari

Il progetto vuole migliorare la gestione dell'osteoartrite (OA) e del fallimento delle protesi articolari (JR) attraverso tecnologie sanitarie digitali avanzate. Questo è reso possibile sfruttando la potenza degli approcci in-silico, sviluppati a partire dall'imaging clinico standard e convalidati attraverso rigorose analisi funzionali e sperimentali, per fornire un'assistenza personalizzata ai pazienti e migliorare i risultati per coloro che sono a rischio di progressione dell'OA e di fallimento della JR.

In particolare, il progetto pilota si concentra sullo sviluppo e sulla convalida di tecnologie sanitarie digitali all'avanguardia progettate per la gestione specifica del paziente dell'OA precoce e della JR (Figura 3. Rischio di progressione OA e fallimento dell'impianto).

Integrando questi metodi in-silico con valutazioni cliniche e funzionali standard, il progetto ha un duplice obiettivo. Da una parte, si propone di individuare l'OA precoce: l'identificazione dell'OA nelle sue fasi iniziali può consentire interventi tempestivi che possono rallentare la progressione della malattia, supportando la gestione clinica dei pazienti affetti da OA precoce. Inoltre, prevedere il fallimento dell'impianto consente di preparare meglio e di rendere più efficaci i trattamenti specifici per il paziente.

A tal fine, è importante identificare migliori fattori prognostici per la progressione dell'OA e una migliore comprensione dei fattori che aumentano il rischio di fallimento del JR. Problematiche di interesse del progetto sono le alterazioni del carico articolare, che potrebbero contribuire al rischio di progressione dell'OA e di fallimento totale dell'articolazione, e la valutazione del periodo post-operatorio per identificare i fattori determinanti che possono ridurre il rischio di fallimento dell'impianto.

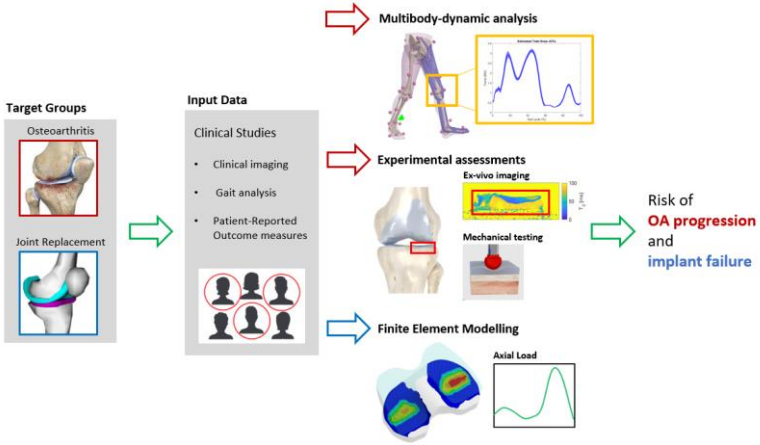


Figura 3. Rischio di progressione OA e fallimento dell'impianto

Prevenzione digitale nel Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing

Il Centro Nazionale di Ricerca in HPC, Big Data e Quantum Computing tratta il tema della prevenzione in ambito medico entro lo Spoke 8 – In Silico Medicine & Omics Data.

SPOKE 8
In-Silicio Medicine
& Omics Data

L'obiettivo dello Spoke 8, a guida dell'Istituto Italiano di Tecnologia (leader: Prof. Andrea Cavalli) e dell'Università di Catania (co-leader: Prof. Francesco Pappalardo), è duplice: da un lato, la progettazione di nuovi test clinici eseguiti con metodi simulativi, al fine di ridurre tempi e costi dei trial clinici, dall'altro lo sviluppo di una piattaforma tecnologica che consenta l'analisi di big data (tra cui quelli prodotti dalle sperimentazioni nel campo delle scienze omiche) mediante algoritmi di intelligenza artificiale e machine learning.

Si prevede che questi studi permetteranno di aumentare la comprensione di numerose patologie, la loro diagnosi e prognosi, nonché di sviluppare nuovi trattamenti farmacologici personalizzati.

Presentiamo in questo report un progetto, finanziato da ICSC, che sta venendo realizzati a guida degli enti privati associati allo Spoke sul tema della prevenzione digitale.

Datalake e Intelligenza Artificiale per la prevenzione data-driven delle malattie neurodegenerative

L'onere sociale dei disturbi neurodegenerativi (NDD) degli anziani sta crescendo di importanza in tutto il mondo. Si stima infatti che l'incidenza della malattia di Alzheimer e dei disturbi demenziali correlati (AD-NDD), che attualmente rappresenta 57,4 milioni di persone nel mondo, crescerà fino a 152,7 milioni nel 2050. Per contenere la progressione di queste malattie e i relativi costi sanitari e sociali sono necessarie la diagnosi precoce e la prevenzione.

Infatti, la conoscenza di un rischio ragionevole di sviluppare una NDD nei 4-8 anni successivi potrebbe aiutare ogni individuo a prendere decisioni informate riguardo a cambiamenti nello stile di vita, all'impegno in nuovi trattamenti modificanti la malattia e alla valutazione prospettica dell'impatto sull'organizzazione personale/familiare nel corso degli anni. Recenti scoperte scientifiche hanno confermato che i cambiamenti nello stile di vita possono infatti influenzare il rischio di NDD, mentre i nuovi trattamenti farmacologici modificanti la malattia, efficaci se il dosaggio inizia nelle prime fasi della Alzheimer, saranno disponibili già nel 2024 (e si spera anche per il Parkinson nei prossimi 2-3 anni).

Affronta questo grande tema il progetto AIND – Personalized Data-Driven Prevention of Neurodegenerative Disorders: a Datalake & Artificial Intelligence Approach, coordinato da IFAB in partnership con il Politecnico di Bari e l'Università degli Studi di Napoli. Nel progetto sono coinvolti Spoke 8 (come Spoke principale) – In Silico Medicine & Omics Data e Spoke 9 – Digital Society & Smart City.

Il progetto propone di sviluppare soluzioni personalizzate di intelligenza artificiale per determinare il rischio di contrarre NDD, come Alzheimer e Parkinson, in adulti altrimenti sani con marcatori prodromici precoci, sulla base di dati convergenti derivati da datalakes NDD multiscala costituiti da un'ampia inclusione di database pubblici o privati (ma disponibili) e dataset peer-reviewed basati sull'evidenza clinica, così come modelli di malattia e algoritmi predittivi precedentemente proposti e pubblicati in articoli scientifici specializzati.

I risultati attesi del progetto sono dunque: un modello di malattia multiscala top-down da confrontare con quelli disponibili in letteratura; un prototipo per l'algoritmo di IA predittivo; un test dell'algoritmo di AI rispetto ai modelli predittivi pubblicati.

iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT

Politecnico di Bari

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
FEDERICO II

Scenari e prospettive future per la prevenzione digitale

Dopo aver analizzato lo stato dell'arte e dopo aver mostrato use case e progetti che vedono protagoniste le tecnologie abilitanti nella prevenzione digitale, è giunto il momento di chiederci quali potranno essere le traiettorie di evoluzione futura di questo settore.

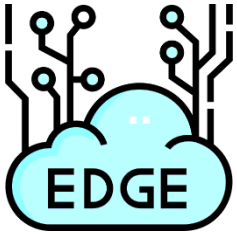
Presenteremo diversi scenari, non solo per numero e tematica di attenzione ma anche per approccio metodologico con il quale sono stati realizzati.

Alcuni scenari sono ottenuti come estrapolazione di trend passati e presenti, in modo anche quantitativo. Gli anglofoni, che hanno un vocabolario più ricco in tema di atteggiamento riguardo al futuro, chiamerebbero questo metodo "forecast", una previsione simil-deterministica, assestata sugli elementi di più probabile accadimento.

Altri scenari riportati sono invece realizzati con metodologie di "foresight" che in italiano tradurremmo sempre come previsione ma che fa riferimento ad una pluralità di scenari che considerano non solo gli orizzonti più probabili ma anche altri solo possibili, non necessariamente plausibili.

Trend tecnologici chiave

Nel campo della prevenzione medica, stiamo assistendo all'affermarsi di trend tecnologici che a tutti gli effetti stanno facendo transitare la definizione di prevenzione ad una più specifica accezione come prevenzione digitale. In questo senso, sono chiave le tecnologie emergenti dell'edge computing, big data analytics, cloud computing, high-performance computing e intelligenza artificiale, per il loro modo di rivoluzionare processi di diagnosi, monitoraggio e gestione della salute, creando nuovi scenari di prevenzione.



Edge Computing

L'edge computing consente l'elaborazione dei dati vicino alla sorgente dalla quale sono generati, ad esempio nei dispositivi indossabili o negli strumenti di monitoraggio a distanza. In ambito preventivo, i dispositivi sanitari connessi, come smartwatch e sensori, possono analizzare i dati biometrici in tempo reale (ad esempio, ritmo cardiaco, pressione sanguigna) e inviare allarmi immediati per prevenire potenziali emergenze sanitarie. Questo riduce la latenza nelle decisioni e consente un intervento più rapido. In futuro, vedremo una crescente adozione dell'edge per prevenire malattie croniche attraverso un monitoraggio continuo e immediato dei parametri vitali.



Big Data Analytics

L'analisi dei big data, come quelli generati dall'interazione dei pazienti con sensori oppure dagli esami clinici o dagli screen genomici, consente di trarre insight da vasti set di dati provenienti da pazienti, ospedali, e reti di assistenza sanitaria. Nel contesto della prevenzione, l'analisi di grandi volumi di dati può aiutare a individuare pattern nascosti di malattie, consentendo di identificare fattori di rischio individuali o di popolazione. I dati raccolti dai dispositivi di monitoraggio remoto, insieme ai record clinici elettronici, possono essere utilizzati per prevedere e prevenire focolai di malattie, migliorare la personalizzazione dei trattamenti preventivi e ottimizzare le campagne di salute pubblica.



Cloud Computing

Il cloud computing è diventato una piattaforma fondamentale per la condivisione sicura di dati sanitari. Nel contesto della prevenzione, il cloud consente l'integrazione dei dati provenienti da diversi dispositivi e fonti (ospedali, cliniche, dispositivi personali), rendendo accessibili e condivisibili in tempo reale informazioni essenziali per medici e ricercatori. I sistemi di monitoraggio continuo dei pazienti, ad esempio, utilizzano il cloud per inviare e conservare grandi quantità di dati in tempo reale, facilitando la prevenzione tramite il monitoraggio remoto.



High-Performance Computing

L'HPC permette di elaborare in modo rapido e simultaneo enormi quantità di dati complessi. In ambito preventivo, l'HPC può essere utilizzato per simulare scenari sanitari complessi e per la modellazione predittiva. Nel futuro, l'HPC consentirà di elaborare modelli predittivi sempre più complessi basati sui dati omici che aiutano a prevenire malattie croniche e dunque a migliorare la preparazione delle infrastrutture sanitarie.



Intelligenza Artificiale

L'AI è probabilmente la tecnologia con l'impatto più significativo nella prevenzione. Gli algoritmi di machine learning, abilitati dal calcolo ad alte prestazioni tramite supercalcolatori e cloud, possono analizzare i dati sanitari per prevedere malattie prima che si manifestino, identificando modelli di rischio e proponendo interventi preventivi mirati. L'AI può essere integrata in dispositivi indossabili per offrire consulenze sanitarie personalizzate in base ai dati in tempo reale. Inoltre, i sistemi di intelligenza artificiale possono analizzare le immagini mediche per identificare precocemente segni di malattie come il cancro, riducendo i tempi di diagnosi e migliorando le possibilità di intervento preventivo.

Andamenti di mercato

Il mercato globale delle tecnologie e dei servizi di prevenzione sanitaria è stato valutato da Grand View Research (2022) a 243,0 miliardi di dollari nel 2022 e si prevede una crescita a un tasso di crescita annuale composto (CAGR) dell'11,8% dal 2023 al 2030 (si veda Figura 4).

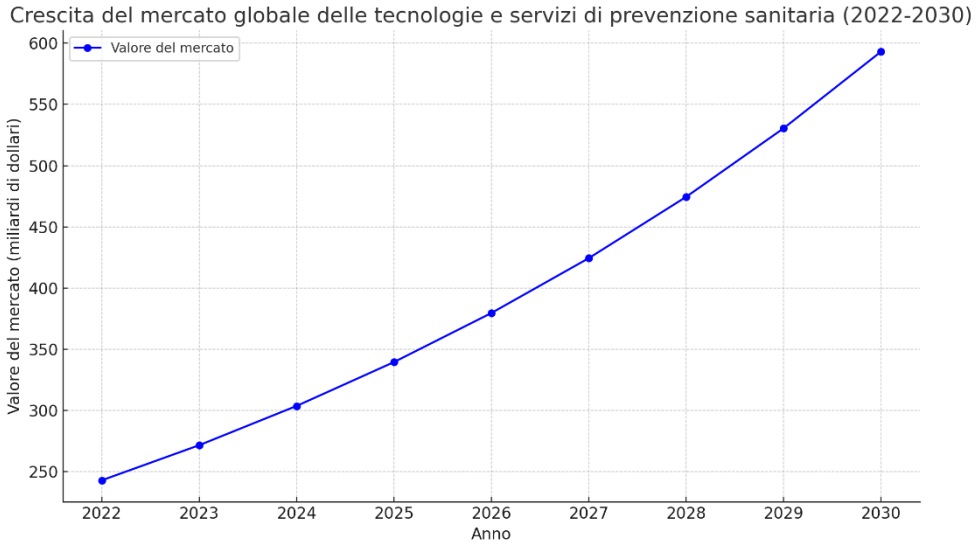


Figura 4. Valore del mercato globale delle tecnologie e dei servizi di prevenzione sanitaria tra il 2022 e il 2030. Data: Grand View Research (2022). Credits: Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo.

La crescita di questo mercato è attribuita all'aumento della prevalenza di malattie croniche e associate allo stile di vita. Secondo un rapporto dell'Istituto Nazionale di Sanità (NIH), il 35,66 percento della popolazione adulta statunitense di età pari o superiore ai 50 anni avrà almeno una condizione cronica entro il 2035.

Anche se la popolazione target di questi servizi e tecnologie include persone di tutte le età, una parte importante riguarda gli anziani, che sono più inclini a condizioni croniche e malattie cardiovascolari acute. La popolazione geriatrica è in aumento e si prevede che cresca durante tutto il periodo di previsione, il che dovrebbe avere un impatto positivo sulla crescita del mercato. Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, la popolazione di età pari o superiore a 60 anni dovrebbe raddoppiare tra il 2020 e il 2050, raggiungendo i 2,1 miliardi entro il 2050. Nel frattempo, il numero di persone di età pari o superiore a 80 anni dovrebbe raggiungere i 426 miliardi entro il 2050.

Segmenti di mercato relativamente ai tipi di prevenzione

1 Prevenzione primaria: stili di vita e benessere

La prevenzione primaria si concentra sul miglioramento dello stile di vita per ridurre il rischio di malattie. Il mercato legato al benessere, al fitness e alla nutrizione è in rapida crescita, sostenuto dall'aumento della consapevolezza del pubblico verso l'importanza della prevenzione.

Secondo diverse fonti, il mercato globale del fitness ha superato i 96 miliardi di dollari nel 2021 (World Metrics, 2024), in parte grazie alla crescente

consapevolezza sull'importanza di uno stile di vita sano e all'adozione di tecnologie digitali, come dispositivi indossabili e app per il monitoraggio della salute Dispositivi come smartwatch e fitness tracker, insieme a piattaforme di allenamento digitale, stanno rivoluzionando il modo in cui le persone si prendono cura della propria salute. Questo mercato è destinato a crescere ulteriormente nei prossimi anni, anche grazie alla continua espansione di tecnologie come le app di fitness, che prevedono una crescita annuale costante. Per esempio, le tecnologie indossabili sono proiettate a crescere a un tasso elevato, trainate dall'uso diffuso di gadget smart che consentono di monitorare parametri vitali e performance fisiche in tempo reale. Il mercato delle tecnologie indossabili potrebbe raggiungere un valore di 66,9 miliardi di dollari entro il 2025, confermando il crescente interesse dei consumatori verso il monitoraggio del proprio benessere (Globe Newswire, 2022).

Un altro trend importante è quello degli integratori alimentari e dei cibi funzionali, che sono diventati estremamente popolari per la promozione del benessere e il supporto alla prevenzione di malattie. Il mercato globale degli integratori alimentari ha raggiunto circa 151 miliardi di dollari nel 2021, con un tasso di crescita annuale composto (CAGR) del 6% (Expensivity, 2023). Gli integratori a base di vitamine, minerali e probiotici, così come i cibi funzionali arricchiti con nutrienti specifici (ad esempio, yogurt con probiotici o bevande arricchite di vitamine), stanno diventando sempre più popolari. I consumatori si stanno orientando verso soluzioni che possano migliorare il loro stato di salute complessivo e prevenire l'insorgenza di malattie.

2

Prevenzione secondaria: screening e diagnostica

Il mercato della prevenzione secondaria è dominato dai test diagnostici e dagli strumenti di screening precoce. Questi strumenti sono fondamentali per identificare e trattare le malattie nelle loro fasi iniziali, quando sono più facili da curare. Tecnologie come lo screening genetico e i dispositivi di monitoraggio a distanza hanno visto un'espansione significativa, specialmente durante e dopo la pandemia di COVID-19, quando l'accesso alle cure preventive è diventato cruciale.

Il mercato globale dei test diagnostici, che include esami del sangue, diagnostica molecolare e imaging medico, è stimato a oltre 48 miliardi di dollari nel 2023 (Grand View Research, 2022b). Questo mercato è in crescita grazie alla crescente domanda di tecnologie per la rilevazione precoce delle malattie e il monitoraggio continuo delle condizioni di salute, specialmente nelle strutture ospedaliere e nei centri diagnostici. La diagnostica molecolare e i test genetici stanno guadagnando sempre più rilevanza per la loro capacità di identificare rapidamente patologie complesse, migliorando così le possibilità di intervento precoce. In Figura 5 una vista sull'andamento del mercato dei dispositivi di monitoraggio dei pazienti negli Stati Uniti, che può essere considerato un proxy in termini di proporzionalità rispetto a quanto aspettarci per l'Unione Europea.

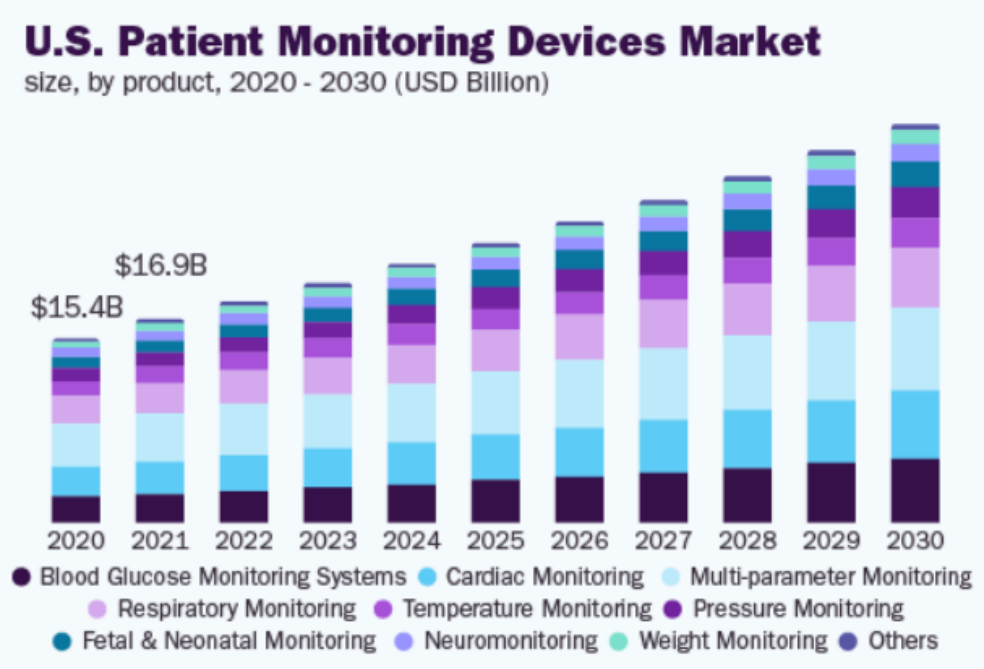


Figura 5. Andamento del mercato dei sistemi di monitoraggio dei pazienti negli Stati Uniti. Parametri monitorati: sistemi di monitoraggio della glicemia, cardiaco, multiparametrico, respiratorio, della temperatura, della pressione, fetale e neonatale, neuromotorio, del peso. Credits: Grand View Research.

Parallelamente, il mercato delle tecnologie di monitoraggio a distanza (RPM, Remote Patient Monitoring) sta crescendo a un ritmo accelerato. Come raffigurato in Figura 6, si prevede che il mercato globale del monitoraggio remoto raggiunga un valore di 71,9 miliardi di dollari entro il 2023, con un tasso di crescita annuo composto (CAGR) del 23,6% fino al 2028 (Markets and Markets, 2024).

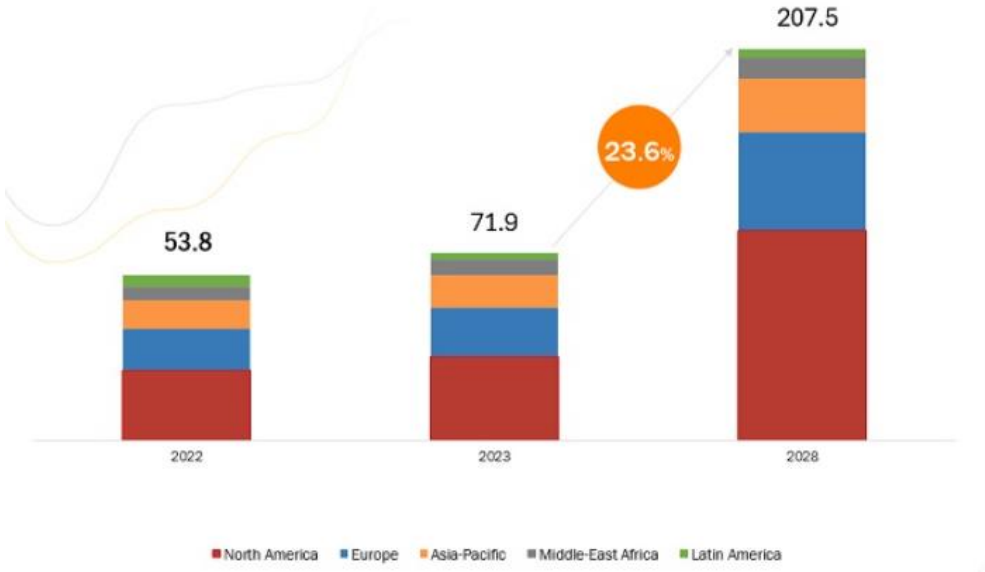


Figura 6. Mecato globale delle tecnologie di monitoraggio a distanza dei pazienti tra il 2022 e il 2028. Credits: Markets and Markets.

Queste tecnologie consentono ai medici di monitorare pazienti con malattie croniche, come diabete e ipertensione, senza la necessità di visite frequenti in ospedale. Il monitoraggio della glicemia per i diabetici e dei parametri vitali per pazienti cardiaci sono tra le applicazioni più diffuse di questi dispositivi, che stanno diventando sempre più accessibili e popolari.

3

Prevenzione terziaria: riabilitazione e gestione malattie croniche

Il mercato della prevenzione terziaria si concentra sulla gestione e il trattamento delle malattie croniche e delle condizioni che richiedono riabilitazione. Con l'invecchiamento della popolazione e l'aumento delle malattie croniche come il diabete e le malattie cardiovascolari, la domanda di servizi di riabilitazione è in crescita.

Nel 2022, il mercato globale della riabilitazione ha raggiunto un valore stimato di circa 200 miliardi di dollari, con previsioni di una crescita sostenuta nei prossimi anni. Questo mercato comprende servizi e attrezzature di riabilitazione destinati a supportare il recupero fisico e la gestione delle malattie croniche, con un'enfasi crescente sull'utilizzo di tecnologie innovative come dispositivi robotici e piattaforme di tele-riabilitazione. Il settore è sostenuto dall'invecchiamento della popolazione e dall'aumento di malattie croniche come patologie cardiache, ictus e condizioni muscoloscheletriche.

Secondo Grand View Research (2024), il segmento dei servizi di riabilitazione medica da solo è stato valutato a oltre 250 miliardi di dollari nel 2023, con una crescita prevista fino al 2030 a causa dell'espansione delle strutture sanitarie e della crescente domanda di trattamenti per condizioni post-chirurgiche e croniche. Una vista su questa crescita è fornita in Figura 7. Inoltre, il settore delle apparecchiature di riabilitazione, che include dispositivi per la mobilità e il supporto quotidiano, continua a espandersi grazie a investimenti in tecnologie avanzate e all'adozione di nuovi modelli di cura domiciliare.

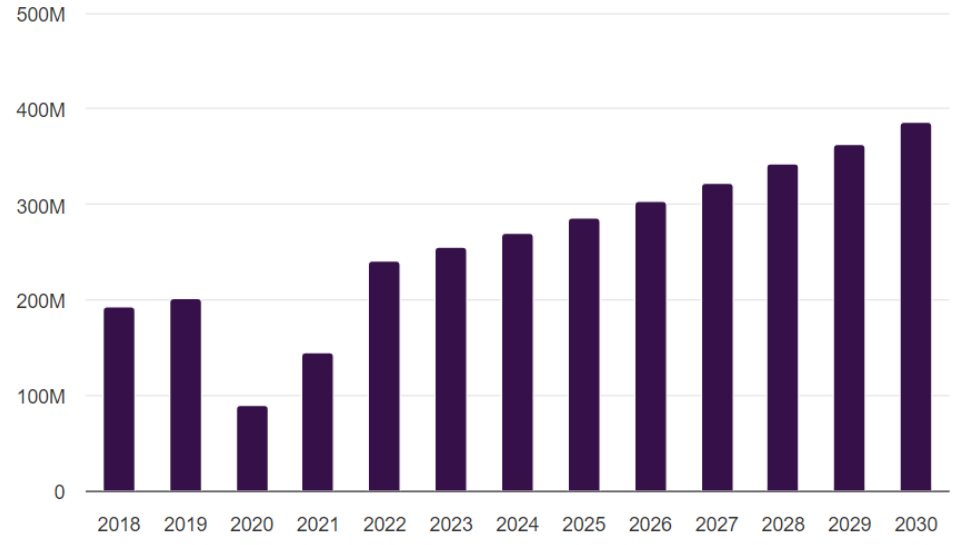


Figura 7. Mercato globale dei servizi di riabilitazione. Credits: Grand View Research.

Oltre ai servizi di riabilitazione, il mercato dei farmaci e delle tecnologie terapeutiche per la gestione delle malattie croniche è in forte espansione. Innovazioni nel settore farmaceutico, come le terapie geniche e i trattamenti personalizzati basati sull'analisi del DNA, stanno cambiando il modo in cui vengono gestite malattie croniche come il cancro e le patologie autoimmuni. Inoltre, i dispositivi medici per la riabilitazione, come gli esoscheletri per il supporto alla deambulazione, stanno rivoluzionando il campo della riabilitazione fisica, fornendo nuove opportunità di mercato.

Bibliografia

Expensivity (2023). The Growth of the Supplement Industry: A Report for 2022. https://www.expensivity.com/the-growth-of-the-supplement-industry/

Globe Newswire (2022). Global Wearable Fitness Technology Market (2021 to 2026) - Featuring Fitbit, Oura and Whoop Among Others. https://www.globenewswire.com/news-release/2022/01/07/2363048/28124/en/Global-Wearable-Fitness-Technology-Market-2021-to-2026-Featuring-Fitbit-Oura-and-Whoop-Among-Others.html

Grand View Research (2022). Preventive Healthcare Technologies And Services Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Early Detection & Screening, Chronic Disease Management, Vaccines), By Region, And Segment Forecasts, 2023 – 2030. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/preventive-healthcare-technologies-and-services-market

Grand View Research (2024). Medical Rehabilitation Services Market Size, Share, & Trends Analysis Report By Therapy, By Setting (Outpatient, Inpatient), By Application, By End-use, By Region, And Segment Forecasts, 2024 – 2030. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-rehabilitation-services-market-report

Markets and Markets (2024). Remote Patient Monitoring Market / RPM Market Size by Product (Software, Services, Devices, Cardiology, Neurological, BP Monitors, Neonatal, Weight, Temperature, Neuro) End user (Providers, Hospitals, Clinics, Home care, Patients, Payers) - Global Forecast to 2028. https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/remote-patient-monitoring-market-77155492.html

Mariotto, A. B., et al. (2020). "Estimation of the Number of Women Living with Metastatic Breast Cancer in the United States." Journal of the National Cancer Institute, 112(9), 1005–1013. https://www.researchgate.net/publication/337206259_The_Clinicopathological_features_and_survival_outcomes_of_patients_with_different_metastatic_sites_in_stage_IV_breast_cancer

World Metrics (2024). Key Fitness Industry Statistics: Revenue, Growth, and Market Projections. https://worldmetrics.org/fitness-industry-statistics/


iFAB
INTERNATIONAL FOUNDATION
BIG DATA AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE
FOR HUMAN DEVELOPMENT


bi-rex
Big Data Innovation & Research Excellence


POLITECNICO
MILANO 1863
SCHOOL OF MANAGEMENT


osservatori.net
digital innovation


ALISEI
Advanced Life Sciences in Italy


DARE
DIGITAL LIFELONG PREVENTION


innovative
health
initiative


HELIXAFE


bip.
HERE TO DARE


aindo

Per citare il report

Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo (2024). "Osservazioni sulla… PREVENZIONE DIGITALE. Tendenze e applicazioni del Supercalcolo, Big Data e Quantum Computing". www.osservatorio.supercomputing-icsc.it

L'Osservatorio sulle tendenze e le applicazioni del Supercalcolo è un progetto del Centro Nazionale di Ricerca in High-Performance Computing, Big Data e Quantum Computing.

Realizzato e gestito da IFAB (International Foundation Big Data and Artificial Intelligence for Human Development), l'Osservatorio ha un focus privilegiato sulle PMI, sulle Pubbliche Amministrazioni e sulle Comunità.

L'attività dell'Osservatorio consiste nel mappare le più avanzate innovazioni tecnologiche, elaborare scenari futuri per lo sviluppo degli ecosistemi della ricerca e dell'innovazione e creare occasioni di incontro per i membri di questi ecosistemi.

Leggi questo e altri report su
www.osservatorio.supercomputing-icsc.it/report/