

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Scuola di Medicina e Chirurgia

Dipartimento di Medicina

Corso di Laurea in Infermieristica

**I SENSORI INDOSSABILI: INIZIATIVE E NUOVE TECNOLOGIE
NELLA PREVENZIONE DELLE CADUTE DELL'ANZIANO
FRAGILE**

REVISIONE DELLA LETTERATURA

Relatore: Prof.ssa Renata Lovo

Laureanda: Irene Andriolo

Matricola: 2017260

Anno accademico

2022/2023

ABSTRACT

Background. La frequenza delle cadute cresce all'aumentare dell'età e della fragilità, e dato l'invecchiamento della popolazione a livello mondiale, ci si aspetta che l'incidenza delle cadute continui ad aumentare. Il problema delle cadute nell'anziano è particolarmente rilevante non solo per frequenza e gravità degli esiti nel caso di fratture, ma anche per le conseguenze sul benessere psico-fisico della persona. Gli anziani che cadono, soprattutto coloro che cadono più volte, tendono ad avere difficoltà nelle attività quotidiane sia semplici che strumentali e sono a rischio elevato di futuri ricoveri, ulteriori limitazioni fisiche e persino morte. Questo si traduce non solo in termini di disabilità e costosi ricoveri ospedalieri, ma anche in gravi impatti psicologici: la perdita di sicurezza e la paura di cadere possono accelerare il declino funzionale e causare depressione o isolamento.

Finalità e Obiettivi. Questa revisione si propone di ricercare in letteratura le migliori evidenze sull' utilizzo dei sensori indossabili nella prevenzione delle cadute dell'anziano fragile. L'obiettivo consiste nell'esaminare la letteratura scientifica per valutare l'efficacia dell'implementazione di sensori indossabili come strumento di prevenzione delle cadute negli anziani fragili, esaminando il loro impatto sulla riduzione del rischio di caduta, sull'incremento dell'indipendenza e sulla qualità di vita degli anziani coinvolti, nonché analizzando i costi associati e le implicazioni pratiche per l'assistenza sanitaria.

Materiali e Metodo. Per la stesura di questa tesi è stata condotta una ricerca in letteratura all'interno della seguente banca dati PUBMED applicando precisi criteri di selezione.

Risultati. La ricerca in letteratura ha permesso di individuare 10 studi appartenenti alla letteratura primaria e secondaria. I risultati emersi dall'analisi dei documenti selezionati, dimostrano che vi è un miglior outcome per i pazienti assistiti tramite l'utilizzo della tecnologia basata su sensori indossabili, un maggior tasso di sopravvivenza e anche un miglior esito neurologico.

Conclusioni. Dagli studi presi in esame per la seguente revisione si evince che l'uso di sensori indossabili rappresenta un approccio pratico e altamente efficace per identificare e valutare i soggetti a rischio di cadute. L'analisi dei costi dimostra che l'utilizzo di sensori indossabili può portare a significativi risparmi nel settore sanitario, grazie al loro costo relativamente basso e alla riduzione delle cadute e delle conseguenti ospedalizzazioni.

Per ottenere una comprensione più accurata ed esaustiva, sono richiesti studi controllati randomizzati (RCT) di miglior qualità e precisione rispetto a quelli esaminati in questa ricerca. Questi studi dovrebbero impiegare gli stessi strumenti di valutazione per confrontare e valutare sia la metodologia dell'intervento basato sull'approccio autonomo condotto da cittadini formati in primo soccorso, sia i risultati ottenuti da tale metodologia.

Keywords. *“Fall risk assessment AND wearable sensors”, “Wearable sensors AND frailty AND fall prevention”, “Fall prediction AND wearable sensors”.*

INDICE

ABSTRACT	
INTRODUZIONE	3
CAPITOLO 1	5
1.1 Le fasi dell'anzianità	5
1.1.1 Lo scenario demografico Italiano	5
1.2 Approccio alla Fragilità	6
1.3 Le cadute nell'anziano	7
1.3.1 I fattori intrinseci ed estrinseci del rischio di caduta	8
1.3.2 Gli strumenti per la valutazione del rischio di cadute	9
1.4 I sensori indossabili	10
1.5 La rilevanza del problema per lo sviluppo della professione infermieristica	11
CAPITOLO 2 MATERIALI E METODI	13
2.1 Obiettivi dello studio	13
2.2 Quesito di ricerca	13
2.2.1 Metodo PIO	13
2.3 Strategia di ricerca bibliografica	13
2.4 Processo di selezione degli studi	14
2.4.1 Criteri di selezione degli studi	14
2.4.2 Strategie di selezione	14
CAPITOLO 3 RISULTATI DELLA RICERCA	17
3.1 Presentazione degli studi selezionati	17
3.2 Sintesi dei risultati prodotti	29
CAPITOLO 4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI	35
4.1 Discussione	35
4.2 Implicazioni per la pratica	38
4.3 Implicazioni per la ricerca	38
4.4 Conclusioni	39
BIBLIOGRAFIA	41
ALLEGATI	45

INTRODUZIONE

Il problema delle cadute nell'anziano è particolarmente rilevante non solo per frequenza e gravità degli esiti nel caso di fratture, ma anche per le conseguenze sul benessere psico-fisico della persona. (Saiani e Brugnolli, 2020).

In Italia, nel 2014, secondo l'ISTAT, tra le vittime di incidenti domestici di 65 anni e più, le cadute rappresentavano il 76,9% dei casi, percentuale che aumentava all'81% nel caso delle donne ultrasettantacinquenni. Questi dati sono confermati anche dal SINIACA (Sistema informativo sugli infortuni in ambienti di civile abitazione dell'Istituto Superiore di Sanità), che identifica le cadute come la principale causa di incidenti domestici, soprattutto con l'avanzare dell'età, quando compaiono problemi di salute correlati: cadute dal letto, cadute alzandosi dal letto o dalla sedia o a seguito di malore iniziano a manifestarsi a partire dai 60 anni.

Gli anziani che cadono, soprattutto coloro che cadono più volte, tendono ad avere difficoltà nelle attività quotidiane sia semplici che strumentali e sono a rischio elevato di futuri ricoveri, ulteriori limitazioni fisiche e persino morte.

È evidente che la vita degli anziani subisce un cambiamento drastico dopo una caduta. Questo si traduce non solo in termini di disabilità e costosi ricoveri ospedalieri, ma anche in gravi impatti psicologici: la perdita di sicurezza e la paura di cadere possono accelerare il declino funzionale e causare depressione o isolamento.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima che nel mondo circa il 28-35% delle persone di 65 anni e oltre cada ogni anno, percentuale che aumenta al 32-42% negli ultra 70enni.

La frequenza delle cadute cresce all'aumentare dell'età e della fragilità, e dato l'invecchiamento della popolazione a livello mondiale, ci si aspetta che l'incidenza delle cadute continui ad aumentare. Di conseguenza, diventa sempre più cruciale per i sistemi sanitari concentrarsi sulla prevenzione delle cadute. Per gli operatori sanitari, la prevenzione delle cadute è importante, non solo dal punto di vista etico e umano, per il benessere del paziente, ma anche per le implicazioni in termini di responsabilità civili e penali. Una delle strategie considerate efficaci in tutti i programmi di prevenzione delle cadute è l'identificazione precoce dei pazienti a rischio di caduta. Questo approccio consente di indirizzare gli interventi di prevenzione verso coloro che ne hanno

effettivamente bisogno, contribuendo a ridurre il rischio di incidenti (Saiani e Brugnoli, 2020).

L'idea dalla quale ho tratto ispirazione per il mio quesito nasce dall'interesse per la problematica delle cadute nell'anziano e soprattutto per l'impatto di queste sulla qualità di vita del paziente.

L'elaborato sarà così composto: il primo capitolo in cui viene introdotto il problema delle cadute nella popolazione anziana, la rilevanza e l'importanza per la professione infermieristica; nel capitolo 2 viene dichiarata la metodologia della ricerca con la definizione dell'obiettivo dello studio e del quesito di ricerca, le parole chiave, le fonti dei dati e i criteri di selezione del materiale; nel capitolo 3 vengono presentati i risultati emersi dagli articoli selezionati analizzando i testi completi; infine, nel capitolo 4 viene presentata la discussione ed il confronto dei risultati individuati per valutare criticamente l'applicabilità nel contesto di assistenza specifico, con implicazioni per la pratica e per la ricerca emerse dal lavoro di revisione della letteratura.

CAPITOLO 1

1.1 Le fasi dell'anzianità

Secondo le definizioni ufficiali attualmente in vigore, il termine "anziano" è riservato a coloro che hanno raggiunto l'età di 65 anni o più. Tuttavia, a causa dell'aumento medio dell'aspettativa di vita alla nascita, che in Italia si attesta a 85 anni per le donne e 82 anni per gli uomini, è emersa una nuova suddivisione dell'anzianità in due categorie: la terza età e la quarta età. La terza età è caratterizzata da buone condizioni di salute, un solido inserimento sociale e la disponibilità di risorse personali. In questa fase, le persone anziane spesso godono di una certa indipendenza e possono contribuire in modo significativo alla società. D'altra parte, la quarta età è contraddistinta dalla dipendenza dagli altri e dal decadimento fisico. In questa fase, le persone anziane possono richiedere assistenza costante e cura da parte di familiari o professionisti della salute, poiché le loro capacità fisiche e mentali diminuiscono significativamente.

Un'altra metodologia ad oggi utilizzata per parlare delle diverse fasi dell'anzianità è stata la suddivisione in quattro sottogruppi (Società Italiana di Gerontologia e Geriatria, 2018):

- a) "Giovani anziani", persone tra i 64 e i 74 anni;
- b) Anziani, 75 – 84 anni;
- c) "Grandi vecchi", 85 – 99 anni;
- d) Centenari

1.1.1 Lo scenario demografico Italiano

L'incremento dell'aspettativa di vita della popolazione e la diminuzione delle nascite negli ultimi decenni hanno lasciato un'impronta significativa sulla società italiana, influenzando in modo sostanziale sulla distribuzione per età della popolazione. Nel corso del 2022, in Italia, l'aspettativa di vita alla nascita è stata stimata a 80,5 anni per gli uomini e a 84,8 anni per le donne (ISTAT, 2022).

Secondo i dati ISTAT raccolti nel 2022, gli individui di 65 anni e oltre costituiscono il 23,8% della popolazione totale, e si prevede che raggiungeranno il 34% entro il 2042. Gli ultra-ottantenni superano già i 4,5 milioni, mentre coloro che hanno almeno cento anni sono circa 20.000, un numero quadruplicato rispetto ai venti anni precedenti. Entro il 2042,

ci saranno quasi 2 milioni in più di ultra-ottantenni, e il numero di ultra-centenari triplicherà. L'indice di vecchiaia, che misura la proporzione tra la popolazione di 65 anni e oltre e quella con meno di 15 anni, è un indicatore chiave per valutare il grado di invecchiamento della popolazione. Al 1° gennaio 2022, questo indice è stato registrato al 187,9%, in aumento rispetto all'anno precedente (182,6%). Nei prossimi decenni, ci si aspetta che l'invecchiamento continuerà a crescere, con l'indice che dovrebbe raggiungere il 293% al 1° gennaio 2042. (ISTAT, 2022).

La situazione è rappresentata graficamente dalla piramide delle età, come mostrato dalla figura 1 caratterizzata da una base, corrispondente alle classi di età più giovani, particolarmente contratta dovuta alle poche nascite e una punta, che rappresenta invece la popolazione alle età più anziane, allargata. La piramide rende anche evidente il vantaggio di cui godono le donne in termini di sopravvivenza rispetto ai coetanei maschi (ISTAT 2022).

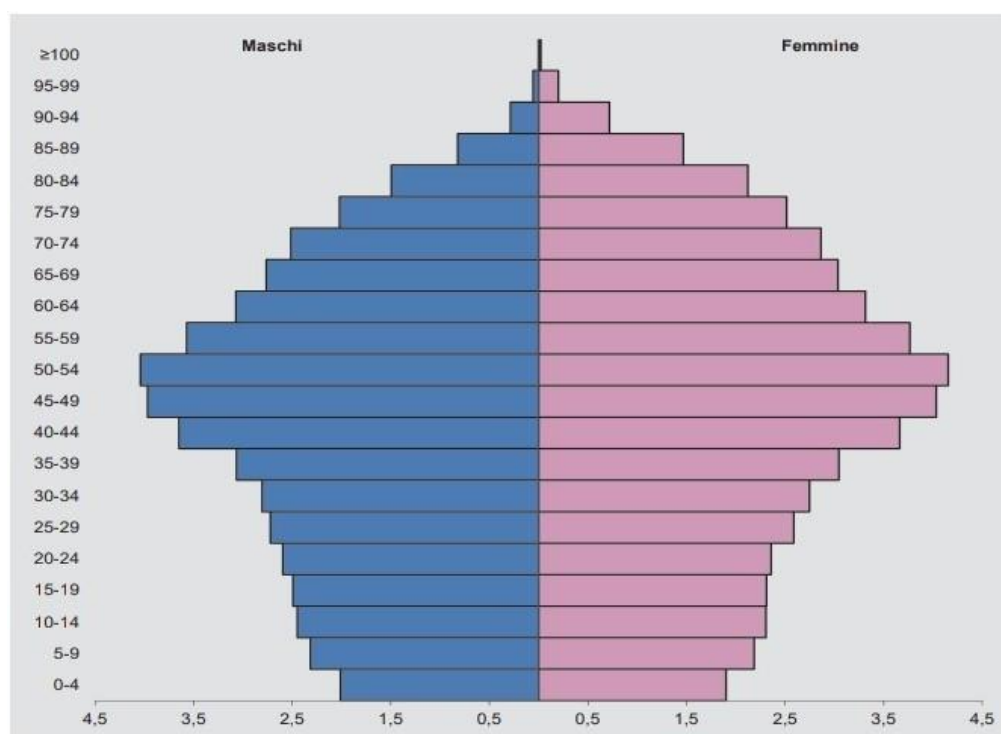


Fig. 1 Piramide dell'età della popolazione residente per età e sesso al 1° gennaio 2022, valori percentuali.
Fonte: Istat, Popolazione residente comunale per sesso, anno di nascita e stato civile.

1.2 Approccio alla fragilità

La condizione di fragilità è caratterizzata da un aumento della vulnerabilità dell'organismo, che è strettamente correlato a cambiamenti fisiopatologici associati all'età che coinvolgono

più sistemi del corpo. Da un punto di vista metodologico, attualmente esistono due principali approcci nello studio della fragilità, ognuno dei quali riflette un modo concettuale e interpretativo differente di comprendere questo fenomeno:

a) Il primo approccio considera la fragilità come una sindrome fisiopatologica specifica, caratterizzata dalla presenza di almeno tre delle cinque caratteristiche seguenti: perdita di peso non intenzionale, astenia e facile faticabilità, scarsa attività fisica, lentezza nel camminare su una distanza di 4.5 metri, e ridotta forza muscolare nella mano. La presenza di queste caratteristiche identifica un fenotipo specifico di fragilità.

b) Il secondo approccio concepisce la fragilità come un progressivo accumulo di deficit legati all'età, che possono avere una base biologica, funzionale o sociale. Questi deficit possono essere misurati tramite un indice di fragilità (*Frailty Index*) che quantifica numericamente il numero di tali deficit in un individuo singolo.

Nonostante le differenze metodologiche, è importante notare che esiste una discreta correlazione tra i due metodi diagnostici. Tuttavia, dal punto di vista prognostico, il *Frailty Index* offre una definizione più precisa del rischio rispetto all'approccio basato sulle cinque caratteristiche del modello fenotipico (Pilotto *et al.*, 2008).

1.3 Le cadute nell'anziano

Il Ministero della Salute Italiano definisce l'evento caduta un "improvviso, non intenzionale, inaspettato spostamento verso il basso dalla posizione ortostatica, o seduta, o clinostatica". Le cadute si possono classificare in base alla loro prevedibilità in:

- Cadute accidentali, quando la persona cade involontariamente;
- Cadute fisiologiche imprevedibili, quando sono determinate da condizioni fisiche non riscontrabili fino al momento della caduta;
- Cadute fisiologiche prevedibili, quando avvengono nei soggetti esposti a fattori di rischio identificabili.

Il problema delle cadute nell'anziano è particolarmente rilevante non solo per frequenza e gravità degli esiti nel caso di fratture, ma anche per le conseguenze sul benessere psico-fisico della persona. (Saiani e Brugnolli, 2020).

In Italia, nel 2014, secondo l'ISTAT, tra le vittime di incidenti domestici di 65 anni e più, le cadute rappresentavano il 76,9% dei casi, percentuale che aumentava all'81% nel caso

delle donne ultrasettantacinquenni. Questi dati sono confermati anche dal SINIACA (Sistema informativo sugli infortuni in ambienti di civile abitazione dell'Istituto Superiore di Sanità), che identifica le cadute come la principale causa di incidenti domestici, soprattutto con l'avanzare dell'età, quando compaiono problemi di salute correlati: cadute dal letto, cadute alzandosi dal letto o dalla sedia o a seguito di malore iniziano a manifestarsi a partire dai 60 anni. Le cadute avvengono principalmente all'interno delle abitazioni (57%), seguite da incidenti in strada (21%), in giardino (13%) o altrove (8%).

Un'analisi delle schede di dimissione ospedaliera (SDO) relative ai ricoveri per incidenti domestici nel 2010, ha mostrato che negli anziani, le diagnosi di ricovero più frequenti erano: frattura del femore (46,5% nei maschi e 55,3% nelle femmine), frattura dell'arto superiore (omero, radio e ulna: 6% nei maschi e 12% nelle femmine) e frattura della colonna vertebrale (5,2% nei maschi e 4,1% nelle femmine). È importante notare che una caduta precedente rende gli anziani più insicuri, mettendoli in una situazione psicologica precaria che può ostacolare l'esecuzione delle normali attività quotidiane.

Il sesso femminile e l'età avanzata sono fattori di rischio significativi. Gli anziani che cadono, soprattutto coloro che cadono più volte, tendono ad avere difficoltà nelle attività quotidiane sia semplici che strumentali e sono a rischio elevato di futuri ricoveri, ulteriori limitazioni fisiche e persino morte.

È evidente che la vita degli anziani subisce un cambiamento drastico dopo una caduta. Questo si traduce non solo in termini di disabilità e costosi ricoveri ospedalieri, ma anche in gravi impatti psicologici: la perdita di sicurezza e la paura di cadere possono accelerare il declino funzionale e causare depressione o isolamento. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stima che nel mondo circa il 28-35% delle persone di 65 anni e oltre cada ogni anno, percentuale che aumenta al 32-42% negli ultra 70enni. La frequenza delle cadute cresce all'aumentare dell'età e della fragilità (Sorveglianza Passi d'Argento, epidemiologia ISS, 2019).

1.3.1 I fattori intrinseci ed estrinseci del rischio di caduta

La caduta è generalmente causata da un'interazione complessa di fattori personali, ambientali e circostanze, legate alle semplici attività quotidiane espletate dalla persona. Molti sono i fattori di rischio identificati che possono essere suddivisi in due categorie:

fattori intrinseci, legati alle caratteristiche della persona, e fattori estrinseci, legati ad elementi esterni.

Tra i fattori intrinseci possiamo trovare una storia di cadute precedenti, alterazione dell'equilibrio e deambulazione instabile, problemi muscoloscheletrici, nicturia e incontinenza urinaria, comorbidità, paura di cadere. I fattori estrinseci possono essere la presenza di pericoli ambientali, utilizzo di mezzi di contenzione fisica, utilizzo non corretto di ausili per la deambulazione, calzature, farmaci (Saiani e Brugnolli, 2020).

1.3.2 Gli strumenti per la valutazione del rischio di cadute

Le scale di valutazione sono strumenti utilizzati per valutare la probabilità che una persona possa cadere e subire lesioni attraverso la considerazione di una serie di fattori. Questa valutazione aiuta e facilita l'identificazione di persone a rischio, per attuare interventi assistenziali più appropriati al fine di ridurre il rischio.

- 1) *La Scala Tinetti*: strumento di facile utilizzo impiegato per valutare l'andatura e l'equilibrio dei pazienti. Questa scala è pratica da compilare, poiché consta di 24 elementi con un punteggio che varia da 0 a un massimo di 28. Un punteggio più elevato indica un maggiore rischio di caduta del paziente.
- 2) *La Scala di Coonley*: strumento progettato per individuare e prevedere il rischio di cadute in pazienti di età superiore a 65 anni. Questa scala è composta da 6 fattori da valutare. Le prime tre domande vengono rivolte direttamente al paziente o, se necessario, al suo assistente. Le ultime tre domande, invece, si basano sull'osservazione dell'infermiere.
- 3) *La Scala Morse*: strumento utilizzato dall'infermiere all'ingresso del paziente e successivamente per rivalutare il rischio di cadute dopo 48-72 ore dall'intervento chirurgico. Questo viene fatto nel caso in cui ci siano modifiche nella terapia farmacologica che potrebbero aumentare il rischio di caduta o dopo 5 giorni dall'ammissione del paziente.
- 4) *La Scheda S.V.A.M.A.*, che sta per "Scheda per la Valutazione Multidimensionale In ambito domiciliare, un altro strumento di valutazione ampiamente utilizzato è dell'Adulto e dell'Anziano". Questa scheda raccoglie in modo completo tutte le informazioni necessarie, sia dal punto di vista sanitario che socio-assistenziale, nonché le abilità residue, per rappresentare le condizioni della persona oggetto della valutazione dei bisogni. La

compilazione di questa scheda coinvolge un team multidisciplinare composto da medici di medicina generale, medici specialisti, infermieri, psicologi e/o fisioterapisti.

5) La *Scala di Barthel* è uno strumento utilizzato per valutare il grado di autonomia di una persona nelle attività quotidiane. Per ciascuna attività, si assegna un punteggio basato sul livello di indipendenza dell'individuo, variando da totalmente dipendente a completamente indipendente

1.4 I sensori indossabili

I sensori indossabili, come suggerisce il nome, sono dispositivi integrati in oggetti che possono essere indossati o posizionati direttamente sul corpo. Questi dispositivi variano dalle solette con rilevamento della pressione ai braccialetti intelligenti che possono monitorare la salute e fornire dati clinicamente rilevanti per l'assistenza sanitaria.

Tra gli esempi di sensori indossabili, troviamo le unità di misurazione inerziale (IMU), i sensori di pressione ed l'elettromiografia (EMG). Le IMU, generalmente composte da accelerometri e giroscopi, sono i sensori più comunemente utilizzati negli studi sulla prevenzione delle cadute (Chen M. et al. 2022). Gli accelerometri misurano il movimento planare o 3D, mentre i giroscopi misurano la rotazione. Il magnetometro è utilizzato per misurare la posizione relativa. Questi sensori consentono di acquisire dati relativi al movimento e all'andatura dell'individuo (Dunn J. et al 2018).

I sensori di pressione incorporati nelle solette o nelle scarpe sono utilizzati per misurare la pressione plantare e stimare la velocità dell'andatura.

Le valutazioni EMG, quando combinate con diversi test funzionali, permettono una comprensione completa dell'andatura e dell'equilibrio dell'individuo.

In definitiva, i sensori indossabili rappresentano un approccio alternativo per acquisire dati cinematici in modo efficiente e possono fornire un metodo obiettivo e di facile implementazione per la valutazione del rischio di caduta (Chen M. et al. 2022). Questi dispositivi sono caratterizzati dalla loro dimensione ridotta, leggerezza, convenienza economica e dalla mancanza della necessità di complessi processi di installazione, a differenza dei tradizionali sistemi di *motion capture*. Inoltre, possiedono una batteria di lunga durata e non richiedono di essere confinati in un ambiente clinico o di laboratorio (Patel M. et al 2020).

1.5 La rilevanza del problema per lo sviluppo della professione infermieristica

Secondo il profilo professionale, l'infermiere ha la responsabilità dell'assistenza generale infermieristica, che comprende tre principali funzioni: prevenzione delle malattie, assistenza a malati e disabili di tutte le età e educazione sanitaria. L'infermiere è coinvolto in tutte le fasi del processo assistenziale infermieristico, dall'individuazione dei bisogni di assistenza infermieristica della persona e della comunità, alla definizione degli obiettivi, alla pianificazione, all'attuazione e alla valutazione degli interventi assistenziali. Le cadute sono tra gli eventi avversi più comuni che si verificano nelle strutture sanitarie e socio-sanitarie, posizionandosi al quarto posto per frequenza dopo gli errori chirurgici, diagnostici e terapeutici. Dato l'invecchiamento della popolazione a livello mondiale, ci si aspetta che l'incidenza delle cadute continui ad aumentare. Di conseguenza, diventa sempre più cruciale per i sistemi sanitari concentrarsi sulla prevenzione delle cadute. Per gli operatori sanitari, la prevenzione delle cadute è importante, non solo dal punto di vista etico e umano, per il benessere del paziente, ma anche per le implicazioni in termini di responsabilità civili e penali. La carenza di personale e la disorganizzazione nei turni di infermieri e medici possono portare a una vigilanza inadeguata sui pazienti, con le conseguenze che ne derivano in termini di responsabilità legali. Una delle strategie considerate efficaci in tutti i programmi di prevenzione delle cadute è l'identificazione precoce dei pazienti a rischio di caduta. Questo approccio consente di indirizzare gli interventi di prevenzione verso coloro che ne hanno effettivamente bisogno, contribuendo a ridurre il rischio di incidenti (Saiani e Brugnolli, 2020).

CAPITOLO 2 METODOLOGIA

2.1 Obiettivi dello studio

L'obiettivo di questa tesi consiste nell'esaminare la letteratura scientifica per valutare l'efficacia dell'implementazione di sensori indossabili come strumento di prevenzione delle cadute negli anziani fragili, esaminando il loro impatto sulla riduzione del rischio di caduta, sull'incremento dell'indipendenza e sulla qualità di vita degli anziani coinvolti, nonché analizzando i costi associati e le implicazioni pratiche per l'assistenza sanitaria.

2.2 Quesito di ricerca

Il quesito che giustifica la ricerca, esposto in forma narrativa è il seguente:

I sensori indossabili sono efficaci nella prevenzione delle cadute dell'anziano fragile?

2.2.1 Metodo PIO

La strategia di ricerca è stata eseguita mediante l'uso del quesito di ricerca secondo la metodologia PIO.

<i>P</i>	Anziani fragili
<i>I</i>	Utilizzo di sensori indossabili
<i>O</i>	Prevenzione delle cadute

2.3 Strategia di ricerca

Per la stesura di questa tesi è stata condotta una ricerca in letteratura tramite la banca dati PUBMED applicando precisi criteri di selezione.

Sono state utilizzate le seguenti *Keywords* nelle ricerche avanzate nelle banche dati:

- “Fall risk assessment AND wearable sensors”
- “Wearable sensors AND frailty AND fall prevention”
- “Fall prediction AND wearable sensors”

2.4 Processo di selezione del materiale

2.4.1 Criteri di selezione degli studi

Sono stati selezionati solo gli articoli pertinenti al quesito di ricerca, focalizzando in particolare i risultati trovati come outcomes affini alla ricerca (risultati validi e rilevanti per l'argomento trattato, applicabili nel contesto assistenziale scelto).

Criteri di inclusione degli studi	<ul style="list-style-type: none">• Tempo: studi pubblicati da $< o = 10$ anni;• Disegno di studio: Studi RCT, Linee guida, Revisione sistematica, Meta analisi, Studi coorte e trial non controllati• Interventi: utilizzo di sensori indossabili• Presenza di full text;• Outcomes: prevenzione delle cadute e valutazione del rischio
Criteri di esclusione degli studi	<ul style="list-style-type: none">• Tempo di pubblicazione $>$ ai 10 anni• Non inclusione nella popolazione trattata di soggetti anziani fragili• Outcome diverso dalla prevenzione delle cadute tramite l'utilizzo di sensori indossabili.

2.4.2 Strategie di selezione

Dopo una selezione iniziale, è stata effettuata una successiva analisi per abstract e full text, che ha portato alla selezione degli articoli rilevanti e rispondenti al quesito di ricerca (Allegato1).

Come sintetizzato nell'Allegato 2, la ricerca iniziale ha prodotto 336 articoli. Di questi sono stati rimossi 83 duplicati, 229 sono stati esclusi poiché non inerenti al quesito di ricerca/outcome ricercato. Sono quindi risultati eleggibili 24 articoli ma solo 13 con disponibilità *full text*. Sono stati esclusi 11 documenti *full text* perché i risultati non erano chiari. Sono quindi risultati eleggibili al quesito di ricerca 13 articoli, di cui 10 sono stati

selezionati per la redazione di questo elaborato: 3 revisioni sistematiche, 1 studio descrittivo osservazionale, 1 revisione di revisioni sistematiche, 1 studio prospettico, 1 studio di coorte, 1 revisione di scoping, 1 studio prospettico di coorte e 1 revisione di letteratura.

CAPITOLO 3 RISULTATI DELLA RICERCA

3.1 Presentazione degli studi selezionati

Il processo di selezione dei documenti ha portato alla selezione 336 articoli. Di questi sono stati rimossi 83 duplicati, 229 sono stati esclusi poiché non inerenti al quesito di ricerca/outcome ricercato. Sono quindi risultati eleggibili 24 articoli ma solo 13 con disponibilità *full text*. 11 documenti *full text* sono stati esclusi perché i risultati non erano chiari.

Sono quindi risultati eleggibili al quesito di ricerca 13 articoli, di cui 10 sono stati selezionati per la redazione di questo elaborato: 3 revisioni sistematiche, 1 studio descrittivo osservazionale, 1 revisione di revisioni sistematiche, 1 studio prospettico, 1 studio di coorte, 1 revisione di scoping, 1 studio prospettico di coorte e 1 revisione di letteratura.

✓ Bezold J., Krell-Roesch J. et al., (2019)

Sensor-based fall risk assessment in older adults with or without cognitive impairment: a systematic review.

Disegno di studio: revisione sistematica

Descrizione: Questa revisione sistematica, pubblicata dalla BMC (BioMed Central), comprende 16 studi trasversali, 10 prospettici e 2 studi con un disegno misto. Offre una prospettiva aggiornata sulla ricerca corrente riguardante l'utilizzo dei sensori indossabili per valutare il rischio di cadute negli anziani, sia con che senza deterioramento cognitivo, cercando risposte circa la capacità dei sensori di raccogliere dati precisi sulle prestazioni motorie dell'anziano.

Criteri di inclusione: articoli di ricerca originali pubblicati in riviste con revisione paritaria (peer reviewed) in lingua inglese; studi che includono individui con un'età media di 60 anni o più, con o senza la presenza di deterioramento cognitivo; studi che valutano le prestazioni motorie legate alle cadute utilizzando strumenti indossabili, basati su sensori, in un contesto clinico, comunitario o in case di riposo; studi che suddividono il loro campione in individui che hanno avuto cadute e individui che non hanno avuto cadute, o individui a rischio elevato e basso di cadute in base a cadute prospettiche o retrospettive, valutazioni cliniche o tramite la combinazione di questi metodi.

Criteri di esclusione: studi con individui di età media inferiore a 60 anni; individui con concomitanti condizioni gravi croniche; studi basati solo su sensori ambientali; studi con l'obiettivo di rilevamento delle cadute.

Obiettivo: L'obiettivo generale di questa revisione è stato fornire una panoramica aggiornata della letteratura esistente che analizzasse l'efficacia dei sensori indossabili sul corpo nella valutazione del rischio di cadute tra gli anziani. Inoltre include studi incentrati sugli anziani con deterioramento cognitivo, a tal fine lo scopo è rispondere a due domande:

1) i sensori indossabili possono raccogliere dati precisi sulle prestazioni motorie, che possono essere impiegati per valutare il rischio di caduta, indipendentemente dalla presenza o assenza di deterioramento cognitivo?

2) quali raccomandazioni pratiche possono essere formulate per l'applicazione della valutazione del rischio di caduta basata su sensori indossabili nelle persone con deterioramento cognitivo?

Risultati: I risultati di questo studio sono stati principalmente raccolti durante test di camminata in un ambiente di laboratorio. La posizione principale dei sensori era situata nella parte bassa della schiena, al fine di garantire il comfort e di evitare disturbi ai partecipanti. Il modello di classificazione del rischio di caduta più preciso comprendeva dati relativi alle transizioni dalla posizione seduta alla camminata e dalla camminata alla posizione seduta, raccolti durante tre giorni di attività quotidiana (accuratezza media = 88,0%).

Nove dei 28 studi inclusi fornivano informazioni sull'utilizzo dei sensori in anziani con possibile deterioramento cognitivo, ma i modelli di classificazione ottenuti in questo gruppo avevano una leggera performance inferiore rispetto a quelli sviluppati per gli anziani senza deterioramento cognitivo (accuratezza media = 79,0%). La valutazione del rischio di caduta utilizzando sensori indossabili è fattibile negli anziani indipendentemente dal loro stato cognitivo. L'accuratezza può variare in base alla posizione dei sensori, al metodo di fissaggio e al tipo di valutazione adottato per registrare i dati sensoriali.

✓ Mohler M.J., Wendel C.S. et al., (2016)

Motor performance and physical activity as predictors of prospective falls in community-dwelling, older adults by frailty level: Application of wearable technology

Disegno di studio: studio descrittivo osservazionale

Descrizione: Questo studio si basa su dati estratti dall'Arizona Frailty Cohort Study, studio descrittivo osservazionale su individui di 65 anni o più, condotto a Tucson (Arizona), della durata di 6 mesi. Sono stati reclutati 119 individui provenienti da strutture sanitarie primarie, secondarie e terziarie, servizi di comunità, strutture di residenza assistita, case di riposo e organizzazioni di servizi per anziani. Lo studio analizza la possibilità di prevedere potenziali cadute, attraverso il monitoraggio delle prestazioni motorie e dell'attività fisica quotidiana tramite sensori indossabili.

Criteri di inclusione: adulti di età ≥ 65 anni e senza disturbi dell'andatura o della mobilità, i quali riferivano di essere in grado di camminare per più di 9,14 m con o senza un dispositivo di assistenza.

Criteri di esclusione: individui con un punteggio al Mini-Mental State Examination (MMSE) ≤ 23 ; individui con malattia terminale; rifiuto di partecipazione allo studio.

Obiettivo: Valutare l'uso di sensori indossabili per misurare dati di deambulazione, equilibrio e attività fisica, a scopo di predire future possibili cadute di anziani che vivono in comunità.

Risultati: Questo studio evidenzia il fatto che non ci sono predittori indipendenti delle cadute che dipendono dallo stato di fragilità. Tra i parametri derivati dai sensori, il deficit di equilibrio, le camminate più lunghe e episodi tipici di permanenza in piedi più brevi, sono identificati come predittori più sensibili di potenziali cadute nei gruppi di individui pre-fragili e fragili. Il deficit dell'andatura non è emerso come predittore sensibile di cadute nel contesto dello stato di fragilità. Ciò indica che questi parametri specifici derivati dai sensori potrebbero essere più affidabili nel prevedere il rischio di cadute in individui fragili rispetto al deficit dell'andatura.

✓ Warrington D. J., Shortis E. J., & Whittaker P. J., (2021)

Are wearable devices effective for preventing and detecting falls: an umbrella review (a review of systematic reviews)

Disegno di studio: revisione di revisioni sistematiche

Descrizione: Questo tipo di studio, analizza articoli di revisioni sistematiche e meta-analisi, le quali combinano l'uso di vari sensori indossabili (accelerometro, giroscopio, sensori di forza...) per comprendere meglio l'efficacia di tali dispositivi e per supportare la presa di decisioni informate nel campo della salute degli anziani e nella prevenzione delle cadute.

Criteri di inclusione: Studi di revisioni sistematiche e meta-analisi senza una data di pubblicazione precisa; articoli in inglese, con la presenza di full text; adulti con o senza malattie croniche; gli studi devono includere l'uso di dispositivi indossabili; studi che valutano la riduzione delle cadute, la prevenzione o il rilevamento delle cadute.

Criteri di esclusione: Non specificati.

Obiettivo: L'obiettivo principale di questa revisione generale è condurre un'analisi di letteratura sull'efficacia dei dispositivi elettronici indossabili per il rilevamento delle cadute, la prevenzione delle cadute, la valutazione del rischio di caduta, la riduzione dei ricoveri ospedalieri e per la riduzione di fratture causate da cadute.

Risultati: Secondo questa revisione l'uso dei dispositivi indossabili per prevenire le cadute deve essere ulteriormente esaminato, in quanto la letteratura mostra risultati promettenti per il loro utilizzo nella valutazione del rischio di caduta, attraverso la quale si può andare a classificare il rischio e attuare interventi appropriati. Inoltre è stato rilevato che esistono differenze significative nell'efficacia di questi dispositivi, a seconda del tipo di dispositivo e della sua posizione. Le prove attuali suggeriscono l'uso di accelerometri, in combinazione con giroscopi, posizionati sul tronco o sulle gambe.

✓ Chen M., Wang H. et al., (2022)

A Systematic Review of Wearable Sensor-Based Technologies for Fall Risk Assessment in Older Adults

Disegno di studio: revisione sistematica

Descrizione: In questa revisione, che include 25 articoli, si valuta lo stato attuale delle tecnologie indossabili basate su sensori, focalizzandosi sull'utilizzo di modelli o algoritmi predittivi per la prevenzione delle cadute, con particolare attenzione agli anziani che vivono in comunità. Vengono confrontati i tipi di sensori utilizzati (sensori di pressione, accelerometri, giroscopi e sensori di movimento tridimensionale inerziale), le loro posizioni, i test funzionali (test timed up and go (TUG), il test sit-to-stand (STS), il test dell'equilibrio in 4 fasi e il test del cammino di 6 minuti (6MWT)), i metodi di modellazione e le caratteristiche dei partecipanti. Si esaminano prestazioni (in termini di accuratezza, sensibilità e specificità) dei vari metodi di valutazione del rischio di caduta, mediante la combinazione di modelli predittivi, sensori e posizionamenti.

Criteri di inclusione: Articoli con soggetti di età superiore ai 65 anni o popolazione anziana; articoli che valutavano il rischio di caduta attraverso test funzionali; articoli che raccoglievano i dati mediante sensori indossabili combinati con test funzionali; articoli disponibili in inglese.

Criteri di esclusione: Articoli dove i dati dei sensori venivano raccolti durante le attività quotidiane; articoli con soggetti che avevano meno di 65 anni; studi di revisione, studi di caso o lettere di commento.

Obiettivo: L'obiettivo principale è valutare sistematicamente lo stato attuale dei dispositivi indossabili, basati su sensori, per la valutazione del rischio di caduta di anziani che vivono in comunità.

Risultati: L'80% degli studi inclusi ha utilizzato una combinazione di due o più sensori per acquisire segnali di movimento, di cui 14 studi hanno utilizzato il dispositivo di Unità di Misurazione Inerziale (IMU), che combina due sensori (accelerometro e giroscopio). In termini di posizione del sensore, la colonna vertebrale (parte inferiore della schiena e sterno) e gli arti inferiori (piedi, parte superiore delle gambe, stinchi) erano le parti del corpo dove i sensori sono stati collegati.

Il test funzionale di valutazione più utilizzato è il test timed up and go (TUG), dal quale si è potuto osservare che i sensori indossabili in combinazione con ogni singolo test funzionale, possono diventare strumenti di screening per la valutazione del rischio di caduta.

In generale, l'uso di sensori indossabili si rivela efficace ed efficiente nella valutazione e prevenzione del rischio di caduta. La capacità di prevedere il rischio di caduta è influenzata da una serie di variabili, tra cui la posizione del sensore, il tipo di sensore, le caratteristiche della persona e le tecniche di elaborazione dei dati.

✓ Howcroft J., Kofman J., & Lemaire E. D., (2017)

Prospective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors

Disegno di studio: studio prospettico

Descrizione: Questo articolo fornisce un'analisi completa delle capacità predittive del rischio di caduta, utilizzando due diversi tipi di sensori indossabili (accelerometri e solette sensibili alla pressione) in quattro diverse posizioni sul corpo (testa, bacino, gamba sinistra e gamba destra). Viene esaminata la previsione del rischio di caduta, utilizzando dati relativi all'andatura in condizioni standard (ST) che in condizioni di doppio compito (DT). 76 individui hanno camminato per 7,62 m durante attività singola e doppia attività mentre indossavano solette sensibili alla pressione e accelerometri triassiali sulla testa, bacino e stinco sinistro e destro. Dopo aver completato la raccolta dati, i soggetti sono stati seguiti per un periodo di 6 mesi ed è stato chiesto loro di registrare gli eventi di caduta.

Criteri di inclusione: Adulti di 65 anni o più, che non erano caduti nei sei mesi precedenti la valutazione.

Criteri di esclusione: Individui con presenza di disturbo cognitivo e individui non in grado di camminare per 6 minuti senza un dispositivo di assistenza.

Obiettivo: Gli obiettivi di questo studio comprendono l'identificazione del tipo di sensore più adatto, la loro posizione ottimale sul corpo e le combinazioni più efficaci per predire il rischio di caduta, determinare quale andatura (ST o DT) è più efficace per la previsione del rischio e valutare se i modelli basati sui dati dei sensori indossabili risultano migliori rispetto ai modelli basati sulla valutazione clinica per la previsione del rischio di caduta.

Risultati: I modelli basati su sensori indossabili hanno dimostrato di avere una precisione del 57% nella previsione del rischio di caduta negli anziani dopo la valutazione del rischio standard (RRS), superando così la capacità predittiva dei modelli basati sulla valutazione clinica. Tra i sensori singoli, l'uso di un accelerometro posizionato sul bacino durante la camminata a doppio compito (DT) ha mostrato la migliore capacità predittiva. La posizione del sensore sulla testa è risultata efficace nelle condizioni di camminata standard (ST), poiché le misurazioni erano correlate al movimento della parte superiore del corpo e alla stabilità visiva. Tuttavia, i risultati più promettenti nella previsione del rischio di caduta sono stati ottenuti utilizzando più sensori, in particolare combinando accelerometri posizionati sulla testa, sul bacino e sulla gamba sinistra. Nel confronto tra i modelli basati sull'andatura ST e DT, non è emersa una chiara superiorità nell'accuratezza della previsione del rischio di caduta. I migliori modelli basati sull'andatura ST e DT hanno raggiunto risultati simili, il che è in linea con gli studi che non hanno evidenziato un miglioramento nella previsione del rischio di caduta attraverso l'analisi dell'andatura DT rispetto all'andatura ST.

✓ Schwenk M., Hauer K. et al., (2014)

Sensor-derived physical activity parameters can predict future falls in people with dementia

Disegno di studio: studio di coorte

Descrizione: Questo studio, condotto in Germania (Heidelberg), ha reclutato 77 soggetti anziani con diagnosi di demenza da lieve a moderata, provenienti da un ospedale geriatrico al termine del ricovero. È stata effettuata un'analisi iniziale, della durata di 24h, durante la quale, attraverso sensori indossabili, sono stati raccolti dati relativi all'attività fisica (caratteristiche del camminare, stare in piedi, seduti e sdraiati). I parametri presi in considerazione sono: camminare durante le 24h; durata media delle camminate effettuate durante le 24h; durata della camminata più lunga; variabilità della durata delle camminate; stare in piedi durante le 24h; durata media dello stare in piedi; stare seduti per 24h; durata media dello stare seduti; stare sdraiati durante le 24h. Tutti i partecipanti sono stati in seguito osservati, durante un periodo di 3 mesi, per monitorare la presenza/assenza di cadute.

Criteri di inclusione: Soggetti con diagnosi di demenza confermata; firma del consenso informato scritto; approvazione del tutore legale (se nominato); ≥ 65 anni; assenza di disturbi neurologici, cardiovascolari, metabolici o psichiatrici.

Criteri di esclusione: Non specificato

Obiettivo: L'obiettivo di questo studio consiste nel valutare la validità dei parametri di attività fisica mediante sensori indossabili, per prevedere cadute future in anziani affetti da demenza.

Risultati: Lo studio indica che i parametri dell'attività fisica relativi al camminare e allo stare in piedi sono predittori sensibili di cadute future. L'analisi dei movimenti quotidiani attraverso sensori indossabili può migliorare l'affidabilità della valutazione del rischio di cadute in soggetti ad alto rischio. Nel valutare i parametri, si è visto che la durata media della deambulazione dava migliori indicazioni e risultati più precisi nel predire cadute future. Al diminuire della durata media della deambulazione di ogni secondo, si aveva un aumento del 26% della probabilità di caduta.

✓ Patel M., Pavic A., & Goodwin V. A., (2020)

Wearable inertial sensors to measure gait and posture characteristic differences in older adult fallers and non-fallers: A scoping review

Disegno di studio: revisione di scoping

Descrizione: Questa revisione include 35 articoli e si concentra nell'analisi delle differenze nella camminata e nella postura tra anziani che cadono e quelli che non cadono, utilizzando sensori inerziali indossabili. Inoltre, esamina le posizioni anatomiche in cui sono stati posizionati i sensori e confronta le misure (statiche e dinamiche) ottenute con le forme attuali di test clinici per la valutazione del rischio di caduta.

Criteri di inclusione: Studi che includono l'uso di dispositivi inerziali indossabili per la valutazione dell'andatura, postura e dei fattori di rischio; Studi che confrontano coloro che cadono e/o presentano un rischio elevato, con quelli che non cadono e/o sono a basso rischio di caduta di età superiore a 60 anni; Soggetti che vivono in comunità, a casa,

strutture residenziali o in regime di ricovero ospedaliero; Studi che presentano soggetti con età media ≥ 60 anni.

Criteri di esclusione: Gli studi che non rispondevano ai criteri di inclusione, venivano esclusi dalla revisione.

Obiettivo: Lo scopo di questo studio è quello di identificare, descrivere e valutare potenziali fattori di rischio di caduta correlati all'andatura e alla postura, mediante dispositivi inerziali indossabili, in una popolazione di anziani che cadono e/o anziani che presentano un rischio di caduta elevato. Confrontando l'efficacia dei dispositivi indossabili per la valutazione e prevenzione del rischio, con le attuali valutazioni cliniche.

Risultati: Tramite l'analisi dei dati, è emerso che una velocità di camminata più lenta, passi più brevi e lunghezza del passo ridotta, sono fortemente associate al rischio di caduta durante attività dinamiche. D'altra parte, un aumento nell'oscillazione del tronco è più comunemente correlato al rischio di caduta durante attività statiche. Inoltre, si è riscontrato che l'uso di un unico sensore inerziale indossabile posizionato nella parte inferiore del tronco posteriore, è efficace ed è sufficiente per valutare diversi fattori di rischio e prevenire cadute. Delle 149 potenziali differenze statiche e dinamiche nell'andatura e nella postura, 127 sono a base dinamica, mentre 22 a base statica. Le misure derivate da dispositivi inerziali indossabili sono in sintonia con le valutazioni cliniche del rischio di caduta. Questo suggerisce che i dispositivi indossabili potrebbero rappresentare un'alternativa valida alle metodologie tradizionali per la valutazione del rischio di caduta, specialmente per quanto riguarda la misurazione dell'andatura e della postura.

✓ Howcroft J., Kofman J., & Lemaire E. D., (2013)

Review of fall risk assessment in geriatric populations using inertial sensors

Disegno di studio: revisione di letteratura

Descrizione: Negli articoli esaminati, vengono usati due tipi di sensori, giroscopi (velocità angolare) e accelerometri (accelerazione lineare), in modo individuale o combinato. Nel 65% degli studi i sensori sono stati posizionati a livello della parte bassa della schiena, compreso il bacino, l'osso sacro e le vertebre da L3 a L5. L'attività maggiormente usata per la valutazione del rischio di caduta basata su sensori, è la camminata su terreno

pianeggiante (45%), seguita dal test Timed Up and Go, passaggio dalla posizione seduta alla posizione eretta e ad altre attività. Per la previsione del rischio di caduta, sono stati impiegati diversi approcci, tra cui modelli di regressione, classificatori matematici, alberi decisionali, reti neurali, macchine vettoriali di supporto e analisi di cluster.

Criteri di inclusione: Articoli dove si valuta il rischio di caduta mediante dispositivi inerziali indossabili; individui anziani con età media maggiore o uguale a 60 anni; articoli disponibili in inglese.

Criteri di esclusione: Non specificati.

Obiettivo: Eseguire una valutazione critica sull'utilizzo dei sensori inerziali nella valutazione del rischio di caduta e individuare settori di rilevanza cruciale per le future ricerche.

Risultati: Tra i fattori di rischio esaminati, attraverso sensori indossabili, nel 58% dei casi la variabile più significativa era correlata all'instabilità posturale e alla coerenza dell'andatura durante i passi. Nella metà degli studi esaminati, sono stati sviluppati modelli per prevedere il rischio di caduta. Questi modelli hanno dimostrato di raggiungere livelli notevoli di accuratezza (62-100%), specificità (35-100%) e sensibilità (55-99%). Attraverso questa revisione, risulta evidente che i sensori inerziali indossabili costituiscono una tecnologia promettente per la valutazione del rischio di caduta, unendo metodi clinici e strumenti di laboratorio come mezzi di valutazione ben accettabili. Questi sistemi basati su sensori inerziali offrono notevoli vantaggi, tra cui portabilità, costi contenuti e poche restrizioni sui tipi di movimenti che possono essere monitorati.

✓ Kristoffersson A., Du J., & Ehn M., (2021)

Performance and Characteristics of Wearable Sensor Systems Discriminating and Classifying Older Adults According to Fall Risk: A Systematic Review

Disegno di studio: revisione sistematica

Descrizione: Questa revisione analizza 33 articoli, provenienti da 16 paesi diversi in quattro continenti (Asia, Europa, Nord America e Oceania), ed esamina le evidenze esistenti riguardanti la valutazione del rischio di caduta tramite l'utilizzo di sensori. I

partecipanti sono stati presi da comunità, ospedali, strutture residenziali. Gli studi analizzano la camminata, la transizione da seduto a in piedi con/senza la camminata, l'equilibrio in piedi, l'equilibrio nelle rotazioni, funzioni degli arti superiori e altri test clinici. Il numero medio di sensori utilizzati nella valutazione del rischio varia da 1-5.

La tipologia di sensori include l'accelerometro, il giroscopio, il magnetometro, il barometro, la cella di carico, la frequenza cardiaca fotoelettrica e la pressione, questi sensori sono stati impiegati sia singolarmente che in diverse combinazioni nelle varie applicazioni.

Criteri di inclusione: Articoli originali, pubblicati nel periodo tra gennaio 2010 e aprile 2020; Articoli in lingua inglese; Individui che hanno sperimentato cadute/non cadute, o che presentano un alto/basso rischio di caduta; Il campione deve contenere più di 10 individui, di età ≥ 60 anni; Studi che utilizzavano i sensori inerziali indossabili o mobili per analizzare movimenti estraendo segnali dai sensori; Studi che valutavano il rischio di caduta basato su sensori.

Criteri di esclusione: Gli articoli venivano esclusi se i partecipanti presentavano un grave deterioramento cognitivo e se venivano eseguite misurazioni dell'attività fisica solamente tramite monitor.

Obiettivo: L'obiettivo principale di questa revisione sistematica consiste nell'esaminare le caratteristiche e le prestazioni dei sistemi di sensori indossabili impiegati nella valutazione del rischio di caduta tra gli individui anziani classificando gli individui in base al rischio di caduta o discriminando tra gruppi di persone anziane con diverso rischio di caduta.

Risultati: Le varie valutazioni dei sensori, di cui quasi la metà erano legate all'andatura e alla discesa delle scale mostravano significative differenze tra gruppi di anziani con diversi livelli di rischio di caduta. In sei studi, le caratteristiche dei sensori sono state in grado di classificare gli individui come caduti o non caduti (o categorie equivalenti) con un'Area Sotto Curva(AUC) di almeno 0,75 (maggiore capacità di discriminare i due gruppi).

Di questi sei studi, cinque hanno utilizzato esclusivamente accelerometri 3D, mentre uno ha utilizzato solo dati giroscopici. Le attività valutate includevano la camminata (4 su 6 studi), il test Timed Up and Go (TUG) (1 su 6) e l'equilibrio in posizione eretta (1 su 6).

✓ Van Schooten K. S., Pijnappels, M. et al., (2016)

Daily-Life Gait Quality as Predictor of Falls in Older People: A 1-Year Prospective Cohort Study

Disegno di studio: studio prospettico di coorte

Descrizione: In questo studio, condotto in Olanda (Amsterdam), sono stati utilizzati sensori indossabili per valutare l'attività fisica abituale e la qualità dell'andatura nella vita quotidiana (in termini di stabilità, variabilità, scorrevolezza e simmetria). Sono stati reclutati 319 anziani, e hanno indossato un accelerometro per una settimana. I partecipanti sono stati sottoposti a questionari e test specifici, allo scopo di identificare i fattori di rischio associati alle cadute. La possibile frequenza di cadute è stata monitorata per un periodo di sei/dodici mesi.

Criteri di inclusione: Individui con età compresa tra i 65 e i 99 anni, che presentavano un punteggio minimo dello stato mentale situato tra 19 e 30. Persone con la capacità di camminare per almeno 20 metri, con dispositivo di assistenza se necessario e partecipanti che hanno firmato il consenso informato scritto.

Criteri di esclusione: Non specificato.

Obiettivo: stabilire la connessione tra la probabilità di andare incontro ad un episodio di caduta e il comportamento della persona nella sua vita quotidiana, attraverso l'utilizzo di sensori indossabili.

Risultati: Abbiamo evidenziato che diverse caratteristiche dell'andatura, tra cui la velocità di camminata, la lunghezza del passo, la frequenza del passo, l'intensità, la variabilità, la fluidità, la simmetria e la complessità, mostravano spesso una correlazione da moderata ad alta ($r > 0,4$) nel predire la probabilità di cadute. I fattori principali che sono emersi, tra cui una storia di cadute, consumo di alcol, qualità dell'andatura e forza muscolare, si sono rivelati predittivi del tempo necessario affinché si verifichi una caduta. In particolare, la qualità dell'andatura nelle attività quotidiane, misurata mediante l'utilizzo di un singolo accelerometro posizionato sul tronco, si è rivelata un indicatore predittivo significativo delle cadute.

3.2 Sintesi dei risultati prodotti

Sulla base degli *outcome* individuati nella prima fase di ricerca in Tabella 1, viene presentata una sintesi dei risultati:

Tabella 1. Sintesi dei risultati degli studi

Interventi	Outcome	Risultati
<p>Raccogliere dati relativi a prestazioni motorie tramite sensori indossabili e valutare il rischio di cadute in soggetti anziani con o senza deterioramento cognitivo. (Bezold J. et al. 2019)</p> <p>Monitorare la prestazione motoria e attività fisica, tramite sensori indossabili osservazione per un periodo di 6 a 12 mesi per rilevare la possibile comparsa di cadute. (Mohler M.J. et al. 2016)</p>	<p>Riduzione e/o prevenzione delle cadute in soggetti anziani</p>	<p>La posizione corporea, per la posizione del sensore, principalmente usata è stata la parte inferiore della schiena. I dati raccolti, relativi alla transizione dalla posizione seduta alla camminata e dalla camminata alla posizione seduta sono risultati maggiormente precisi per la classificazione del rischio (accuratezza media = 88,0%). I sensori sono risultati efficaci, indipendentemente dallo stato cognitivo.</p> <p>La fragilità non influisce sui predittori indipendenti di cadute. Tra i parametri misurati dai sensori, l'oscillazione del centro di massa (OR = 5.9%, IC 95% 2.6-13.7), la durata media di una sessione di camminata (OR = 1.1, IC 95% 1.0-2.0), la durata media della permanenza in piedi (OR = 0.94, IC 95% 0.91-0.99) e la presenza di una caduta nei 6 mesi precedenti (OR = 7.3, IC 95% 1.5-36.4), sono indentificati come predittori indipendenti di potenziali cadute (AUC: 0,882). In generale, viene</p>

<p>Valutare l'esistenza di differenze significative nell'efficacia di sensori indossabili, in base al tipo di sensore e alla sua posizione. (Warrington D.J. et al. 2021)</p> <p>Confrontare i tipi di sensori utilizzati, le loro posizioni, i test funzionali, i metodi di modellazione e le caratteristiche degli individui. (Chen M. et al. 2022)</p>		<p>indicata una prospettiva promettente per l'uso dei sensori indossabili nella valutazione e prevenzione delle cadute tra gli anziani fragili in ambiente domestico.</p> <p>Le prove attuali suggeriscono l'utilizzo di accelerometri in combinazione con giroscopi posizionati sul tronco o sulle gambe per valutare e prevenire il rischio.</p> <p>La maggior parte degli studi ha utilizzato un dispositivo di Unità di Misurazione Inerziale (IMU), composto da accelerometro e giroscopio, posizionato sulla colonna vertebrale e sugli arti inferiori, dimostrando di essere efficace. Per quanto riguarda i risultati riportati dagli studi analizzati, l'accuratezza oscilla tra il 57%-90%, la sensibilità varia da 43%-93% e la specificità ha un intervallo che va dal 54,4%-100%. Questi dati indicano una diversità nelle prestazioni degli approcci di valutazione del rischio caduta analizzati e mostra che alcuni metodi possono essere più precisi e sensibili di altri.</p>
---	--	---

<p>Testare due tipi di sensori (accelerometro e solette sensibili alla pressione) in quattro posizioni diverse, utilizzando dati sull'andatura in condizioni standard (ST) e di doppio compito (DT), e valutare la presenza di eventi di caduta per un periodo di 6 mesi successivi alla valutazione iniziale.</p> <p>(Howcroft J. et al. 2017)</p> <p>Raccogliere dati sull'attività fisica tramite l'uso di sensori indossabili, durante un periodo di 24 ore, in pazienti con diagnosi di demenza e successivamente osservare durante un</p>		<p>I modelli basati su sensori indossabili, hanno dimostrato un'accuratezza del 57% nella previsione del rischio di caduta, superando la capacità dei modelli di valutazione clinica. Il modello con prestazioni migliori utilizzava una rete neurale e incorporava dati sull'andatura durante un doppio compito, da accelerometri posizionati su testa, bacino e gamba sinistra (precisione 57%, sensibilità 43% e specificità 65%). D'altra parte il miglior modello basato solo su un sensore utilizzava una rete neurale e incorporava parametri tramite accelerometro posizionato solo sul bacino (precisione 54%, sensibilità 35% e specificità 67%). Per quanto riguarda la previsione del rischio di caduta, l'uso dell'accelerometro nella zona del bacino si è dimostrata più efficace in condizioni di doppio compito, mentre la posizione sulla testa è risultata più efficace per la condizione standard.</p> <p>Nell'analisi, due variabili sono emerse come predittori indipendenti di cadute: la "durata media della camminata" (con un odds ratio (OR) di 0,79 e un valore p di 0,012) e la presenza di "caduta precedente" (con un OR di 4,44 e un valore p di 0,007). L'analisi dei movimenti tramite sensori indossabili in soggetti ad alto rischio di caduta migliora l'affidabilità della</p>
---	--	--

<p>periodo di 3 mesi la presenza/ assenza di caduta. (Schwenk M. et al. 2014)</p> <p>Analizzare le differenze nella camminata e nella postura tra anziani che cadono e anziani che non cadono utilizzando sensori indossabili (Patel M. et al 2020)</p> <p>Analizzare l'utilizzo di due sensori (accelerometro e giroscopio) in modo individuale o combinato, posizionati, nella maggior parte degli studi, nella parte inferiore della schiena e i dati vengono raccolti, principalmente, durante l'attività di camminata su terreno pianeggiante. (Howcroft J. et al. 2013)</p>		<p>valutazione del rischio.</p> <p>Una velocità di camminata più lenta, passi brevi e lunghezza del passo ridotta, sono associate al rischio di caduta durante attività dinamiche, mentre l'oscillazione posturale è associata al rischio di caduta durante attività statiche. L'uso di un sensore nella parte inferiore del tronco posteriore è efficace e sufficiente per valutare fattori di rischio e prevenire cadute.</p> <p>Nel 58% dei casi l'instabilità posturale e la coerenza dell'andatura durante i passi, sono le variabili maggiormente significative per la predizione di cadute future. Nella metà degli studi analizzati, sono stati sviluppati modelli per la previsione del rischio di caduta che hanno dimostrato prestazioni notevoli di accuratezza (62%-100%), specificità (35%-100%) e sensibilità (55%-99%).</p>
---	--	---

<p>Analizzare varie attività fisiche tramite l'uso di un numero di sensori indossabili, che varia da 1 a 5, e valutare il rischio di caduta. (Kristoffersson A. et al. 2021)</p> <p>Posizionare un accelerometro durante il periodo di 1 settimana, per l'analisi di dati relativi all'attività fisica e all'andatura in soggetti anziani. Successivamente la possibile frequenza di cadute è stata monitorata per 6/12 mesi. (van Schooten K. S. et al. 2016)</p>		<p>I sensori sono stati in grado di classificare gli individui in caduti e non caduti (con una precisione di almeno 84% e/o un'area sotto curva AUC di almeno 0,74) e si sono mostrati efficaci nel valutare i vari livelli del rischio di caduta.</p> <p>Diverse caratteristiche dell'andatura mostrano una correlazione, da moderata ad alta, nella previsione della probabilità di caduta ($r > 0,4$). Inoltre queste caratteristiche possono prevedere le cadute. Nello specifico, l'area sotto curva (AUC), che varia in base al tempo, è risultata compresa tra 0,66 e 0,72 per quanto riguarda la previsione del tempo della prima caduta, e tra 0,69 e 0,76 per quanto riguarda la previsione del tempo della seconda caduta. I vari modelli di previsione presentano un'accuratezza adeguata o elevata. In particolare, la qualità dell'andatura durante le attività di vita quotidiana, misurata tramite un accelerometro posizionato sul tronco, risulta essere un indicatore predittivo significativo di cadute.</p>
--	--	--

CAPITOLO 4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

4.1 Discussione

Dai 10 studi analizzati si può dedurre che l'implementazione di sensori indossabili per la valutazione e la previsione del rischio di caduta permette di acquisire informazioni sui livelli di rischio di caduta che l'anziano fragile presenta, consentendo così di adottare interventi volti alla prevenzione e alla riduzione delle cadute.

In una revisione sistematica (Bezold J. et al. 2019) è emerso che la raccolta di dati tramite sensori indossabili relativi alla transizione dalla posizione seduta alla camminata e viceversa, si è dimostrata essere un metodo utile per valutare il rischio di caduta negli anziani (accuratezza media = 88,0%), indipendentemente dal loro stato cognitivo. Tra i sensori utilizzati, quelli che hanno ottenuto i risultati più efficaci erano l'accelerometro e il giroscopio, sia utilizzati singolarmente che in combinazione.

Nello studio descrittivo osservazionale (Mohler M.J. et al. 2016) la popolazione esaminata veniva divisa in anziani non fragili, pre-fragili e fragili. Tra i parametri misurati dai sensori, l'oscillazione del centro di massa (COM) presenta un'interazione significativa ($p=0,031$), suggerendo che gli individui fragili o pre-fragili presentano un rischio di caduta cinque volte maggiore per ogni incremento di un centimetro quadrato nell'oscillazione del COM nell'arco di 6 mesi. Inoltre altri parametri di attività fisica legati al tempo trascorso in posizione eretta e al camminare, possono essere utili predittori del rischio di caduta nelle popolazioni fragili ($AUC=0,882$).

Anche nella revisione (Patel M. et al, 2020) l'obiettivo principale era quello di identificare, descrivere e valutare le differenze nelle caratteristiche e i potenziali fattori di rischio di cadute correlati all'andatura e alla postura tra gli anziani che cadono o sono ad alto rischio di caduta, utilizzando sensori inerziali indossabili. I risultati di questa revisione hanno evidenziato che l'oscillazione del corpo è correlata al rischio di caduta, soprattutto durante le attività statiche. La maggior parte degli studi inclusi nella revisione (circa il 91%) ha riportato che la previsione del rischio di caduta tramite sensori indossabili è più efficace durante la misurazione dei parametri durante attività dinamiche. In particolare, una velocità di camminata lenta, passi brevi e una lunghezza ridotta del passo sono stati associati a un aumento del rischio di caduta. Di conseguenza, sembra esserci un'evidente potenzialità per

l'uso di sensori indossabili come un valido strumento quantitativo per valutare il rischio di caduta negli anziani e prevenirlo, in alternativa alle tradizionali osservazioni.

Nella revisione sistematica (Howcroft J. et al. 2013), sono stati riportati diversi livelli di sensibilità (tra il 55% e il 100%) e specificità (tra il 15% e il 100%) per i modelli di valutazione del rischio di caduta basati su sensori indossabili. Tra le 13 variabili valutate in più di uno studio e che hanno ottenuto risultati significativi ($p < 0,05$) e le sei variabili con elevata sensibilità e specificità nella classificazione del rischio di caduta, il 58% era correlato all'instabilità posturale e alla coerenza dell'andatura durante i passi.

Lo studio di coorte (Schwenk M. et al. 2014) che ha coinvolto anziani con diagnosi di demenza e ha utilizzato sensori indossabili per monitorare l'attività fisica per un periodo di 24 ore, è emerso che variabili come la durata media del periodo di camminata (definito come intervallo con almeno 3 passi successivi) e la presenza di cadute precedenti sono predittori indipendenti di cadute. L'area sotto la curva (AUC) per la durata media del periodo di camminata è stata 0,684, mentre per la variabile delle cadute precedenti è stata 0,661. La combinazione di entrambe queste variabili ha ottenuto l'AUC più elevata (0,771; $p < 0,001$). In conclusione, la combinazione del monitoraggio dell'attività fisica tramite sensori indossabili e l'anamnesi delle cadute sembra offrire un potenziale significativo per la sorveglianza delle persone con demenza ad alto rischio di caduta. Queste informazioni potrebbero essere utilizzate per sviluppare interventi mirati di prevenzione delle cadute per questa popolazione. Come anche conferma la revisione Warrington D.J. et al. 2021, i sensori indossabili sono efficaci per la prevenzione delle cadute, poiché dimostra risultati positivi riguardo al loro utilizzo come componente per la valutazione del rischio di caduta. Questi sensori possono essere impiegati per classificare il rischio di caduta e orientare le strategie d'intervento.

Nello studio prospettico (Howcroft J. et al. 2017), sono stati esaminati vari modelli basati su sensori, dimostrando una maggiore efficacia rispetto ai modelli basati esclusivamente sulla valutazione del rischio. Questi modelli basati su sensori hanno raggiunto un'accuratezza del 57% nella previsione del rischio di caduta, risultando più vantaggiosi. Inoltre, l'integrazione di modelli predittivi basati su sensori, in combinazione con valutazioni basate su sensori e valutazioni cliniche, ha dimostrato di migliorare ulteriormente la previsione del rischio di caduta rispetto alla sola valutazione clinica. Un

modello particolarmente efficace utilizzava una rete neurale e teneva conto dei dati relativi all'andatura. Pertanto, lo studio suggerisce che l'uso di sensori indossabili nelle valutazioni del rischio di caduta negli anziani potrebbe rappresentare un miglioramento significativo nell'identificazione e nella prevenzione del rischio di caduta.

Secondo la revisione sistematica (Chen M. et al. 2022), è emerso che l'uso dei sensori indossabili in combinazione con test funzionali può rappresentare un valido strumento per lo screening e la valutazione del rischio di caduta. In particolare, è stato notato che periodi di tempo più brevi per il completamento del test sono associati a modelli di andatura migliori, il che suggerisce una maggiore stabilità. I dati raccolti tramite i modelli basati su sensori si sono concentrati principalmente sull'andatura e sull'equilibrio, evidenziando l'importanza di questi fattori nella valutazione del rischio di caduta.

Nel contesto dello studio prospettico di coorte, è emerso che i dati sull'andatura raccolti tramite sensori indossabili sono stati in grado di predire la probabilità di caduta negli anziani ($r > 0.4$). Questo studio ha evidenziato che le persone che mostravano una camminata più lenta, irregolare, asimmetrica e instabile presentavano un rischio più elevato di caduta. Inoltre, ha sottolineato che i modelli di previsione sviluppati utilizzando i dati dei sensori indossabili e considerando la qualità dell'andatura sembrano essere strumenti utili per identificare coloro che potrebbero essere a rischio di caduta. Questi modelli potrebbero anche essere adatti per valutare l'efficacia degli interventi di prevenzione implementati per ridurre il rischio di caduta tra gli anziani.

La revisione (Kristoffersson A. et al. 2021) ha effettuato analisi statistiche sulle capacità dei metodi basati su sensori per valutare il rischio di caduta, identificato che le diverse misurazioni sensoriali, di cui quasi la metà era relativa all'andatura e alla discesa delle scale, hanno evidenziato differenze significative tra gruppi di anziani con livelli di rischio di caduta diversi. Inoltre, i modelli sviluppati per classificare il rischio di caduta utilizzando sensori indossabili hanno dimostrato un'accuratezza dell'84% nel distinguere tra individui caduti e non caduti, confermando la loro efficacia nel valutare e prevedere il rischio di caduta.

4.2 Implicazioni per la pratica

Per poter garantire interventi efficaci nella prevenzione delle cadute e una migliore qualità di vita, attraverso l'analisi di dati basati su sensori indossabili, è fondamentale la formazione di infermieri nella corretta installazione, manutenzione e interpretazione dei dati. Questo può permettere l'uso efficace di questa tecnologia per garantire la sicurezza degli anziani, in particolare quelli fragili. I sensori indossabili possono essere integrati nei piani di assistenza individuali per aiutare i professionisti a sviluppare interventi basati sui dati dei sensori per prevenire le cadute. È importante condurre valutazioni regolari del rischio, che possono essere più rapide e precise grazie all'uso dei sensori. L'educazione degli anziani fragili e/o dei loro caregiver, attraverso la fornitura di materiali informativi e istruzioni chiare sull'uso e l'importanza dei sensori indossabili nella prevenzione delle cadute, può svolgere un ruolo fondamentale nell'implementazione di questa tecnologia per garantire un monitoraggio clinico continuo. Ciò consente alle persone fragili di rimanere nel proprio domicilio, evitando costosi ricoveri o il trasferimento in strutture sanitarie onerose. Inoltre, i dati dei sensori possono rilevare segnali precoci di problemi di salute oltre alla cadute, come la deambulazione anomala o la diminuzione dell'attività fisica. È importante anche la gestione dell'aderenza degli anziani all'uso dei sensori indossabili, la quale può essere gestita fornendo supporto quando necessario per garantire un utilizzo costante e appropriato.

4.3 Implicazioni per la ricerca

Per quanto riguarda la validità della mia ricerca, si evince che sono necessari maggiori studi specialistici e soprattutto di miglior qualità nella scala delle evidenze. Sarebbe opportuno avviare ricerche mirate a valutare la soddisfazione e l'accettazione degli anziani nei confronti dell'uso di tali dispositivi al fine di individuare potenziali ostacoli all'adozione della tecnologia. Inoltre, sono necessari studi più approfonditi sulla formazione degli infermieri per valutare il loro livello di competenza nella corretta installazione e nell'interpretazione dei dati. Per avere una comprensione completa dell'efficacia dei sensori indossabili nel lungo termine, è importante condurre studi longitudinali in modo da fornire dati cruciali sulla sostenibilità dei benefici nel tempo. È fondamentale anche esaminare attentamente le questioni relative alla

privacy e alla sicurezza dei dati raccolti, per garantire la protezione dei dati sensibili degli anziani fragili.

Infine, data la carenza attuale, è essenziale sviluppare linee guida e protocolli basati sull'evidenza per l'uso dei sensori nella prevenzione delle cadute. Questi strumenti possono essere adottati come prassi standard nelle strutture sanitarie, contribuendo a garantire un approccio uniforme e basato sulla migliore evidenza possibile.

4.4 Conclusioni

Le cadute negli anziani costituiscono un problema sempre più rilevante e possono comportare conseguenze significative, dalle lesioni lievi a quelle gravi, con ricoveri e in alcuni casi anche la mortalità. Identificare precocemente le persone a rischio è fondamentale per minimizzare tali conseguenze e migliorare la qualità di vita. In questo contesto, le nuove tecnologie mediche, come i sensori indossabili, stanno emergendo come uno strumento promettente.

Dai risultati degli studi esaminati, emerge chiaramente che l'uso di sensori indossabili rappresenta un approccio pratico e altamente efficace per identificare e valutare i soggetti a rischio di cadute. Questa tecnologia può essere implementata sia nell'ambiente domestico, durante la vita quotidiana, sia in strutture sanitarie. Inoltre, l'analisi dei costi dimostra che l'utilizzo di sensori indossabili può portare a significativi risparmi nel settore sanitario, grazie al loro costo relativamente basso e alla riduzione delle cadute e delle conseguenti ospedalizzazioni.

I sensori indossabili forniscono dati accurati e predittivi sul rischio di caduta, concentrandosi in particolare sull'equilibrio e sull'andatura degli anziani. Tra i diversi tipi di sensori indossabili disponibili, l'accelerometro viene considerato come uno strumento ampiamente utilizzato e in grado di ottenere risultati significativi, sia da solo che in combinazione con altri sensori (in modo particolare il giroscopio). Posizionato nella parte inferiore della schiena o sul tronco, l'accelerometro fornisce dati preziosi che, attraverso modelli di interpretazione appropriati, consentono di identificare in modo accurato i soggetti a rischio e di intervenire in modo tempestivo per prevenire cadute e lesioni. Inoltre, l'uso di sensori indossabili come complemento durante i test funzionali, l'attività

fisica o la deambulazione può migliorare la precisione e la rilevanza dei dati raccolti, fornendo una valutazione più completa del rischio.

Nonostante la necessità di ulteriori studi sull'accettazione da parte degli anziani, i sensori indossabili possono presentare lo stesso una pratica clinica ben accettata, poiché sono dispositivi non invasivi e possono essere rimossi in qualsiasi momento. I sensori indossabili offrono un'ampia gamma di applicazioni nella prevenzione delle cadute, dalla valutazione dell'andatura alla misurazione della pressione plantare, fornendo dati utili per migliorare la sicurezza e la salute degli individui in modo pratico ed efficiente.

In conclusione, l'implementazione di questa tecnologia rappresenta un passo significativo verso il futuro, e può rappresentare un metodo valido per migliorare la sicurezza, la qualità della vita e l'autonomia degli anziani fragili. Offre un supporto prezioso nell'assistenza, nella prevenzione e nel monitoraggio accurato e tempestivo, promuovendo il comfort dell'anziano e della sua famiglia.

BIBLIOGRAFIA

1. Bezold, J., Krell-Roesch, J., Eckert, T., Jekauc, D., & Woll, A. (2021). Sensor-based fall risk assessment in older adults with or without cognitive impairment: a systematic review. *European review of aging and physical activity : official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity*, 18(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s11556-021-00266-w>
2. Chen, M., Wang, H., Yu, L., Yeung, E. H. K., Luo, J., Tsui, K. L., & Zhao, Y. (2022). A Systematic Review of Wearable Sensor-Based Technologies for Fall Risk Assessment in Older Adults. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(18), 6752. <https://doi.org/10.3390/s22186752>
3. Dunn, J., Runge, R., & Snyder, M. (2018). Wearables and the medical revolution. *Personalized medicine*, 15(5), 429–448. <https://doi.org/10.2217/pme-2018-0044>
4. Howcroft, J., Kofman, J., & Lemaire, E. D. (2013). Review of fall risk assessment in geriatric populations using inertial sensors. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10(1), 91. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-91>
5. Howcroft, J., Kofman, J. e Lemaire, ED (2017). Modelli di previsione del rischio di caduta per gli anziani basati su sensori indossabili. *Transazioni IEEE su sistemi neurali e ingegneria della riabilitazione: una pubblicazione della IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 25 (10), 1812-1820. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2017.2687100>
6. Kristoffersson, A., Du, J., & Ehn, M. (2021). Prestazioni e caratteristiche dei sistemi di sensori indossabili che discriminano e classificano gli anziani in base al rischio di caduta: una revisione sistematica. *Sensori (Basilea, Svizzera)*, 21 (17), 5863. <https://doi.org/10.3390/s21175863>
7. Mohler, M. J., Wendel, C. S., Taylor-Piliae, R. E., Toosizadeh, N., & Najafi, B. (2016). Motor Performance and Physical Activity as Predictors of Prospective Falls in

Community-Dwelling Older Adults by Frailty Level: Application of Wearable Technology. *Gerontology*, 62(6), 654–664. <https://doi.org/10.1159/000445889>

8. Patel, M., Pavic, A. e Goodwin, Virginia (2020). Sensori inerziali indossabili per misurare le differenze caratteristiche di andatura e postura negli anziani che cadono e non cadono: una revisione dell'ambito. *Andatura e postura*, 76, 110–121. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.10.039>

9. Pilotto, A., Scarcelli, C., Addante, F., & Franceschi, M. (2008). Valutazione multidimensionale per l'anziano fragile. *MD Medicinæ Doctor*, 25(27), 20-22.

10. Saiani, L., & Brugnolli, A. (2020). *Trattato di cure infermieristiche (III edizione ed.)* Sorbona.

11. Schwenk, M., Hauer, K., Zieschang, T., Englert, S., Mohler, J., & Najafi, B. (2014). Sensor-derived physical activity parameters can predict future falls in people with dementia. *Gerontology*, 60(6), 483–492. <https://doi.org/10.1159/000363136>

12. van Schooten, K. S., Pijnappels, M., Rispens, S. M., Elders, P. J., Lips, P., Daffertshofer, A., Beek, P. J., & van Dieën, J. H. (2016). Daily-Life Gait Quality as Predictor of Falls in Older People: A 1-Year Prospective Cohort Study. *PloS one*, 11(7), e0158623. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158623>

13. Warrington, DJ, Shortis, EJ e Whittaker, PJ (2021). I dispositivi indossabili sono efficaci per prevenire e rilevare le cadute: una revisione ombrello (una revisione di revisioni sistematiche). *BMC sanità pubblica*, 21 (1), 2091. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12169-7>

SITOGRAFIA

https://www.sigg.it/wp-content/uploads/2018/12/News_Quando-si-diventa-anziani.pdf

<https://formatresearch.com/2022/07/08/istat-rapporto-annuale-2022/>

<https://www.istat.it/storage/ASI/2022/capitoli/C03.pdf>



<https://www.epicentro.iss.it/passi-argento/dati/cadute#dati>


<https://www.infermieritalia.com/2023/06/06/scale-di-valutazione-del-rischio-di-caduta/>

<https://www.nurse24.it/studenti/scale-di-valutazione/barthel-index-code-l-indice-di-barthel.html>

ALLEGATI

ALLEGATO 1: SELEZIONE DEGLI STUDI

Banche dati	Parole chiave	N° documenti		Titoli articoli selezionati, autori ed anno di pubblicazione
		Trovati	Selezionati	
 	<p><i>Fall risk assessment AND wearable sensors</i></p>	120	3	<p>Van Schooten, K. S., Pijnappels, M., Rispens, S. M., Elders, P. J., Lips, P., Daffertshofer, A., Beek, P. J., & van Dieën, J. H. (2016). <u>Daily-Life Gait Quality as Predictor of Falls in Older People: A 1-Year Prospective Cohort Study.</u></p> <p>Bezold J, Krell-Roesch J, Eckert T, Jekauc D, Woll A. (2021). <u>Sensor-based fall risk assessment in older adults with or without cognitive impairment: a systematic review.</u></p> <p>Kristoffersson A., Du J., & Ehn M. (2021). <u>Performance and Characteristics of Wearable Sensor Systems Discriminating and Classifying Older Adults According to Fall Risk: A Systematic Review.</u></p>

	<p><i>Wearable sensors AND frailty AND fall prevention</i></p>	<p>119</p>	<p>3</p>	<p>Chen, M., Wang, H., Yu, L., Yeung, E. H. K., Luo, J., Tsui, K. L., & Zhao, Y. (2022). <u>A Systematic Review of Wearable Sensor-Based Technologies for Fall Risk Assessment in Older Adults.</u></p> <p>Warrington, D. J., Shortis, E. J., & Whittaker, P. J. (2021). <u>Are wearable devices effective for preventing and detecting falls: an umbrella review (a review of systematic reviews).</u></p> <p>Mohler MJ, Wendel CS, Taylor-Piliae RE, Toosizadeh N, Najafi B. (2016). <u>Motor Performance and Physical Activity as Predictors of Prospective Falls in Community-Dwelling Older Adults by Frailty Level: Application of Wearable Technology.</u></p>
 <p>PubMed National Library of Medicine NLM</p>	<p><i>Fall prediction AND wearable sensors</i></p>	<p>97</p>	<p>4</p>	<p>Howcroft J., Kofman J., & Lemaire E. D. (2017). <u>Prospective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors.</u></p> <p>Schwenk, M., Hauer, K., Zieschang, T., Englert, S., Mohler, J., & Najafi, B. (2014). <u>Sensor-derived physical activity parameters can predict future falls in people with dementia.</u></p>

				<p>Patel, M., Pavic, A., & Goodwin, V. A. (2020). <u>Wearable inertial sensors to measure gait and posture characteristic differences in older adult fallers and non-fallers: A scoping review.</u></p> <p>Howcroft J., Kofman J., & Lemaire E. D. (2013). <u>Review of fall risk assessment in geriatric populations using inertial sensors.</u></p>
--	--	--	--	---

ALLEGATO 2 RICERCA DELLA LETTERATURA

