



**UNIVERSITÀ  
DI PARMA**

**DIPARTIMENTO DI MEDICINA E CHIRURGIA**

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN PSICOBIOLOGIA  
E NEUROSCIENZE COGNITIVE**

***ASSISTENTE DOMESTICO AUTOMATICO (ADA):  
RIABILITAZIONE E ASSISTENZA NEI SOGGETTI CON  
COMPROMISSIONE COGNITIVA***

**Relatore:**

**Chiar .ma Prof.ssa OLIMPIA PINO**

**Controrelatore:**

**Chiar .ma Prof.ssa ANNALISA PELOSI**

**Laureando:**

**ARMIN VILLA**

**ANNO ACCADEMICO 2022-2023**

## INDICE

Riassunto .....	3
Abstract.....	4
CAPITOLO 1 ACTIVE AND ASSISTED LIVING SYSTEM (AAL).....	5
1.1 Dispositivi indossabili .....	9
<i>1.1.1 Monitoraggio delle cadute.....</i>	<i>11</i>
<i>1.1.2 Monitoraggio della frequenza cardiaca .....</i>	<i>12</i>
<i>1.1.3 Navigazione in ambienti esterni.....</i>	<i>14</i>
1.2 Smart Everyday Objects.....	15
1.3 Sensori ambientali .....	20
1.4 Robot di assistenza sociale .....	21
CAPITOLO 2 ASSISTENTE DOMESTICO AUTOMATICO (ADA) .....	28
2.1 Premesse teoriche per lo sviluppo di ADA.....	28
<i>2.1.1 Dieta .....</i>	<i>30</i>
<i>2.1.2 Esercizio fisico.....</i>	<i>31</i>
<i>2.1.3 Esercizio cognitivo guidato .....</i>	<i>38</i>
2.2 Obiettivi.....	44
2.3 Materiali: descrizione di Software e Hardware .....	44
2.4 Caratteristiche generali di ADA .....	51
<i>2.4.1 Tablet Cucina.....</i>	<i>51</i>
<i>2.4.2 Tablet Salotto.....</i>	<i>52</i>

2.4.3 <i>Tablet bagno</i> .....	54
2.4.4 <i>Tablet camera da letto</i> .....	55
2.5 Considerazioni finali riguardo ADA.....	55
2.6 Sviluppi futuri.....	58
<b>CAPITOLO 3 STUDIO DI USABILITÀ DI ADA (ASSISTENTE DOMESTICO AUTOMATICO)</b> .....	<b>62</b>
3.1 Riassunto .....	62
3.2 Obiettivi.....	62
3.3 Architettura di ADA.....	63
3.4 Metodo.....	65
3.4.1 <i>Partecipanti</i> .....	65
3.4.2 <i>Procedura</i> .....	65
3.5 Materiali .....	67
3.5.1 <i>Test neuropsicologici e questionari</i> .....	67
3.5.2 <i>Strumenti utilizzati nella prova libera</i> .....	70
3.5.3 <i>Software, Hardware e strumenti utilizzati nella prova guidata tramite l'utilizzo di ADA</i> .....	70
3.6 Risultati .....	70
3.7 Discussione.....	76
3.8 Studi futuri.....	77
Conclusioni.....	79
Bibliografia.....	81

## **Riassunto**

Negli ultimi decenni l'età media della popolazione si è innalzata notevolmente, specialmente nei paesi più benestanti, così come l'aspettativa di vita. Questo processo, in costante crescita, ha generato un aumento della popolazione anziana, e con esso, un aumento delle problematiche legate a questa fase della vita, demenze su tutti, per quanto riguarda le patologie legate al funzionamento cerebrale. Questo dato, unito al fatto che questi soggetti esprimono il desiderio di voler continuare a vivere nelle loro case ed essere istituzionalizzati il più tardi possibile pone delle nuove sfide al mondo scientifico, su tutto lo sviluppo di *Active and Assisted Living System (AAL)*, ovvero dei dispositivi tecnologici che permettono un miglioramento della qualità della vita nell'ambiente domestico. Con questo scopo il presente elaborato presenta le principali tecnologie disponibili ad oggi e una nuova tecnologia sviluppata, chiamata Assistente Domestico Automatico (ADA), per far fronte a questa necessità, rispettando vari criteri necessari per rendere utile, efficiente e disponibile un dispositivo di questo tipo, che si propone di essere un sistema integrato utile ad assolvere i principali bisogni di soggetti di questo tipo. Il presente documento espone inoltre uno studio di applicabilità di tale dispositivo mettendone in mostra i punti di forza e le debolezze e sottolineando modalità e scopi attraverso i quali può diventare uno strumento molto utile per accompagnare soggetti affetti da deficit cognitivo nelle loro vite condizionate dalla patologia.

## **Abstract**

In recent decades, the average age of the population has risen considerably, especially in the more affluent countries, as has life expectancy. This process, in constant growth, has generated an increase in the elderly population, and with it, an increase in the problems associated with this stage of life, especially dementia, as regards pathologies related to brain functioning. This data, combined with the fact that these subjects express the desire to continue living in their homes and be institutionalized as late as possible, poses new challenges to the scientific world, above all the development of Active and Assisted Living System (AAL), i.e. technological devices that allow an improvement in the quality of life in the home. With this purpose, this paper presents the main technologies available to date and a new technology developed, called Automatic Home Assistant (ADA), to meet this need, respecting various criteria necessary to make a device of this type useful, efficient and available, which aims to be an integrated system useful for fulfilling the main needs of subjects of this type. The present document also presents a study of the applicability of this device, showing its strengths and weaknesses and emphasizing the methods and purposes through which it can become a very useful tool to accompany subjects affected by cognitive impairment in their lives conditioned by the disease.

# CAPITOLO 1

## ACTIVE AND ASSISTED LIVING SYSTEM (AAL)

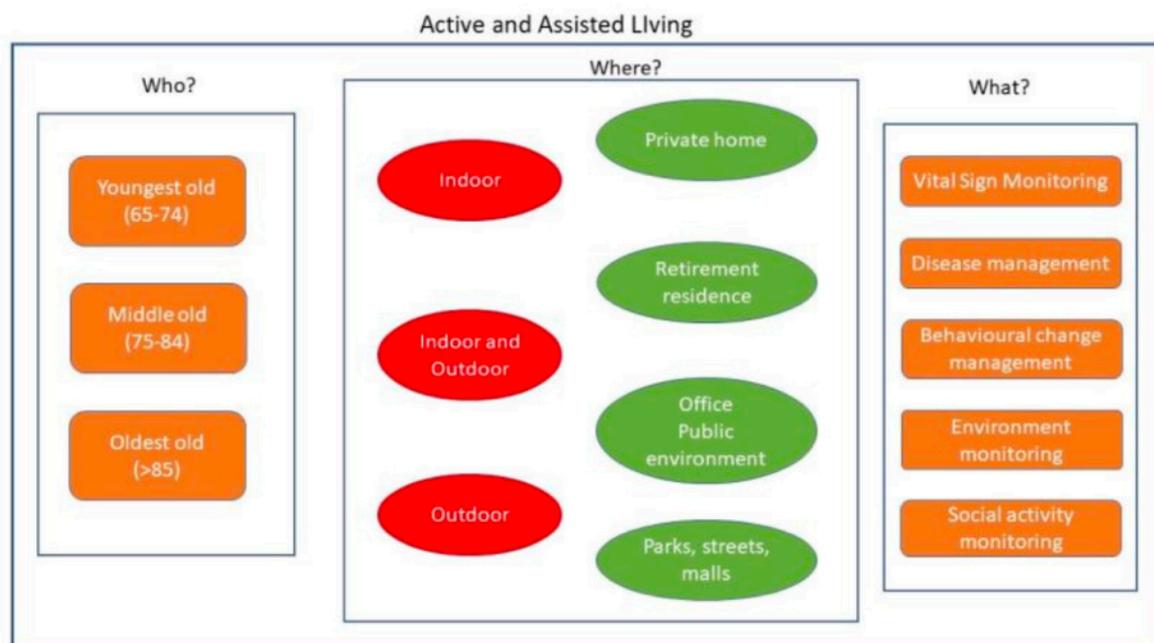
Nell'ultimo decennio, c'è stato un notevole e crescente interesse per lo sviluppo di *Active and Assisted Living (AAL) Systems*, sistemi di vita attiva e assistita, per supportare la vita indipendente. Il cambiamento demografico verso l'invecchiamento della popolazione ha introdotto nuove sfide per la società odierna, sia dal punto di vista economico che sociale. Gli AAL possono fornire una serie di soluzioni per migliorare la qualità della vita delle persone, per consentire alle persone di vivere in modo più sano e indipendente, più a lungo, per supportare gli operatori sanitari e il personale medico, oltre che ridurre il peso, che spesso grava sui famigliari di questi soggetti. Esiste una vasta quantità di letteratura in relazione a questo argomento, in tal senso un articolo di Cicirelli et al., (2021) si propone di fare una rassegna di questi sistemi con lo scopo di fornire una panoramica delle principali questioni relative allo sviluppo di un sistema AAL completo per evidenziare le scelte che devono essere fatte in termini di tecnologie e metodologie, al fine di realizzare sistemi che implementino diverse funzionalità, con diversi target di utenti e in diversi possibili ambienti. Verranno utilizzate, quindi, le linee dettate da Cicirelli et al., (2021) per presentare tali sistemi, dato che, negli ultimi anni, c'è stata una crescente mole di letteratura che ha esaminato lo stato dell'arte del dominio AAL da diversi punti di vista. Gli autori di questo studio hanno raccolto le principali tecnologie esistenti utilizzate per vari scopi. Troviamo infatti studi su dispositivi tecnologici usati per *l'Activity Recognition in Smart Home (HAR)*, che consiste nel monitorare e analizzare il comportamento di una o più persone al fine di dedurre l'attività. Studi relativi all'uso della tecnologia mobile, come *smartphone*, *smartwatch* e braccialetti, che descrivono come questi dispositivi indossabili possano essere utilizzate per promuovere uno stile di vita attivo. Troviamo inoltre studi riguardanti i dispositivi non indossabili, cioè ambientali, per lo sviluppo di vari sistemi di assistenza agli anziani. Infine, sono state descritte anche le tecnologie basate su video.

Lo studio precedentemente citato esamina la recente letteratura sui sistemi AAL con l'obiettivo di fornire un'esplorazione esaustiva dei contesti, delle tecnologie e degli approcci

esistenti per capire le reali esigenze di sviluppo di un sistema AAL completo, integrando anche la ricerca sui sensori tipica degli ultimi anni.

La progettazione e lo sviluppo di un sistema AAL coinvolgono diversi aspetti che possono essere riassunti, secondo gli autori, in tre parole principali: chi, dove e cosa (Figura 1). Le persone *target* sono persone con diverse abilità e competenze che devono essere monitorate dal sistema (chi). I contesti applicativi variano dagli ambienti *indoor* a quelli *outdoor* e, quindi, prevedono soluzioni differenti sia dal punto di vista tecnologico che metodologico (dove). Infine, un sistema AAL implica un'ampia gamma di funzionalità che spaziano da semplici avvisi quando si verificano eventi pericolosi, ad analisi comportamentali più complesse (cosa).

Figura 1. Descrizione dei principali aspetti relativi ad un sistema AAL. (Cicarelli et al., 2021).



I sistemi AAL sono rivolti principalmente agli anziani, con l'obiettivo di mantenere un supporto continuo e prolungare la loro vita autonoma in modo attivo e sano. Gli studi medici hanno classificato gli anziani in tre classi diverse, a seconda della loro età: quelli di età compresa tra i 65 e i 74 anni sono classificati giovani anziani, quelli tra i 75 e gli 84 anni come anziani e quelli con più di 85 anni come grandi anziani, vi sono, poi, i centenari e gli

ultracentenari. Per tutte queste classi di persone, le pratiche sanitarie mirano alla gestione della malattia, all'allarme o alla gestione del cambiamento comportamentale.

In letteratura, la maggior parte delle ricerche si concentra sui sistemi AAL per ambienti interni. Questi possono essere ulteriormente differenziati in abitazioni, dove le persone vivono da sole o con pochi parenti, e residenze per anziani, dove più persone vivono insieme, si spostano in spazi comuni, svolgono attività di gruppo o individuali e svolgono attività controllate e attività fisiche. Inoltre le persone anziane trascorrono diverse ore della giornata al di fuori dell'ambiente domestico. Recenti studi (Cicirelli et al., 2021) hanno evidenziato la necessità per gli anziani di trascorrere del tempo in ambienti all'aperto, poiché sono motivati ad essere più attivi non solo fisicamente, ma anche spiritualmente e socialmente. Inoltre, le abitudini all'aria aperta, come camminare, fare *shopping*, incontrare altre persone e svolgere attività fisiche, possono essere di grande aiuto nella prevenzione del declino funzionale. Se, da un lato, questo è ampiamente riconosciuto come molto vantaggioso per le persone anziane, dall'altro provoca inevitabilmente nuove preoccupazioni per la loro sicurezza. Negli ambienti esterni, le persone anziane possono essere esposte a diversi rischi, come cadute o eccessivo caldo o freddo. Inoltre, nel caso di persone che presentano i primi sintomi di demenza, vagare e confondersi o perdersi sono rischi comuni.

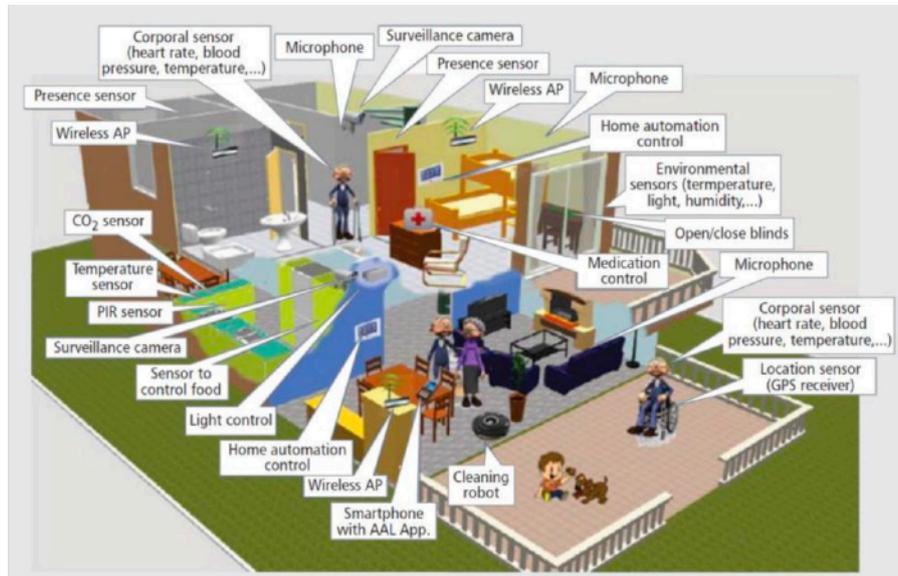
Come anticipato precedentemente diverse tecnologie possono essere utilizzate per lo sviluppo di sistemi AAL (Tabella 1)(Figura 2). Di seguito verranno esaminate quattro categorie principali di tecnologie. Partendo da quelli facilmente utilizzabili, come i dispositivi indossabili, ma che richiedono l'accettazione da parte dell'utente, passeremo poi a dispositivi meno invasivi, ma che richiedono l'utilizzo oggetti, mobili o elettrodomestici, cioè oggetti *smart* di uso quotidiano, per arrivare ai sensori ambientali e infine ai *robot* di assistenza sociale.

Tabella 1. La tabella sottostante riassume le principali tecnologie applicate in vari contesti per realizzare diversi compiti di assistenza sanitaria (Cicirelli et al., 2021).

Tipo di sensore	Tecnologia	Contesto	Compito
Indossabile	Accelerometro a 3 assi all'anca dell'utente	Interno	Stabilità posturale
Indossabile	Accelerometro, giroscopio e magnetometro all'anca dell'utente	Interno	Stabilità posturale
Indossabile	Accelerometro a 3 assi in una smart orologio	Interno	Stabilità posturale
Indossabile	Smartphone al fianco dell'utente	Interno	Classificazione autunnale
Indossabile	IMU su persone bacino, coscia destra e sinistra	Interno	Analisi dell'andatura
Indossabile	Smartphone	All'aperto	Salute fisica/mentale, domande Rilevamento
Indossabile	Braccialetto	Interno	Monitoraggio dell'aria ambiente
Indossabile	Etichetta RFID	Interno	Localizzazione 3D, Rilevamento caduta
Indossabile	Elettrodi indossabili	Interno	Monitoraggio della frequenza cardiaca
Indossabile	Tecnologia BLE	Interno	Localizzazione
Indossabile	Occhiali intelligenti	Interno	Monitoraggio dei segni vitali
Indossabile	Scatola dei sensori	All'aperto	Navigazione sicura
Oggetti intelligenti	Sensori negli elettrodomestici e nei mobili	Interno	Attività della vita quotidiana, rilevamento di comportamenti anomali, interazione con i dispositivi
Oggetti intelligenti	Sensori negli elettrodomestici da cucina	Interno	Preparazione del cibo
Oggetti intelligenti	BLE Beacon negli oggetti	Interno	Interazione con i dispositivi
Oggetti intelligenti	Singolo oggetto intelligente (cuscino, sedia a rotelle, tappeto, letto)	Interno	Funzionalità specifiche per la salute, riconoscimento della postura durante il sonno
Ambientale	Sensori wireless nell'ambiente	Interno	Temperatura interna, umidità, vibrazione, luminosità e suono
Ambientale	Tecnologia elettromagnetica	Interno	Attività respiratoria
Ambientale	Nodi sensoriali nei letti	Case di riposo	Tempo di riposo dei residenti
Ambientale	Sensori nell'ambiente	Interno	Posizione di più persone
Ambientale	Più telecamere	Dentro fuori	Rilevamento di oggetti
Ambientale	Sensori a radiofrequenza	Interno	Monitoraggio del sonno, monitoraggio dell'attività, cambiamenti nei modelli di movimento, riconoscimento dei
Ambientale	Metasuperfici basate su sensori a microonde	Interno	segni vitali riconoscimento dei segni della mano e riconoscimento dei segni vita
Ambientale	Kinect™ e Wii™	Interno	Acquisizione segni biomedici
Ambientale	Kinect®	Interno	Riconoscimento attività
Ambientale	RFID nel muro	Interno	Riconoscimento attività
Ambientale	Kinect multipli	Interno	Allenamento fisico
Ambientale Indossabile e ambientale	sensori	Interno	Monitoraggio del paziente e monitoraggio dei parametri ambientali

Esempio di ambiente interno arricchito dalle tecnologie sopra citate:

Figura 2. Esempio di appartamento integrato con AAL (Cicirelli et al., 2021).



## 1.1 Dispositivi indossabili

Negli ultimi anni, grazie allo sviluppo tecnologico, numerosi dispositivi indossabili sono stati miniaturizzati e resi molto efficienti in termini di consumo energetico. Accelerometri, giroscopi e magnetometri a tre assi sono tra i dispositivi indossabili più comunemente usati e di solito vengono indossati all'anca o alla vita dell'utente. Sono stati ampiamente applicati per diversi scopi, come valutare la stabilità posturale di un soggetto, rilevare e classificare le cadute o analizzare il ciclo del passo, come sottolineato da Cicirelli et al., (2021) nel loro articolo.

Vi sono, poi, soluzioni basate sulla tecnologia passiva di identificazione a radiofrequenza (RFID), largamente utilizzate per identificare la posizione dinamica delle persone che entrano negli ambienti attraverso le porte (*ibidem*). Questo tipo di sistema monitora non solo i movimenti e la posizione, ma anche le cadute accidentali. Un'ulteriore tecnologia che ha subito sviluppi significativi negli ultimi due decenni è la tecnologia *Bluetooth Low Energy* (BLE). Questa tecnologia è stata presa in considerazione per applicazioni sanitarie, come il

monitoraggio quotidiano dell'attività fisica, il monitoraggio della salute nei pazienti cardiopatici, lo sviluppo di stetoscopi intelligenti, la diagnosi del livello emotivo, le cadute e la posizione delle persone anziane (*ibidem*).

I sistemi AAL finora esaminati monitorano principalmente lo stato comportamentale delle persone. Ulteriori parametri rilevanti devono, però, essere monitorati al fine di accertare lo stato di salute generale di un individuo (*ibidem*). Questi sono i parametri fisiologici, noti anche come segni vitali, come la frequenza cardiaca (FC), la pressione sanguinea, la temperatura corporea, la frequenza respiratoria e la saturazione di ossigeno nel sangue. Il monitoraggio delle funzioni corporee vitali può essere effettuato attraverso diversi sensori che possono essere complementari ai sensori precedentemente descritti, al fine di costruire sistemi completi di monitoraggio della salute a lungo termine negli scenari di vita quotidiana. I recenti miglioramenti nelle prestazioni e nell'economicità dei sistemi microelettromeccanici hanno aperto nuove possibilità nel monitoraggio continuo dei segni vitali (*ibidem*). In particolare, la balistocardiografia (BCG) e la sismocardiografia (SCG) sono tecniche promettenti per estrarre informazioni su eventi e fasi cardiache (Cocconcelli et al., 2019). Si basano su sensori IMU posizionati sopra lo sterno del soggetto per valutare la frequenza respiratoria e le metriche di qualità delle attività fisiche, o per misurare le vibrazioni prodotte dall'attività meccanica del cuore (Mora et al., 2020). La tecnologia *smart* viene utilizzata anche per equipaggiare oggetti portatili, come gli occhiali, al fine di valutare alcuni segni vitali, come la frequenza cardiaca, la frequenza respiratoria, la regolarità del polso e della respirazione, la presenza e la durata di eventi di apnea, et cetera.. (Andrushevich et al., 2017). Tali metodi sono molto importanti perché consentono di raccogliere informazioni mediche essenziali senza la connessione di un *hardware* dedicato al paziente, ma con un metodo più ecologico. In contesti *outdoor*, i dispositivi mobili *standard* possono essere utilizzati per aumentare l'autonomia degli anziani senza che questi debbano interagire con la tecnologia. Utilizzando i sensori integrati nei telefoni cellulari, è possibile distinguere le normali attività da quelle considerate non consentite e pericolose per la salute degli individui osservati. Infine, i sensori interfacciati con applicazioni mobili/telefoniche che fungono da navigatori intelligenti possono rendere la navigazione stradale accessibile alle persone con disabilità (Cicirelli et al., 2021).

All'interno di questa categoria di dispositivi si approfondiranno, ora, tre studi che hanno osservato le potenzialità degli strumenti maggiormente interessanti, poiché presentano tecnologie efficienti e pronte all'uso. La scelta di descriverli in modo approfondito è data dalla loro potenziale integrazione in ADA (Assistente Domestico Automatico), dispositivo AAL che verrà presentato nei capitoli successivi. I primi due (Mora et al., 2020; Sarabia et al., 2020) fanno riferimento rispettivamente al monitoraggio delle cadute e del battito cardiaco, utili sia in ambienti *indoor* che *outdoor*, il terzo (Mancini et al., 2015) fa riferimento all'utilizzo di sistemi di navigazione, utili per orientarsi in ambienti *outdoor*.

### *1.1.1 Monitoraggio delle cadute*

Le cadute sono uno degli incidenti più preoccupanti nella popolazione anziana a causa della loro alta frequenza e delle gravi ripercussioni; pertanto, un'assistenza rapida è fondamentale per evitare gravi conseguenze riguardanti la salute (Sarabia et al., 2020). Dopo una caduta, la persona in questione, spesso attende a lungo fino a quando qualcun altro rileva la caduta e allerta i servizi di emergenza. Una frequente conseguenza di questa lunga attesa è un grave deterioramento della salute del soggetto. Altamente probabile è che la persona ferita soffra di disidratazione, ipotermia e polmonite. In questi casi esiste un notevole rischio di morte entro i successivi 6 mesi (*ibidem*). Il rilevamento delle cadute è, quindi, un'importante applicazione AAL e AHA (invecchiamento attivo e sano): a questo scopo è particolarmente promettente l'uso di sensori *Internet of Things* (IoT), termine che fa riferimento all'utilizzo di *Internet* nel mondo degli oggetti, ovvero sensori biomedici, dispositivi indossabili e dispositivi multimediali, per rilevare, monitorare e analizzare dati consente un rilevamento accurato delle cadute. Sarabia et al., (2020), in un articolo, hanno presentato un innovativo sistema intelligente, altamente efficiente, basato su un'architettura di *fog-cloud computing*, un'architettura utile a distribuire potenti risorse di elaborazione, calcolo e immagazzinamento di dati e funzionalità, per rilevare tempestivamente le cadute utilizzando tecniche *Deep Learning* implementate su dispositivi con risorse limitate, utilizzando un accelerometro triassiale indossabile per raccogliere i dati di monitoraggio del paziente. Gli autori hanno rivoluzionato l'approccio a questo problema, eliminando l'utilizzo del *cloud* per sviluppare e addestrare i modelli *Machine Learning*, per il rilevamento delle cadute. A causa delle enormi

risorse di elaborazione richieste da questa attività, l'uso dell'analisi del *cloud computing* presenta svantaggi come ritardo intrinseco, occupazione elevata della larghezza di banda e congestione della rete. Queste battute d'arresto rendono l'inferenza del *cloud computing* non appropriata per le applicazioni sensibili al ritardo, per le quali gli avvisi tempestivi sono fondamentali. Gli autori hanno, quindi, adottato il *fog computing*, una piattaforma virtuale che fornisce capacità di calcolo e immagazzinamenti di dati, per eseguire il processo di inferenza che estende parte delle capacità di elaborazione e archiviazione del *cloud* sugli elementi di rete ai margini della rete IoT (ovvero *fog node* come *gateway* o *router* IoT). Ciò riduce al minimo o addirittura evita il trasferimento di enormi dati dei sensori attraverso la rete esterna ai servizi *cloud online*. Di conseguenza, il tempo di risposta del sistema AAL è ridotto al minimo, fornendo una reazione più tempestiva nel rilevare gli eventi di caduta, senza ritardi imprevedibili dovuti alla congestione della rete. I dati sono, appunto, raccolti attraverso dispositivi indossabili, il nodo di monitoraggio dell'attività è un prototipo di cintura indossabile, composto da un sensore accelerometro triassiale, un microcontrollore e una batteria. Il modulo *WiFi* permette la connessione di questo dispositivo al *fog node*. La raccolta e l'analisi di questi dati, attraverso il sistema sopra descritto, permette di fornire un allarme tempestivo in caso di "rilevamento caduta" al cellulare degli operatori sanitari attraverso un'applicazione specifica apposta sviluppata.

Sarabia et al., (2020) hanno valutato le prestazioni del modello attraverso il calcolo di accuratezza, sensibilità e specificità, considerando quindi veri positivi (TP), falsi positivi (FP), veri negativi (TN) e falsi negativi (FN). Infine, è stato valutato anche il tempo di risposta del modello, calcolato dal momento in cui i dati di *input* del modello vengono inviati al servizio di previsione fino a quando il modello restituisce una risposta. Gli autori hanno sottolineato come, tra le tecnologie esistenti, questa sia la più efficiente analizzata nei termini di TP, FP, TN, FN e velocità di elaborazione.

### *1.1.2 Monitoraggio della frequenza cardiaca*

Gli ambienti intelligenti possono, inoltre, migliorare la sicurezza personale. All'interno dell'ampio spettro di misurazioni dei segni vitali, acquisiti in scenari di vita quotidiana, i segnali cardiovascolari sono di gran lunga i più rilevanti. I recenti miglioramenti nelle

prestazioni e nell'economicità dei dispositivi basati su sistemi microelettromeccanici hanno aperto nuove possibilità nel monitoraggio continuo dei segni vitali. Gli accelerometri e le unità di misura inerziale (IMU) possono essere sfruttati per misurare le vibrazioni prodotte dall'attività meccanica del cuore, permettendo di estrarre dati relativi ad esempio alla frequenza cardiaca (FC) o alla variabilità della frequenza cardiaca (HVR). In particolare, la ballistocardiografia (BCG), ma ancora di più la sismocardiografia (SCG), sono tecniche promettenti per estrarre informazioni su eventi e fasi cardiache. La SCG è lo studio delle vibrazioni prodotte dalle contrazioni cardiache e dalla massa del sangue espulso dai ventricoli. La SCG è nota da decenni, ma solo i recenti progressi tecnologici nell'IMU a basso rumore e bassa potenza hanno permesso di eseguire letture precise e a lungo termine di tale segnale.

Rispetto all'elettrocardiogramma (ECG) e alla Fotopletismografia, Photo Plethysmo Graphy (PPG), tali tecniche hanno il vantaggio di non richiedere alcun elettrodo di contatto o rilevatore: l'elemento sensibile può essere fissato in posizione da un dispositivo, senza accesso diretto alla pelle esposta; questo può prevenire irritazioni, consentendo sessioni di monitoraggio molto più lunghe.

Uno studio di Mora et al., (2020) si è proposto di valutare l'efficacia di tali sistemi, SCG, tramite unità di misura inerziali, mostrando come queste tecniche possano considerarsi più che affidabili: circa il 90% dei battiti cardiaci, in media viene rilevato correttamente, con falsi positivi minimi e la linearità tra gli intervalli battito-battito calcolati con ECG e SCG è estremamente elevata, indicando un buon accordo tra i due metodi di misurazione. La valutazione dell'efficacia di tali sistemi è stata effettuata prendendo in considerazione tre metriche principali: la sensibilità (ovvero la percentuale di battiti cardiaci correttamente identificati, rispetto all'ECG), la precisione (ovvero l'impatto dei falsi positivi sui battiti effettivamente rilevati) e R2 (ovvero la linearità tra le misurazioni battito-battito calcolate da ECG e SCG).

Lo studio sopra citato presenta una procedura completamente automatizzata per l'acquisizione e l'analisi di tracce SCG da un'unità di misura inerziale posta sopra lo sterno di un soggetto, prendendo in considerazione i vincoli intrinseci di economicità, usabilità e bassa intrusività, senza sostituire i dispositivi medici consolidati.

Una procedura di calibrazione automatizzata consente un adattamento del dispositivo a soggetti diversi, questa viene eseguita una volta per soggetto, sfruttando i *marker* ECG. Modelli e parametri pertinenti vengono estratti automaticamente e utilizzati per la successiva elaborazione SCG, che non richiede più informazioni ECG simultanee. La SCG viene eseguita in due fasi: nella prima, un segnale opportunamente ingegnerizzato viene derivato da SCG e utilizzato come rilevatore di battito cardiaco grossolano; quindi, l'aggiustamento può essere eseguito confrontando il prototipo estratto al momento della calibrazione con segmenti di dati SCG, vicini ai battiti rilevati. La metodologia proposta è validata dal confronto diretto con l'ECG, adottato come *golden standard*.

La SCG potrebbe, inoltre, essere sfruttata per scopi diversi, senza ulteriori oneri di acquisizione: ad esempio, potrebbe essere valutata l'intensità dell'attività fisica o potrebbero essere stimati i parametri di qualità dell'andatura: è, quindi, uno strumento molto promettente per eventuali sviluppi futuri. Infatti, finora la rilevazione dell'attività cardiaca è stata analizzata con SCG, soprattutto durante pose posturali (Tadi et al., 2016) o in condizioni di riposo (Siecinski et al., 2017).

### *1.1.3 Navigazione in ambienti esterni*

Negli ultimi anni si stanno sviluppando nuove tecnologie assistive per rendere accessibile la navigazione su strada alle persone affette da *deficit* di vario tipo. Mancini et al., (2015) hanno proposto un nuovo dominio applicativo dei sistemi di trasporto intelligenti, un *framework* per una navigazione *point-to-point* sicura grazie a grafici stradali altamente dettagliati, inclusi marciapiedi, attraversamenti pedonali e ostacoli generici. Il sistema si basa su un *sensor box* modulare, ovvero un dispositivo che permette di integrare in un'unica struttura più sensori, interfacciato con un'applicazione mobile/telefonica che funge da navigatore intelligente (*ibidem*). Questo dispositivo possiede così la capacità di rilevare l'area circostante ed è in grado di eseguire una rapida ripianificazione del percorso, grazie a un collegamento in tempo reale a un *server* remoto, nel caso venisse rilevato un ostacolo. Il rilevamento viene eseguito utilizzando diversi sensori, come ultrasuoni, lidar (uno strumento che permette di determinare la distanza di un oggetto o di una superficie utilizzando un impulso *laser*), e un *radar* automobilistico a medio raggio da 77 GHz che vengono elaborati e fusi nel ben consolidato

sistema operativo del *robot* (ROS). Questa tecnologia AAL é stata testata in due diverse configurazioni e ambienti utilizzando, rispettivamente, un *sonar* e un telemetro *laser* in uno scenario edilizio e un *radar* in un ambiente urbano. In entrambi i casi i risultati hanno dimostrato una robustezza abbastanza buona nel rilevamento degli ostacoli con una ripianificazione del percorso quasi in tempo reale (Mancini et al., 2015).

## 1.2 Smart Everyday Objects

Grazie al recente sviluppo tecnologico gli oggetti quotidiani possono essere intelligenti. In questo modo gli elettrodomestici possono comunicare tra loro o essere controllati da remoto, fornendo ai residenti nuove strutture in grado di rilevare anomalie o valutare tempestivamente problemi di salute, al fine di applicare politiche di prevenzione o interventi (Cicirelli et al., 2020).

La cucina casalinga é una delle attività fondamentali nella routine quotidiana. Monitorare gli anziani quando usano gli elettrodomestici da cucina é molto importante per prevenire gli infortuni e aumentare la sicurezza. Alcuni apparecchi comuni, come frigoriferi, forni a microonde e piani cottura, sono interconnessi tra loro per fornire assistenza nelle attività di preparazione dei pasti (Jayatilaka et al., 2016). Inoltre, condizioni specifiche, come la presenza di oggetti sui fornelli, la presenza di coperchi sulle pentole e il livello del liquido nelle pentole, possono essere monitorate durante il processo di cottura (Pavlicevic et al., 2020). I sensori negli elementi di arredo, consentono il monitoraggio non intrusivo delle attività quotidiane, fornendo statistiche sulla presenza degli utenti in diversi spazi dell'ambiente (Bassoli et al., 2017). Inoltre, i misuratori di potenza possono essere utilizzati per monitorare l'utilizzo di apparecchi, come televisori o lampade (Bianchi et al., 2017), mentre i dispositivi intelligenti porta pillole possono essere molto utili per controllare l'assunzione di farmaci (Keum et al., 2019).

Molte altre soluzioni sono state proposte per fornire funzionalità intelligenti a oggetti specifici e monitorare alcuni problemi specifici legati alla salute e alla sicurezza delle persone anziane. *Smartphone*, telefoni cellulari, calendari elettronici e agende elettroniche rappresentano un mezzo per fornire sostegno individualizzato e persone con *Acquired Brain Injury* (ABI)

contribuendo a compensare i *deficit* di memoria con la pianificazione e l'organizzazione degli impegni (De Pompei et al., 2008). Ancora, i sensori del cuscino possono essere utilizzati nelle sedie a rotelle per monitorare la postura dell'utente o acquisire la frequenza cardiaca dell'utilizzatore. I tappeti intelligenti e le pareti intelligenti possono essere utili per il monitoraggio dell'attività di deambulazione delle persone (Cicirelli et al., 2021).

Anche in questo caso verranno approfonditi ora due studi che, come ADA, riflettono un tentativo di implementare e strutturare l'ambiente affinché divenga maggiormente vivibile per un soggetto che presenta deterioramento cognitivo.

La combinazione della connettività *Internet* nelle case con sensori pervasivi e intelligenti per sfruttare le interazioni dell'utente con gli elettrodomestici di tutti i giorni crea la possibilità di costruire una nuova generazione di tecnologie assistive per le case intelligenti. Jayatilaka et al., (2016) hanno presentato una dimostrazione di HoTAAL (*Home of Things for Ambient Assisted Living*) in cui gli elettrodomestici mostrano interazioni tra loro e con le persone anziane per fornire assistenza nelle attività della vita quotidiana, in particolare, in questo caso, nelle attività di preparazione dei pasti. L'architettura prevede l'integrazione di sensori multipli come termometro (temperatura), igrometro (umidità) e bilancia (peso) che possono essere incorporati in un oggetto di uso domestico, chiamato, dagli autori, *social thing*, "oggetto sociale", poiché grazie all'integrazione di questi sensori può svolgere delle funzioni come l'assistenza all'essere umano. Nel modello proposto gli elettrodomestici comunicano tra loro utilizzando un sistema di messaggistica, che può avvenire tramite qualsiasi meccanismo di comunicazione, come ad esempio il *Bluetooth*. In questo caso è stata utilizzata la piattaforma di *social computing Twitter* utilizzando un semplice formato di messaggio per la comunicazione: mittente, ricevitore, messaggio.

In particolare, nello studio di Jayatilaka et al., (2016), sono stati implementati tre dispositivi sociali, basati su elettrodomestici *standard* da cucina (le loro capacità sono elencate nella Tabella 2):

- un frigorifero sociale: dotato di un lettore di identificazione a radiofrequenza (RFID) collegato a tre antenne RFID, due telecamere, due lettori di codici a barre e bilance per identificare e quantificare il cibo nel frigorifero. Conteneva, inoltre, interruttori per identificare i movimenti della porta, termometro e igrometro per misurare i parametri

ambientali all'interno del frigorifero. Era in grado di fornire servizi di alto livello come la gestione dell'inventario (basata su codici a barre e prodotti con *tag* RFID), ricettario e un carrello della spesa automatizzato basato sul monitoraggio del consumo di cibo e delle date di scadenza dei prodotti.

- Un microonde sociale: dotato di una telecamera e un termometro IR senza contatto entrambi montati sul soffitto della camera di cottura, tra il telaio interno e quello esterno. Inoltre, l'interruttore del microonde era collegato al quadrante del *timer* per acquisire le informazioni sull'ora selezionate dall'utente. Il microonde era in grado di catturare un'immagine mentre era in funzione e di registrare la temperatura del cibo che viene riscaldato.
- Un cestino sociale: che impiegava un cestino in acciaio inossidabile dotato di due telecamere, per valutare il riempimento dello stesso. Inoltre, i sensori di pesatura attaccati al fondo del cestino misurano la quantità di spazzatura.

Collaborando tra loro, i tre suddetti creavano un sistema, che in futuro potrà essere integrato o amplificato, inserendo ulteriori elettrodomestici implementati, per fornire un notevole supporto all'individuo che li utilizzerà.

Ad esempio, il frigorifero, così implementato è in grado di fornire segnali circa la scadenza degli alimenti contenuti al suo interno e di avvisare l'utente: il microonde è in grado di segnalare e rimediare ad una mancata cottura del cibo al suo interno inserito, comunicando con il cestino o il frigorifero ed ottenendo informazioni relative alla cottura dell'alimento grazie alla scansione del codice a barre effettuata da uno o l'altro di questi due dispositivi; il cestino è in grado di segnalare lo stato di riempimento. Quindi, comunicando tra loro e attraverso lo scambio di informazioni questi strumenti creano un sistema efficiente.

*Tabella 2. Implementazioni agli elettrodomestici (modificata da Jayatilaka et al., 2016).*

Frigo	Rilevamento di eventi di apertura e chiusura delle porte del frigorifero Rilevamento dello spostamento angolare della porta Cattura codici a barre del contenuto nel frigorifero Acquisizione delle informazioni sui tag RFID degli oggetti nel frigorifero Catturare immagini di cosa c'è dentro il frigorifero Rilevamento della temperatura, umidità all'interno del frigorifero Rilevamento del peso di ogni piatto
Microonde	Rilevamento di eventi di apertura e chiusura della porta del microonde Catturare un'immagine del cibo all'interno del microonde al termine della cottura Rilevamento del tempo di cottura selezionato dall'utente Rilevamento della temperatura quando il microonde è in funzione
Bicione	Rilevamento di eventi di apertura e chiusura del cestino Catturare un'immagine di cosa c'è dentro il cestino quando il coperchio del cestino è aperto Catturare il peso del contenuto nel cestino Riconoscere quando il cestino è pieno Rilevamento quando il cestino interno è fuori posto Capacità di alimentazione wireless

Rimanendo all'interno del campo dei dispositivi intelligenti utilizzati per favorire le attività di vita quotidiana Boman et al., (2007) hanno dotato due appartamenti di ausili elettronici per la vita di tutti i giorni, (*electronic aids to daily living*, EADL) per valutare se otto partecipanti adulti con ABI, trauma cranico acquisito, di grado moderato, sarebbero stati in grado di utilizzare le tecnologie assistive per migliorare la propria capacità di svolgere le attività quotidiane, come ad esempio la pianificazione e la preparazione dei pasti, la chiusura delle porte e le attività ricreative.

Il sistema includeva:

- Un allarme per la stufa che si spegneva quando qualcosa sta bruciando;
- un allarme per segnalare che la porta del frigorifero era stata lasciata aperta o che vi era una perdita;
- un telecomando posto accanto al letto di tutti i partecipanti per spegnere tutte le luci, il riscaldamento e per avvisare l'utente nel caso la porta fosse rimasta aperta.

I criteri di inclusione dei partecipanti in questo studio sono stati:

- ABI con compromissione della memoria da scarsa a moderata verificata dal *Rivermead Behavioural Memory Test* (RBMT);
- soggetti indipendenti o bisognosi di assistenza minima per la cura di sé, secondo la misura funzionale indipendente (FIM);
- nessun altro disturbo cognitivo importante, come l'afasia, o menomazioni spaziali o visive verificate dal *Block Design della Wechsler Adult Intelligence Scale Revised* (WAIS-R).

Trattandosi di un vero e proprio sistema composto dall'integrazione di più strumenti tecnologici è molto importante soffermarsi sul metodo di apprendimento che gli autori hanno utilizzato per istruire i partecipanti all'uso di EADL. La fase di intervento è iniziata con un periodo di introduzione per imparare ad usare EADL, in un appartamento all'interno di una clinica riabilitativa. Il periodo di introduzione è durato 2-3 giorni. Durante le prime 3 settimane di permanenza negli appartamenti ai partecipanti è stato insegnato a utilizzare tutti gli EADL. Il tempo di allenamento variava da 1 a 2 ore, da quattro a cinque volte alla settimana. La formazione è stata adattata individualmente per adattarsi alle routine e alle abitudini quotidiane di ciascun partecipante, in base alla capacità di apprendimento del

partecipante e al suo livello di affaticamento. Il periodo di insegnamento e apprendimento é iniziato con un orientamento generale all'EADL e una presentazione del manuale per ogni sussidio. Ai partecipanti sono state mostrate tutte le sequenze di passi attraverso informazioni verbali semplici ed esplicite. Il metodo di insegnamento e apprendimento é stato influenzato da alcuni principi di apprendimento senza errori, come la ripetizione immediata e la prevenzione attiva dell'errore, per facilitare il processo di apprendimento. Il partecipante ha quindi ripetuto immediatamente tutti i passaggi e ha avuto la possibilità di utilizzare il manuale o dei promemoria, come istruzioni, elenchi o cartelli, se lo desiderava. Se i partecipanti avevano bisogno di suggerimenti, l'operatore forniva loro segnali o guide verbali o visive per evitare errori. Se i partecipanti non agivano subito, venivano dati più spunti. Il livello di suggerimenti e informazioni date ai partecipanti, e la frequenza con cui sono stati ripetuti, sono stati adattati individualmente in base alla capacità di apprendimento del partecipante. L'operatore ha interferito attivamente per impedire ai partecipanti di commettere errori, per quanto possibile. L'attività é stata ripetuta e, man mano che i partecipanti hanno imparato a utilizzare l'EADL, il suggerimento é stato ridotto. In caso di problemi tecnici con EADL durante il periodo di intervento, i partecipanti sono stati istruiti a telefonare all'operatore.

I risultati hanno mostrato che i partecipanti hanno richiesto circa quattro settimane per imparare come utilizzare questi strumenti e i partecipanti stessi hanno valutato che é stato abbastanza facile imparare a usare tutti gli EADL. Tutti e otto i partecipanti hanno giudicato molto utile l'EADL, in particolare modo per quanto riguarda i dispositivi associati a porta e lampadine.

Gli autori riportano un miglioramento significativo a livello di gruppo nella capacità auto-percepita di svolgere le attività più importanti tra il periodo pre e *post* intervento e la soddisfazione per le prestazioni tra il periodo pre e *post* intervento oltre che per la soddisfazione circa la qualità della vita, misurate tramite la *Sickness Impact Profile* (SIP) (Bergner et al. 1981).

### 1.3 Sensori ambientali

I sensori di monitoraggio ambientale vengono utilizzati per rilevare vari parametri, come la temperatura o la qualità dell'aria, che potrebbero avere un impatto negativo sulla vita degli anziani. Contribuiscono anche a monitorare le attività della vita quotidiana o a localizzare le persone e gli oggetti attorno alle persone. A differenza dei dispositivi indossabili e dei sensori di oggetti intelligenti, i sensori ambientali vengono collocati nell'ambiente senza essere invasivi per le persone e senza strutturare o sostituire gli oggetti domestici. Ad esempio, i sistemi basati sulla radiofrequenza, attraverso l'analisi dei riflessi dei segnali in radiofrequenza, possono essere utilizzati per monitorare diverse attività delle persone, come il monitoraggio del sonno deducendo le posture del sonno dei soggetti, catturando le dinamiche 3D delle persone, imparando le interazioni di esse con gli oggetti e per rilevare i cambiamenti nei modelli di movimento (Cicirelli et al., 2021).

Tra i vari parametri ambientali interni, la temperatura è solitamente riconosciuta come il più importante per il corretto funzionamento vitale: è uno dei parametri efficaci per far sentire a proprio agio le persone e aumentare la qualità della vita dell'individuo.

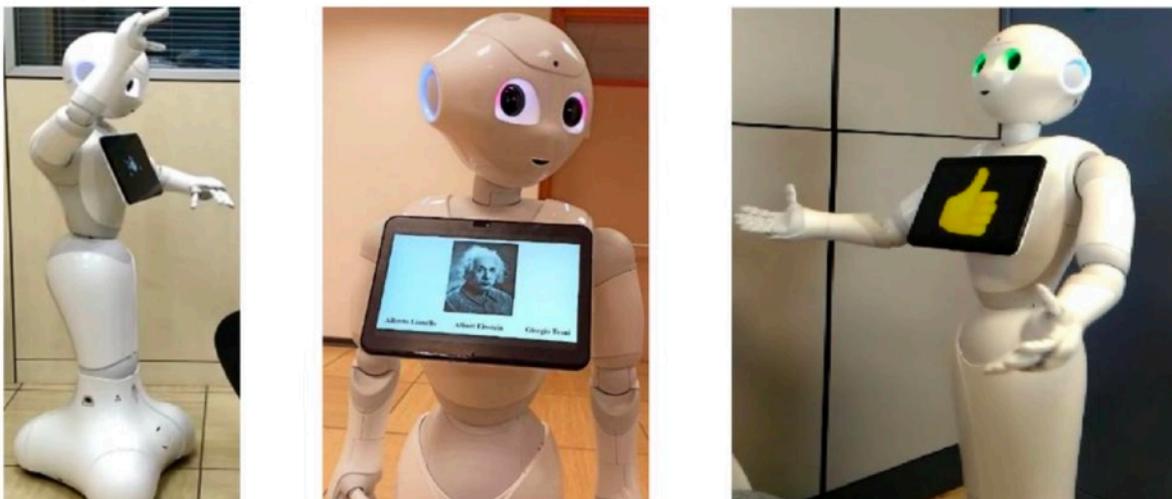
Cicirelli et al., (2021) hanno esplorato la gamma di risultati positivi relativi alla personalizzazione delle impostazioni di aria condizionata e riscaldamento che può non solo migliorare il *comfort* degli occupanti, ma anche ridurre il rischio di morte delle persone con disturbi cognitivi come la demenza.

In un lavoro di Shirali et al., (2018) è stato testato un sistema a basso consumo energetico per la rilevazione della temperatura, utilizzando un metodo basato sulla soglia che ha ridotto il numero di pacchetti di informazioni trasmesse del 90%, riducendo i consumi ma preservando l'accuratezza della temperatura riportata a 97%. La misurazione della temperatura, proposta in questo caso, viene effettuata da sensori *wireless* che formano un *Wireless Network Solutions* (WSN) senza necessità di cablaggi o installazioni. Siccome il consumo di energia è una delle principali sfide nella progettazione di WSN gli autori, in questo caso, hanno utilizzato un metodo basato sulla soglia che trasmette i dati sensoriali solo quando la differenza tra la temperatura rilevata e la temperatura precedentemente riportata è superiore a un valore definito.

## 1.4 Robot di assistenza sociale

I *robot* di assistenza sociale sono meno comuni dei dispositivi indossabili o ambientali, ma rappresentano una tecnologia emergente in grado di supportare e migliorare le attività umane, specialmente nelle attività pesanti (Cicirelli et al., 2021). Nella maggior parte dei casi il loro maggior limite applicativo consiste, ad oggi, nella scarsa economicità dei dispositivi. I *robot* di assistenza sociale possono essere utilizzati per diversi scopi come superare le disabilità degli anziani sollevando il personale infermieristico da compiti dispendiosi in termini di tempo e fatica, specialmente nel caso in cui essi siano compiti non empatici e ripetitivi (Hasenauer et al., 2019; Kearney et al., 2018). Con la diffusione di queste tecnologie innovative, la qualità del servizio può aumentare e, allo stesso tempo, migliorare la soddisfazione dei residenti e del personale. In questo contesto, è anche importante personalizzare l'interazione uomo-robot dotando il *robot* di abilità sociali simili a quelle umane (ad esempio, elaborazione del linguaggio naturale, stima delle emozioni dell'utente, ecc). La robotica assistiva sociale (SAR) è stata utilizzata con successo negli interventi sanitari, in particolare, in interventi terapeutici per persone anziane affette da disturbi cognitivi. Questa tipologia d'intervento è stata analizzata in uno studio condotto da De Carolis et al., (2020) volto ad indagare il ruolo del *robot* sociale Pepper nell'aiutare i terapeuti durante le sessioni di stimolazione cognitiva per gli anziani con *Mild Cognitive Impairment* (MCI) e Lieve Demenza (MD).

Figura 3. Pepper Robot (De Carolis et al., 2020)



Pepper é un *robot* semi-umanoide sviluppato da *Soft Bank Robotics* 1. Si tratta di un *robot* umanoide su ruote omnidirezionale alto 1,21 m, con 17 articolazioni e 20 gradi di libertà, ovvero giunture a singolo asse presenti nell'arto o nell'intero *robot* (un numero più alto indica una maggiore flessibilità e precisione nei movimenti). L'interattività é la caratteristica fondamentale di Pepper, che dispone di interfacce multimodali per l'interazione: *touchscreen*, voce, testina tattile, paraurti e 20 gradi di libertà per il movimento in tutto il corpo. Il *robot* é dotato di diversi *Light Emitting Diode* (LED) che possono essere programmati per cambiare colore e intensità per segnalare e supportare la comunicazione. é dotato di quattro microfoni direzionali nella sua testa che gli consentono di rilevare l'origine delle voci e di voltare, quindi, la faccia a chi sta parlando. Questi microfoni possono essere eventualmente utilizzati per analizzare il tono della voce e quindi interpretare lo stato emotivo dell'interlocutore. Pepper può operare in ambienti complessi grazie alla sua videocamera 3D e alle due telecamere HD che gli permettono di identificare i movimenti e riconoscere le emozioni sui volti dei suoi interlocutori. Il *robot* é dotato di 20 motori che gli consentono di muovere la testa, la schiena e le braccia. Inoltre, dispone di diversi sensori per fornire informazioni sulla distanza di oggetti posizionati fino a 3 metri, oltre alle sue tre telecamere (due *red-green-blue* (RGB) e una 3D inserite nella sua testa). Pepper ha anche sensori tattili sulla testa e sulle mani, che vengono utilizzati per l'interazione sociale. I LED situati negli occhi possono assumere un qualsiasi colore RGB: questa caratteristica é particolarmente utile quando é necessario simulare emozioni cambiando il colore degli occhi. Pepper ha anche un *tablet* per visualizzare video, immagini e consentire all'utente di interagire con esso.

Questo studio sperimentale é stato condotto con un gruppo di 8 partecipanti in un programma di stimolazione cognitiva di 3 settimane.

I soggetti sono stati inclusi con l'obiettivo di selezionare gli anziani in modo da avere un gruppo il più omogeneo possibile, se il loro punteggio MMSE era compreso tra 13 e 26. Il gruppo comprendeva partecipanti con MCI, demenza di grado lieve e due disturbi cognitivi soggettivi. Il programma di *Cognitive Stimulation Therapy* (CST) durante il quale sono stati condotti gli esperimenti é durato 3 settimane, con incontri settimanali di circa 35 minuti. Sono state create tre serie di compiti di stimolazione cognitiva, tutti progettati per essere svolti in un formato di gruppo, videoregistrando ogni sessione di *training* (Tabella 3).

Tabella 3. Composizione delle sessioni (De Carolis et al., 2020)

Sessione 1	Sessione 2	Sessione 3
Imitazione motoria	Imitazione motoria	Imitazione motoria
Completamento delle parole	Memoria della prosa	Associazione visivo-verbale
Associativo verbale	Associativo verbale	memoria attiva
memoria	memoria	Memoria della prosa
		Associativo verbale
		memoria

I video raccolti sono stati analizzati da tre valutatori umani, al fine di valutarli in termini di partecipazione e coinvolgimento, operazionalizzati come sguardi, numero di risposte corrette ed emozioni visualizzate.

I risultati hanno mostrato che Pepper é stato accettato positivamente dagli anziani, che sono stati molto attenti e coinvolti nei compiti della sessione, durante i quali i partecipanti raramente hanno provato emozioni negative. In questo studio é emerso che il livello di emozioni negative vissute dagli anziani, emerse principalmente quando i soggetti non erano d'accordo con le dichiarazioni fatte dagli altri partecipanti e non dovute all'interazione con Pepper, é accettabile. Oltre allo stato "neutrale", gli anziani hanno sperimentato più emozioni positive rispetto a quelle negative raggiungendo il massimo tasso di "felicità" durante il ricordo associativo visivo-verbale. Per misurare l'impegno dei partecipanti é stato scelto di valutare lo sguardo di ciascun partecipante verso Pepper, osservando un incremento di tale misura nella terza sessione, in particolare nel compito di imitazione motoria. Sono emerse alcune correlazioni tra i risultati delle osservazioni comportamentali e i punteggi delle valutazioni neuropsicologiche: in particolare, gli anziani con un MCI inferiore tendevano a provare emozioni per lo più neutre ed erano meno felici, mentre sono emerse correlazioni positive tra la stima del coinvolgimento dello sguardo e i punteggi MMSE.

Sempre in relazione all'utilizzo di *robot* assistivi, si presenta uno studio condotto da Pino et al., (2020) per affrontare il crescente bisogno insoddisfatto di approcci alternativi per rallentare la progressione del declino cognitivo nei pazienti con lieve danno cognitivo. Lo studio ha valutato l'efficacia dell'interazione uomo-robot per rafforzare il comportamento terapeutico e l'aderenza ai trattamenti. In questo studio é stata utilizzata la versione *Academics*

del modello NAO H25, le cui caratteristiche includono una *central processing unit* (CPU) del *computer*, completamente programmabile. Il *robot* utilizzato era alto 58 cm e pesava 4,3 kg, utilizzava una batteria al litio ricaricabile da 21,6 V che poteva mantenerlo in funzione per circa 2 ore, possiede due telecamere che potevano registrare fino a 30 frame/s e 2 mani con capacità di presa autoadattanti. È, in questo caso, importante sottolineare che le tre dita di ogni mano erano controllate da un unico motore, quindi non potevano essere mosse indipendentemente. Disponeva di sensori sensibili alla forza su mani e piedi per percepire il contatto con gli oggetti, diodi emettitori di luce su occhi e corpo, quattro microfoni per identificare la fonte dei suoni e due altoparlanti per comunicare. In totale possiede 25 gradi di libertà nelle articolazioni, permettendo il movimento indipendente di testa, spalle, gomiti, polsi, corpo, vita, gambe, ginocchia e caviglie. Funzionava su una piattaforma *OS Linux* nativa e poteva essere programmato tramite *Choregraphe*, *script Python*, *NaoQi* e *C++*.

Il *robot* è stato programmato per eseguire alcuni compiti dal solito protocollo del programma di allenamento della memoria, finalizzato ad allenare l'attenzione focalizzata (modalità visive e uditive), l'attenzione divisa e alternata, la categorizzazione e l'associazione come strategie di apprendimento.

I partecipanti sono stati selezionati attraverso i seguenti criteri di inclusione: diagnosi di MCI ottenuta attraverso i criteri di Petersen (Petersen, 2009), punteggio massimo nei due *test* che misurano le attività della vita quotidiana (*Activities of Daily Living*, ADL e *Instrumental Activity of Daily Living*, IADL), fascia di età 45–85 anni, assenza di trattamento farmacologico specifico. I criteri di esclusione erano: Disturbo neurocognitivo maggiore, altre malattie del sistema nervoso centrale o malattie psichiatriche. Sono stati reclutati 21 partecipanti, 10 femmine e 11 maschi, con un'età media di 73,5 anni e un livello di istruzione in media pari a 9,9 anni. Tutti i partecipanti erano di madrelingua italiana e avevano una visione normale o corretta.

Tutti gli individui sono stati sottoposti a una batteria neuropsicologica per più domini cognitivi una settimana prima dell'inizio della fase sperimentale (*baseline*) e alla fine del training (*post-trattamento*). I *test* includevano quanto segue:

- *Test* di Anna Pesenti, per misurare la memoria episodica, memoria verbale a lungo termine (Novelli et al. 1986);

- *Digit Span*, per misurare la memoria a breve termine (Orsini et al. 1987);
- Matrici attenzionali per valutare l'attenzione visiva (Spinnler et al. 1987);
- *Memory Assessment Clinics Questionnaire* (MAC-Q), per misurare il declino della memoria percepita con l'età (De Carolis et al. 2015);
- *Verbal Fluency* (PFL) per valutare la capacità di accedere al lessico e all'organizzazione lessicale (Novelli et al. 1986);
- *Hospital Anxiety and Depression Scale* (HADS), per controllare i livelli di ansia e depressione (Montazeri et al. 2003);
- *State-Trait Anxiety Inventory* (STAI-X), al fine di determinare se la presenza di NAO potesse produrre ansia dopo l'ultima sessione con NAO (Spielberger et al. 1983).

Inoltre, altre misure sono state estratte automaticamente attraverso l'analisi delle sessioni videoregistrate, grazie ad *software* personalizzato che misurava i sorrisi e l'attenzione visiva dei partecipanti:

- Frequenza dell'attenzione visiva (definita come il numero di volte in cui ogni paziente guardava il NAO o lo psicologo);
- Durata dell'attenzione visiva (definita come il tempo, espresso in secondi, in cui ogni partecipante si rivolgeva a NAO o allo psicologo);
- Frequenza di espressività positiva (definita dal numero di volte che ogni paziente sorrideva con NAO o con lo psicologo);
- Durata dell'espressività positiva (definita dal tempo, espresso in secondi, in cui un utente sorride con NAO o con il clinico).

I partecipanti sono stati coinvolti in programmi della durata di 8 settimane, con incontri settimanali di 1 ora e mezza, condotti in formato piccolo gruppo da un esperto neuropsicologo.

Sono stati sviluppati con NAO cinque compiti, considerando le caratteristiche che consentissero la riproducibilità utilizzando il *robot* con modifiche minime sull'esercizio. I cinque compiti selezionati erano:

- Leggere storie;
- Domande sulla storia;
- Parole associate/non associate;

- Richiamo parola associata/non associata;
- Associazioni canzoni/cantante.

I partecipanti sono stati suddivisi in tre gruppi: le versioni dei compiti utilizzate con i primi due gruppi includevano interazioni vocali dirette tra NAO e soggetti, portando a una grande quantità di errori; pertanto, il *software* di riconoscimento vocale è stato inibito per il terzo gruppo, utilizzando invece sensori tattili per simulare una risposta appropriata del *robot*.

I risultati dello studio, hanno indicato che l'allenamento della memoria con NAO ha comportato un aumento dello sguardo da parte dei pazienti e un rafforzamento del comportamento terapeutico riducendo, in alcuni casi, i sintomi depressivi. Inaspettatamente, sono stati rilevati miglioramenti significativi nella memoria di prosa e nelle misure di fluency verbale.

Per quanto riguarda la valutazione dell'attenzione, è stata notata un'interazione significativa tra tempo e gruppo, suggerendo che i punteggi di attenzione variano tra i gruppi in base al periodo di misurazione.

I *test* che misuravano l'ansia, la depressione e la memoria a breve termine, come previsto, non hanno mostrato alcun miglioramento significativo.

Un'estensione dello studio precedente, relativo all'utilizzo di *robot* di assistenza sociale, ne mette in mostra alcune potenzialità (Palestra & Pino, 2020). Il presente studio ha affrontato la questione del riconoscimento delle emozioni attraverso l'espressione facciale utilizzando un metodo per rilevare automaticamente le espressioni emotive facciali di base nel contesto di un programma di memoria riabilitativa per individui con MCI. Gli autori hanno inoltre esplorato il potenziale del *robot* nel coinvolgere i partecipanti nell'intervento e i suoi effetti sul loro stato emotivo. Il sistema proposto include *hardware* e *software*: il programma di formazione MCI, il social NAO *robot*, tre telecamere RGB e un modulo di riconoscimento automatico delle espressioni facciali di gruppo, la cui precisa interpretazione è un importante predatore del successo nelle interazioni sociali. La ricerca ha dimostrato che il riconoscimento delle espressioni facciali migliora dall'infanzia alla prima età adulta e degenera negli anziani (ad esempio, McCade et al., 2011). Il mancato riconoscimento delle emozioni può avere un grande impatto sulla competenza sociale degli stessi causando *stress*, problemi di comunicazione e depressione. Il riconoscimento delle emozioni dai volti è un compito

complesso che coinvolge diverse strutture cerebrali e abilità cognitive che possono essere compromesse da malattie neuropsicologiche. La compromissione del riconoscimento delle emozioni nella demenza sembra, infatti, progredire da un *deficit* nel riconoscimento delle espressioni facciali a bassa intensità nella fase MCI che successivamente si estende alla malattia di Alzheimer lieve, come possibile effetto della ben nota degenerazione progressiva dell'elaborazione delle emozioni del cervello. Nell'interazione umana, i segnali emotivi e sociali che esprimono informazioni aggiuntive sono essenziali. A tale scopo, Palestra & Pino (2020), hanno posto particolare attenzione alla quantificazione dell'efficacia di un *robot* sociale sul benessere dei destinatari del programma. Ciò è stato ottenuto misurando le espressioni facciali spontanee con un *software* per la valutazione automatica dell'interazione uomo-robot e la loro decodifica. Lo scopo degli autori era di esplorare la risposta dei partecipanti (ad esempio positiva o negativa) in diversi compiti per vedere se fossero coinvolti positivamente durante l'interazione o meno. I partecipanti sono stati selezionati attraverso gli stessi criteri elencati nello studio di Pino et al., (2020).

I partecipanti sono stati sottoposti a una batteria di *test* completa. Sono stati coinvolti in programmi della durata di 8 settimane, con incontri settimanali di 1 ora e mezza, condotti in formato piccolo gruppo da un esperto neuropsicologo.

L'analisi ha rivelato che il sistema era in grado di riconoscere le espressioni facciali da sessioni di terapia di gruppo assistite da *robot* che gestiscono volti parzialmente occlusi. I risultati hanno indicato un riconoscimento affidabile dell'espressività facciale per il *software* proposto aggiungendo una nuova base di prove ai fattori coinvolti nell'interazione uomo-robot (HRI). L'uso di un *robot* umanoide come strumento di mediazione sembrava, inoltre, promuovere il coinvolgimento dei partecipanti al programma. I risultati hanno, infine, mostrato risposte emotive positive. I compiti, quindi, influenzano il coinvolgimento affettivo.

## CAPITOLO 2

### ASSISTENTE DOMESTICO AUTOMATICO (ADA)

#### 2.1 Premesse teoriche per lo sviluppo di ADA

Secondo un recente studio (2021) sull'invecchiamento della popolazione, pubblicato dal Dipartimento degli affari economici e sociali delle Nazioni Unite (DESA), 761 milioni di persone in tutto il mondo hanno un'età pari o superiore a 65 anni, cifra che salirà a 1,6 miliardi entro il 2050: più del doppio. Inoltre, entro il 2050 ci saranno 392 milioni di persone di età pari o superiore a 80 anni: più del triplo di quelle attuali.

Junhua, sottosegretario generale delle Nazioni Unite per gli affari economici e sociali, ha dichiarato che <<Insieme, possiamo affrontare le disuguaglianze di oggi a vantaggio delle generazioni di domani, gestendo le sfide e sfruttando le opportunità offerte dall'invecchiamento della popolazione>> (Junhua, 2021, pag.1)

Le persone vivono più a lungo grazie al miglioramento della salute, delle condizioni di vita, delle terapie mediche e grazie al maggiore accesso all'istruzione. Sempre secondo tale rapporto, a livello globale, un bambino nato nel 2021 può avere un'aspettativa di vita, in media, fino a 71 anni, considerando che le donne vivono più a lungo degli uomini, si parla di quasi 25 anni in più rispetto a un bambino nato nel 1950.

Inevitabilmente, però, l'invecchiamento della popolazione globale si associa anche ad un aumento della necessità di assistenza (Cicirelli et al., 2020). La demenza, termine generico per indicare il declino generalizzato, è una delle condizioni che maggiormente affligge questo *target* di popolazione. Colpisce molte persone anziane con conseguenze socio-economiche per la società in generale e rappresenta, quindi, una sfida importante. Questa condizione, che presenta anche stadi intermedi come il *Mild Cognitive Impairment* (MCI), è caratterizzata, nella maggior parte dei casi, da una compromissione della memoria (Petersen et al., 1999), che peggiora con l'aggravarsi del quadro clinico. Come risultato del declino cognitivo diminuisce la capacità di questi soggetti di svolgere le attività di base della vita quotidiana oltre che le attività strumentali, misurate attraverso questionari come l'*Activities of Daily Living* (ADL) e l'*Instrumental Activities of Daily Living* (IADL). Di conseguenza è possibile

riscontrare difficoltà, ad esempio nel mantenere adeguatamente l'igiene personale, nel vestirsi, nell'alimentazione, nella preparazione dei pasti, nell'uso del denaro et cetera. In particolare, il deterioramento cognitivo lieve, specie se di tipo amnesico, é associato a difficoltà nell'esecuzione di compiti IADL a livello di popolazione (Hughes et al., 2012). L'emergere di questi *deficit* può essere un'importante fonte di informazione per l'attuazione di un eventuale intervento (Katz, 1983), considerando che, associato a questi fattori, si presenta l'esigenza delle persone anziane di vivere a casa il più a lungo possibile e che le politiche governative incoraggiano questa linea per ridurre i costi dell'assistenza sanitaria.

Per integrare questi due aspetti, ovvero il declino delle abilità funzionali e il desiderio di rimanere nella propria casa, sono state identificate opportunità di innovazioni tecnologiche per promuovere una vita indipendente per le persone anziane affette da demenza: le *Active and Assisted Living (AAL) Systems*. Tali tecnologie devono essere attentamente progettate per soddisfare i requisiti associati alle necessità del paziente. Di seguito verranno elencati i principali argomenti intorno ai quali si deve riflettere nella progettazione di un dispositivo assistenziale:

- efficacia: chiaramente, per essere utilizzabile, un dispositivo deve portare al raggiungimento dell'obiettivo per il quale é stato progettato.
- Usabilità: nel caso in cui si tratti di un dispositivo, che prevede l'interazione del soggetto con lo stesso, deve essere facilmente utilizzabile e non deve portare a condizioni di mancato utilizzo legate alla complessità della tecnologia (Mora et al., 2020).
- Economicità: per essere utilizzabile quanto più possibile, un dispositivo assistenziale deve essere, considerando i limiti imposti dall'utilizzo di strumenti tecnologici, accessibile in termini economici e alla portata del cliente comune. Non deve, quindi, portare a condizioni di mancato utilizzo legate al costo del dispositivo (Mora et al., 2020).
- Sistema aperto: i sistemi AAL non possono essere chiusi, in quanto cambiano nel tempo le esigenze, le abitudini delle persone e i parametri da osservare. Devono essere flessibili e facilmente modificabili sia in termini strutturali che funzionali, in relazione all'eventuale progressione della condizione del paziente (Cicirelli et al., 2020).

- Manutenzione minima/alta affidabilità: è di vitale importanza che queste tecnologie abbiano necessità di manutenzione minima o assente, per non portare a condizioni di mancato utilizzo legate ad un problema verificatosi e non segnalato (Cicirelli et al., 2020).
- Adattabilità: i dispositivi AAL devono essere flessibili e adattabili alle esigenze del paziente. I soggetti tra loro possono essere estremamente differenti in termini di necessità e bisogni, di conseguenza questi dispositivi devono essere altamente personalizzabili per incrementare il grado di efficacia. Ad esempio, le tecnologie indossabili sul corpo sono ritenute meno desiderabili per le persone anziane con disturbi cognitivi, in quanto potrebbero dimenticare di indossarli quotidianamente e di ricaricarli (Cicirelli et al., 2020).
- Accettabilità/intrusività: i dispositivi AAL devono essere valutati e pensati anche in relazione al loro grado di intrusività, che è uno dei parametri più negativi per l'effettivo utilizzo del dispositivo. Devono quindi essere ben bilanciati lungo questo *continuum* bipolare (Cicirelli et al., 2020; Mora et al., 2020).

Ancor prima di un intervento tramite AAL è importante sottolineare come esistano dei fattori protettivi del degrado cognitivo che possano favorirne il miglioramento o rallentare il declino e che, quindi, devono essere considerate nello sviluppo di un AAL. In letteratura troviamo un buon grado di sostegno in relazione a tre fattori principali: la dieta, l'esercizio fisico (Tabella 4) e quello cognitivo (Tabella 5).

### 2.1.1 Dieta

In letteratura esistono una serie di prove che sostengono l'utilità di un certo tipo di dieta. La combinazione ottimale di nutrienti può essere un modo pratico per migliorare le prestazioni cognitive, aumentando la durata dello stato di salute. Differenti scelte alimentari potrebbero rivestire un ruolo neuorprotettivo con effetti positivi sulla neuroplasticità. Ad esempio, la restrizione calorica è stata associata a benefici per la salute attraverso una maggior longevità e un miglioramento della memoria verbale dopo 3 mesi di dieta (Witte et al., 2009). Ridurre l'apporto calorico sembra migliorare la resilienza sintetica e modificare il numero, l'architettura e le prestazioni delle sinapsi (Rothman & Mattson 2013).

La dieta di Okinawa e la dieta mediterranea sembrerebbero essere altamente efficienti nel

promuovere il benessere cerebrale. In entrambe le diete abbondano verdura, frutta, pesce come fonte di proteine e un basso carico glicemico. Entrambe sono ricche di polifenoli e di grassi polinsaturi sani i quali avrebbero effetti antiossidanti e antinfiammatori. All'interno delle stesse un ruolo molto importante deve essere attribuito al consumo di pesce. Per il funzionamento del sistema nervoso centrale gli omega-3, che il cervello non può produrre e che ricava dal pesce, sono di vitale importanza. Uno studio di Denis et al., (2013) mostra infatti come l'acido decosaesaenoico (DHA), appartenente agli omega-3, possa ottimizzare la plasticità e l'efficienza delle sinapsi contribuendo a mantenerne l'omeostasi; il DHA è infatti un componente della membrana plasmatica la cui fluidità sembrerebbe essere fondamentale per una trasmissione efficiente di dati tra le cellule. Inoltre, nelle regioni cerebrali essenziali per il funzionamento cognitivo e della memoria uno studio di Raji et al., (2014) ha messo in mostra un aumento del volume di materia grigia associato al consumo di pesce. Ancora, uno studio di Bayer-Carter et al., (2011) mette a confronto gli effetti di due diete di quattro settimane; una ad alto contenuto di grassi saturi carboidrati semplici (*High*), l'altra a basso contenuto di grassi saturi e carboidrati semplici (*Low*) per anziani sani e anziani con aMCI. I risultati mostrano che per il gruppo aMCI la dieta *Low* ha effetti positivi rispetto alla dieta *High*, quindi la dieta, anche secondo questo studio, può rappresentare un potente fattore ambientale in grado di sviluppare un'ulteriore compromissione della condizione del soggetto che evolve poi in tipi di demenza, come per esempio l'Alzheimer. In particolare, in questo studio la dieta sembrava influire sulla concentrazione di Abeta42, sulle lipoproteine, sullo *stress* ossidativo e sull'insulina.

### 2.1.2 *Esercizio fisico*

Una meta-analisi di Law et al., (2020) indaga gli effetti dell'esercizio fisico su cognizione globale, memoria, funzione esecutiva, ragionamento, attenzione, linguaggio e problemi comportamentali in soggetti con decadimento cognitivo lieve e demenza. Gli autori hanno condotto una revisione sistematica di quarantasei studi randomizzati per un totale di 5099 partecipanti. Gli esercizi riguardano l'attività aerobica, la resistenza, la deambulazione e l'esercizio integrato, composizione di due o più delle precedenti o altre attività fisiche. La meta-analisi dei dati ha stimato che l'esercizio aerobico ha ridotto il declino della cognizione

globale in 26 studi. In particolare, l'esercizio aerobico con intensità da moderata ad alta, per una durata di allenamento totale, nei giorni, di 24 ore, ha ulteriormente aumentato questo miglioramento. Per quanto riguarda la memoria di lavoro, otto studi hanno dimostrato un miglioramento di tale funzione in relazione all'esercizio fisico, rallentandone il declino (Arcoverde et al., 2014; Bossers et al., 2015; Eggermont et al., 2009). Sono, inoltre, emersi piccoli miglioramenti nel ragionamento in due studi (Fiatarone et al., 2014; Maki et al., 2012). La meta-analisi in 14 studi ha mostrato esigui miglioramenti della funzione linguistica (Arcoverde et al., 2014; Bossers et al., 2015; Christofolletti et al., 2008). Gli effetti dell'esercizio su altre funzioni cognitive, come l'attenzione e altri aspetti della memoria, non erano chiari. L'esercizio ha anche ridotto i problemi comportamentali (Steinberg et al., 2009; Van Uffelen et al., 2008).

In conclusione, gli autori mostrano come l'esercizio fisico possa ridurre il declino cognitivo globale e i problemi comportamentali nelle persone con MCI o demenza. I suoi benefici sulla funzione cognitiva possono essere principalmente attribuiti ai suoi effetti sulla memoria di lavoro.

Un'altra meta-analisi, condotta da Venegas et al., (2022) indaga direttamente gli effetti dell'esercizio multicomponente sulla cognizione negli anziani con diagnosi di decadimento cognitivo lieve o demenza. Gli autori sottolineano la rilevanza dell'asse muscolo-cervello e la relazione tra contrazione muscolare e rilascio del fattore neurotrofico. In questa meta-analisi sono stati considerati otto studi controllati randomizzati fino al 2021, per un totale di 367 partecipanti provenienti da sette paesi. Sono stati estratti i dati relativi all'inclusione dell'esercizio aerobico e al cambiamento nella cognizione globale. Gli esercizi fisici riguardavano l'equilibrio, la flessibilità, la forza e l'esercizio aerobico. In generale, i risultati di questo studio sottolineano come potrebbe esserci un effetto dell'esercizio fisico multicomponente sulla cognizione globale nelle persone con decadimento cognitivo lieve e demenza solo quando l'esercizio aerobico è incluso nel programma.

Un ulteriore studio di Huang et al., (2021) è stato condotto per stabilire quale, tra gli interventi relativi all'esercizio fisico, sia il più efficace. L'obiettivo di questo studio era confrontare e classificare l'efficacia di vari interventi di esercizio sulla funzione cognitiva in pazienti con lieve deterioramento cognitivo (MCI) o demenza.

Sono stati selezionati 71 studi randomizzati e controllati, per un totale di 5606 partecipanti. Gli esiti primari includevano la cognizione globale, la funzione esecutiva e la memoria.

L'esercizio può esercitare effetti protettivi sulla funzione cognitiva aumentando i livelli di fattori di crescita; come il fattore neurotrofico derivato dal cervello, brain-derived neurotrophic factor, (BDNF), il fattore di crescita insulino-simile 1 (IGF-1), regolazione delle citochine infiammatorie, riduzione dello *stress* ossidativo, aumento del flusso sanguigno cerebrale, ridurre la concentrazione di Ab e inibire la fosforilazione della tau.<sup>9</sup> (Huang et al., 2020; Cardalda et al., 2019; Langoni et al., 2019). Tuttavia, è stato dimostrato che questi meccanismi sottostanti esistono solo in modelli animali e numerosi studi che hanno esaminato questi meccanismi, non hanno ancora dimostrato che sono applicabili al genere umano.

Gli studi precedentemente esposti hanno dimostrato che tipi distinti di esercizio, come l'esercizio aerobico (AE) e l'esercizio di resistenza (RE), potrebbero esercitare effetti attraverso alcuni meccanismi molecolari diversi e portare a dimensioni dell'effetto differenti. Pertanto, il tipo di esercizio è un fattore importante che dovrebbe essere considerato quando i professionisti clinici prescrivono l'esercizio per prevenire o rallentare il declino cognitivo (Barha et al., 2019).

Per confrontare gli effetti di vari tipi di interventi di esercizio, Huang et al., (2021) hanno classificato gli interventi di esercizio nelle seguenti grandi categorie:

- AE (esercizio mirato a migliorare la forma fisica cardiovascolare, tra cui camminare, correre e andare in bicicletta);
- RE (esercizio inteso per aumentare la forza e la potenza muscolare, utilizzando, ad esempio, elastici e macchine per pesi);
- esercizio multicomponente (ME, una combinazione di almeno 2 tipi di esercizio, come AE, RE e allenamento dell'equilibrio);
- esercizio mente-corpo (MBE, esercizio che mira a migliorare la coordinazione mente-corpo e la consapevolezza dei partecipanti facendo praticare loro una serie di movimenti controllati che si concentrano sulle interazioni tra cervello, corpo, mente e comportamento, come il Tai Chi, yoga e danza).

I risultati di questa rassegna sostengono che tutti i tipi di esercizio erano efficaci nell'aumentare o mantenere la cognizione globale e che l'esercizio di resistenza aveva alta

probabilità di essere l'intervento più efficace nel rallentare la diminuzione della cognizione globale, la funzione esecutiva e la funzione di memoria in pazienti con disfunzione cognitiva. Le analisi dei sottogruppi per i pazienti con MCI hanno rivelato effetti diversi e sostengono che l'esercizio multicomponente era molto probabilmente la terapia fisica ottimale per prevenire il declino della cognizione globale e della funzione esecutiva. Tuttavia, solo l'esercizio di resistenza ha mostrato effetti significativi sulla funzione della memoria per i pazienti con MCI (Huang et al., 2021).

Oltre agli studi classici, come le meta-analisi appena presentate, che indagano l'effetto di esercizi fisici semplici sulla funzione cognitiva, possiamo trovare anche ricerche che indagano l'effetto di attività maggiormente complesse come il Tai Chi e l'effetto dell'esercizio fisico classico sul funzionamento cerebrale indagato con l'elettroencefalogramma (EEG).

Per quanto riguarda il primo aspetto, uno studio randomizzato di Lam et al., (2010) è stato condotto per esaminare gli effetti di un esercizio fisico mente-corpo, Tai Chi, sulla funzione cognitiva in soggetti a rischio di declino cognitivo.

Sono state indagate 389 persone anziane con MCI che hanno partecipato ad un programma di esercizi. L'intervento di esercizio è durato 1 anno. 171 soggetti sono stati allenati con 24 forme di Tai Chi semplificato (Intervento, I) e 218 sono stati allenati con esercizi di *stretching* e tonificazione (Controllo, C). L'esercizio comprendeva sessioni di allenamento di almeno tre volte a settimana.

I risultati di questo studio al 5° mese, cioè 2 mesi dopo il completamento dell'allenamento, evidenziano che sia i soggetti I che C hanno mostrato un miglioramento della funzione cognitiva globale, richiamo ritardato e disturbi cognitivi soggettivi. Tre e 21 soggetti dei gruppi I e C sono progrediti verso la demenza. L'analisi di regressione logistica controllata per le differenze di gruppo al basale nell'istruzione e nella funzione cognitiva ha suggerito che il gruppo I era associato a *Call Detail Record* (CDR) stabile.

In conclusione, i risultati dello studio hanno mostrato che l'esercizio del corpo mentale, il Tai Chi, può offrire benefici specifici alla cognizione.

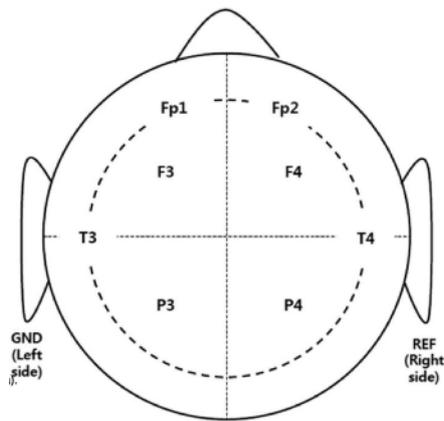
Per quanto riguarda il secondo aspetto, invece, uno studio di Hong et al., (2018) si è proposto di indagare gli effetti di un programma di esercizi di resistenza di 12 settimane sui modelli dell'elettroencefalogramma (EEG) e sulla funzione cognitiva nei pazienti anziani con

decadimento cognitivo lieve (MCI). Anche in questo caso, si tratta di uno studio controllato randomizzato svolto in un centro comunitario con 22 soggetti affetti da MCI e 25 soggetti sani di controllo assegnati in modo casuale a 1 di 4 gruppi: soggetti con MCI che hanno intrapreso il programma di esercizi, un gruppo di controllo MCI, un gruppo di esercizio di volontari sani e un gruppo di controllo di volontari sani.

I gruppi sperimentali si sono impegnati in un programma di esercizi di resistenza della durata di un'ora per sessione con un elastico, due volte a settimana per 12 settimane e sono stati raccolti dati tramite l'encefalogramma e *test* neuropsicologici. Il programma di esercizi consisteva in un riscaldamento di 10 minuti, un periodo di esercizio principale di 40 minuti con un elastico, al massimo di 15 ripetizioni, e un periodo di defaticamento di 10 minuti.

I risultati dello studio mostrano che il programma di esercizi di resistenza di 12 settimane ha migliorato significativamente le variabili relative alla forma fisica dei soggetti anziani. Inoltre, per il *test* EEG, i gruppi MCI e sani sottoposti ad esercizio fisico hanno mostrato differenze significative rispetto al basale nelle onde *beta* relative sugli elettrodi Fp1 e F3, nonché nelle onde *beta2* relative su F3. Inoltre, dopo l'intervento di esercizio di 12 settimane, sono state osservate differenze in una regione che beneficia dell'esercizio tra il gruppo MCI-EX nella potenza *theta* relativa su F3 e la potenza *alfa* relativa su T3 e il gruppo NG-EX nella relativa potenza *theta* su P3 e P4 (Figura 4). La presente ricerca mostra solo un leggero cambiamento nella funzione cognitiva indotto dall'esercizio di resistenza di 12 settimane; gli autori sottolineano che probabilmente questo è legato alla breve durata del trattamento. L'esercizio di resistenza di 12 settimane con un elastico ha avuto un effetto positivo sui *pattern* EEG nei soggetti anziani con MCI, oltre a fornire benefici fisici e lievi cambiamenti nella funzione cognitiva nel gruppo MCI-EX. Un programma di esercizi di resistenza può, quindi, essere considerato un trattamento efficace per ritardare il declino cognitivo e migliorare la forma fisica.

Figura 4. Siti degli elettrodi dell'elettroencefalogramma (EEG). Hong et al., (2018).



In conclusione, uno studio di Bredesen et al., (2014), attraverso un approccio multiterapeutico, mette in mostra gli effetti combinati di dieta ed esercizio fisico. In questo studio sono stati analizzati dieci pazienti con MCI, i quali sono stati sottoposti ad un programma terapeutico fondato sulla rilevazione dei punti cardine sottostanti la patogenesi della malattia di Alzheimer e che coinvolge molteplici fattori, atti a conseguire un miglioramento metabolico nella neurodegenerazione, Metabolic Enhancement for Neurodegeneration (MEND). Nove dei dieci pazienti che hanno utilizzato questo programma hanno mostrato un miglioramento soggettivo e oggettivo nella funzione cognitiva entro i 3-6 mesi: sono rientrati al lavoro o hanno continuato la propria professione migliorando le proprie prestazioni in funzione della terapia. Questi miglioramenti, inoltre, si sono mantenuti nel tempo al *follow-up*, condotto due anni e mezzo dopo l'inizio del trattamento. I risultati suggeriscono che, almeno nelle prime fasi, il declino cognitivo può essere stabilizzato intervenendo sui processi metabolici. Un esempio di un caso clinico trattato in questo studio è relativo ad una donna di 67 anni che:

- da due anni presentava una progressiva perdita della memoria;
- aveva dovuto abbandonare il lavoro di redattrice;
- non ricordava le prime righe di un libro quando arrivava alla fine della pagina;
- mostrava problemi di orientamento percorrendo la strada.

La donna dopo il programma terapeutico, ha invertito tale deterioramento rimanendo dopo due anni asintomatica. Segue un esempio di programma:

- eliminazione dei carboidrati semplici in modo da ottenere un calo di peso;
- eliminazione del glutine e degli ortaggi aumentando il consumo di frutta e pesce;
- pratica di un corso di yoga per ridurre lo *stress*;
- pratica di meditazione per 20 minuti al giorno;
- assunzione di melatonina 0,5 mg per accrescere le ore di sonno da 4-5 ore a 7-8 ore per notte;
- assunzione di vitamina D3 2000 IU ogni giorno;
- assunzione di olio di pesce quotidianamente;
- ottimizzazione dell'igiene orale utilizzando uno spazzolino elettrico;
- digiuno per un minimo di 12 ore tra cena e colazione e per un minimo di tre ore tra la cena e prima di andare a letto;
- esercizio fisico per un minimo di 30 minuti, 4-6 giorni a settimana.

Tabella 4. Tabella riassuntiva degli studi relativi all'esercizio fisico.

Autore	Tipologia programma	Soggetti	Età	Risultati maggiori
Law et al., (2020)	attività aerobica, la resistenza, la deambulazione e l'esercizio integrato	MCI o demenza	Anziani	Declino della cognizione globale, rallentamento del declino della memoria di lavoro, miglioramento del ragionamento e della funzione linguistica
Venegas et al., (2022)	esercizio multicomponente	MCI o demenza	Anziani	Effetto positivo dell'esercizio fisico multicomponente sulla cognizione globale solo quando l'esercizio aerobico è incluso nel programma
Huang et al., (2021)	l'esercizio aerobico (AE) e l'esercizio di resistenza (RE)	MCI o demenza	Anziani	l'esercizio di resistenza aveva alta probabilità di essere l'intervento più efficace nel rallentare la diminuzione della cognizione globale, la funzione esecutiva e la funzione di memoria in pazienti con disfunzione cognitiva.
Lam et al., (2010)	Tai Chi per 1 anno	MCI	Anziani	miglioramento della funzione cognitiva globale e rallentamento della progressione in demenza
Hong et al., (2018)	Esercizi di resistenza per 12 settimane	MCI	Anziani	Per il test EEG differenze rispetto al basale nelle onde <i>beta</i> , <i>beta2</i> , e <i>theta</i> sull'elettrodo F3 oltre che delle onde <i>theta</i> su P3

### 2.1.3 Esercizio cognitivo guidato

Non solo l'attività fisica, ma anche la pratica mentale può essere molto efficace nel mantenere stimolato e attivo l'individuo, il suo corpo e il suo sistema nervoso. Uno studio molto importante in quest'ambito è quello di Cipriani et al., (2006) i quali hanno valutato l'efficacia di un *training* cognitivo computerizzato in soggetti con demenza di Alzheimer confrontati con individui con MCI. Questi ultimi mostravano un miglioramento nei compiti di memoria di lavoro, di apprendimento psicomotorio e di memoria comportamentale, mentre gli individui con AD potenziavano lo stato cognitivo globale misurato attraverso il MMSE, la fluenza verbale e le funzioni esecutive. Questo lavoro indica un effetto positivo generale del *training*, dato che i partecipanti ottenevano prestazioni migliori non solo negli esercizi del programma computerizzato, ma anche nei *test* cognitivi.

Una serie di studi riguardanti soggetti affetti da ABI hanno mostrato l'esistenza di diversi *software* per l'allenamento della memoria di lavoro, come il *program Cogne QM* o *PCQM* della *Cognitive Medical System*, i quali hanno guadagnato l'attenzione dei ricercatori che li hanno sottoposti a studi controllati con risultati che sostengono l'idea che programmi come questi rappresentino una metodologia promettente per utilizzare il recupero delle funzioni cognitive in pazienti con danni di natura traumatica (Bjorkdahl et al., 2013; Johansson & Tornmalm, 2012).

*Training* cognitivi computerizzati sono stati applicati anche individui con diagnosi di MCI (Barnes et al., 2009) per valutarne l'efficacia in questo ambito. In questo studio i partecipanti, suddivisi in un gruppo che riceveva l'intervento o in quello di controllo, iniziavano il *training* nelle loro case su un *computer* fornito dal gruppo di ricerca. Il programma era composto da sette esercizi progettati per migliorare la velocità di elaborazione, la precisione della corteccia uditiva primaria e della memoria di lavoro in particolari soggetti. Essi dovevano abbinare suoni sulla griglia o distinguere due parole dal suono simile. Il programma durava 100 minuti al giorno, cinque giorni alla settimana fino al raggiungimento di livelli di prestazione asintomatica o al completamento dell'80% del materiale. Il gruppo di controllo eseguiva altrettante attività computerizzate per 90 minuti al giorno, sempre per cinque giorni a settimana. L'esecuzione di questa tipologia di esercizi nei 36 soggetti che avevano completato il protocollo di allenamento cognitivo, produceva un effetto paragonabile a quello degli inibitori della colinesterasi usati per il trattamento della malattia di Alzheimer: si è osservato

un miglioramento dei punteggi dell'apprendimento verbale e della memoria nel gruppo di intervento. Questi effetti sono coerenti con l'ipotesi che i programmi computerizzati possono avere effetti specifici su alcuni domini.

A tal proposito, nella rassegna di Piras et al., (2011) é emerso che tutti gli studi presi in esame evidenziavano un buon livello di efficacia per questi sistemi nelle attività correlate alla memoria in pazienti con disturbi sia stabili sia neurodegenerativi. Un dato importante evidenzia che si riscontrano effettivamente miglioramenti della qualità di vita e dell'indipendenza del paziente, oltre che in tutta una serie di aspetti fortemente legati al successo della riabilitazione; come la riduzione degli insuccessi quotidiani, la facilitazione della reintegrazione professionale, l'aumento dell'autostima e la diminuzione dell'ansia. Un dato che merita particolare attenzione é la conferma ulteriore di questi risultati che veniva dalle testimonianze dei *caregiver* i quali prendevano parte all'intervento riabilitativo, anche solo in qualità di supervisori.

Uno studio di Nef et al., (2020) ha valutato la fattibilità di un *puzzle game Numberlink* (Figura 5), simile a un labirinto, nel valutare differenze basate sulle misure di cognizione e funzione motoria legate all'età e alle malattie neurodegenerative. Cinquantacinque partecipanti, inclusi giovani, 18-31 anni, 11 soggetti, anziani, 64-79 anni, 14 soggetti e adulti più anziani, 86-98 anni, 14 soggetti e pazienti con Parkinson, 59-76 anni, 4 soggetti, e Malattia di Huntington (MH), 35-66 anni, 5 soggetti, hanno giocato a diversi livelli di difficoltà del *puzzle game Numberlink* e hanno completato questionari e *test* di usabilità per le funzioni psicomotorie, attenzionali, visuospaziali, costruttive ed esecutive. Le analisi delle metriche delle prestazioni cognitive basate sul gioco *Numberlink*, ovvero il tempo di risoluzione ed errori, le abilità motorie, le variazioni di velocità media e la direzione del movimento, hanno rivelato differenze statisticamente significative tra i gruppi di età e tra i pazienti con MH e gli anziani. Tuttavia, i pazienti con malattia di Parkinson non differivano dagli anziani. Le analisi di correlazione hanno mostrato associazioni significative tra le prestazioni basate sul gioco, le metriche di movimento e le prestazioni sui *test* neuropsicologici per la funzione psicomotoria, attenzionale, visuospaziale, costruttiva ed esecutiva. Inoltre, le diverse caratteristiche del *puzzle game Numberlink* sono riuscite a creare livelli di difficoltà graduati. I risultati di questo studio supportano i recenti suggerimenti secondo cui i dati di un *puzzle game* simile a un labirinto forniscono potenziali "biomarcatori digitali" per valutare i cambiamenti nelle

funzioni psicomotorie, visuocostruttive ed esecutive legate all'invecchiamento e alla neurodegenerazione. In particolare, le misure di movimento basate su giochi tipo *Numberlink* sono promettenti come strumento per monitorare la progressione della compromissione motoria nelle malattie neurodegenerative.

Figura 5. Esempio di *Numberlink* nella fase iniziale e al completamento (Nef et al., 2020):



Una revisione sistematica di Shaoqing Ge et al., (2018) è stata condotta per valutare gli effetti del *training* cognitivo, basato sulla tecnologia o su interventi di riabilitazione, per migliorare la funzione cognitiva tra le persone con MCI, raccogliendo 26 articoli che soddisfavano i criteri di selezione. I principali tipi di tecnologie applicate includevano *software* computerizzato, *tablet*, *console* di gioco e realtà virtuale. Queste tecnologie sono state utilizzate per regolare le difficoltà dei compiti in base alle prestazioni dei partecipanti, ciò è considerata una caratteristica molto importante. Il *training* cognitivo basato sulla tecnologia e gli interventi di riabilitazione ha avuto un effetto significativo sulla funzione cognitiva globale in 8 studi su 22; 8 studi su 18 hanno riscontrato effetti positivi sull'attenzione, 9 studi su 16 sulla funzione esecutiva e 16 studi su 19 sulla memoria. Alcuni interventi cognitivi hanno migliorato i sintomi non cognitivi come ansia, depressione e ADL.

In conclusione, questa revisione sottolinea come la formazione cognitiva basata sulla tecnologia e gli interventi riabilitativi siano strumenti molto promettenti.

Gli esercizi di riabilitazione cognitiva possono presentarsi in maniera isolata o essere integrati in un vero e proprio percorso riabilitativo strutturato. Un esempio è il programma *Cogmed*, sostenuto da un buon numero di studi scientifici (Hyer et al., 2016). *Cogmed* è un percorso pensato per bambini e adulti, ideato per stimolare e potenziare la memoria di lavoro. Proprio

come per i videogiochi, l'utente sottoposto ai programmi computerizzati di *Cogmed* si mette di fronte allo schermo e sceglie il gioco/esercizio che vuole effettuare. Ad esempio, uno di essi prevede l'allenamento della *working memory* uditiva e consiste nell'ascoltare una sequenza numerica che va, poi, digitata in ordine inverso su una tastiera virtuale. In un altro esercizio, invece, l'utente vede sullo schermo una struttura tridimensionale composta da pannelli che si accendono in ordine sparso; qui il suo compito è quello di ricordare l'ordine di accensione, potenziando la *memoria di lavoro* visuo-spaziale.

Gli esercizi-gioco che l'utente dovrà svolgere al *computer* a casa saranno divisi in più sessioni di 30/45 minuti al giorno, qualche volta a settimana. Come detto in precedenza, questo programma è sostenuto da un buon numero di ricerche scientifiche e ne seguirà una di esempio.

Uno studio clinico di Hyer et al., (2016) ha esaminato l'efficacia di *Cogmed*, confrontando questo programma con un programma computerizzato generico chiamato *Sham* negli anziani con lieve deterioramento cognitivo (MCI). Sono stati valutati 68 soggetti anziani con diagnosi di MCI, che presentavano compromissione della memoria e scarse prestazioni in altre aree cognitive. Venticinque sessioni sono state completate nell'arco di cinque o sette settimane. Le misure *pre*, *post* e di *follow-up* includevano una batteria di misure cognitive, tre *test Working memory* (WM), una scala di memoria soggettiva e una misura funzionale.

I risultati mostrano che entrambi i gruppi di intervento sono migliorati nel tempo. *Cogmed* ha superato in modo significativo *Sham* su *Span Board* (Wechsler, 1997) ed ha superato i rapporti di memoria soggettiva al *follow-up* come valutato dal *Cognitive Failures Questionnaire* (CFQ). Il gruppo *Cogmed* ha dimostrato migliori prestazioni sul questionario sulle attività funzionali (FAQ), una misura di adattamento e trasferimento lontano al *follow-up*. I risultati suggeriscono che la WM è stata potenziata in entrambi i gruppi di anziani con MCI. *Cogmed* era migliore su una misura WM di base ed aveva valutazioni di soddisfazione più elevate.

Molto importante, inoltre, è considerare l'esito di studi che integrano l'effetto di percorsi di riabilitazione fisica e cognitiva poiché, potenzialmente, la combinazione di questi due fattori potrebbe dare risultati ancora più consistenti. Uno studio di Karssemeijer et al., (2017) ha analizzato gli interventi combinati di esercizio cognitivo e fisico poiché gli stessi hanno il

potenziale per suscitare benefici cognitivi negli anziani con decadimento cognitivo lieve (MCI) o demenza. Questa meta-analisi mira a quantificare l'effetto complessivo di questi interventi sul funzionamento cognitivo globale negli anziani con MCI o demenza. In questo studio sono stati inclusi dieci studi controllati randomizzati che hanno applicato un intervento cognitivo-fisico combinato con la funzione cognitiva come misura di esito. Per ogni studio sono state calcolate le dimensioni degli effetti. L'analisi primaria ha mostrato un effetto positivo da piccolo a medio degli interventi cognitivo-fisici combinati sulla funzione cognitiva globale negli anziani con MCI o demenza. Un intervento combinato è stato ugualmente utile nei pazienti con demenza e MCI. Inoltre, l'analisi ha mostrato un effetto positivo da moderato ad ampio dopo interventi combinati cognitivo-fisici per le attività della vita quotidiana (ADL) e un effetto positivo da piccolo a medio per l'umore. Questi benefici funzionali sottolineano la rilevanza clinica delle strategie combinate di allenamento cognitivo e fisico.

Tabella 5. Tabella riassuntiva degli studi relativi all'esercizio cognitivo.

<b>Autore</b>	<b>Tipologia programma</b>	<b>Soggetti</b>	<b>Età</b>	<b>Risultati maggiori</b>
Cipriani et al., (2006)	<i>Training</i> cognitivo computerizzato	Alzheimer e MCI	Anziani	I soggetti con MCI mostravano un miglioramento nei compiti di memoria di lavoro, di apprendimento psicomotorio e di memoria comportamentale, mentre gli individui con AD potenziavano lo stato cognitivo globale, la fluenza verbale e le funzioni esecutive
Bjorkdahl et al., 2013	<i>Program Cogne QM</i>	ABI	Variabile	Recupero delle funzioni cognitive
Barnes et al., 2009	<i>Training</i> cognitivi computerizzato, 100 minuti al giorno per 5 giorni a settimana	MCI	Anziani	Miglioramento dei punteggi dell'apprendimento verbale e della memoria
Piras et al., (2011)	<i>Training</i> cognitivo computerizzato	Stabili o neurodegenerativi	Anziani	Miglioramenti della qualità di vita e dell'indipendenza del paziente, riduzione degli insuccessi quotidiani, la facilitazione della reintegrazione professionale, l'aumento dell'autostima e la diminuzione dell'ansia.
Nef et al., (2020)	<i>Puzzle game Numberlink</i>	M C I , Parkinson, Malattia di Huntington		Numberlink è un potenziale "biomarcatore digitale" per valutare i cambiamenti nelle funzioni psicomotorie, visuocostruttive ed esecutive legate all'invecchiamento e alla neurodegenerazione
Shaoqing Ge et al., (2018)	<i>Training</i> cognitivo con software computerizzato, tablet, console di gioco e realtà virtuale	MCI		Effetto positivo su funzione cognitiva globale, attenzione, funzione esecutiva e memoria
Hyer et al., 2016	<i>Cogmed</i>	MCI	Anziani	Potenziamento della memoria di lavoro

## 2.2 Obiettivi

L'obiettivo principale che ha portato alla creazione di ADA è lo sviluppo di un AAL che possa integrare, in un unico sistema, i fattori precedentemente elencati: perdita delle abilità funzionali legate principalmente a *deficit* riguardanti la memoria, desiderio di rimanere nella propria casa e fattori protettivi quali dieta, esercizio fisico e cognitivo.

ADA è stata sviluppata dall'autore del presente elaborato in collaborazione con un collega, per la programmazione informatica, Francesco Grilli, laureando in ingegneria informatica, con l'obiettivo finale di sviluppare un dispositivo che possa rispettare, in modo adeguato, i criteri precedentemente elencati come importanti per lo sviluppo di un AAL, ovvero l'efficacia, l'usabilità, l'economicità, il sistema aperto, la manutenzione minima ed alta affidabilità, l'adattabilità, l'accettabilità/intrusività ed, infine, che si sviluppi lungo i concetti di programmazione e personalizzazione.

Per programmazione si fa riferimento alla necessità che sia un operatore specializzato, a seguito di un'attenta osservazione del soggetto che metta in mostra le necessità all'interno dell'ambiente domestico, a inserire nel *planning* settimanale le varie procedure attraverso criteri che si basano su dati empirici, come quelli esposti precedentemente, relativi all'efficacia di un determinato tipo di dieta, all'esercizio fisico ed a quello cognitivo. Per personalizzazione si intende un dispositivo che possa costruirsi intorno al soggetto, a seguito di un'attenta osservazione di quest'ultimo e che possa predisporre per lo stesso l'ambiente migliore possibile in cui collocarsi, anche in base alle sue preferenze.

## 2.3 Materiali: descrizione di *Software e Hardware*

Partendo dalle evidenze presenti in letteratura, circa l'utilità di dispositivi come le agende elettroniche, ad esempio *Google Calendar*, nel migliorare le prestazioni dell'utente nei compiti di memoria prospettica (McDonald et al., 2011), o ancora, come il *NeuroPage* nel compensare i problemi quotidiani di memoria e pianificazione (Wilson et al., 2009) è stato scelto di sviluppare un dispositivo che utilizzasse un'applicazione con un'impostazione di questo tipo.

Per svolgere le varie funzioni, ADA utilizza un'applicazione *Android*, programmata in linguaggio *Java*, destinata a piattaforme *Android* che possiedono una versione del sistema operativo minimo di 26 (*Android 8.0 Oreo*).

L'applicazione si può, quindi, installare su ogni dispositivo che rispetti i criteri precedentemente elencati e, all'interno di ADA, è stata pensata per essere installata su 4 *tablet* di dimensioni variabili, in base allo scopo degli stessi, che vanno dai 7 agli 11 pollici.

Questa applicazione permette di svolgere, con inizio automatizzato, una serie di procedure (Figure 9a, 9b, 9c), tramite sequenze di istruzioni dettagliate su come compiere una determinata attività. Ogni schermata, relativa ad una singola istruzione, possiede tre caratteristiche principali:

- un *cue* vocale che legge quanto scritto sulla schermata;
- un *cue* visivo che illustra quanto scritto sulla schermata;
- ogni schermata ha una durata minima di 7 secondi, prima dei quali non è possibile cliccare sull'unico tasto delle stesse, ovvero una "freccia avanti", per impedire che possa essere saltata per errore. La lunghezza è stata scelta come minima per evitare che il soggetto provi a proseguire senza riuscirci;
- l'unico caso particolare è rappresentato dalle schermate "*timer*", le quali non possiedono alcun tasto e hanno una durata obbligatoria relativa alla quantità di tempo che è necessario far trascorrere, nella fase considerata, per il corretto esito della procedura. Es. aspettare per la cottura della pasta.

Appena installata, una volta aperta, l'applicazione si presenta in questo modo (Figura 6):

Figura 6. Schermata di apertura di ADA.



All'interno di questa schermata, in alto a sinistra, è collocata un'icona a forma di casetta che permette l'accesso al *menù* (Figura 7 e 8), al quale si può accedere solo inserendo un codice PIN per evitare modifiche involontarie o controproducenti non da parte dell'operatore. Una caratteristica del *menù* è che se si accede alla schermata nella quale si deve inserire il PIN, premendo sull'icona, nel momento in cui lo stesso non viene inserito, l'applicazione tornerà, dopo qualche secondo, alla schermata precedente. Questa piccola strategia permette di evitare interruzioni involontarie delle procedure a causa del fatto che qualcuno per sbaglio ha premuto sull'icona *menù*, posizionata, comunque, in una regione defilata dello schermo in modo da ridurre il più possibile tale probabilità. Una volta ottenuto l'accesso al *menù* è poi possibile andare ad inserire le procedure scelte agli orari prestabiliti nella tabella oraria che ci si presenta. Il *menù* contiene un'agenda della durata di due settimane che poi verranno ripetute in *loop* dall'applicazione stessa, salvo interventi dell'operatore ed eventuali modifiche della stessa.

Figura 7. Screenshot del Menù di programmazione.

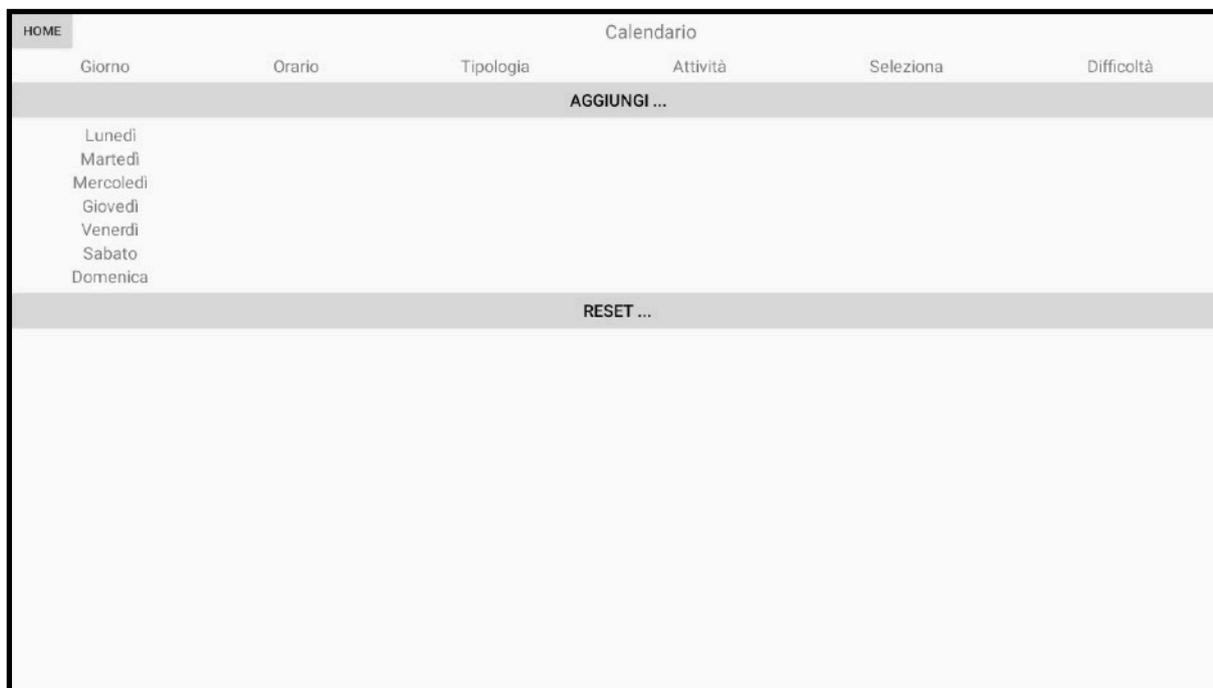


Figura 8. Esempio di settimana, da lunedì a venerdì, programmata.

HOME		Calendario				
Giorno	Orario	Tipologia	Attività	Seleziona	Difficoltà	
<b>AGGIUNGI ...</b>						
Lunedì	10:00	Ricette	FetteBiscottateEMarmellata	1		
	12:30	Ricette	FilettoDiOrata	1		
	19:00	Ricette	ZuppaLegumi	1		
Martedì	10:00	Ricette	FetteBiscottateENocciole	1		
	12:30	Ricette	YogurtESuccoDiFrutta	1		
	19:00	Ricette	VellutataBroccoliERICotta	1		
Mercoledì	10:00	Ricette	FruttaESpremuta	1		
	12:30	Ricette	TacchinoALLimone	1		
	19:00	Ricette	Riso	1		
Giovedì	10:00	Ricette	FetteBiscottateEMarmellata	1		
	12:30	Ricette	StraccettiDiManzoERucola	1		
	19:00	Ricette	SogliolaEVERdure	1		
Venerdì	10:00	Ricette	FetteBiscottateENocciole	1		
	12:30	Ricette	PolloAIPomodoro	1		
	19:00	Ricette	PizzaIntegrale	1		
Sabato						
Domenica						
<b>RESET ...</b>						

Figura 9a. Esempio di procedura (prima parte)

 <p>QUESTA È LA RICETTA PER PREPARARE IL TACCHINO AL LIMONE, CLICCA LA FRECCIA QUANDO SEI PRONTO</p> <p>→</p>	 <p>PRENDI IL VINO BIANCO</p> <p>→</p>
 <p>PRENDI IL TACCHINO</p> <p>→</p>	 <p>PRENDI UN TAGLIERE</p> <p>→</p>
 <p>PRENDI LA FARINA</p> <p>→</p>	 <p>METTI DUE PUGNI DI FARINA SUL TAGLIERE</p> <p>→</p>
 <p>GIRA IL TACCHINO NELLA FARINA</p> <p>→</p>	 <p>PRENDI UNA PADELLA E POSIZIONALA SUL FORNELLO</p> <p>→</p>
 <p>AGGIUNGI 4 CUCCHIAI GRANDI DI OLIO NELLA PADELLA</p> <p>→</p>	 <p>METTI IL TACCHINO NELLA PADELLA</p> <p>→</p>

Figura 9b. Esempio di procedura (seconda parte)

 <p>VERSA UN GOCCIO DI VINO NELLA PADELLA</p> <p>→</p>	 <p>METTI NELLA PADELLA MEZZO CUCCHIAIO PICCOLO DI SALE FINO</p> <p>→</p>
 <p>ACCENDI IL FORNELLO</p> <p>→</p>	<p>ASPETTA 7 MINUTI, TRA 7 MINUTI SENTIRAI UNA SVEGLIA E VEDRAI IL PASSAGGIO SUCCESSIVO</p>
<p>GIRA LE FETTE DI TACCHINO</p> <p>→</p>	<p>ASPETTA 7 MINUTI, TRA 7 MINUTI SENTIRAI UNA SVEGLIA E VEDRAI IL PASSAGGIO SUCCESSIVO</p>
 <p>SPEGNI IL FORNELLO</p> <p>→</p>	 <p>PRENDI UN LIMONE</p> <p>→</p>
 <p>PRENDI UN COLTELLO</p> <p>→</p>	 <p>TAGLIA IN DUE IL LIMONE</p> <p>→</p>

Figura 9c. Esempio di procedura (terza parte)

 <p>SPREMI IL LIMONE SUL TACCHINO</p> <p>→</p>	 <p>PRENDI 2 PIATTI PIANI</p> <p>→</p>
 <p>VERSA IL TACCHINO NEL PIATTO</p> <p>→</p>	 <p>BUON APPETITO!</p>

## 2.4 Caratteristiche generali di ADA

ADA é un dispositivo progettato per l'ambiente domestico che si costituisce, nella sua versione completa, di quattro *tablet*, localizzati nelle principali stanze della casa: cucina, salotto, bagno e camera da letto. Questi *tablet* agiscono in modo sincronizzato tramite l'applicazione sopra descritta, installata al loro interno, che funziona come un'agenda elettronica e permette lo svolgimento di varie attività relative all'ambiente casalingo, non solo ricordando, come una normale agenda elettronica, la necessità di svolgere le stesse al momento opportuno, ma anche dando il via ad una serie di procedure che aiutano l'utente a svolgere queste attività anche laddove le stesse non possono essere svolte correttamente a causa di *deficit* nell'autonomia legati a cause di vario genere. Un esito di questo tipo, nei casi in cui fosse verificato, può essere utile non solo in quanto ridurrebbe il carico che spesso in queste condizioni grava sui familiari o sul personale sanitario, ma anche perché permetterebbe all'utente di svolgere una specie di terapia occupazionale, la cui efficacia é stata documentata in letteratura nei soggetti con MCI o demenza (Faraci et al., 2018).

Come detto, ogni *tablet* ha una stanza di riferimento e si differenzia dagli altri, non solo per questo aspetto, ma anche per le dimensioni e per le funzioni ad esso assegnate. Possiamo quindi suddividere ADA in quattro parti seguendo, appunto, questo criterio: cucina, salotto, bagno e camera da letto.

### 2.4.1 *Tablet Cucina*

Il *tablet* posizionato in cucina é il più grosso, 11 pollici, insieme a quello posizionato in salotto, per via della frequenza d'utilizzo e della difficoltà maggiore delle funzioni ad esso legate, che riguardano principalmente l'alimentazione: preparazione dei pasti e recupero degli alimenti. L'applicazione inserita all'interno del *tablet*, come detto in precedenza, é organizzata come un'agenda elettronica, differenziata di ora in ora e che si sviluppa lungo due settimane. Grazie a questa organizzazione é possibile inserire, nei vari orari preferiti, la procedura relativa alla preparazione del pasto prescelto: colazione, pranzo e cena. In questo modo, il *Tablet* invierà una notifica vocale legata alla necessità di preparare il pasto, all'orario prestabilito, avviando in modo automatico la procedura per la preparazione dello stesso. In

questo caso le procedure si differenziano su tre livelli, più precisamente la stessa ricetta può essere inserita all'interno di procedure di grado differente:

- basso livello;
- livello intermedio;
- alto livello.

I vari livelli rimandano alla complessità e alla ricchezza con la quale la procedura si sviluppa. L'idea di fondo di tale differenziazione è permettere a soggetti più abili o meno compromessi di preparare, comunque, pasti ricchi e più complessi, assegnando loro procedure di alto livello, senza compromettere il senso del dispositivo stesso, ovvero quello di portare al “successo” nello svolgimento della procedura soggetti maggiormente compromessi, assegnando loro procedure di basso livello. La seconda funzione svolta da questo *tablet* è quella del recupero degli alimenti: sulla base delle ricette inserite nella settimana successiva è possibile visualizzare direttamente la lista della spesa degli ingredienti necessari. Attraverso le funzioni svolte da questo *tablet* è possibile descrivere meglio quanto inteso inizialmente per programmazione e personalizzazione. Per quanto riguarda la personalizzazione questa emerge, oltre che nella possibilità di scegliere tra procedure di livello differente in base alle abilità funzionali del soggetto, anche nel fatto che le varie ricette possono essere modificabili in base a gusti e preferenze del soggetto, ma anche in base a intolleranze, allergie o altre condizioni che favoriscano il consumo di una ricetta piuttosto che di un'altra. Per quanto riguarda la programmazione del *planning* settimanale di questo *tablet* si può dire che il terapeuta che ne organizza lo sviluppo dovrebbe cercare di seguire una dieta specifica tramite l'inserimento di ricette precise che possano migliorare le condizioni di salute fisica e mentale dell'utente, seguendo diete dimostrate efficaci dal punto di vista empirico.

#### 2.4.2 *Tablet Salotto*

Anche in questo caso, come per la cucina, abbiamo un *tablet* di dimensioni maggiori rispetto a quelli predisposti per le restanti due stanze. È importante sottolineare che l'associazione del secondo *tablet* al salotto non è immutabile e si basa su ipotesi generiche che possono essere

modificate a seguito di evidenze pratiche discordanti. Questa associazione si basa sull'idea che per le attività svolte da questo *tablet* è necessario che lo stesso sia posizionato in un ambiente spazioso e molto frequentato dal soggetto stesso, meglio se non nella stessa stanza in cui è già presente un altro *tablet*, per motivi di interferenza. Le funzioni svolte da questo *tablet* sono principalmente due:

- procedure per la cura della casa;
- Proposte di attività fisiche e cognitive.

La prima funzione fa riferimento allo svolgimento di tutte quelle procedure che vengono abitualmente messe in atto in un ambiente domestico e che assolvono alla funzione di mantenimento della casa e che sono, quindi, programmabili all'interno della settimana. Ad esempio la pulizia del pavimento, dei mobili, degli elettrodomestici, dei servizi ecc. La seconda funzione merita invece un'attenzione maggiore. Attraverso questo dispositivo è infatti, possibile permettere al soggetto di svolgere una serie di esercizi, fisici e cognitivi, con vari obiettivi. Si tratta in questo caso di due tipologie di esercizi:

- fisici;
- cognitivi.

Gli stessi possono essere applicati per vari scopi:

- allenare il soggetto e ritardare il più possibile l'eventuale esordio di una condizione morbosa. È, inoltre, applicabile in un soggetto sano con alte probabilità di sviluppare una patologia o in un soggetto in una fase pre-clinica;
- allenare il soggetto e migliorare il decorso di una patologia o rallentare il decadimento (Law et al., 2020), applicabile soprattutto in un soggetto con una patologia in fase iniziale;
- riabilitare il soggetto e permettergli di recuperare determinate funzioni attraverso un programma riabilitativo di base (Bjorkdahl et al., 2013; Cipriani et al., 2006; Huang et al., 2021; Johansson & Tornmalm, 2012).

Sono numerosi gli studi scientifici che dimostrano l'efficacia degli esercizi fisici e cognitivi (Cipriani et al., 2006); Huang et al., 2021). Gli esercizi fisici sono svolti dal *tablet* tramite l'esecuzione di procedure che guidano il soggetto all'utilizzo del proprio corpo per svolgere movimenti utili alla stimolazione psico-motoria (ad esempio esercizi di aerobica) in maniera autonoma e periodica, mantenendo attivo il sistema motorio e quello nervoso con potenziali benefici sulla patologia. É inoltre possibile, grazie al monitoraggio di un terapeuta della riabilitazione, definire un vero e proprio percorso riabilitativo, impostando la frequenza e la variabilità degli esercizi secondo criteri clinicamente validati. Per quanto riguarda gli esercizi cognitivi quanto detto rimane piuttosto simile. La differenza principale é che questi ultimi presentano una novità nel modo in cui vengono eseguiti. Lo svolgimento degli stessi infatti si opera, non attraverso l'utilizzo di procedure, ma grazie a mini-giochi che rappresentano attività cognitivo-stimolanti come *puzzle*, cruciverba, compilazioni di sequenze ecc. Anche questi esercizi possono essere svolti in modo autonomo per stimolare il sistema cognitivo traendone potenziali benefici, oppure secondo un vero e proprio percorso riabilitativo impostato e monitorato da un terapeuta.

#### 2.4.3 *Tablet bagno*

Il terzo *tablet* previsto in ADA é posizionato nel bagno ed in esso, come in tutti i precedenti, si trovano le funzioni relative a questo locale. A differenza dei precedenti questo *tablet* é di dimensione ridotte, 7 pollici. Le attività svolte in questo locale sono per lo più molto semplici e poco frequenti e quindi il soggetto potrebbe non necessitare della visualizzazione in grande, tramite immagine, del passaggio da compiere e quindi potrebbe non essere necessario un *display* di maggiori dimensioni, permettendo, così, di ridurre i costi. In questo *tablet* troviamo principalmente due tipologie di procedure:

- procedure relative alla cura del corpo; ad esempio fare la doccia, lavarsi i denti ecc;
- procedure relative a funzioni specifiche che si svolgono, nella maggior parte dei casi, in bagno; ad esempio fare la lavatrice, stendere ecc.

Come per il *tablet* previsto in cucina, anche in questo caso si tratta semplicemente di un dispositivo compensativo, piuttosto diverso da quello posizionato in salotto. Il suo obiettivo principale, infatti, é supportare l'utente in procedure che, in corrispondenza di un certo grado

di deterioramento cognitivo, diventano difficili da applicare senza commettere errori che ne compromettano la correttezza dell'esito, aumentando la funzionalità del soggetto e di conseguenza la sua autonomia.

#### 2.4.4 Tablet camera da letto

Anche in quest'ultimo caso si tratta di un *tablet* con scopi prevalentemente compensativi. Come per il *tablet* disposto in bagno, le dimensioni sono ridotte, seguendo la stessa logica precedentemente presentata. In questo *tablet* troviamo procedure relative a tutte le funzioni che riguardano questo locale e possono essere suddivise tra:

- procedure che riguardano direttamente l'individuo (ad esempio vestirsi);
- procedure che riguardano la stanza e gli oggetti presenti in esso (ad esempio rifare il letto).

## 2.5 Considerazioni finali riguardo ADA

Dopo aver presentato ADA nella maggior parte dei suoi aspetti è possibile fare alcune considerazioni. La prima riguarda una delle due parole chiave dello stesso: la personalizzazione. Siccome quanto inteso per programmazione è già stato sottolineato precedentemente, l'utilizzo del termine personalizzazione in riferimento ad ADA deve essere arricchito maggiormente. È possibile osservare la flessibilità di tale progetto all'interno di questa parola che si spiega su più livelli:

- Personalizzazione del sistema ADA: si fa riferimento alla dislocazione dei *tablet* negli ambienti domestici. Possiamo personalizzare il sistema su misura dell'utente in due modi:
  1. La scelta degli ambienti nei quali posizionare i *tablet* è modificabile. Gli ambienti presentati come "ideali" sono stati scelti seguendo una logica generale sulla base delle funzioni rappresentate dai *tablet* stessi e di quelle che sono tendenzialmente le usanze delle persone. Tuttavia, nulla vieta una possibile modifica, nel caso in cui un utente specifico abbia abitudini differenti.
  2. In secondo luogo, la struttura a quattro *tablet* rappresenta la versione completa di ADA, ma anche questa è modificabile. È, infatti, possibile, qualora lo richiedesse l'utente o nel caso in cui ci si accorgesse che l'utilizzo di alcuni *tablet* risulterebbe

inutile, installare solo alcuni dei *tablet* previsti (ad esempio solo il *tablet* cucina o *tablet* cucina e *tablet* salotto). Ciò ha due vantaggi principali, il primo é che si evita l'installazione di dispositivi inutili, che magari non verrebbero utilizzati, riducendo, quindi, i costi. Il secondo é che si riduce il possibile “fastidio” dell'utente nei confronti di un dispositivo ausiliario, sia in quanto tale, sia in quanto “lo aiuta a fare qualcosa che sa fare anche da solo”.

- Personalizzazione delle procedure: ci riferiamo ad una modifica, non più sistemica, ma specifica di quanto avviene all'interno del *tablet*. Si possono personalizzare le procedure per renderle su misura dell'utente in tre modi:
  1. Programmando le procedure che verranno inserite e poi utilizzate dall'utente, in base alle capacità, alle necessità e alle preferenze dell'utente. Ad esempio: una semplice programmazione alimentare che segue una dieta “intelligente”, ma fissa, basata su un qualche studio che ne dimostra l'efficacia, non andrebbe bene nel caso di soggetti allergici, vegetariani o ai quali semplicemente alcuni cibi non piacciono. Si rischierebbe, in questo caso, di avviare ricette di cibi che il soggetto non può o non vuole mangiare. Questo é risolvibile da ADA inserendo una serie di ricette che hanno senso dal punto di vista del benessere dell'utente e che allo stesso tempo ne rispettano le preferenze o le scelte. Questo aspetto evidenzia l'importanza del lavoro dell'operatore che deve conoscere il soggetto prima di installare ADA. Lo stesso discorso si potrebbe fare per numerosi altri aspetti, come l'inserimento di esercizi fisici specifici per il soggetto o per il grado di difficoltà delle procedure che verranno inserite.
  2. Modificando procedure già esistenti: Data la struttura di base delle *slide* appartenenti alle procedure caratterizzate da un segnale uditivo, che legge quanto scritto sulla *slide* e da uno visivo, cioè un'immagine che rappresenta l'azione da compiere, é possibile modificare quest'ultimo aspetto inserendo immagini maggiormente appropriate al contesto nel quale le procedure verranno utilizzate. Facciamo un esempio: la procedura “fare la lavatrice” implica l'utilizzo di un elettrodomestico che può essere, talvolta, molto variabile in termini strutturali. Grazie a come ADA é stato progettato é possibile fotografare l'elettrodomestico dell'utente inserendo nella procedura, che poi lo stesso andrà ad utilizzare, un'immagine più consona, appropriata e facilmente comprensibile.

3. Inserendo nuove procedure: ADA é basato su un'applicazione che funziona come una libreria vuota quindi da un *database* centrale l'operatore caricherà le procedure che verranno utilizzate. É quindi possibile creare delle nuove procedure e scegliere di inserirle nell'applicazione per renderla maggiormente adatta al contesto nel quale verrà inserita. Si può intuire come questo aspetto sia molto importante soprattutto per soggetti con necessità particolari. Al momento attuale ADA é composto da una serie di procedure di base che coprono le principali necessità di un soggetto nel proprio ambiente domestico. Anche considerando un'implementazione futura, é impensabile ipotizzare di coprire tutte le necessità di ogni individuo. In questo modo é, quindi, possibile creare una procedura *ad hoc* per il soggetto e inserirla nel *tablet* che egli andrà ad utilizzare.

Una seconda importante considerazione riguarda il modo in cui si é scelto di sincronizzare i *tablet* tra loro senza l'utilizzo di *Internet*. Volendo dar vita ad un progetto economico, a portata dell'utente e che presenti il minor numero di potenziali problematiche che possano comprometterne l'utilizzo, si é scelto di non utilizzare la connessione ad *Internet*, principalmente per evitare compromissioni legate alla connessione e la dipendenza del sistema da questa. Per coordinare i *tablet* tra loro si utilizza, quindi, un'altra strategia. In ogni casella oraria di ogni *tablet* si possono inserire:

- le procedure;
- i segnali di avviso.

In questo modo l'operatore inserirà la procedura vera e propria nel *tablet* di riferimento e l'avviso di essa negli altri *tablet* nella stessa cella oraria. Così facendo, il segnale d'avviso verrà riprodotto da tutti i *tablet* in funzione, ma solo quello di riferimento darà realmente avvio alla procedura, gli altri, invece, interromperanno il segnale dopo qualche secondo. Questo permetterà al soggetto di ricordarsi di svolgere la procedura in qualsiasi stanza esso si trovi al momento preso in esame, grazie all'avviso dei *tablet* collocati nelle varie stanze.

Un'ultima considerazione riguarda la strutturazione dell'ambiente. Per migliorare l'efficienza di ADA é, infatti, possibile che sia necessario modificare l'assetto ambientale e organizzare spazi ed oggetti presenti in esso. Inoltre, l'aspetto "modifica delle procedure" unito a quest'ultimo può dar vita a delle procedure realmente su misura dell'utente. Si propongono

alcuni esempi: la procedura “fare la lavatrice”, relativa al *tablet* bagno, potrebbe anche essere ben organizzata attorno alle necessità del soggetto, l’esito, però, potrebbe comunque non essere positivo a causa del fatto che il soggetto in questione ha messo in lavatrice panni chiari e panni scuri contemporaneamente. Risulta, quindi, fondamentale in questo caso strutturare l’ambiente, ad esempio, inserendo due cesti in bagno con le relative etichette “panni chiari” e “panni scuri” e, se si vuole, modificare la procedura di conseguenza. Un ulteriore esempio potrebbe essere relativo alla preparazione di una ricetta, ad esempio la pasta. Possiamo ipotizzare che per un soggetto piuttosto compromesso la fase “pesare 200g di pasta” possa risultare troppo complicata o con esito imprevedibile, a causa di uno scorretto utilizzo della bilancia, quindi sarebbe necessario, in questo caso, strutturare l’ambiente creando dei contenitori con dentro porzioni di pasta già pesate della quantità corretta.

## 2.6 Sviluppi futuri

Al momento attuale ADA é stato pensato nei minimi termini, l’obiettivo primario é stato dare vita ad un dispositivo funzionante, applicabile, utile e possibilmente economico che coprisse in modo sufficientemente adeguato le principali necessità dell’utente e che possa rappresentare il nucleo di partenza per sviluppi futuri.

Il primo e più immediato di questi riguarda la raccolta dei dati. Anche in termini di sviluppo informatico questo é l’obiettivo futuro più prossimo al momento attuale. Per raccolta dei dati si intende lo sviluppo di un’applicazione che, oltre alle funzionalità già esistenti, sia in grado di raccogliere gli esiti dello svolgimento degli esercizi. é, quindi, uno sviluppo che riguarda principalmente, se non esclusivamente, le funzioni relative al *tablet* del salotto. Raccogliere dati relativi allo svolgimento degli esercizi può essere importante per varie ragioni. In primo luogo il terapeuta potrebbe verificare se lo svolgimento degli stessi effettivamente avviene, quindi se l’utente svolge gli esercizi. In secondo luogo, ancora più importante, il terapeuta potrebbe raccogliere dati informativi circa le modalità di svolgimento degli esercizi da parte dell’utente e, di conseguenza, il grado di successo. In questo modo sarebbe possibile raccogliere i risultati, verificare se l’utente é riuscito a fare l’esercizio o se é migliorato rispetto ad una condizione precedente. Ciò permetterebbe di cambiare gli esercizi da svolgere

in relazione ai dati raccolti e di stendere un vero e proprio programma riabilitativo per i soggetti per i quali avrebbe senso; anche esso automatizzato che passa all'esercizio successivo nel momento in cui il precedente è stato eseguito con successo, senza coinvolgimento del terapeuta, ma fornendo, comunque, a quest'ultimo dei dati analizzabili e permettendogli di intervenire in caso di necessità.

Direttamente connesso a questo primo obiettivo se ne presenta un secondo. Lo svolgimento degli esercizi potrebbe arricchirsi ulteriormente grazie all'introduzione di tecnologie maggiormente complesse. L'idea è di introdurre, all'interno dell'ambiente dove è posizionato il *tablet*, una telecamera esterna e un ditale tecnologico direttamente connessi al *tablet* di riferimento, che permettano l'esecuzione di esercizi più articolati; sul modello di quello che, già allo stato attuale, l'azienda Telemedicina compie svolgendo sedute di riabilitazione in modalità telematica. Il ditale tecnologico permette di rilevare dati complessi come la pressione, il battito cardiaco e l'equilibrio, permettendo lo svolgimento di esercizi maggiormente complessi ed utili, associando ad essi la raccolta di dati maggiormente informativi.

Andando in ordine di complessità un ulteriore potenziale sviluppo riguarda l'integrazione di ADA con un telecomando programmato per spegnere tutte le luci di casa e chiudere la porta. Grazie all'utilizzo di alcuni *relé*, oggi è possibile collegare i classici interruttori ad un dispositivo centrale che potrebbe essere un telecomando, per governare le loro funzioni anche a distanza. ADA potrebbe essere integrato con un sistema di questo tipo che permetterebbe all'utente, tramite un telecomando posizionato vicino al letto, di spegnere tutte le luci di casa e chiudere la porta, appena prima di andare a letto, evitando dimenticanze, consumi inutili ed eventuali rischi. Uno studio, molto simile o che comunque segue questa direzione, come già esposto nel capitolo iniziale, è già stato condotto da Boman et al., (2007). Per riassumere, i ricercatori, in questo caso, avevano dotato l'appartamento in cui risiedevano i soggetti di alcune tecnologie assistive, quali un allarme per la stufa che si spegne quando qualcosa sta bruciando, un allarme per segnalare che la porta del frigorifero è stata lasciata aperta o che vi è una perdita, un telecomando posto accanto a letto di tutti i partecipanti per spegnere tutte le luci, gestire il riscaldamento e per avvisare l'utente qualora la porta fosse rimasta aperta. I

risultati di questo studio mostrano che i partecipanti hanno valutato meno difficile impegnarsi nelle attività della vita quotidiana grazie al supporto di questi strumenti.

Un ulteriore sviluppo potrebbe riguardare l'integrazione di ADA con una telecamera intelligente. Nonostante questo passaggio sia più complesso dei precedenti, potrebbe apportare all'utente numerosi benefici. L'idea principale è di installare una telecamera sopra ai fornelli, in modo che questa abbia una visuale completa sugli stessi. Successivamente, grazie ad un meccanismo simile a quello che oggi ha dato vita a *Chat GBT*, basata sull'intelligenza artificiale, è possibile istruire il *software* retrostante la telecamera, a distinguere l'immagine di un fornello acceso da uno spento. Grazie a questa funzionalità, questa integrazione sarebbe in grado di avvisare il dispositivo centrale, che sta sviluppando la ricetta, di un avvenuto errore in relazione all'accensione/spegnimento del fornello. Per esempio il fornello non è stato acceso quando invece era necessario farlo, viceversa, il fornello è rimasto acceso quando era necessario spegnerlo. In questo modo si potrebbe avere, non solo una procedura che permette lo svolgimento di attività da parte dell'utente, ma anche un dispositivo di controllo che verifica i vari passaggi ed emette un segnale nel caso in cui si presentino errori. Questa è una soluzione alternativa, applicabile potenzialmente anche a fornelli a gas, a quella già proposta da Pavlicevic et al., (2020), per risolvere lo stesso problema; ovvero la mancata coordinazione tra accensione del fornello e presenza di un oggetto, come la pentola, sopra di esso. In questo studio gli autori hanno presentato un sistema che utilizza dei sensori ad ultrasuoni per rilevare la presenza di un oggetto sul fornello, associato ad un sistema di rilevazione dell'attività elettrica relativa al fornello elettrico per valutare il grado di coordinazione tra accensione del fornello e presenza della pentola sopra di esso. In questo modo, tale sistema è in grado di segnalare sia l'eventuale accensione senza oggetto, sia l'eventuale posizionamento senza accensione.

Infine, nel capitolo 1, è stato citato uno studio di Cicirelli et al., (2021) che svolgeva una rassegna delle principali tecnologie utilizzabili come strumento di supporto. All'interno di questo studio vi è l'ipotesi di un appartamento "ideale" ricco di sensori e strumentazioni tecnologiche installate per migliorare la vita dell'utente. è possibile immaginare un'integrazione di ADA con alcuni dei principali sensori utilizzabili:

- un rilevatore anti fumo;

- un rilevatore della temperatura;
- un sensore che segnali se le finestre si sono aperte o chiuse correttamente;
- un rilevatore di posizione per segnalare l'uscita dalla cucina mentre si sta cucinando;
- un rilevatore di cadute.

Inoltre, sempre in relazione all'utilizzo di sensori e tecnologie complesse, si potrebbe integrare ADA con l'utilizzo di alcuni rilevatori di parametri corporei, come il battito cardiaco, installati su dispositivi classici come un orologio, il quale potrebbe anche essere dotato di un GPS. In relazione a questo ultimo aspetto, una versione futura di ADA potrebbe essere in grado di avvisare i parenti del soggetto di riferimento nel caso in cui qualcuna di queste rilevazioni fosse anomala.

## **CAPITOLO 3**

# **STUDIO DI USABILITÀ DI ADA (ASSISTENTE DOMESTICO AUTOMATICO)**

### **3.1 Riassunto**

La tendenza all'invecchiamento della popolazione e l'aumento del numero di persone con disabilità cognitive e di altro tipo, hanno causato maggiori richieste nello sviluppo di soluzioni di *Ambient Assisted Living*, molto importanti per soddisfare il desiderio di queste persone di continuare a vivere nelle loro case. Per vivere in un ambiente domestico è necessario che vengano svolte alcune funzioni, necessarie e fondamentali, presenti in esso, ad esempio cucinare. Molto importante, in questo senso, è il grado di autonomia del soggetto, che determina il suo successo nel vivere in questo ambiente. In questo elaborato viene presentato un dispositivo che prende il nome di Assistente Domestico Automatico (ADA) che si propone di essere uno strumento di assistenza al soggetto nell'ambiente domestico. Questo dispositivo è stato testato su due soggetti, esclusivamente in relazione alla funzione "cucinare", andando ad osservare se, effettivamente, possa essere d'aiuto nel generare una prestazione più efficiente rispetto ad una condizione di partenza deficitaria.

### **3.2 Obiettivi**

Negli ultimi anni, e in quelli a seguire ancor di più, si è verificato e si verificherà un incremento dell'età media della popolazione, specialmente nei paesi sotto l'influenza occidentale l'aspettativa di vita si è innalzata notevolmente, così come il numero delle persone con età superiore ai 65 anni. Questa condizione, però, non porta con sé solamente note positive. Infatti, con l'innalzarsi dell'età aumenta il numero di persone che risultano affette da condizioni di deterioramento cognitivo, che trova nel suo esempio principale quella condizione che prende il nome di demenza, ma che presenta anche condizioni intermedie come l'MCI. In letteratura troviamo numerose strategie che sono state utilizzate per assistere

questi soggetti negli ambiti di vita che presentano problematiche legate alla loro condizione, in particolare le *Active and Assisted Living* (AAL) assumono particolare importanza.

Con l'obiettivo di generare un dispositivo che rispetti i criteri di efficacia, usabilità, economicità, accettabilità, scarsa intrusività, adattabilità, affidabilità e che sia un sistema aperto che abbia poco bisogno di manutenzione, viene presentato un dispositivo chiamato ADA (Assistente Domestico Automatico), per supportare la vita indipendente nel contesto domestico. Alla luce delle varie ricerche che evidenziano i problemi affrontati dalle persone anziane con diagnosi di demenza durante i pasti (Wherton, 2008), il progetto si basa su uno scenario di preparazione dei pasti nell'ambiente della cucina. Lo scopo di questo lavoro è principalmente orientato a dimostrare la reale applicabilità e usabilità di questo dispositivo. Le previsioni che si possono fare, in questo senso, è che ADA possa effettivamente migliorare la prestazione dell'utente nella preparazione dei pasti.

Per indagare l'usabilità e l'efficacia di tale dispositivo sono state scelte 3 ricette differenziabili per il grado di difficoltà:

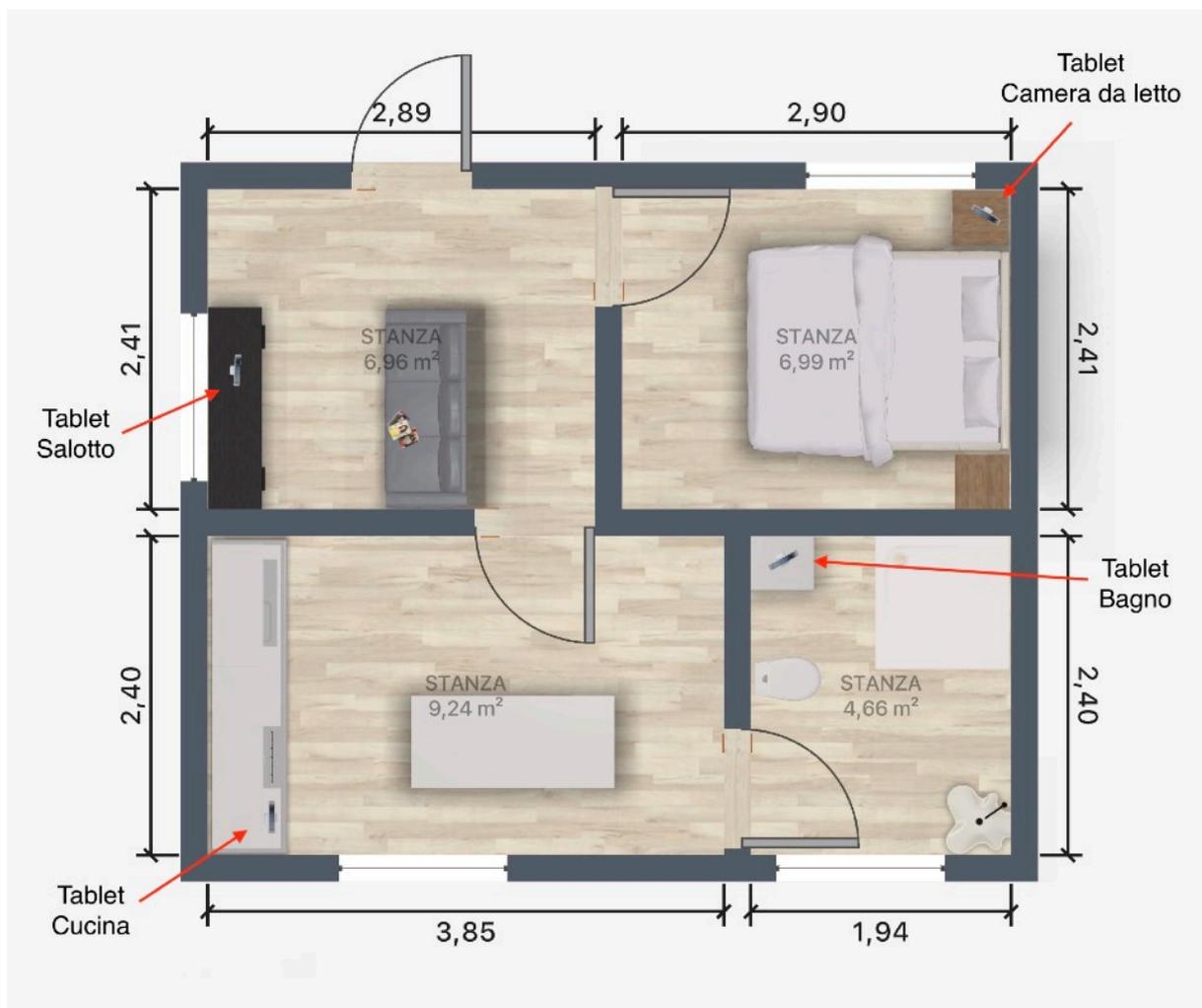
- pasta al pesto;
- orata con i pomodori;
- tacchino al limone.

### 3.3 Architettura di ADA

ADA è un dispositivo progettato per l'ambiente domestico che si costituisce, nella sua versione completa, di quattro tablet, localizzati nelle principali stanze della casa (Figura 10): cucina, salotto, bagno e camera da letto. Questi *tablet* agiscono in modo sincronizzato tramite un'applicazione installata al loro interno che funziona come un'agenda elettronica e permette lo svolgimento di varie attività, non solo ricordando, come una normale agenda elettronica, la necessità di svolgere le stesse al momento opportuno, ma anche dando il via ad una serie di procedure che possano aiutare l'utente a svolgere le attività anche laddove le stesse non potrebbero essere svolte correttamente a causa di *deficit* nell'autonomia legati a cause di vario tipo. La caratteristica principale di ADA è lo svolgimento, con inizio automatizzato, di una

serie di procedure, ovvero sequenze di *slide* che forniscono istruzioni su come svolgere una determinata attività. In questo studio ci si riferisce esclusivamente al *Tablet* cucina, per non creare confusione tra funzioni differenti ed avere obiettivi chiari e ben definiti. Il *tablet* posizionato in cucina è il più grosso, insieme a quello posizionato in salotto, per via delle funzioni ad esso legate che riguardano principalmente l'alimentazione e la preparazione dei pasti. L'applicazione inserita all'interno del *tablet* è organizzata come un'agenda elettronica, differenziata di ora in ora e che si sviluppa in due settimane. Grazie a questa organizzazione è possibile inserire, nei vari orari preferiti, la procedura relativa alla preparazione del pasto prescelto, colazione, pranzo e cena. In questo modo il *tablet* emetterà una notifica vocale legata alla necessità di preparare il pasto e darà avvio in modo automatico alla procedura per la preparazione di esso.

Figura 10. Dislocazione di ADA nell'appartamento.



## 3.4 Metodo

### 3.4.1 Partecipanti

Per questo primo studio di usabilità sono stati scelti dei soggetti che esulano, in termini di diagnosi, dalle condizioni di demenza e MCI. Questa scelta è stata effettuata per non rischiare di ottenere delle reazioni negative dell'utente legate ad un rifiuto nell'utilizzo del *tablet*, per motivi legati all'uso della tecnologia o per la mancata accettazione di uno strumento di supporto. Ci si è, quindi, orientati verso soggetti più "facili" che presentavano un ritardo cognitivo e che, quindi, non potevano disporre di un confronto con una condizione di successo precedente, condizione che, invece, può causare un rifiuto all'assistenza da parte di soggetti con MCI o demenza. Inoltre, per una prima fase di analisi del dispositivo, l'utilizzo di questi nuovi soggetti può essere utile anche grazie alla più giovane età che gli stessi presentano rispetto ai soggetti affetti da MCI o demenza che tendenzialmente presentano età più avanzate e che quindi potrebbero avere un maggior rifiuto nei confronti dell'utilizzo di un dispositivo tecnologico.

I soggetti sono stati reclutati attraverso la Comunità PapaGiovanni XXIII che si è resa disponibile nel fornire 2 candidati. Il primo soggetto, S.M., è una donna di 51 anni affetta da dismnesie e disturbi comportamentali, presenta, inoltre, deterioramento cognitivo legato ad un periodo di ipossia dovuto ad un infarto. Il secondo soggetto, R.C, è un uomo di 22 anni che presenta povertà ideativa legata ad un ritardo medio-lieve (QI 53).

Ad entrambi i soggetti, in particolare ai loro amministratori di sostegno, è stato fatto firmare un modulo per il consenso al trattamento dei dati personali e alla videoregistrazione delle prove. Entrambi sono poi stati sottoposti alla preparazione di ricette, sia in forma libera che guidata, in cucina. L'ambiente è quello propria casa per R.C e della struttura nella quale risiede nelle ore diurne per S.M.

### 3.4.2 Procedura

Il protocollo sperimentale segue le seguenti fasi, applicate nell'arco di 3 incontri della durata di circa un ora e mezza:

1. somministrazione di *test* neuropsicologici: la prima fase prevede la somministrazione di *test* neuropsicologici quali MoCa (Siciliano et al., 2019), ADL (Pezzuti & Artistico, 2008)

e IADL (Candela et al., 2014) per analizzare in modo generico e piuttosto superficiale, causa la mancanza di disponibilità in termini di tempo dei soggetti, le funzioni cognitive e le abilità funzionali del soggetto. In questo caso lo scopo di tale somministrazione è l'esplorazione delle potenzialità del soggetto e la rilevazione di un qualche tipo di deficit, per poter osservare l'efficacia di ADA su questa tipologia di soggetti. Uno studio maggiormente approfondito dovrebbe somministrare *test* neuropsicologici più esaustivi ed andare ad indagare se, eventualmente, l'utilizzo di ADA ha comportato variazioni in qualche funzione cognitiva del soggetto, per esempio nel suo umore o nelle sue abilità funzionali.

2. Somministrazione di un questionario sulle abilità in cucina: la seconda fase prevede la somministrazione, al soggetto e ad un conoscente prossimo dello stesso, di un questionario creato *ad hoc* per questo studio, che indaga le abilità attuali e precedenti del soggetto preso in esame nell'ambito culinario. Queste informazioni sono state utilizzate per stabilire quali prove far svolgere al soggetto. Nel caso in cui il soggetto non fosse mai stato in grado di svolgere una determinata ricetta, sarebbe inutile confrontare la sua prestazione attuale tramite l'utilizzo di ADA con una sua condizione precedente per l'inesistenza di quest'ultima. Potrebbe aver senso confrontare la prestazione attuale tramite l'utilizzo di ADA con la prestazione attuale del soggetto tramite ricerca della ricetta in *Internet*, che in questo studio è solo chiesta, tramite il questionario, poiché entrambe le due condizioni sono modalità di cucinare seguendo istruzioni. Le potenzialità di ADA, in questo caso, potrebbero emergere nella qualità delle informazioni fornite, maggiormente precise, dettagliate e facili da reperire.
3. Verifica di prova libera: la terza fase è la fase di prova libera. Per ognuna delle ricette per le quali il soggetto ha espresso giudizio positivo circa "il saper fare" e nel caso in cui lo stesso è stato confermato dal parente prossimo, il soggetto è esposto ad una prova di cucina, dove per libera si intende in completa autonomia e senza l'utilizzo di ADA. Durante questa prova si procede al conteggio degli errori, sia in termini quantitativi che qualitativi, dividendoli per grado di gravità, in termini di compromissione del corretto esito della ricetta.

4. Prova di allenamento all'utilizzo di ADA: la quarta fase riguarda una prova d'istruzione all'utilizzo di ADA, in teoria tale passaggio dovrebbe essere più approfondito e durevole, in modo che permetta al soggetto, tramite l'utilizzo dell'applicazione, di prendere confidenza con la stessa e di imparare ad utilizzarla.
5. Verifica di prova guidata, tramite l'utilizzo di ADA: la quinta fase riguarda la fase di *test* vera e propria, tramite l'utilizzo di ADA. Il soggetto viene testato nella preparazione delle tre ricette con l'aiuto di ADA e anche in questo caso si procede al conteggio degli errori, sia in termini quantitativi che qualitativi, dividendoli per grado di gravità, in termini di compromissione del corretto esito della ricetta. è importante segnalare in questa sede che i passaggi relativi al pesare la pasta sono stati saltati fornendo quantitativi di pasta già pesati per evitare l'intromissione di variabili legato all'utilizzo di tale strumento, che potrebbe non essere scontato in particolare nel momento in cui si svolgono le procedure non nel proprio ambiente familiare.
6. Somministrazione di una scala di usabilità: nell'ultima fase è stata somministrata al soggetto *la System Usability Scale* (SUS) per osservare il giudizio di usabilità del dispositivo da parte dello stesso.

## 3.5 Materiali

### 3.5.1 Test neuropsicologici e questionari

I *test* neuropsicologici e i questionari utilizzati sono MoCa, ADL , IADL, SUS e un questionario preliminare per raccogliere informazioni sul partecipante:

1. il *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), versione italiana 8.3 (Siciliano et al., 2019), è stato progettato come strumento per un rapido *screening* del deterioramento cognitivo lieve. Valuta diversi domini cognitivi tra i quali: attenzione, concentrazione, funzioni esecutive, memoria, linguaggio, abilità visuo-costruttive, astrazione, calcolo e orientamento. Anche in questo caso il tempo di somministrazione è estremamente rapido, circa 10 minuti. Il punteggio massimo è di 30 punti e un punteggio uguale o superiore a 26 è considerato normale.

2. L'Indice di Indipendenza in Attività di Vita quotidiana (ADL) (Pezzuti & Artistico, 2008) é uno strumento di misura dell'indipendenza funzionale nelle attività di base della vita quotidiana, ideato per valutare la prognosi e l'efficacia del trattamento nei soggetti anziani e nei malati cronici. Viene somministrata tramite intervista al soggetto esaminato o al *caregiver* e richiede un tempo di somministrazione di 5 - 10 minuti. Nell'elaborazione del grado di funzionalità con la scala ADL non sono necessarie ampie guide, poiché i dati registrati sulla scala permettono di distinguere tra i due livelli "indipendente" e "dipendente". In particolare, pur prevedendo diversi comportamenti per ogni funzione misurata, il punteggio dicotomico per ognuno dei 6 *item* della scala va da 0 (totalmente dipendente) a 1 (totalmente indipendente). A fronte della praticità di somministrazione, la scala ADL pone dei limiti di valutazione dovuti all'uso del punteggio dicotomico. Esso é responsabile della possibile confusione diagnostica tra i due livelli di funzionamento poiché non rende piena giustizia ai gradi intermedi dei livelli di autosufficienza.
3. La *IADL Scale* (Instrumental activities daily living) (Candela et al., 2014) é l'equivalente dell' ADL per le azioni strumentali ed é uno strumento per valutare i gradi di autonomia nelle attività strumentali di un paziente.
4. La *System Usability Scale* (SUS) (Vallefuoco et al., 2021) fornisce uno strumento affidabile per misurare l'usabilità. Consiste in un questionario di 10 elementi con 5 opzioni di risposta per gli intervistati; da Assolutamente d'accordo a Assolutamente in disaccordo. Originariamente creato da Brooke nel 1986, consente di valutare un'ampia varietà di prodotti e servizi, inclusi *hardware*, *software*, dispositivi mobili, siti *Web* e applicazioni. É una scala molto semplice da somministrare ai partecipanti. Può essere utilizzato su campioni di piccole dimensioni con risultati affidabili e può effettivamente distinguere tra sistemi utilizzabili e inutilizzabili.
5. Il questionario per la raccolta di informazioni (Figura 11), relative alle abilità in cucina, sul partecipante (Figura 12) si compone di due parti. La prima parte viene esposta al soggetto stesso che deve riferire se é mai stato in grado, nell'arco della sua vita, di cucinare le ricette presentate e se sarebbe in grado di cucinare le stesse tramite l'utilizzo di *Internet*. La seconda parte, invece, viene esposta ad un *caregiver* o ad un parente prossimo del soggetto che deve, rispondendo alle domande presenti nel questionario,

confermare o negare quanto scritto dal soggetto stesso. Questa seconda parte è stata aggiunta per cercare di dare maggior affidabilità alle risposte del soggetto stesso.

Figura 11. Questionario pre-test di ADA relativo alla raccolta d'informazioni circa le abilità in cucina.

- Ha mai saputo cucinare La pasta al pesto?

- Ha mai saputo cucinare Il tacchino al limone?

- Ha mai saputo cucinare L'orata con i pomodori?

**RISPONDI SOLO ALLE DOMANDE RIGUARDANTI LE RICETTE CHE NON HAI MAI SAPUTO CUCINARE:**

- Sarebbe in grado in questo momento di cucinare La pasta al pesto cercando una ricetta in internet?

- Sarebbe in grado in questo momento di cucinare Il tacchino al limone cercando una ricetta in internet?

- Sarebbe in grado in questo momento di cucinare L'orata con i pomodori cercando una ricetta in internet?

**DA COMPLETARE AL TERMINE DELL'ATTIVITA':**

- Pensa di essere in grado, al momento attuale, tramite l'utilizzo dell'applicazione, di cucinare La pasta al pesto?

- Pensa di essere in grado, al momento attuale, tramite l'utilizzo dell'applicazione, di cucinare Il tacchino al limone?

- Pensa di essere in grado, al momento attuale, tramite l'utilizzo dell'applicazione, di cucinare L'orata con i pomodori?

**SEZIONE PER IL PARENTE O CONOSCENTE PROSSIMO:**

- Il soggetto è mai stato in grado di cucinare La pasta al pesto?

- Il soggetto è mai stato in grado di cucinare Il tacchino al limone?

- Il soggetto è mai stato in grado di cucinare L'orata con i pomodori?

- Secondo lei il soggetto sarebbe in grado in questo momento di cucinare La pasta al pesto cercando una ricetta in internet?

- Secondo lei il soggetto sarebbe in grado in questo momento di cucinare Il tacchino al limone cercando una ricetta in internet?

- Secondo lei il soggetto sarebbe in grado in questo momento di cucinare L'orata con i pomodori cercando una ricetta in internet?

### 3.5.2 Strumenti utilizzati nella prova libera

La prova libera é stata svolta in una cucina. Sono stati utilizzati vari strumenti per cucinare, inerenti a questo ambiente, come pentole, coltelli, scolapasta ecc. Oltre ai vari alimenti per la preparazione delle ricette.

### 3.5.3 Software, Hardware e strumenti utilizzati nella prova guidata tramite l'utilizzo di ADA

Nella prova guidata tramite l'utilizzo di ADA, oltre agli strumenti elencati nella prova libera, é stata utilizzata anche ADA, o meglio la componente di tale dispositivo relativa all'ambiente della cucina, il *Tablet* cucina. In particolare, é stato utilizzato un *tablet Android* di 11 pollici con la relativa applicazione installata al suo interno. Per svolgere le varie funzioni, ADA utilizza un'applicazione *Android* programmata in linguaggio *Java* e destinata a piattaforme *Android* che possiedono una versione del sistema operativo minimo di 26 (*Android* 8.0 Oreo).

## 3.6 Risultati

Per ciascun partecipante sono state raccolte le seguenti misure:

- I punteggi ottenuti ai vari test di valutazione, MoCa, ADL, IADL e SUS.
- I punteggi relativi allo svolgimento delle procedure durante le varie prove, raccolti in tabelle di valutazione (Tabella 4) organizzate per differenziare i vari passaggi di modo da poter tracciare l'effettiva esecuzione di ognuno di questi presi singolarmente. I diversi passaggi sono stati differenziati in passaggi normali e passaggi importanti, questi ultimi fanno riferimento a tutti quei passaggi per i quali la mancata esecuzione degli stessi compromette in modo drastico l'esito della procedura, considerata in questo caso in termini di "mangiabilità del pasto". é, quindi, fondamentale che ognuno di questi passaggi venga svolto correttamente, la mancata esecuzione di anche uno solo di questi compromette in modo netto l'esito della procedura. Queste tabelle, una per procedura, sono state utilizzate per valutare con un confronto, eventuali differenze tra la prova libera e la prova guidata tramite l'utilizzo di ADA o per valutare l'effettivo successo nello svolgere una procedura che il soggetto aveva dichiarato di non saper compiere.

Tabella 6. Esempio di tabella di valutazione della procedura

PASSAGGI	SI	NO	PASSAGGI IMP.
Prendi la pasta			X
Prendi la pesa			
Pesa 160g di pasta			
Prendi la pentola			X
Versa l'acqua nella pentola			X
Posiziona la pentola sul fornello			X
Accendi il fornello			X
Aspetta che l'acqua inizi a bollire			
Aggiungi il sale			X
Versa la pasta nella pentola			
Aspetta il tempo di cottura			
Spegni il fornello			X
Prendi lo scolapasta			
Scola la pasta			
Rimetti la pasta nella pentola			
Versa un barattolo di pesto			

I Risultati dei test di valutazione sono esposti nella tabella seguente (Tabella 7):

Tabella 7. Risultati dei test di valutazione.

	MoCa	ADL	IADL	SUS
<b>S.M</b>	8/30	6/6	4/8	77.5/100
<b>R.C</b>	20/30	6/6	5/8	85/100

I risultati delle tabelle di valutazione sono esposti nelle tabelle seguenti (Tabella 8, 9, 10a, 10b, 11, 12, 13, 14a, 14b, 15):

Tabella 8. Prova libera S.M.

PASSAGGI	SI	NO	PASSAGGI IMP.
Prendi la pasta	X		X
Prendi la pentola	X		X
Versa l'acqua nella pentola	X		X
Posiziona la pentola sul fornello	X		X
Accendi il fornello	X		X
Aspetta che l'acqua inizi a bollire	X		
Aggiungi il sale		X	X
Versa la pasta nella pentola	X		
Aspetta il tempo di cottura	X		
Spegni il fornello	X		X
Prendi lo scolapasta	X		
Scola la pasta	X		
Rimetti la pasta nella pentola	X		
Versa un barattolo di pesto	X		

Tabella 9. Prima prova S.M.

PASSAGGI	SI	NO	PASSAGGI IMP.
Prendi la pasta	X		X
Prendi la pentola	X		X
Versa l'acqua nella pentola	X		X
Posiziona la pentola sul fornello	X		X
Accendi il fornello	X		X
Aspetta che l'acqua inizi a bollire	X		
Aggiungi il sale	X		X
Versa la pasta nella pentola	X		
Aspetta il tempo di cottura	X		
Spegni il fornello	X		X
Prendi lo scolapasta	X		
Scola la pasta	X		
Rimetti la pasta nella pentola	X		
Versa un barattolo di pesto	X		

Tabella 10a. Seconda prova S.M.

PASSAGGI	X	NO	PASSAGGI IMP.
- Prendi il pesce dal freezer	X		X
- Chiudi il freezer	X		
- Prendi uno spicchio d'aglio	X		
- Sbuccia l'aglio	X		
- Taglia a metà l'aglio	X		
- Prendi 10 pomodorini	X		X
- Prendi un coltello	X		
- Prendi un tagliere	X		
- Taglia a metà i pomodorini	X		X
- Prendi il vino bianco	X		
- Prendi una padella e posizionala sul fornello	X		X
- Versa tre cucchiaini grandi di olio nella pentola	X		
- Prendi lo spicchio d'aglio e mettilo nella padella	X		
- Metti i tranci di pesce nella padella	X		X
- Accendi il fornello	X		X
- Aspetta un minuto, tra un minuto sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Gira i tranci	X		X
- Aggiungi i pomodorini	X		X
- Aggiungi 1/4 di bicchiere di vino bianco	X		
- Mescola il contenuto della padella	X		
- Prendi un coperchio e copri la padella	X		
- Aspetta due minuti, tra due minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Gira i tranci	X		X

Tabella 10b. Seconda prova S.M.

PASSAGGI	X	NO	PASSAGGI IMP.
- Mescola il contenuto della padella	X		
- Ricopri la pentola con un coperchio	X		
- Aspetta tre minuti, tra tre minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Togli il coperchio alla padella	X		
- Aspetta due minuti, tra due minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Spegni il fornello	X		X

Tabella 11. Terza prova S.M.

PASSAGGI	X	NO	PASSAGGI IMP.
- Prendi il vino bianco	X		
- Prendi il tacchino	X		X
- Prendi un tagliere	X		
- Prendi la farina	X		
- Metti due pugni di farina sul tagliere	X		
- Gira il tacchino nella farina	X		
- Prendi una padella e posizionala sul fornello	X		X
- Aggiungi quattro cucchiaini grandi di olio nella padella	X		
- Metti il tacchino nella padella	X		X
- Versa nella padella un goccio di vino	X		
- Metti nella padella mezzo cucchiaino piccolo di sale fino	X		
- Accendi il fornello	X		X
- Aspetta sette minuti, tra sette minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Gira le fette di tacchino	X		X
- Aspetta sette minuti, tra sette minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Spegni il fornello	X		X
- Prendi il limone	X		X
- Prendi un coltello	X		
- Taglia in due il limone	X		X
- Spremi il limone sul tacchino	X		X

Tabella 12. Prova libera R.C.

PASSAGGI	SI	NO	PASSAGGI IMP.
Prendi la pasta	X		X
Prendi la pentola	X		X
Versa l'acqua nella pentola	X		X
Posiziona la pentola sul fornello	X		X
Accendi il fornello	X		X
Aspetta che l'acqua inizi a bollire	X		
Aggiungi il sale	X		X
Versa la pasta nella pentola	X		
Aspetta il tempo di cottura	X		
Spegni il fornello	X		X
Prendi lo scolapasta	X		
Scola la pasta	X		
Rimetti la pasta nella pentola	X		
Versa un barattolo di pesto	X		

Tabella 13 Prima prova R.C.

PASSAGGI	SI	NO	PASSAGGI IMP.
Prendi la pasta	X		X
Prendi la pentola	X		X
Versa l'acqua nella pentola	X		X
Posiziona la pentola sul fornello	X		X
Accendi il fornello	X		X
Aspetta che l'acqua inizi a bollire	X		
Aggiungi il sale	X		X
Versa la pasta nella pentola	X		
Aspetta il tempo di cottura	X		
Spegni il fornello	X		X
Prendi lo scolapasta	X		
Scola la pasta	X		
Rimetti la pasta nella pentola	X		
Versa un barattolo di pesto	X		

Tabella 14a. Seconda prova R.C.

PASSAGGI	X	NO	PASSAGGI IMP.
- Prendi il pesce dal freezer	X		X
- Chiudi il freezer	X		
- Prendi uno spicchio d'aglio	X		
- Sbuccia l'aglio	X		
- Taglia a metà l'aglio	X		
- Prendi 10 pomodorini	X		X
- Prendi un coltello	X		
- Prendi un tagliere	X		
- Taglia a metà i pomodorini	X		X
- Prendi il vino bianco	X		
- Prendi una padella e posizionala sul fornello	X		X
- Versa tre cucchiaini grandi di olio nella pentola	X		
- Prendi lo spicchio d'aglio e mettilo nella padella	X		
- Metti i tranci di pesce nella padella	X		X
- Accendi il fornello	X		X
- Aspetta un minuto, tra un minuto sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Gira i tranci	X		X
- Aggiungi i pomodorini	X		X
- Aggiungi 1/4 di bicchiere di vino bianco	X		
- Mescola il contenuto della padella	X		
- Prendi un coperchio e copri la padella	X		
- Aspetta due minuti, tra due minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Gira i tranci	X		X

Tabella 14b. Seconda prova R.C.

PASSAGGI	X	NO	PASSAGGI IMP.
- Mescola il contenuto della padella	X		
- Ricopri la pentola con un coperchio	X		
- Aspetta tre minuti, tra tre minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Togli il coperchio alla padella	X		
- Aspetta due minuti, tra due minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Spegni il fornello	X		X

Tabella 15. Terza prova R.C.

PASSAGGI	X	NO	PASSAGGI IMP.
- Prendi il vino bianco	X		
- Prendi il tacchino	X		X
- Prendi un tagliere	X		
- Prendi la farina	X		
- Metti due pugni di farina sul tagliere	X		
- Gira il tacchino nella farina	X		
- Prendi una padella e posizionala sul fornello	X		X
- Aggiungi quattro cucchiaini grandi di olio nella padella	X		
- Metti il tacchino nella padella	X		X
- Versa nella padella un goccio di vino	X		
- Metti nella padella mezzo cucchiaino piccolo di sale fino	X		
- Accendi il fornello	X		X
- Aspetta sette minuti, tra sette minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Gira le fette di tacchino	X		X
- Aspetta sette minuti, tra sette minuti sentirai una sveglia e vedrai il passaggio successivo	X		X
- Spegni il fornello	X		X
- Prendi il limone	X		X
- Prendi un coltello	X		
- Taglia in due il limone	X		X
- Spremi il limone sul tacchino	X		X

Per entrambi i soggetti la prova libera é stata eseguita solo per la pasta al pesto, poiché, come detto sopra, é stato scelto di eseguire questa solo nel caso in cui il soggetto affermasse di essere in grado di cucinare la ricetta in questione e nel caso in cui tale affermazione sia stata confermata da un conoscente di riferimento al quale é stato sottoposto, assieme al soggetto, il questionario iniziale.

In entrambi i casi, in realtà, i conoscenti dei soggetti presi, hanno esposto qualche perplessità nell'affermare l'adeguatezza dei soggetti per questo tipo di compito. Possiamo osservare infatti dalle tabelle 8 e 13, relative alla prova libera, quindi di preparazione del pasto in completa autonomia, che entrambi i soggetti hanno compiuto un errore in uno dei passaggi importanti. Nel primo caso, S.M., il soggetto in questione ha saltato il passaggio relativo all'aggiunta del sale, nel secondo invece, R.C., ha aggiunto nuovamente il sale dopo averlo già fatto, verso la fine della preparazione. In entrambi i casi il corretto esito della procedura é stato compromesso in maniera significativa.

Per quanto riguarda invece le prove 1,2,3, guidate tramite l'utilizzo di ADA in maniera autonoma, in entrambi i soggetti, possiamo osservare che le varie procedure sono state svolte in modo corretto. Infatti, tutti i passaggi, sia quelli più importanti che quelli meno importanti, sono stati svolti correttamente.

Questo permette di compiere due importanti osservazioni. In primo luogo, per entrambi i soggetti, S.M e R.C, é possibile eseguire un confronto, in relazione alla procedura della pasta al pesto, tra la prova libera e quella guidata tramite l'utilizzo di ADA. In secondo luogo possiamo osservare se l'utilizzo di ADA possa condurre al corretto svolgimento di procedure che non sono mai state apprese e che, data la tipologia dei soggetti, é probabile che non verranno apprese nemmeno attraverso la pratica libera.

Nel primo caso, osserviamo che sia per S.M che per R.C, l'utilizzo di ADA ha permesso il corretto esito della procedura, eliminando quegli errori nei passaggi importanti che erano emersi, invece, durante la prova libera. Nel secondo caso, invece, osserviamo che l'utilizzo di ADA ha effettivamente permesso lo svolgimento di ricette che i soggetti dichiaravano di non essere in grado di compiere liberamente, permettendo, agli stessi, di compiere i vari passaggi senza commettere errori.

É importante segnalare che, come detto precedentemente, la fase di apprendimento all'utilizzo di ADA é stata ridotta ad un mini-corso della durata di una sola procedura per limiti di tempo e disponibilit  dei soggetti. Questo ha permesso di osservare che, mentre per R.C la durata del mini-corso é stata pi  che sufficiente per apprendere il funzionamento del dispositivo, che il soggetto ha, poi, saputo utilizzare in maniera completamente autonoma, per S.M, invece, la durata del mini-corso é risultata troppo breve, come messo in mostra dalle richieste di conferma da parte del soggetto all'operatore, che talvolta emergevano durante l'utilizzo del dispositivo. Si parla in questo caso di "corso di apprendimento troppo breve" piuttosto che di "mancato apprendimento all'uso", poich  si pu  osservare, all'avanzare delle prove cio  passando dalla prova 1 alla prova 3, una lieve riduzione delle richieste di conferma. Di conseguenza si consiglia, per studi futuri, di allungare il processo di apprendimento all'uso del dispositivo poich  alcuni soggetti potrebbero richiedere pi  tempo di altri ad imparare. Entrambi i soggetti hanno giudicato positivamente ADA assegnando un punteggio rispettivamente di 77.5 e 85 tramite SUS; ci  mostra una buona adattabilit  del dispositivo ai soggetti in questione e che risulta facile da apprendere e intuitivo, limitando le possibilit  d'errore.

### 3.7 Discussione

Lo scopo di questo studio pilota é stato quello di osservare se fosse possibile insegnare l'utilizzo di ADA ai soggetti presi in esame, quindi se gli stessi fossero in grado, poi, di utilizzarlo autonomamente durante la preparazione dei pasti e se, infine, questa funzione potesse essere influenzata e migliorata dall'utilizzo di tale dispositivo. Un ulteriore scopo di questo studio é stato quello di fornire una condizione basilare per eventuali approfondimenti futuri che partissero appunto da quanto emerso nel presente elaborato. Entrambi i soggetti hanno imparato ad utilizzare ADA, evidenziando come questo possa essere un dispositivo semplice da imparare e adeguato per questi soggetti, che, inoltre, ne hanno giudicato l'utilizzo positivamente. La fase di apprendimento necessita, per , di essere allungato per quei soggetti che presentano maggiori difficolt . L'utilizzo di ADA, una volta appreso, é risultato efficace sia nel produrre ricette conosciute, sia nel produrre ricette nuove migliorando la prestazione

dell'individuo, ciò é stato evidenziato dal minor numero di errori commessi, specialmente facendo riferimento a quelli importanti.

### 3.8 Studi futuri

Studi futuri dovrebbero concentrarsi su due aspetti principali, da una parte dovrebbero approfondire maggiormente la dimostrazione di utilità di ADA nel migliorare l'autonomia del soggetto, cioè in relazione all'utilizzo di tale dispositivo nel preparare ricette. Dall'altro lato, sarebbe utile dimostrare l'efficacia di un progetto riabilitativo basato sull'esercizio fisico e cognitivo, eventualmente associato ad una dieta sostenuta da studi scientifici, tramite l'utilizzo di ADA.

In generale, per poter condurre uno studio più solido, é necessario aumentare il numero di soggetti, magari dividendoli per diagnosi di MCI o demenza e approfondire lo studio neuropsicologico tramite l'utilizzo di *test* maggiormente informativi. I *test* utilizzati nello studio precedentemente esposto sono piuttosto superficiali, infatti esplorano lo stato del soggetto in generale e sono stati scelti per mancanza di tempo; sarebbe importante approfondire tale aspetto. Ciò serve per poter evidenziare eventuali miglioramenti nel funzionamento cognitivo, nelle abilità funzionali e nello stato dell'umore. Per quanto riguarda il primo dei due aspetti precedentemente elencati, sarebbe necessario, inoltre, estendere la fase di apprendimento all'utilizzo di ADA per testare i soggetti nell'uso di tale dispositivo solo quando i soggetti sono effettivamente pronti al suo utilizzo. Infine, sarebbe utile effettuare un *follow-up* per verificare se il dispositivo venga effettivamente utilizzato e se generi un miglioramento nella vita del soggetto. Per quanto riguarda il secondo aspetto, invece, sarebbe necessario stabilire un programma riabilitativo basato sugli esercizi fisici e cognitivi frequentabili tramite ADA, che sono potenzialmente infiniti, in modo che il soggetto svolga nell'arco di tempo prestabilito una serie di esercizi che variano automaticamente per forma e grado di difficoltà. Successivamente, grazie all'utilizzo di *test* neuropsicologici maggiormente approfonditi, bisognerebbe verificare se la conduzione di tali esercizi ha effettivamente prodotto un miglioramento sulle funzioni del soggetto o se, eventualmente, a confronto con

un gruppo di controllo, ha rallentato o impedito il deterioramento cognitivo. Infine, si potrebbero cercare risultati considerando tutti e tre gli aspetti insieme: esercizi fisici, cognitivi e dieta alimentare e osservare, quindi, se la combinazione di questi tre aspetti possa provocare un miglioramento nelle funzioni cognitive, nelle abilità funzionali o nell'umore del soggetto.

## Conclusioni

Lo scopo del presente elaborato é stato quello di evidenziare i temi principali in relazione allo sviluppo di una nuova AAL, ovvero ADA (Assistente Domestico Automatico), per assistere i soggetti con decadimento cognitivo lieve o demenza. Si é partiti da una raccolta circa i principali studi sulle AAL, descrivendo le tecnologie maggiormente interessanti e promettenti, come sensori per il monitoraggio delle cadute o della frequenza cardiaca, dispositivi per la navigazione, rilevatori di fumo, sensori per la localizzazione del soggetto nell'ambiente domestico, elettrodomestici o *robot* con abilità "sociali" e sottolineando i principali nodi concettuali intorno ai quali deve ruotare lo sviluppo di queste tecnologie: l'efficacia, l'usabilità, l'economicità, la necessità di un sistema aperto, la necessità di manutenzione minima e, quindi, di alta affidabilità, l'adattabilità ed, infine, l'accettabilità/intrusività. É stata, poi, evidenziata l'esistenza di alcuni fattori proiettivi, descritti in letteratura, per il decadimento cognitivo, che devono essere considerati nello sviluppo di tali tecnologie. Dieta, esercizio fisico ed esercizio cognitivo guidato, infatti, se integrati in un dispositivo AAL possono aumentarne l'efficienza ampliandone gli scopi. Nel secondo capitolo é stato descritto lo sviluppo di una nuova tecnologia AAL, ADA, sviluppata dall'autore del presente elaborato in collaborazione con un collega laureando in ingegneria informatica, Francesco Grilli, per la programmazione informatica, con l'obiettivo di sviluppare un dispositivo assistenziale che consideri tutti i fattori precedentemente elencati e che cerchi di integrare le principali necessità del soggetto, in termini di assistenza, con i principali fattori protettivi del decadimento cognitivo; così da sviluppare un AAL integrata di più funzioni che possa rispondere a vari scopi. ADA é infatti in grado, tramite l'utilizzo di un applicazione installata su *tablet*, di ricordare al soggetto la necessità di svolgere alcuni compiti domestici e di assisterlo nello svolgimento degli stessi tramite informazioni dettagliate su come svolgere le procedure. Nell'ultimo capitolo é riportato uno studio pilota in cui ADA é stata testata su due soggetti che presentavano compromissione cognitiva, in modo da raccogliere dati per lo sviluppo e di poter osservare se fosse effettivamente utile nello svolgimento delle ricette di cucina. I risultati emersi confermano l'efficacia del dispositivo di aiuto nelle attività di cucina, seppur scarni in quanto legati a due soli soggetti. ADA si é dimostrata essere uno strumento

utile accompagnando i soggetti nello svolgimento della procedura e permettendo agli stessi di svolgere compiti che in autonomia non sarebbero stati in grado di compiere.

## Bibliografia

Andrushevich A., Biallas M., Kistler R., Ruminski J., Bujnowski A., Wtorek J. (2017). Open smart glasses development platform for AAL applications. *Global Internet of Things Summit (GIoTS)*. DOI:[10.1109/GIOTS.2017.8016262](https://doi.org/10.1109/GIOTS.2017.8016262)

Arcoverde, C., Deslandes, A., Moraes, H., Pompeu, F.A., Silveira, H., Mouta, R., et al. (2014). Treadmill training as an augmentation treatment for Alzheimer's disease: a pilot randomized controlled study. *PubMed*. DOI: [10.1590/0004-282X20130231](https://doi.org/10.1590/0004-282X20130231)

Bayer-Carter, J.L., Green, P.S., Montine, T.J., VanFossen, B., Baker, L.D., Watson, G.S., Bonner, L.M., Callaghan, M., Leverenz, J.B., Walter, B.K., Tsai, E., Plymate, S.R., Postupna, N., Wilkinson, C.W., Zhang, J., Lampe, J., Kahn, S.E., Craft, S. (2011). Diet intervention and cerebrospinal fluid biomarkers in amnesic mild cognitive impairment. *PubMed*. DOI: [10.1001/archneurol.2011.125](https://doi.org/10.1001/archneurol.2011.125)

Barha, C.K., Galea, L.A., Nagamatsu, L.S., Erickson, K.I., Liu-Ambrose, T. (2017). Personalising exercise recommendations for brain health: Considerations and future directions. *PubMed*. DOI: [10.1136/bjsports-2016-096710](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096710)

Barnes, D.E., Yaffe, K., Belfor, N., Jagust, W.J., DeCarli, C., Reed, B.R., et al. (2009). Computer-based cognitive training for mild cognitive impairment: results from a pilot randomized, controlled trial. *PubMed*. DOI: [10.1097/WAD.0b013e31819c6137](https://doi.org/10.1097/WAD.0b013e31819c6137)

Bassoli M., Bianchi V., De Munari I., Ciampolini P. (2017). An IoT Approach for an AAL Wi-Fi-Based Monitoring System. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 66(12):1-10. DOI:[10.1109/TIM.2017.2753458](https://doi.org/10.1109/TIM.2017.2753458)

Bergner, M., Bobbitt, R.A., Carter, W.B., Gilson, B.S. (1981). The Sickness Impact Profile: development and final revision of a health status measure. *PubMed*. DOI: [10.1097/00005650-198108000-00001](https://doi.org/10.1097/00005650-198108000-00001)

Bianchi V., Ciampolini P., De Munari I. (2017). RSSI-Based Indoor Localization and Identification for ZigBee Wireless Sensor Networks in Smart Homes. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement PP(99)*:1-10. DOI:[10.1109/TIM.2018.2851675](https://doi.org/10.1109/TIM.2018.2851675)

Bjorkdahl, A., Akerlung, E., Esbjornsson, E. (2013). A randomized study of computerized working memory training and effects on functioning in everyday life for patients with brain injury. *PubMed*. DOI: [10.3109/02699052.2013.830196](https://doi.org/10.3109/02699052.2013.830196)

Boman, I., Tham, K., Granqvist, A., Bartfai, A. & Hemmingsson, H. (2007). Using electronic aids to daily living after acquired brain injury: A study of the learning process and the usability. *PubMed*. DOI: [10.1080/17483100600856213](https://doi.org/10.1080/17483100600856213)

Bossers, W.J.R., Van der Woude, L.H.V., Boersma, F., Hortobágyi, T., Scherder, E.J.A., van Heuvelen, M.J.G. (2015). A 9-week aerobic and strength training program improves cognitive and motor function in patients with dementia: a randomized, controlled trial. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.jagp.2014.12.191](https://doi.org/10.1016/j.jagp.2014.12.191)

Bredesen (2014). Reversal of cognitive decline: a novel therapeutic program. *PubMed*. DOI: [10.18632/aging.100690](https://doi.org/10.18632/aging.100690)

Candela, F., Zucchetti, G., Magistro, D. & Ortega, E. (2014). Real and Perceived Physical Functioning in Italian Elderly Population: Associations with BADL and IADL. *Advances in Aging Research* 3(05):349. DOI:[10.4236/aar.2014.35045](https://doi.org/10.4236/aar.2014.35045)

Cardalda, I., Lopez, A., Cancela, Carra, I.J.M. (2019). The effects of different types of physical exercise on physical and cognitive function in frail institutionalized older adults with

mild to moderate cognitive impairment. A randomized controlled trial. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.archger.2019.05.003](https://doi.org/10.1016/j.archger.2019.05.003)

Cicirelli, G., Marani, R., Petitti, A., Milella, A. & D'Orazio, T. (2021). Ambient Assisted Living: una revisione delle tecnologie, Metodologie e prospettive future per Healthy. *PubMed*. DOI: [10.3390/s21103549](https://doi.org/10.3390/s21103549)

Cipriani, G., Bianchetti, A., Trabucchi, M. (2006). Outcomes of a computer-based cognitive rehabilitation program on Alzheimer's disease patients compared with those on patients affected by mild cognitive impairment. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.archger.2005.12.003](https://doi.org/10.1016/j.archger.2005.12.003)

Christofolletti, G., Olini, M.M., Gobbi, S., Stella, F., Bucken, Gobbi, L.T., Canineu, P. (2008). A controlled clinical trial on the effects of motor intervention on balance and cognition in institutionalized elderly patients with dementia. *PubMed*. DOI: [10.1177/0269215507086239](https://doi.org/10.1177/0269215507086239)

Cocconcelli F., Mora N., Matrella G., Ciampolini P. (2019). Seismocardiography-based detection of heartbeats for continuous monitoring of vital signs. *11th Computer Science and Electronic Engineering (CEECE)*. DOI:[10.1109/CEECE47804.2019.8974343](https://doi.org/10.1109/CEECE47804.2019.8974343)

De Carolis, B., Carofiglio, V., Grimaldi, I., Macchiarulo, N., Palestra, G. & Pino, O. (2020). Using the Pepper Robot in Cognitive Stimulation Therapy for People with Mild Cognitive Impairment (MCI) and Mild Dementia (MD). *The Thirteenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*.

De Carolis B., Ferilli S., Palestra G., (2015). Improving speech-based human robot interaction with emotion recognition. *International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems*. DOI:[10.1007/978-3-319-25252-0\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-319-25252-0_30)

Denis, I., Potier, B., Vancassel, S., Heberden, C., Laviolle, M.. (2013). Omega-3 fatty acids and brain resistance to ageing and stress: body of evidence and possible mechanisms. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.arr.2013.01.007](https://doi.org/10.1016/j.arr.2013.01.007)

Eggermont, L.H.P., Knol, D.L., Hol, E.M., Swaab, D.F., Scherder, E.J.A. (2009). Hand motor activity, cognition, mood, and the rest-activity rhythm in dementia: a clustered RCT. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.bbr.2008.09.012](https://doi.org/10.1016/j.bbr.2008.09.012).

Faraci, B. (2018). L'anziano fragile con demenza: come migliorare l'approccio riabilitativo. *I luoghi della cura online*.

Fiatarone, M.A., Gates, N., Saigal, N., Wilson, G.C., Meiklejohn, J., Brodaty, H., et al. (2014). The Study of Mental and Resistance Training (SMART) Study-resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment: a randomized, double-blind, double-sham controlled trial. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.jamda.2014.09.010](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2014.09.010)

Hasenauer R., Belviso C., Ehrenmueller I. (2019). New Efficiency: Introducing Social Assistive Robots in Social Eldercare Organizations. *Proceedings of the IEEE International Symposium on Innovation and Entrepreneurship (TEMS-ISIE)*. DOI:[10.1109/TEMS-ISIE46312.2019.9074296](https://doi.org/10.1109/TEMS-ISIE46312.2019.9074296)

Hyer, L., Scott, C., Atkinson, M.M., Mullen, C.M., Lee, A., Johnson, A., Mckenzie, L.C. (2016). Cognitive Training Program to Improve Working Memory in Older Adults with MCI. *PubMed*. DOI: [10.1080/07317115.2015.1120257](https://doi.org/10.1080/07317115.2015.1120257)

Hong, S.G., Kim, J.H., Jun, T.W. (2018). Effects of 12-Week Resistance Exercise on Electroencephalogram Patterns and Cognitive Function in the Elderly With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Trial. *PubMed*. DOI: [10.1097/JSM.0000000000000476](https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000476)

Huang, X., Zhao, X., Cai, Y., Zhang, S. (2021). Comparative efficacy of different exercise interventions on cognitive function in patients with MCI or dementia: A systematic review and network meta-analysis. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.jshs.2021.05.003](https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.05.003)

Huang, X., Li, B., Yu, F., Zhou, J., Wan, Q., Chang H. (2020). Path analysis from physical activity to quality of life among dementia patients: A dual-path mediating model. *PubMed*. DOI: [10.1111/jan.14260](https://doi.org/10.1111/jan.14260)

Hughes, T., Chung-Chou H., Chang, Bilt, J., Snitz, E. & Ganguli, M. (2012). Mild Cognitive Deficits and Everyday Functioning Among Older Adults in the Community: The Monongahela-Youghiogheny Healthy Aging Team Study. *PubMed*. DOI: [10.1097/JGP.0b013e3182423961](https://doi.org/10.1097/JGP.0b013e3182423961)

Jafari Tadi M., Lehtonen E., Hurnanen T., Koskinen J., Eriksson J., Pänkäälä M., Teräs M., Koivisto T. (2016). A real-time approach for heart rate monitoring using a Hilbert transform in seismocardiograms. *PubMed*. DOI: [10.1088/0967-3334/37/11/1885](https://doi.org/10.1088/0967-3334/37/11/1885)

Jayatilaka A., Su Y., Ranasinghe D.C. (2016). HoTAAL: Home of social things meet ambient assisted living. *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PerCom Workshops)*. DOI:[10.1109/PERCOMW.2016.7457073](https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2016.7457073)

Johansson, B., Tornmalm, M. (2012). Working memory training for patients with acquired brain injury: effects in daily life. *PubMed*. DOI: [10.3109/11038128.2011.603352](https://doi.org/10.3109/11038128.2011.603352)

Karssemeijer E.G.A., Aaronson J.A., Bossers W.J., Smits T., Rikkert M.G.M., Kessels R.P.C. (2017). Positive effects of combined cognitive and physical exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A meta-analysis. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.arr.2017.09.003](https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.09.003)

Kearney K.T., Presenza D., Saccá F., Wright P. (2018). Key challenges for developing a Socially Assistive Robotic (SAR) solution for the health sector. *IEEE 23rd International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*. DOI:[10.1109/CAMAD.2018.8515005](https://doi.org/10.1109/CAMAD.2018.8515005)

Keum S., Lee C., Kang S. (2019). Device to Device Collaboration Architecture for Real-Time Identification of User and Abnormal Activities in Home. *Applied Sciences* 10(7):2475. DOI:[10.3390/app10072475](https://doi.org/10.3390/app10072475)

Lam L.C., Chau R.C., Wong B.M., Fung A.W., Tam C.W., Leung G.T., Kwok T.C., Leung T.Y., Ng S.P., Chan W.M. (2012). A 1-year randomized controlled trial comparing mind body exercise (Tai Chi) with stretching and toning exercise on cognitive function in older Chinese adults at risk of cognitive decline. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.jamda.2012.03.008](https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.03.008)

Langoni, C.D.S., Resende, T.L., Barcellos, A.B. et al. (2019). The effect of group exercises on balance, mobility, and depressive symptoms in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial. *PubMed*. DOI: [10.1177/0269215518815218](https://doi.org/10.1177/0269215518815218)

Law, Lam, F., Chung, R., Pang, M. (2020). Physical-exercise-attenuates-cognitive-decline-and-reduces-dementia: a systematic review. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.jphys.2019.11.014](https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.11.014)

Maki, Y., Ura, C., Yamaguchi, T., Murai, T., Isahai, M., Kaiho, A., et al. (2012). Effects of intervention using a community-based walking program for prevention of mental decline: a randomized controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society* 60(3):505-10. DOI:[10.1111/j.1532-5415.2011.03838.x](https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03838.x)

McCade D, Savage G, Naismith SL. (2011). Review of emotion recognition in mild cognitive impairment. *PubMed*. DOI: [10.1159/000335009](https://doi.org/10.1159/000335009)

McDonald A, Haslam C, Yates P, Gurr B, Leeder G, Sayers A. (2011). Google Calendar: a new memory aid to compensate for prospective memory deficits following acquired brain injury. *PubMed*. DOI: [10.1080/09602011.2011.598405](https://doi.org/10.1080/09602011.2011.598405)

Mancini A., Frontoni E., Zingaretti P. (2015). Embedded Multisensor System for Safe Point-to-Point Navigation of Impaired Users. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 16(6):1-13. DOI:[10.1109/TITS.2015.2489261](https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2489261)

Montazeri A., Vahdaninia M., Ebrahimi M., Jarvandi S. (2003). The hospital anxiety and depression scale (hads): translation and validation study of the iranian version. *Health Quality Outcomes. Health and Quality of Life Outcomes* 1(1):14. DOI:[10.1186/1477-7525-1-14](https://doi.org/10.1186/1477-7525-1-14)

Mora, N.; Cocconcelli, F., Matrella, G. & Ciampolini, P. (2020). Fully Automated Annotation of Seismocardiogram for Noninvasive Vital Sign Measurements. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* PP(99):1-1. DOI:[10.1109/TIM.2019.2908511](https://doi.org/10.1109/TIM.2019.2908511)

Nef T., Chesham A., Schütz N., Botros A.A., Vanbellingen T., Burgunder J.M., Müllner J., Martin Müri R., Urwyler P. (2020). Development and Evaluation of Maze-Like Puzzle Games to Assess Cognitive and Motor Function in Aging and Neurodegenerative Diseases. *Front Aging Neurosci. PubMed*. DOI: [10.3389/fnagi.2020.00087](https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00087)

Novelli P., Capitani L., Vallar C., Cappa S. (1986). Test di fluenza verbale.

Novelli G., Papagno C., Capitani E., Laiacona M. (1986). Tre test clinici di ricerca e produzione lessicale. Taratura su soggetti nor-mali. *Archivio di Psicologia, Neurologia e Psichiatria* 47(4):477-506

Orsini A., Grossi D., Capitani E., Laiacona M., Papagno C., Vallar G. (1987). Verbal and spatial immediate memory span: normative data from 1355 adults and 1112 children. *The Italian Journal of Neurological Sciences* 8(6):539-48. DOI:[10.1007/BF02333660](https://doi.org/10.1007/BF02333660)

Pavlicevic N., Zaric N., Radonjic M. (2020). Analysis of Ultrasound Sensor Applicability in AAL Systems for Cooking Process Monitoring. *24th International Conference on Information Technology (IT)*. DOI:[10.1109/IT48810.2020.9070310](https://doi.org/10.1109/IT48810.2020.9070310)

Petersen, R. (1999). Mild Cognitive Impairment: Clinical Characterization and Outcome. *Archives of Neurology* 56(3):303-8. DOI:[10.1001/archneur.56.6.760](https://doi.org/10.1001/archneur.56.6.760)

Petersen, R. (2009). Mild Cognitive Impairment: ten years later. *PubMed*. DOI: [10.1001/archneurol.2009.266](https://doi.org/10.1001/archneurol.2009.266)

Pezzuti & Artistico (2008). The validity of a novel scoring procedure for the ADL among Italian older adults.

Pino, O., Palestra, G., Trevino, R., De Carolis, B. (2019). The Humanoid Robot NAO as Trainer in a Memory Program for Elderly People with Mild Cognitive Impairment. *International Journal of Social Robotics* 12(6). DOI:[10.1007/s12369-019-00533-y](https://doi.org/10.1007/s12369-019-00533-y)

Piras, F., Borella, E., Incoccia, C., Carlesimo, G.A. (2011). Evidence-based practice recommendations for memory rehabilitation. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 47(1):149-75.

Raji, C.A., Erickson, K.I., Lopez, O.L., Kuller, L.H., Gach, H.M., Thompson, P.M., Riverol, M., Becker, J.T. (2014). Regular fish consumption and age-related brain gray matter loss. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.amepre.2014.05.037](https://doi.org/10.1016/j.amepre.2014.05.037)

Rothman, S.M., Mattson, M.P. (2013). Activity-dependent, stress-responsive BDNF signaling and the quest for optimal brain health and resilience throughout the lifespan. *PubMed*. DOI: [10.1016/j.neuroscience.2012.10.014](https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.10.014)

Sarabia D., Usach R., Palau C., Esteve M. (2020). Highly-Efficient Fog-Based Deep Learning Aal Fall Detection System. *Internet of Things* 11(3):100185. DOI:[10.1016/j.iot.2020.100185](https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100185)

Sieciński, S. & Kostka, P. (2017). Determining Heart Rate Beat-to-Beat from Smartphone Seismocardiograms: Preliminary Studies. *Conference on Innovations in Biomedical Engineering*. DOI:[10.1007/978-3-319-70063-2\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70063-2_15)

Siecinski, S., Tkacz, E. & Kostka, P. (2019). Comparison of HRV indices obtained from ECG and SCG signals from CEBS database. *BioMedical Engineering OnLine* 18(1). DOI:[10.1186/s12938-019-0687-5](https://doi.org/10.1186/s12938-019-0687-5)

Siciliano, M., Chiorri, C., Passaniti, C., Sant'Elia, V., Trojano, L. & Santangelo, G. (2019). Comparison of alternate and original forms of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA): an Italian normative study. *Neurological Sciences* 40(12). DOI:[10.1007/s10072-019-3700-7](https://doi.org/10.1007/s10072-019-3700-7)

Shaoqing, G., Zhu, Z., Wu, B. & McConnell, E. (2018). Technology-based cognitive training and rehabilitation interventions for individuals with mild cognitive impairment: a systematic review. *BMC Geriatrics* 18(1):213. DOI:[10.1186/s12877-018-0893-1](https://doi.org/10.1186/s12877-018-0893-1)

Shirali M., Norouzi M., Ghassemian M., Jai-Persad D. (2018). A Testbed Evaluation for an Indoor Temperature Monitoring System in Smart Homes. *IEEE 20th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 16th International Conference on Smart City; IEEE 4th International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*. DOI:[10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00214](https://doi.org/10.1109/HPCC/SmartCity/DSS.2018.00214).

Spielberger, C.D. (1983). State-trait anxiety inventory for adults.

Spinnler H. (1987). Standardizzazione e taratura italiana di test neuropsicologici.

Steinberg, M., Leoutsakos, J-M.S., Podewils, L.J., Lyketsos, C.G. (2009). Evaluation of a home- based exercise program in the treatment of Alzheimer’s disease: The Maximizing Independence in Dementia (MIND) study. *International Journal of Geriatric Psychiatry* 24(7):680-5. DOI:[10.1002/gps.2175](https://doi.org/10.1002/gps.2175)

Vallefuoco E., Purpura G., Gison G., Bonifacio A., Tagliabue L., Broggi F., Scuccimarra G., Pepino A., Nacinovich R. (2021). A Multidisciplinary Telerehabilitation Approach for Supporting Social Interaction in Autism Spectrum Disorder Families: An Italian Digital Platform in Response to COVID-19. *PubMed*. DOI: [10.3390/brainsci11111404](https://doi.org/10.3390/brainsci11111404)

Van Uffelen, J.G.Z., Chinapaw, M.J.M., van Mechelen, W., Hopman-Rock, M. (2008). Walking or vitamin B for cognition in older adults with mild cognitive impairment? A randomised controlled trial. *PubMed*. DOI: [10.1136/bjism.2007.044735](https://doi.org/10.1136/bjism.2007.044735)

Venegas-Sanabria, L.C., Cavero-Redondo, I., Martínez-Vizcaino, V., Cano-Gutierrez, C.A., Álvarez-Bueno, C. (2022). Effect of multicomponent exercise in cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics* 22(1). DOI:[10.1186/s12877-022-03302-1](https://doi.org/10.1186/s12877-022-03302-1)

Wechsler, D. (1997). WAIS-III. Wechsler Adult Intelligence Scale – Third Edition. 273-284 . <https://doi.org/10.1076/clin.17.2.273.16499>

Wilson B.A., Emslie H., Evans J.J., Quirk K., Watson P., Fish J. (2009). The NeuroPage system for children and adolescents with neurological deficits. *Developmental Neurorehabilitation* 12(6):421-6. DOI:[10.3109/17518420903200573](https://doi.org/10.3109/17518420903200573)

Witte, A.V., Fokker, M., Gellner, R. & Floel, A. (2009). Caloric restriction improves memory in elderly humans. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106(4):1255-60. DOI:[10.1073/pnas.0808587106](https://doi.org/10.1073/pnas.0808587106)