



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE  
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

---

**DUAL-TASK TRAINING:  
PROPOSTA DI UNA  
RIABILITAZIONE INTEGRATA  
PER IL TRATTAMENTO  
DELL'INTERFERENZA  
COGNITIVO-MOTORIA NEGLI  
ESITI DI ICTUS**

Relatore:

**Dott.ssa Michela Coccia**

Tesi di Laurea di:

**Francesco Nicolini**

Correlatore:

**Dott.ssa Laura Villani**

Anno Accademico 2019/2020

## Indice

CAPITOLO I - FUNZIONI ESECUTIVE E CONTROLLO MOTORIO.....	6
1.1. Definizione.....	6
1.2. Attenzione.....	6
1.3. Memoria.....	8
1.4. Correlati anatomici delle funzioni esecutive.....	9
1.5. Componenti delle funzioni esecutive.....	10
1.6. Il ruolo delle funzioni esecutive nell'andatura.....	11
CAPITOLO II - DUAL-TASK.....	13
2.1. Definizione.....	13
2.2. Cognitive-motor Interference.....	13
2.3. Teorie neuropsicologiche dell'interferenza dual-task.....	14
2.4. Correlazioni neuroanatomiche.....	16
2.5. Prioritizzazione in soggetti sani e soggetti con stroke.....	16
CAPITOLO III - STROKE E DUAL-TASK.....	19
3.1. Stroke: generalità.....	19
3.2. Sintomatologia clinica.....	20
3.3. Deficit attentivo post-stroke.....	21
3.4. Interferenza Cognitivo-motoria nello stroke.....	22
3.5. Dual-task training in pazienti con esiti di ictus cerebrale.....	24
CAPITOLO IV - CARATTERI E MISURE DELL'INTERFERENZA DUAL-TASK .....	27
4.1. Pattern d'interferenza.....	27
4.2. Il modello di prioritizzazione.....	28
4.3. Fattori che influiscono sul Dual-task.....	30
4.4. Misurazione dell'interferenza Dual-task.....	30
4.5. Misurazione degli effetti del trattamento Dual-task.....	32
CAPITOLO V - DESCRIZIONE DELLO STUDIO.....	36
5.1. Partecipanti.....	36
5.2. Valutazione cognitiva.....	38
5.3. Valutazione motoria.....	44

5.4. Valutazione della partecipazione .....	46
5.5. Valutazione della performance: TUGx5 Dual-task e calcolo dell'Indice....	47
5.6. Descrizione del training Dual-Task.....	49
5.7. Esercizi cognitivi proposti.....	51
5.8. Esercizi motori proposti.....	54
CAPITOLO VI – RISULTATI.....	58
6.1. Caso Clinico 1.....	58
6.1.1. Outcome cognitivi.....	59
6.1.2. Outcome motori.....	64
6.1.3. Partecipazione sociale.....	70
6.1.4. Pattern d'interferenza Dual-Task durante le combinazioni proposte.....	72
6.2. Caso Clinico 2.....	80
6.2.1. Outcome cognitivi.....	81
6.2.2. Outcome motori.....	86
6.2.3. Partecipazione sociale.....	89
6.2.4. Pattern d'interferenza Dual-Task durante le combinazioni proposte.....	91
6.3. Analisi dell'indice Dual-Task.....	96
CAPITOLO VII - DISCUSSIONE .....	100
CAPITOLO VIII- CONCLUSIONI.....	112
BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA.....	114
ALLEGATI.....	122

## Introduzione

L'importanza della partecipazione sociale e dell'autonomia nelle attività di vita quotidiana (ADL) ha direzionato le proposte riabilitative verso trattamenti che risultassero i più ecologici possibile, ovvero in grado di riflettere le esigenze della vita di tutti i giorni, proponendo esercizi realmente utili per affrontare le sfide che l'ambiente esterno, differente dal setting riabilitativo ambulatoriale, pone ai nostri pazienti. Inoltre, proprio questa necessità di affrontare contesti ricchi di stimoli ed ostacoli, eterogenei e differenti, ha portato ad approcci riabilitativi sempre più olistici e interdisciplinari.

In questo senso, il training dual-task si propone di allenare le abilità che costantemente vengono sollecitate durante lo svolgimento di due o più attività o compiti differenti. Ogni giorno infatti ci si trova a dover affrontare ambienti che richiedono un controllo sempre più simultaneo fra azioni tra loro diverse. Questa capacità, detta multitasking, richiede l'utilizzo di un alto livello attentivo e recluta numerosi processi che entrano in gioco per rendere questa gestione la più rapida ed efficace possibile. Nell'eventualità in cui si venga a creare conflitto tra due o più processi cognitivi e motori, che sottendono la realizzazione di azioni simultanee, si verifica quella che viene definita "Interferenza cognitivo-motoria" (Cognitive-Motor Interference, CMI), che consiste in un rallentamento o in una meno accurata elaborazione mentale delle informazioni, a causa di processi competitivi. Questo si traduce in un peggioramento della performance di uno o entrambi i compiti, in relazione alle prestazioni di ciascuna attività quando viene eseguita in maniera indipendente. Al decadimento della performance, consegue una difficoltà nell'eseguire due compiti contemporaneamente che, in soggetti colpiti da malattia neurologica, può tradursi in compromissione della mobilità funzionale e aumentato rischio di cadute accidentali.

Il presente studio ha l'obiettivo di proporre un training mirato ad esercitare i complessi meccanismi sottesi al multitasking, in soggetti affetti da esiti di stroke, attraverso compiti cognitivi presentati simultaneamente ad attività motorie, di osservare l'andamento dell'interferenza cognitivo-motoria, e di rilevare gli effetti del training sia sull'interferenza a doppio compito che sulle abilità cognitive e motorie indagate attraverso un'articolata batteria testistica. Al termine del presente elaborato verranno

riassunti i risultati raccolti presso la SOD Clinica di Neuroriabilitazione degli Ospedali Riuniti di Ancona, durante l'intero periodo di sperimentazione del training dual-task (2017-2020), svolto con la partecipazione di 12 soggetti affetti da ictus .  
Lo studio è stato condotto in collaborazione con il CdL di Fisioterapia.

# CAPITOLO I

## Funzioni cognitive e controllo motorio

### 1.1 Funzioni Esecutive

Per Funzioni Esecutive s'intende un'ampio sistema di processi cognitivi, necessario per il controllo cognitivo che utilizza ed elabora le informazioni provenienti dai vari sistemi sensoriali corticali nelle regioni cerebrali anteriori e posteriori per modulare e produrre un comportamento volto alla risoluzione dei problemi (goal-directed behaviour). Le FE includono una serie di processi differenti quali: controllo attentivo, controllo inibitorio, working-memory e flessibilità cognitiva; tutte capacità indispensabili per pianificare, programmare, avviare, mettere in atto, risolvere, supervisionare l'azione, garantendone la corretta sequenza.

Esse risultano necessarie per un'efficace esecuzione delle azioni e per il controllo delle risorse attenzionali, che sono alla base dell'abilità di condurre in maniera indipendente la vita quotidiana (ADL) [1].

### 1.2 Attenzione

L'attenzione viene identificata come una serie di processi qualitativamente diversi, che permettono di selezionare alcuni stimoli ambientali, tra i molti disponibili, in un dato momento, e di ignorarne altri. Sembra chiaro che i processi attenzionali siano dunque in grado di ottimizzare, con un notevole grado di flessibilità, l'elaborazione delle informazioni [2].

L'attenzione può essere considerata un esempio specifico di funzione esecutiva [3] [4].

Essa viene pensata come funzione necessaria nella modulazione dell'attività di altri processi, quali memoria, percezione etc. [2], da Posner et al. è vista come una rete anatomica il cui "scopo primario è quello di influenzare il funzionamento di altre reti cerebrali".

Vista l'ampia dimensione dell'attenzione, si ritiene necessario una breve illustrazione dei diversi processi che la compongono:

*-Arousal:* è costituita dal livello di preparazione fisiologica a ricevere le stimolazioni esterne e interne, che ci permette di rispondere più o meno adeguatamente e velocemente.

Il livello di attivazione può essere considerato come uno stato globale dell'organismo che si svolge su di un "continuum" che passa dallo stato più basso, il sonno, allo stato più alto, l'iperattività [5].

*-Attenzione selettiva:* s'intende sia l'abilità a contrastare la distrazione, sia la capacità a concentrare l'attenzione su una fonte o su un canale contenenti informazioni "deboli" in presenza di distrattori "forti" [5] Essa può essere suddivisa in attenzione selettiva volontaria e in attenzione automatica, i risultati di alcune ricerche (Ladavas et al. 1991) mettono in luce nei pazienti frontali una dissociazione tra attenzione selettiva volontaria e automatica. In questi pazienti infatti risulta un'attenzione volontaria deficitaria e un'attenzione automatica patologicamente intensificata.

*-Attenzione focalizzata:* Complementare all'aspetto selettivo vi è il fenomeno della focalizzazione, che consiste nella capacità di sottoporre lo stimolo selezionato ad ulteriori elaborazioni, permettendo sia di sottoporre gli oggetti selezionati ad elaborazioni ulteriori, che di operare in maniera più efficace verso questi oggetti stessi o le aree spaziali selezionate, attraverso una detezione più veloce, una migliore capacità discriminativa ed una più alta predisposizione alla risposta (Faglioni, 1995).

*-Attenzione sostenuta:* anche definita vigilanza, è la capacità di mantenere un buon livello attenzionale su stimoli specifici per un periodo protratto nel tempo. De Gangi e Porges (1990) ritengono che l'attenzione sostenuta comprenda un primo stadio di attivazione, una fase di mantenimento ed infine la caduta dell'attenzione [6]. Il rapporto tra arousal e attenzione è di fondamentale importanza nei processi di elaborazione delle informazioni e nell'apprendimento.

*-Attenzione divisa:* l'attenzione divisa si riferisce alla capacità di prestare attenzione a più compiti contemporaneamente (Ladavas, Berti 1999). Essa gioca un ruolo importante nel cammino in situazioni di multi-tasking, fungendo da strumento comune per esaminare le esigenze attentive di differenti attività, inclusa la deambulazione, e ha implicazioni cliniche per il rischio di caduta.

*-Shifting Attentivo:* consiste nell'alternanza tra due focus ai quali non bisogna prestare attenzione simultaneamente: il soggetto dovrebbe essere in grado di passare dall'uno

all'altro quando la situazione lo richiede. In caso contrario, vi è perseverazione, nel caso in cui il soggetto non riesce a disancorarsi da un certo stimolo per dirigere l'attenzione in modo flessibile verso una nuova fonte di informazione.

### **1.3 Memoria**

Le informazioni provenienti dall'ambiente passano attraverso una serie di processi necessari per l'acquisizione e la codificazione dell'informazione, ritenzione e immagazzinamento ed infine per il recupero delle stesse. Questi processi mnemonici sono fondamentali per il processamento delle informazioni, le quali vengono affidate a due tipi diversi di memoria: un tipo di memoria capace di ritenere i ricordi per tempi molto brevi (memoria a breve termine, MBT) e un tipo di memoria capace di ritenere i ricordi per tempi più lunghi (memoria a lungo termine, MLT).

La MBT ha il compito di elaborare le informazioni in "entrata", che verranno poi depositate nel magazzino a lungo termine; la MLT rappresenta il grande e articolato archivio di nozioni apprese e consolidate a cui accede la MBT per utilizzare "in uscita" le informazioni di cui, di volta in volta, ha bisogno (Atkinson e Shiffrin, 1971).

La MBT viene suddivisa in due sottocomponenti essenziali, di cui la prima è il cosiddetto *deposito temporaneo a breve termine*, corrispondente alla capacità di span, cioè al numero di elementi (parole, numeri ecc. in media 5 o 6) che ciascun soggetto è in grado di registrare e ritenere per alcuni secondi senza doverli organizzare. Ogni altro materiale che ecceda la capacità dello span, indipendentemente che dal fatto che la rievocazione debba avvenire dopo qualche secondo o dopo molti anni, viene successivamente immagazzinato nella MLT. La seconda componente della MBT è la *memoria di lavoro (working memory)*, termine introdotto da Baddeley (Baddeley, 1986, 1990, 1998a) con il quale definisce la capacità di mantenere attive e presenti le informazioni - provenienti dall'ambiente esterno o richiamate dalla MLT - per il tempo necessario a completare, in passaggi successivi operazioni mentali complesse (per esempio, articolare un discorso, risolvere mentalmente compiti aritmetici, organizzare un programma operativo ecc.).



La memoria di lavoro viene considerata una struttura multi-componenziale costituita da due sistemi operativi, uno verbale definito “circuitto articolatorio” e uno visuo-spaziale definito “taccuino per appunti visuo-spaziale”, coordinati da un sistema di supervisione definito “central executive” (sistema esecutivo centrale), che ha il compito di selezionare le strategie più adatte a programmare le sequenze operative più corrette per quel tipo di compito, a seconda delle esigenze contingenti e alle esperienze passate (Baddeley, 1990, 1998b; Andr s, 2003).

Per quanto concerne la MLT, anch’essa pu  essere suddivisa in sottocomponenti. La prima distinzione   tra memoria procedurale (o implicita o non dichiarativa) e memoria dichiarativa (o esplicita) (Squire, 1992). La memoria procedurale   la memoria di abilit  - motorie, percettive, cognitive - acquisite in maniera implicita, la cui rievocazione pu  manifestarsi con un comportamento “semiautomatico” (per esempio guidare un’autovettura). La memoria dichiarativa comprende ricordi che al contrario, vengono rievocati volontariamente. Essa   suddivisa a sua volta in due sottocomponenti, semantica ed episodica (Tulving, 1972, 1983). La memoria semantica   il ricordo delle cosiddette conoscenze “enciclopediche” (linguistiche, storiche, matematiche ecc.). La memoria episodica invece riguarda il ricordo di eventi con la loro precisa connotazione spazio-temporale. A parte,   poi importante ricordare la cosiddetta *memoria prospettica*. Essa non   classificabile come una vera e propria sottocomponente della MLT o della MBT. Provvede alla programmazione di azioni che dovranno essere compiute a distanza di tempo e quindi anche alla rievocazione, nel momento richiesto, dell’ “agenda mentale” precedentemente predisposta. Questa complessa funzione dipende dall’integrit  sia della MLT sia della memoria di lavoro, componenti che risultano frequentemente alterate in seguito a lesioni cerebrali (Carlesimo et al., 2004; Carlesimo et al., 2010b, c) [2].

#### **1.4 Correlati anatomici delle Funzioni Esecutive**

Tradizionalmente la sede anatomico-funzionale delle FE veniva identificata interamente nel lobo frontale, infatti, i disturbi a seguito di danni prefrontali erano classificati come disturbi disesecutivi. Recenti studi di neuro immagine (Galati, Tosoni, ib.), svolti su

soggetti sani attraverso classici test neuropsicologici volti ad indagare le FE, rilevano invece, non solo l'attivazione delle aree prefrontali, ma anche della corteccia parietale posteriore e di vari centri sottocorticali.

In particolare per quanto concerne i lobi frontali, ciascuno di esso viene suddiviso in: zona dorso-laterale, correlata maggiormente a compiti cognitivi complessi (funzioni di programmazione, risoluzione di problemi, esecuzione, supervisione); zona orbitale inferiore, posta in relazione con il comportamento istintivo ed emozionale; zona mediale o cingolata posta prevalentemente in relazione con le funzioni viscerali e ormonali, a loro volta mediante il sistema limbico e autonomico. Le sovraccitate regioni risultano ancora in via di studio a causa della loro eterogeneità anatomica e funzionale e gli studi di neuroimaging che tentano di localizzare l'attività delle funzioni esecutive riportano risultati contraddittori. Una recente meta-analisi [7] ha rilevato che tre dei test sensibili al danno del lobo frontale (Wisconsin Card Sorting Test, Stroop Test e i test di Fluenza verbale) possono presentare delle scarse prestazioni riconducibili anche ad un'alterazione di altre aree corticali. Questo studio supporta l'ipotesi di un coinvolgimento delle regioni anteriori e posteriori non localizzate unicamente nelle regioni frontali.

### **1.5 Componenti delle Funzioni Esecutive**

Tra le funzioni esecutive rientrano:

*-l'inibizione:* ovvero la capacità di focalizzare l'attenzione sui dati rilevanti, ignorando i distruttori e inibendo le risposte motorie ed emotive non adeguate o impulsive rispetto agli stimoli; L'essenza di questa componente è rappresentata dalla cancellazione di una risposta o dal controllo di stimoli interferenti o di risposte in competizione tra loro (Logan, Cowan, 1984) questa capacità consente di effettuare delle scelte consapevoli, al posto di risposte perseverative. Questo controllo inibitorio viene esercitato dalla corteccia prefrontale orbito-mediale attraverso interconnessioni con le strutture corticali e sottocorticali, quali soprattutto il talamo, lo striato e l'ippocampo. Al manifestarsi delle interferenze ambientali o interne (sensitive, visive, motorie), queste, in condizioni normali, vengono "identificate", rapidamente riconosciute "in conflitto" con il compito in esecuzione o con l'obiettivo da raggiungere, e quindi ignorate [2].

-*la flessibilità cognitiva o shifting*, la quale consiste nella capacità di passare da un set di stimoli ad un altro in base alle informazioni provenienti dal contesto;

-*la pianificazione*, l'insieme delle attività cognitive che anticipano e regolano il comportamento e consentono di eseguire una sequenza di azioni finalizzate al raggiungimento di uno scopo preciso;

-*la working memory o memoria di lavoro* esercita il suo ruolo di memoria "attiva" sul recentissimo passato (MBT) sia in compiti motori sia in compiti sensoriali e misti. Anche questa abilità interpreta in modo manifesto il ruolo di regia delle aree prefrontali, in quanto è la sua capacità di mantenere attivamente "in linea" tutte le informazioni necessarie allo svolgimento di un compito, dall'ideazione alla completa realizzazione, che dipende la correttezza del nostro agire e la capacità di esercitare un adeguato autocontrollo (Broadway et al., 2010);

-*il preparatory set*, organizzato in circuiti distinti dalla WM ma con essi funzionalmente dialoganti, consiste in un sistema funzionale attivo sul "futuro a breve termine" e lavora assieme alla WM, per essere insieme preparati a intervenire su ogni evidenza cross-modale, prevista o impreveduta, derivante dalle modalità funzionali coinvolte nell'attività messa in atto (Fuster, 1997).

-*la categorizzazione o fluenza*, definisce la capacità di pensiero divergente, nonché l'abilità di generare soluzioni nuove e diverse rispetto ad un problema [8] [2].

## **1.6 Il ruolo delle Funzioni Esecutive nell'andatura**

Negli ultimi anni, la relazione tra la funzione cognitiva superiore e i disturbi dell'andatura ha ricevuto una considerevole attenzione. Il cammino non è più considerato una mera attività motoria automatizzata che utilizza un input cognitivo minimo.

In particolare, alcuni studi hanno dimostrato l'esistenza di attività frontale e parietale durante la locomozione [9][10], mentre altri autori hanno sostenuto che le funzioni esecutive sono cruciali in situazioni di cammino complesse [1]. Risultati simili sono stati ottenuti da Holtzer et al. [11], i quali hanno dimostrato l'associazione tra la performance in una batteria di test cognitivi e velocità del cammino; i test erano volti a valutare la velocità di processazione, l'attenzione, la memoria, il linguaggio e le

funzioni esecutive. Sia quest'ultime, sia la memoria erano correlate alla velocità del cammino in condizioni dual-task.

In presenza di un compito motorio più sfidante, come ad esempio un percorso a ostacoli, oppure se la normale andatura è già alterata, come in alcuni pazienti neurologici, il supporto delle funzioni esecutive diventa indispensabile [1].

E' il caso di soggetti con esiti di ictus, il cui cammino non è più un'azione automatica, ma torna ad essere un processo "controllato" che richiede un maggior impiego delle risorse cognitive disponibili [12]. E' fondamentale, quindi, considerare l'aspetto cognitivo riguardante le funzioni esecutive nella riabilitazione. Ad esempio un soggetto con un deficit di inibizione faticcherà a concentrarsi sul cammino in ambienti ricchi di distrazioni, tipici della vita di tutti i giorni.

Infine, un ulteriore studio prospettico mostra come i soggetti che camminano tutti i giorni presentano un rischio di sviluppare demenza significativamente ridotto, rispetto a coloro che non lo fanno. Tutti questi risultati possono essere facilmente spiegati se l'andatura sfrutta ed esercita le funzioni esecutive e l'attenzione. È possibile che variazioni nell'andatura prevedano lo sviluppo della demenza in parte perché l'andatura dipende dalle funzioni esecutive e camminare ogni giorno impedisce lo sviluppo di demenza perché fa uso delle funzioni esecutive ("use it or lose it") [1].

## **CAPITOLO II**

### **DUAL-TASK**

#### **2.1 Definizione**

Per dual-Task s'intende l'esecuzione simultanea di due compiti aventi obiettivi indipendenti e distinti, eseguibili anche separatamente.

Può essere un esempio di Dual-Task quello di recitare una poesia (compito cognitivo) mentre si va in bicicletta (compito motorio).

All'interno di un dual-task è prevista la misurazione delle performance dei due compiti quando vengono svolti in maniera distinta e indipendente: l'andatura e il compito cognitivo da solo (mono-task), in posizione seduta, e la misurazione delle performance di ciascuna attività mentre vengono svolte in maniera simultanea (dual-task).

#### **2.2 Cognitive-motor Interference**

Nello svolgimento di una prestazione simultanea di due attività (dual-task) cognitiva e motoria si può verificare un deterioramento della prestazione in uno o entrambe le attività, rispetto alle performance dei compiti singoli (mono-task) considerati individualmente.

Questo fenomeno è chiamato "Interferenza cognitivo-motoria" (CMI) [13].

Alla base del decremento delle prestazioni in condizioni dual-task, vi è una limitatezza delle risorse utilizzate dal cervello per lo svolgimento del compito: le due attività infatti vengono a trovarsi in conflitto fra loro nella richiesta di accesso a risorse limitate; la CMI ne riflette l'esito [14].

Un Compito visuospatiale è solitamente più semplice da combinare con un compito verbale rispetto che con un altro compito visuospatiale.

Similarmente, ci sono prove che, quando due compiti hanno la stessa modalità di input, la loro massima performance comune è minore rispetto a quando le modalità di input differiscono.

Infine, un compito prevalentemente motorio es. battere ad intervallo regolare, può essere combinato in maniera più facile con un compito prevalentemente cognitivo, rispetto ad un altro compito motorio [15].

Inoltre la percentuale di risorse richieste è proporzionale alla difficoltà del compito: una singola attività, per essere elaborata e processata nella maniera corretta, richiederà una parte delle risorse.

Viceversa, nel momento in cui le esigenze di elaborazione delle attività combinate superano la capacità totale, l'esito della prestazione subirà una modifica rispetto a quanto atteso. Questi cambiamenti relativi nelle performance associate all'interno di un dual-task prendono il nome di Dual-task cost (DTC) o dual-task effect (DTE).

### **2.3 Teorie neuropsicologiche dell'interferenza dual-task**

L'aumentato interesse rivolto all'interferenza dual-task ha portato all'indagine dei meccanismi sottostanti le capacità di processamento delle informazioni in condizioni dual-task.

Sebbene non si è ancora giunti con certezza all'individuazione del funzionamento di tale fenomeno, sono tre le teorie neuropsicologiche maggiormente influenti e diffuse: capacity-sharing model, serial bottleneck model, cross-talk theory.

La Bottleneck Model (teoria a collo di bottiglia) propone che se due compiti vengono elaborati dalle stesse reti neurali, si crea un collo di bottiglia nell'elaborazione delle informazioni.

In altre parole, l'elaborazione processa le informazioni in serie, una dopo l'altra, con la possibilità di un ritardo nell'elaborazione della seconda attività qualora l'elaborazione della prima non si fosse conclusa (Pashler, 1984, 1994).

Al contrario, secondo il Capacity Sharing Model è possibile processare più compiti in parallelo, ma la capacità centrale di processamento che se ne occupa è limitata (Tombu and Jolicoeur, 2003) [16].

Questa teoria spiegherebbe il motivo per cui l'esecuzione di due compiti che richiedono attenzione causi il deterioramento di almeno uno dei compiti. Quando il tempo che intercorre tra la presentazione di due o più stimoli è ridotto, il tempo di elaborazione sarà aumentato a causa dei limiti della capacità condivisa.

Inoltre la teoria presuppone che sia possibile allocare volontariamente la capacità su un'attività specifica, oppure è possibile che l'assegnazione possa essere influenzata dalle caratteristiche dei compiti.

Per quanto riguarda invece il cross-talk model, esso suggerisce che, se i due compiti appartengono a domini simili e sfruttano le medesime reti neurali, questi non si disturberanno a vicenda e, al contrario, sarà presente una sorta di facilitazione.

È stato effettuato uno studio fMRI da Frank Tong e colleghi (Dux et al., 2009) in cui la scansione dei partecipanti avveniva per più volte nel corso di un periodo di 2 settimane, durante le quali questi erano addestrati a eseguire due compiti simultaneamente (uno di natura visivo-manuale e l'altro uditivo-vocale). Come ipotizzato, i soggetti hanno mostrato una considerevole riduzione dei costi dovuti al doppio compito (tempi di reazione più veloci senza perdita di precisione) al termine del periodo di addestramento. I ricercatori quindi hanno esaminato i pattern di connettività cerebrale, concentrandosi sulla corteccia frontale inferiore sulla base dei risultati di neuroimaging precedenti che mostravano un'attivazione in questa regione in studi sul cambiamento di compito (task switching). Questa regione ha mostrato una riduzione significativa dell'attività in virtù dell'addestramento, il che è in linea con l'idea che i compiti rimangano sempre segregati. I dati di connettività funzionale, tuttavia, hanno mostrato un pattern diverso. La corteccia frontale inferiore rimaneva fortemente connessa sia alla corteccia uditiva (CU) sia a quella visiva (CV) e con due regioni della corteccia motoria, una associata alle risposte manuali, l'altra alle risposte vocali. Inoltre, in seguito a tale addestramento, il picco della risposta frontale diveniva più precoce ed era di durata minore: questa è la prova che i partecipanti sono diventati sempre più bravi ed efficienti a passare da un compito all'altro. Questo studio suggerisce che non si faccia realmente multitasking, ovvero non si svolgano compiti in parallelo, bensì si alterni rapidamente da un compito all'altro [89].

## **2.4 Correlazioni neuroanatomiche**

Recenti studi [17] hanno confermato l'importanza del ruolo della corteccia prefrontale laterale e dei gangli della base nel processo di selezione della risposta, sia in situazione di mono-task che di dual-task.

In particolare, le modalità di selezione della risposta in un doppio compito possono essere di due tipologie: una selezione parallela o una selezione più seriale delle risposte.

Non è ancora, ad oggi, nota la correlazione funzionale neuroanatomica corrispondente a queste due differenti modalità di processamento ed elaborazione.

Ricerche di Dux et.al, 2006, grazie all'utilizzo della risonanza magnetica, hanno dimostrato che l'effetto PRP (Paradigma del periodo refrattario psicologico) è mediato attraverso aree nel giro frontale superiore e medio e aree della corteccia parietale; per quanto riguarda la dimensione temporale del controllo esecutivo, in cui gli eventi devono essere elaborati per consentire un'organizzazione gerarchica delle azioni, è nota la funzione della corteccia prefrontale laterale.

Leblois e i suoi collaboratori, nel loro studio del 2006 sui modelli alternativi di controllo delle azioni, confermano un reclutamento delle strutture dei gangli basali per i processi di selezione della risposta; questa funzione sembra esser confermata da ulteriori recenti risultati, che suggeriscono che tali strutture entrino in gioco quando i processi di selezione della risposta devono essere eseguiti in modo parallelo.

## **2.5 Prioritizzazione in soggetti sani e con stroke**

Il cammino negli esseri umani è un processo complesso che coinvolge l'integrazione di sistemi di input sensoriali visivi, vestibolari e propriocettivi e combinano questi input con un'appropriata forza muscolare e mobilità articolare per il raggiungimento dell'obiettivo del cammino (Prince, Corriveau, Hébert, & Winter, 1997). Essendo parte dell'invecchiamento, la degenerazione si verifica in almeno uno e comunemente in più di un sistema associato con l'equilibrio ed il cammino (Lord, Lloyd, & Li, 1996; Prince et al., 1997; Riva et al., 2013; Tiedemann, Sherrington, & Lord, 2005). Una delle scoperte più importanti degli studi che esaminano gli effetti dell'invecchiamento sul cammino è che i pazienti anziani camminano più lentamente rispetto ai giovani



(Bohannon, 1997), con una velocità prescelta di 1.0 m/s o meno, la quale è frequentemente citata come un indicatore di potenziali outcome avversi, incluse le cadute (Cesari et al., 2005).

Ci sono forti evidenze che suggeriscono che il cammino degli anziani è maggiormente colpito da compiti cognitivi concomitanti rispetto ai giovani adulti (Al-Yahya et al., 2011 ; Hollman, Kovash, Kubik, & Linbo, 2007 ; Laessoe, Hoeck, Simonsen, & Voigt, 2008) e, mentre gli effetti sono più pronunciati negli anziani fragili, (Agner, Bernet, Brulhart, Radlinger, & Rogan, 2015; Beauchet, Aminian, Gonthier, & Kressing 2005; de Hoon et al., 2003; Plummer-D'Amato, Altmann, & Reilly, 2011), studi che hanno esaminato l'effetto dual-task in anziani sani (coloro che tipicamente camminano con una velocità di 1.0 m/s o più) hanno anche evidenziato cambiamenti significativi nella performance (Al-Yahya et al., 2011; Dubost et al., 2006; Hausdorff et al., 2007; van Iersel, Ribbers, Munneke, Borm, & Rikkert, 2007) [18].

Sono stati esaminati gli effetti dell'attenzione sul carico dell'andatura [19] [20] ed è stato evidenziato che l'esecuzione di compiti cognitivi durante il cammino può aumentare i tempi di reazione del compito cognitivo o ridurre la velocità dell'andatura. Studi più recenti supportano questi risultati, andando ad attestare che sia soggetti giovani che anziani in buona salute, camminano più lentamente quando svolgono simultaneamente un compito cognitivo, senza però citare alterazioni sulla stabilità dell'andatura [21] [22] [23]. Altri invece hanno dimostrato anche la presenza di segni di instabilità sull'andatura, sempre in condizioni di doppio compito: Dubost et al. hanno segnalato un aumento della variabilità dell'andatura durante lo svolgimento di compiti aritmetici semplici. Lindenberger et al. hanno messo in evidenza che i costi del doppio compito tendevano ad aumentare con l'invecchiamento, specialmente durante la percorrenza di un tracciato complesso.

Tutto ciò può essere spiegato introducendo il concetto di prioritizzazione, ovvero la capacità di dar maggiore importanza, e quindi spendere maggiori risorse, per uno dei due compiti.

Questo processo è connesso alla corteccia prefrontale (PFC) e alla corteccia cingolata anteriore (ACC), aree che si sono dimostrate partecipanti durante l'esecuzione di un doppio compito [24].

Ponendo l'attenzione sulla popolazione di pazienti neurologici, è stato dimostrato che essi tendono a utilizzare inopportuna una strategia "posture second", aumentando così il rischio di cadere in condizioni dual-task.

Questo concetto di priorità errata può in parte spiegare perché alcuni soggetti con esiti di ictus sono incapaci di seguire un sentiero rettilineo (Yogev-Seligmann G. et al., 2007).

Ciò potrebbe rappresentare che i gruppi di pazienti studiati (come ad esempio, post-ictus, morbo di Parkinson e morbo di Alzheimer) abbiano carenze nelle funzioni esecutive e nella capacità di dividere l'attenzione [25][26].

Allo stesso tempo, questi pazienti hanno anche un pattern meno automatico [27].

Preso in considerazione ciò, è prevedibile il risultato di una sfida cognitiva che implichi un notevole carico di attenzione: quando le risorse attentive dei pazienti neurologici sono allocate in più di un compito, aumentano le anomalie dell'andatura. Questo si manifesta con una ridotta velocità dell'andatura, passi più corti, un maggiore tempo di supporto doppio e una variabilità maggiore da falcata a falcata [28]. Risultati simili sono stati riportati nei cosiddetti fallers idiopatici, morbo di Alzheimer e situazioni post-ictus. Durante una performance dual-task, l'andatura di questi gruppi di pazienti subisce una combinazione di effetti: i deficit cognitivi e motori stressano le capacità del sistema locomotore di camminare e svolgere un altro compito simultaneamente. E' dunque comprensibile il motivo per il quale le capacità di deambulazione durante un compito doppio, possono essere in grado di "smascherare" i deficit non altrimenti osservabili durante la singola attività e il motivo per cui le prestazioni dual-task possono essere un fattore predittivo particolarmente sensibile del rischio di caduta.

## **CAPITOLO III**

### **Stroke e Dual-task**

#### **3.1. Stroke: generalità**

Prima causa di disabilità e terza causa di morte in Italia, lo stroke (o ictus) è definito come un danno neurologico focale ad insorgenza acuta, i cui sintomi durano più di 24 ore, secondario ad alterazione del flusso ematico cerebrale.

E' possibile distinguerne due tipologie: l'ictus ischemico, che rappresenta circa l'80% della casistica e l'ictus emorragico.

Nel primo caso, il quadro è caratterizzato da un'interruzione del flusso sanguigno a livello cerebrale per occlusione di un vaso, a causa di una placca aterosclerotica o di un embolo proveniente da altri distretti del corpo.

L'ictus emorragico, invece, può essere distinto in: intracerebrale, con sanguinamento all'interno dell'encefalo; subaracnoideo, nel quale il sangue si espande nello spazio subaracnoideo, per rottura di un'arteria o, meno frequentemente, una vena.

Diretta conseguenza dell'evento acuto è il mancato apporto di ossigeno e glucosio al cervello, dunque necrosi di tessuto cerebrale con conseguente danno funzionale correlato all'area danneggiata.

L'ictus costituisce la prima causa di disabilità negli anziani: il 35% dei pazienti residua, infatti, di una disabilità grave con impatto sulla funzionalità e l'autonomia nelle attività di vita quotidiana [29][30].

Nella cura dell'ictus la fase riabilitativa risulta quindi fondamentale e riguarda più dei due terzi dei pazienti. La riabilitazione viene classicamente concentrata in un periodo di tempo relativamente breve subito dopo la fase di acuzie, solitamente entro i primi 3-4 mesi. D'altro canto l'ictus può essere considerato una patologia cronica, nella quale più del 30% dei pazienti a 4 anni dall'evento acuto residua restrizioni persistenti della partecipazione (in termini di deficit delle autonomie e dell'inserimento sociale) e come tale richiede un trattamento riabilitativo prolungato [29].

### 3.2. Sintomatologia clinica

Vi è una stretta correlazione tra il vaso sanguigno coinvolto, le aree da esso irrorate e la sintomatologia. L'ictus può causare sintomi motori, cognitivi e sensoriali. Tra i primi, si possono riscontrare debolezza o impaccio di un arto o di un intero emilato, che prende il nome di emiparesi, ma anche alterazioni del tono muscolare, del controllo posturale e una diminuzione della destrezza dell'arto superiore. A 6 mesi, il 50% circa dei pazienti è emiparetico e il 30% non è in grado di deambulare autonomamente. A tal proposito, uno studio ha dimostrato che il grado di paresi, come anche la depressione, è la variabile che più contribuisce alla riduzione della qualità della vita a lungo termine [31]. Di comune riscontro sono anche i deficit cognitivi, presenti nel 46% dei casi a 6 mesi dall'evento acuto. Tra questi si presentano con maggiore frequenza: disturbi di linguaggio come l'afasia, ovvero la difficoltà nel comprendere o esprimere il linguaggio parlato; della percezione, esplorazione e rappresentazione dello spazio personale, peripersonale ed extra-personale (eminegligenza spaziale unilaterale); delle capacità gnosiche, delle capacità di percezione visiva e di coordinazione oculomanuale (sindrome di Balint); deficit delle funzioni esecutive e di memoria. Di fatto, da uno studio è emerso che una percentuale di pazienti che va dal 23% al 55% sperimentava disfunzione della memoria a 3 mesi dopo l'ictus, scendendo ad un intervallo compreso tra 11% e 31% ad 1 anno post-stroke [32]. Molto spesso, anche in assenza di disturbi di movimento, la presenza di sintomatologia cognitiva può impedire una vita autonoma, sia per lo svolgimento delle ADL sia per le complesse attività sociali e di relazione. Di recente sono stati condotti ulteriori studi sulla funzione cognitiva attraverso la caratterizzazione più precisa dei deficit correlati all'ictus (ad esempio Hochstenbach, Mulder, Van Limbeek, Donders e Schoonderwaldt, 1998; Kauhanen et al. 1999; Rao, Jackson e Howard, 1999). Questa tipologia di ricerca è risultata utile, poiché vi è la crescente evidenza della correlazione tra funzione cognitiva ed esiti dello stroke. In ambito riabilitativo meritano altrettanta attenzione i disturbi somatosensoriali, poiché determinano l'alterata percezione di una parte del corpo o di un intero emilato, con ripercussioni importanti sul controllo motorio e l'equilibrio. Dal momento in cui i deficit cognitivi si verificano in più della metà dei sopravvissuti all'ictus [33] e sono determinanti importanti sull'outcome globale [34], è di fondamentale importanza una

valutazione cognitiva in fase precoce e durante la fase di stabilizzazione, poiché l'influenza dei deficit neuropsicologici interferiscono con la capacità di recupero funzionale [35].

### **3.3. Deficit attentivo post-stroke**

I deficit dell'attenzione sono uno dei danni più osservati dopo l'ictus. L'esatta frequenza di deficit attentivi secondari ad incidenti cerebrovascolari è ancora materia di dibattito. In fase acuta si stima un range compreso tra il 46% ed il 92% (Stapleton 2001). Alla dimissione dall'ospedale, le stime suggeriscono una prevalenza compresa tra il 24% e il 51% (Hyndman, 2008). Anche la velocità di processamento delle informazioni può essere compromessa, e le stime variano tra il 50% e il 70% (Hochstenbach, 1998; Rasquin, 2004). I deficit di attenzione possono scomparire nel corso del tempo in alcuni pazienti (Hochstenbach, 2003), ma in un numero compreso tra il 20% e il 50% di sopravvissuti allo stroke i deficit persistono per anni (Barker-Collo, 2010; Hyndman, 2003). Le compromissioni dell'attenzione si manifestano in un'ampia varietà di deficit, come una diminuita concentrazione, distraibilità, ridotto controllo dell'errore, difficoltà nel compiere più di un compito alla volta, lentezza e faticabilità mentale. Partecipando come mediatore di numerosi altri processi cognitivi, i deficit dell'attenzione possono compromettere anche altre funzioni cognitive, come linguaggio e memoria (Lezak, 2004) [36]. Le dimensioni dell'intensità e della selettività sono quelle maggiormente colpite da deficit di tipo attentivo nei pazienti con lesioni cerebrali. Nel primo caso, nonostante una buona performance iniziale del compito, nelle fasi successive dello svolgimento dello stesso, si assiste ad un decadimento nelle capacità attentive con affaticamento e distraibilità, lentezza e la percezione di una maggiore fatica mentale, dovuta allo sforzo per ultimare il compito (Attenzione sostenuta). Nel secondo caso invece, si riscontrano deficit nel selezionare lo stimolo target e nell'ignorare lo stimolo interferente (Attenzione selettiva), nello spostare l'attenzione su elementi differenti (Attenzione alternata). È dunque evidente come una compromissione delle capacità attentive, si rifletta in una compromissione funzionale e in un aumentato rischio di caduta [37]. È stata infatti evidenziata un'associazione fra le lesioni al sistema attentivo e alterazioni dell'equilibrio, che comportano dunque un danno funzionale [38] relativo

alla vita quotidiana (Stroke Impact Scale) e che si riversa poi anche in esiti di natura sociale [39].

### 3.4. Interferenza Cognitivo-motoria nello stroke

Rispetto agli individui sani, nei quali una performance dual-task solitamente subisce un minimo decremento dovuto al fenomeno dell'interferenza cognitivo-motoria, i pazienti post-stroke manifestano un'interferenza più pronunciata, causata da una compromissione di tipo attentivo [40]. È stata evidenziata un'associazione tra una scarsa mobilità in compiti dual-task e rischio di cadute dopo l'ictus [41]. Inoltre, le cadute potrebbero non essere solamente il risultato di deficit d'equilibrio isolati, ma potrebbero esser dovuti all'incapacità di allocare l'attenzione in maniera efficace in contesti dual-task [40] [42] [43]. Questo suggerisce che un danno alle strutture cerebrali deputate al sistema motorio, possono rendere inutilizzabili i pattern appresi per il controllo motorio, determinando così la necessità di stabilire nuovi pattern. Le azioni precedentemente automatiche ed iperapprese dunque potrebbero richiedere una maggior quantità di risorse cognitive [44] e necessitare di un processo di "controllo". In uno studio di revisione, Plummer e colleghi hanno cercato di comprendere il funzionamento dell'interferenza cognitivo-motoria in pazienti con ictus [40]. I pattern più frequenti durante il cammino sembrano essere di due tipi: *cognitive-related motor interference*, in cui la performance cognitiva rimane stabile a discapito di quella motoria e *mutual interference*, nella quale si verifica un deterioramento sia cognitivo, che motorio rispetto al single-task. Per quanto riguarda l'interferenza relativa all'equilibrio e al controllo posturale durante lo svolgimento di un compito cognitivo, i pattern tipici sembrano essere tre: *cognitive facilitation*, con un miglioramento della performance motoria e cognitiva stabile; *mutual interference* oppure *cognitive-related motor interference*. È proprio l'alta frequenza di quest'ultimo pattern durante il cammino che fa pensare che le persone con ictus diano priorità al compito cognitivo a spese di quello motorio. Un'altra ipotesi è che il rallentamento motorio durante il compito dual-task sia una strategia utile per preservare la stabilità e la sicurezza, la priorità dunque sarebbe data al controllo posturale. Fino ad ora non è ancora chiaro il personale meccanismo di allocazione delle risorse, sebbene si pensi dipenda dal contesto, dalle caratteristiche

personali e dalla difficoltà dei compiti. I soggetti sani tendono a privilegiare un comportamento che minimizza il pericolo e massimizza il beneficio; nell’ottica del cammino, questa strategia, definita “posture first”, può essere vista come una prioritizzazione spontanea dell’andatura, rispetto ad un compito secondario come quello cognitivo, utile per aumentare la stabilità e il rischio di caduta [45]. Questo non avviene però nei pazienti neurologici che invece mettono in atto quella che viene detta “posture second”.

Sembra esser dunque questa errata prioritizzazione a spiegare perché alcuni soggetti con esiti di ictus siano incapaci di seguire un sentiero rettilineo [1].

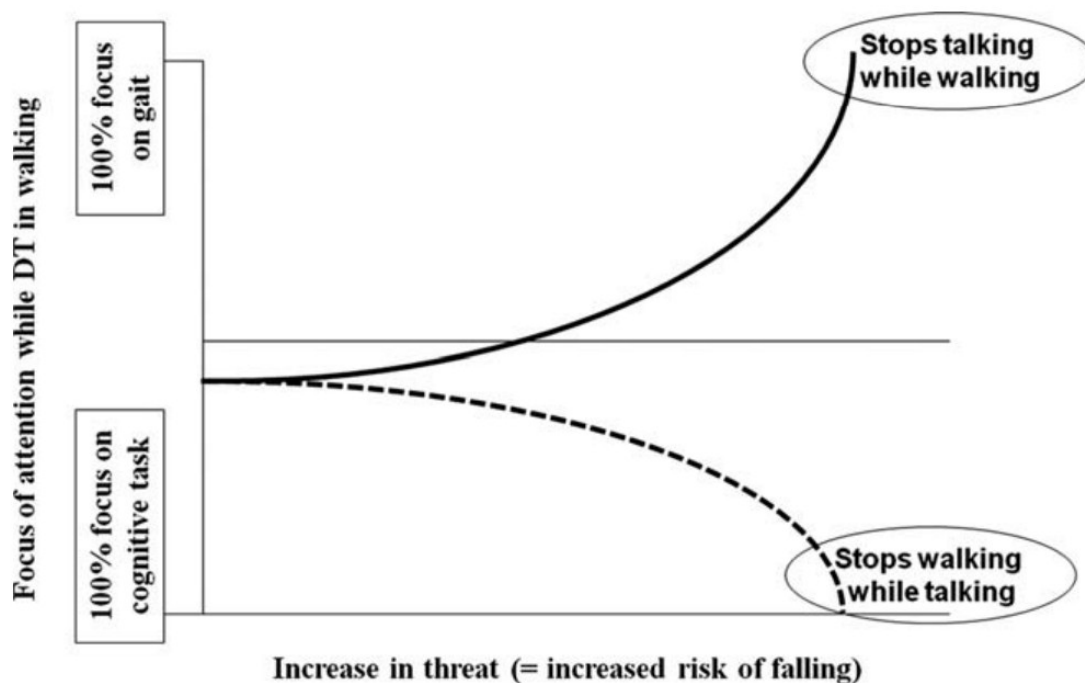


Figura 1.

Il grafico sopra riportato sintetizza i possibili scenari che possono verificarsi quando un soggetto deve allocare le risorse fra due compiti (in questo caso uno cognitivo e uno motorio). La *figura 1* mostra due opposte condizioni, in base alla prioritizzazione del compito, che possono essere definite: “Stops Talking while Walking” e “Stops Walking while Talking”. In riferimento alla seconda condizione, ovvero quando un soggetto cessa di camminare poiché intento a parlare, essa si verifica frequentemente nella popolazione anziana e in quella con un disturbo neurologico. La riduzione fisiologica dell’efficienza delle FE tipica della prima categoria di soggetti e la compromissione

delle FE nella seconda fa sì che gli individui con una bassa riserva posturale spostino tutte le riserve attentive sul compito motorio piuttosto che su quello cognitivo, poiché concentrarsi sul compito cognitivo, potrebbe esporre l'individuo a un rischio di caduta [45]. È difatti emerso che il “Stop Walking while Talking” sarebbe uno dei migliori predittori per le cadute, in particolare per tutti quei soggetti con deficit cognitivi [46]. In uno studio di Lundin-Olsson e colleghi è stato visto che gli adulti anziani che non erano in grado di camminare e parlare simultaneamente, in seguito hanno sperimentato una caduta; al contrario, i soggetti che erano in grado di farlo, erano molto meno inclini a future cadute [1].

Altro importante aspetto da sottolineare è il grado di automaticità del compito svolto: infatti, più il compito è automatico, meno risorse attentive saranno necessarie per eseguirlo. Nelle fasi più acute dell'ictus, durante le quali il recupero dell'automaticità del cammino non è completo, la compromissione motoria aumenta le richieste attentive durante la deambulazione, mentre, col trascorrere del tempo, potrebbe divenire più automatico. Si è visto che a  $39 \pm 19$  (media  $\pm$  DS) mesi dallo stroke, i pazienti dispongono dello stesso livello di automaticità del cammino dei soggetti sani di pari età, sebbene i partecipanti con ictus possedevano un controllo motorio compromesso delle estremità inferiori [47].

### **3.5. Dual-task training in pazienti con esiti di ictus cerebrale**

Le complesse compromissioni che colpiscono i pazienti in seguito ad ictus sono molteplici e coinvolgono le funzioni cognitive, motorie e sensoriali. Nonostante questa eterogeneità di menomazioni, i tradizionali training tendono a focalizzarsi sui singoli aspetti, tralasciando l'importanza di un coinvolgimento dei differenti aspetti relativi alle funzioni colpite dall'ictus. Il training dual-task, essendo un trattamento più ad ampio raggio, può aiutare il paziente ad adattarsi agli ambienti del mondo reale e soddisfare le richieste della vita quotidiana. Essendo ridotte la capacità nello svolgere un doppio compito e la capacità di adattamento agli ambienti, incrementare l'abilità di deambulazione in situazioni dual-task è un obiettivo importante per far in modo di migliorare la qualità dei pazienti, in particolare per i soggetti con ictus cronico e deambulazione limitata. A favore di ciò vi sono crescenti evidenze riguardanti le



correlazioni tra compromissioni cognitive e rischio di cadute e tra instabilità ed esecuzione di due o più attività simultaneamente in pazienti con malattie neurologiche. Ciò suggerisce l'esigenza di allenare anche il controllo motorio, sia nelle normali condizioni di single-task che di dual-task [48].

Il funzionamento di un training dual-task può essere spiegato da tre differenti ipotesi: la prima è che i pazienti sarebbero in grado di imparare ad integrare i due compiti in maniera più efficiente; la seconda è che il training in dual-task porterebbe ad una minore richiesta di risorse cognitive da parte del compito primario, a causa della maggiore automatizzazione dello stesso; l'ultima ipotesi è che il training potrebbe incrementare la velocità di processamento delle informazioni. In uno studio di Ruthruff e colleghi è stato dimostrato che sono proprio l'automatizzazione e una minor durata del bottleneck i maggiori effetti di un trattamento dual-task [49]. Il trattamento a doppio compito potrebbe avere un'efficacia maggiore nel migliorare le prestazioni dual-task rispetto ad un trattamento focalizzato sulla singola attività. Subramaniam e Lee [50] hanno trovato significativi miglioramenti nella capacità di equilibrio e nell'interferenza cognitivo-motoria in condizioni dual-task e a seguito di un trattamento congiunto di equilibrio combinato a compiti cognitivi. Un ulteriore studio di An e colleghi ha dimostrato miglioramenti importanti sia nel test del cammino di 10 metri, sia nel test del cammino di 6 minuti in seguito ad un training di 8 settimane di tapis roulant combinato con allenamento cognitivo [51]. A questi studi si uniscono quelli di Plummer e collaboratori, che hanno dimostrato miglioramenti nella velocità di cammino a doppio compito a seguito dell'allenamento dell'andatura combinata al compito cognitivo [52]. Ulteriori studi hanno dimostrato l'importanza del ruolo che gioca il training dual-task sul controllo posturale capace di migliorare la velocità di cammino e delle abilità di equilibrio tra gli anziani [53] [54] [55]. È proprio in questa popolazione che Cadore e colleghi hanno riscontrato un notevole miglioramento delle prestazioni del doppio compito cognitivo-motorio dopo la partecipazione ad un programma di esercizi multicomponentiale comprendente esercizi di rafforzamento muscolare, equilibrio e allenamento dell'andatura in soggetti istituzionalizzati e fragili [56]. Gli autori suggeriscono che queste tipologie di allenamento possono essere facilmente implementati come parte del trattamento riabilitativo nei soggetti con ictus. Questi

training costituiscono quindi una maniera efficace per il ritorno ad attività sociali e comunitarie più complesse.

## CAPITOLO IV

### Caratteri e misure dell'interferenza Dual-Task

#### 4.1. Pattern d'interferenza

Plummer e colleghi [40] hanno identificato nove differenti tipologie di esito della prestazione, che cambia in seguito all'interferenza a doppio compito (o dual task effect):

*1. Assenza d'interferenza - No dual-task interference*

Si verifica quando entrambe le attività non presentano variazioni rispetto alle loro rispettive prestazioni in single-task;

*2. Interferenza motoria correlata al compito cognitivo - Cognitive-related motor interference*

In questo quadro si assiste ad un deterioramento della performance motoria, ma non di quella cognitiva che rimane stabile;

*3. Interferenza cognitiva correlata al compito motorio - Motor-related cognitive interference*

Questa è una situazione diametralmente opposta alla precedente nella quale, l'allocazione primaria delle capacità è direzionata verso il compito motorio;

*4. Facilitazione motoria - Motor facilitation*

Eventualità che prevede una stabilizzazione delle performance cognitive, con un miglioramento di quelle motorie;

*5. Facilitazione cognitiva - Cognitive facilitation*

Questo scenario prevede una stabilizzazione delle performance motorie, con un simultaneo miglioramento delle prestazioni cognitive;

*6. Scambio con priorità cognitiva - Cognitive priority trade-off*

La prestazione cognitiva migliora a scapito di quella motoria, la quale peggiora. Ciò avviene a causa di uno scambio delle risorse attentive: il miglioramento della performance cognitiva implica un costo nel compito motorio;

*7. Scambio con priorità motoria - Motor-priority trade-off*

La prestazione motoria migliora a scapito di quella cognitiva, che peggiora;

*8. Facilitazione reciproca - Mutual facilitation*

Situazione in cui si verifica un miglioramento dell'esecuzione di entrambe le attività. Questo pattern è tipico nei compiti abitualmente svolti in dual-task;

*9. Interferenza reciproca - Mutual interference.*

Peggioramento delle prestazioni a carico di entrambi i compiti. Eventualità che può verificarsi a causa di una ineguatezza delle risorse attentive, poiché non viene garantito il soddisfacimento della richiesta attenzionale con conseguente deterioramento di ambo i compiti. Il decremento subito non è lo stesso per entrambi i compiti.

#### **4.2. Il modello di prioritizzazione**

Durante la deambulazione, la strategia di dare priorità alla postura è coerente con l'idea di "ridurre al minimo il pericolo e massimizzare il piacere" [57]. Nei soggetti sani infatti, la priorità è data spontaneamente all'andatura piuttosto che al compito cognitivo, definito dunque *secondario*. Ciò trova riscontro dal punto di vista ecologico, poiché minimizza la perdita di equilibrio e va invece a massimizzare l'evitamento di pericoli. Uno studio di Bloem e colleghi [58] ha riferito come giovani, adulti ed anziani sani diano priorità alla stabilità dell'andatura durante l'esecuzione simultanea del cammino e di un compito cognitivo. Un'ulteriore ipotesi su ciò che guida la prioritizzazione postula che "i compiti di valore immediato più elevato avranno priorità rispetto ai compiti meno critici" [59]. I fattori coinvolti nelle strategie inconsce di prioritizzazione proposti da Galit Yogev-Seligmann sarebbero di tipo motorio, cognitivo e individuale. Una

componente importante nella determinazione della priorità nelle attività svolte durante il cammino viene definita “riserva posturale”. Essa definisce la capacità dell’individuo di rispondere nella maniera più efficace ad una minaccia posturale. Per esempio, se ci si trova di fronte ad una sfida destabilizzante, si utilizza la riserva posturale per contrastare la minaccia ed evitare una caduta. È per questo motivo che è di fondamentale importanza l’integrità dei sistemi di feedback sensoriale, quali: tono, forza muscolo-scheletrica e flessibilità. A consentire ulteriormente il controllo posturale, oltre all’integrazione motoria sensoriale, anche meccanismi adattivi, anticipatori e altre funzioni di controllo corticale di livello superiore [60]. È proprio il deterioramento o l’alterazione di questi stati, durante le fasi di invecchiamento o malattia, che possono causare alterazioni dell’equilibrio e delle risposte posturali [61] con conseguente diminuzione della riserva posturale; rispetto ai giovani adulti, questi individui dovranno quindi prestare molta più attenzione alla postura e alla stabilità per far fronte alla stessa minaccia posturale. Lo stato cognitivo del soggetto gioca un ruolo fondamentale e in particolare l’autocoscienza, definita come consapevolezza psicologica e fisica verso sé e verso l’ambiente [62]. L’utilizzo errato di strategie di controllo posturale potrebbero infatti dipendere da una cattiva valutazione e impulsività, aspetti facenti parte delle funzioni esecutive [63]. Sembra che anche lo stato emotivo del paziente possa influenzare la strategia di prioritizzazione: in particolare uno studio ha riportato che sia i giovani che gli adulti in buono stato di salute, dedicano maggior attenzione all’andatura a scapito del compito cognitivo mentre camminano su una via elevata e stretta, suggerendo che l’allocazione dell’attenzione in situazioni dual-task dipendano anche dallo stato ansioso dei soggetti [64]. Ulteriori fattori quali istruzione, genere e abilità individuali possono entrare a far parte nella definizione delle priorità di differenti tipi di compiti cognitivi [65]. In conclusione, una riserva posturale intatta consente un’allocazione delle risorse nello svolgimento di un compito cognitivo simultaneo, anche in presenza di un’elevata minaccia posturale. Al contrario, soggetti con una bassa riserva posturale, anche se cognitivamente intatti (ad esempio i pazienti vestibolari), probabilmente dovranno concentrarsi in maniera considerevole nei compiti posturali, anche in condizione di bassa minaccia posturale.

### **4.3. Fattori che influiscono sul Dual-task**

Tener conto dei fattori che si ripercuotono sulla performance dual-task è di fondamentale importanza nella valutazione e nella strutturazione di un training dual-task. Essi possono essere suddivisi in due tipologie: fattori estrinseci e fattori intrinseci. Fanno parte della prima categoria ad esempio la difficoltà del compito, motorio o cognitivo richiesto [66]; la presenza di eventuali distrazioni ambientali, che potrebbero catturare l'attenzione del soggetto; la difficoltà delle attività [67]; la maniera in cui vengono date le istruzioni (facilitando per esempio il soggetto sul compito da prioritizzare) e, per quanto riguarda la misurazione, il tempo di reazione e la tipologia di ambiente scelto (all'aperto o al chiuso). Tra i fattori intrinseci invece risultano influire nella performance a doppio compito la menomazione motoria: si è dimostrato che la compromissione motoria degli arti inferiori dopo l'ictus è correlata con l'estensione del costo dual-task sull'andatura [68]; la velocità usuale di andatura, in particolare un individuo con una limitata velocità usuale di cammino subisce un costo maggiore; la riserva cognitiva: il livello di istruzione sembra compensare gli effetti del dual-task nel compito cognitivo ed infine la sede lesionale.

Dunque nella pratica clinica occorre necessariamente utilizzare la stessa combinazione dual-task, sia prima che dopo la valutazione, dare istruzioni chiare, adeguate e testare più di una combinazione, così da permettere al soggetto di bilanciare nella maniera più consona le risorse attentive. Una conoscenza più approfondita dei fattori influenti sulla definizione delle priorità in compiti dual-task può rivelarsi preziosa per eventuali implicazioni cliniche e per ulteriori ricerche.

### **4.4. Misurazione dell'interferenza Dual-Task**

Per interpretare e stimare accuratamente l'interferenza cognitivo-motoria è essenziale misurare le prestazioni di entrambi i compiti, prima in single-task, poi in dual-task. Questa metodologia permette di comprendere in che maniera avviene l'allocazione delle risorse e l'interazione tra i due compiti. È dunque necessario tenere in considerazione entrambi i compiti, poiché se ad esempio si prendesse la misura della riduzione del dual-task cost sul solo compito motorio, si potrebbe ipotizzare un miglioramento della

performance globale, quando invece vi è stato un decremento cognitivo. Non è perciò possibile delineare un incremento reciproco del dual-task, piuttosto sarebbe più corretto supporre che il soggetto abbia utilizzato una diversa strategia di allocazione delle risorse. La completezza della valutazione, dunque è fondamentale per non portare ad errori e conseguentemente ad informazioni apparenti, che potrebbero inficiare la stessa efficacia ed efficienza del trattamento. Tenendo dunque a mente queste considerazioni ed i fattori elencati nei precedenti paragrafi, si potrà impostare una corretta valutazione dell'interferenza cognitivo-motoria, necessaria per l'adeguatezza riabilitativa del training dual-task. La modalità per calcolare gli effetti dell'interferenza prendendo in considerazione l'interazione tra i due compiti è stata presentata in un articolo di Prudence Plummer e Gail Eskes [17]. Il calcolo del DTE (Dual-task effect) per ciascuno dei due compiti è necessario per definire e misurare l'interferenza. La tradizionale formula per valutare il DTE di un particolare outcome è data dal rapporto percentuale tra la differenza fra le prestazioni di velocità in doppio compito e compito singolo, e la velocità rilevata durante il compito singolo:

$$DTE(\%) = \frac{(\text{dual task gait speed} - \text{single task gait speed})}{\text{single task gait speed}} \times 100\%$$

Per le variabili nelle quali più alti valori indicano peggiori performance (anziché migliori), si inserisce un segno negativo prima della formula:

$$DTE(\%) = \frac{-(\text{dual task gait speed} - \text{single task gait speed})}{\text{single task gait speed}} \times 100\%$$

Per convenzione dunque, valori negativi di DTE indicano un peggioramento della performance nel dual-task rispetto ad un precedente single-task. Si ricorda dunque, in fase di valutazione, che per misurare l'interferenza dual-task è necessario comprendere i DTE di entrambi i compiti (sia cognitivo, che motorio); questo è utile per evitare situazioni di ambiguità. Ad esempio un declino della velocità cammino in dual-task potrebbe occorrere in diverse situazioni:

- potrebbe essere secondario ad un declino reciproco del compito cognitivo (andando così a delineare una situazione di *mutual interference*);

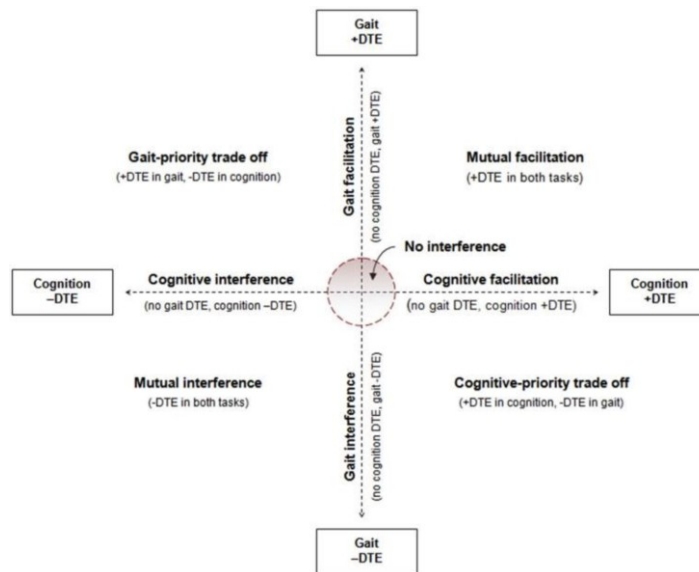
- potrebbe non essere correlato ad alcun cambiamento nel compito cognitivo rispetto alla performance single-task;
- oppure potrebbe esserci un miglioramento nel compito cognitivo relativo al single-task.

È evidente che il solo calcolo del DTE riguardante il cammino, ignorando quello cognitivo, non avrebbe reso possibile una differenziazione tra questi tre scenari, utili per facilitare l'interpretazione dell'interferenza dual-task e i diversi livelli di gravità. Si rende per questo necessario, per la valutazione della performance dual-task relativa ad un progetto di riabilitazione, ottenere i valori dei DTE motori e cognitivi, senza i quali non è possibile effettuare una corretta interpretazione dei fenomeni sottostanti l'interferenza cognitivo-motoria e individuare gli effetti del trattamento.

#### **4.5. Misurazione degli effetti del trattamento Dual-Task**

L'analisi precedentemente fatta dei nove pattern descritti da Prudence Plummer e Gail Eskes [40] è stata approfondita dagli stessi autori in un ulteriore studio [69] nel quale si sono focalizzati sulla costruzione di un modello grafico per valutare i cambiamenti dell'interferenza cognitivo-motoria nel tempo, facilitando così la valutazione e la misurazione dei pattern d'interferenza. Essi possono essere rappresentati tracciando un sistema di riferimento cartesiano (x,y), i cui assi rappresentano rispettivamente il DTE cognitivo ed il DTE motorio. L'area centrale individua l'assenza d'interferenza; i confini di questa regione dovrebbero essere determinati dai valori di minima differenza importante per il DTE. Gli assi e i quadranti vanno a raffigurare i nove differenti pattern analizzati al paragrafo 4.1.





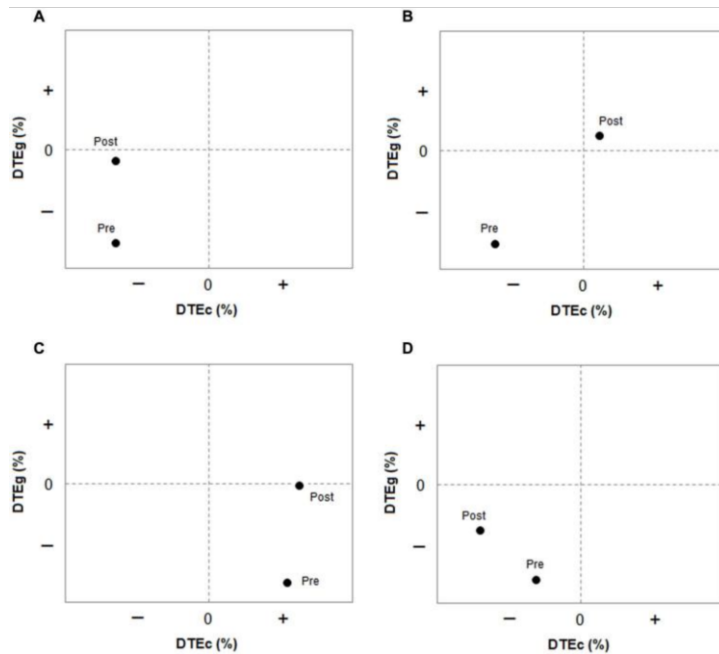
**Figura 2.** Grafico dei possibili pattern d'interferenza Dual-Task.

Da questo grafico si evince che un individuo può manifestare ogni possibile pattern d'interferenza dual-task. Per quanto riguarda soggetti con stroke, i prevalenti sono però:

- *mutual interference*;
- interferenza del cammino senza interferenza cognitiva (*gait interference*);
- interferenza del cammino con un reciproco beneficio cognitivo (*cognitive-priority trade-off*).

Grazie a questo modello si possono ottenere dati utili per determinare cambiamenti nel pattern d'interferenza nel tempo, così come il DTE di entrambi i compiti eseguiti individualmente. Assumendo per esempio che l'obiettivo del training riabilitativo sia ridurre l'interferenza dual-task cognitiva, un miglioramento della stessa viene rappresentato dallo spostamento verso la zona centrale del grafico: il cambiamento, per essere considerato come un miglioramento, deve implicare una riduzione nell'interferenza cognitiva in assenza di un contemporaneo aumento dell'interferenza motoria, la quale indica un peggioramento. Se al contrario, si assiste ad un peggioramento dell'interferenza motoria, ciò significa che la riduzione nell'interferenza cognitiva è dovuta ad una nuova strategia di allocazione delle risorse, e non ad un miglioramento della performance cognitiva

in dual-task. Si riportano in Figura 3 alcuni grafici che mostrano l'interazione tra due compiti e i modelli d'interferenza a doppio compito prima e dopo l'intervento riabilitativo.



**Figura 3.** Grafici esplicativi i differenti modelli di interferenza a doppio compito, prima e dopo l'intervento riabilitativo.

La sigla DTE si riferisce all'effetto Dual-task. DTEg= effetto dual-task sulla misura dell'andatura; DTEc=effetto dual-task sulla misura cognitiva. (A) Pre= interferenza reciproca, Post=interferenza dell'andatura migliorata (nessun cambiamento nell'interferenza cognitiva); (B) Pre= interferenza reciproca, Post=interferenza dell'andatura migliorata (con interferenza cognitiva migliorata); (C) Pre= interferenza dell'andatura con compromissione della priorità cognitiva, Post= interferenza dell'andatura migliorata (nessun cambiamento DTE cognitivo); (D) Pre= interferenza reciproca, Post= interferenza dell'andatura migliorata a costo dell'interferenza cognitiva (peggiorata), quindi nessun miglioramento, ma cambiamento nella strategia per le prestazioni a doppio compito.

Prendendo ad esempio il grafico (D), nonostante post trattamento si verifichi una riduzione del DTE motorio, il costo dual-task relativo al cognitivo ha subito un

incremento. In questo caso si assiste ad una persistenza dell'interferenza mutuale, ma con l'attuazione di una nuova strategia di allocazione delle capacità e di prioritizzazione tra i due compiti. In questo caso sarebbe opportuno valutare le ragioni di una prioritizzazione differente dell'attenzione. Tale metodo di valutazione proposto sopra, fornisce importanti informazioni, non rilevabili attraverso un approccio tradizionale, tuttavia non è comunque sufficiente da solo: dovrebbero essere considerate le misure assolute delle performance in dual-task (velocità del cammino in single-task e in dual-task) insieme alle relative misure della performance in dual-task. La struttura ed il metodo descritti in precedenza risultano essere di grande utilità per una miglior comprensione della performance dual-task ed una valutazione del cambiamento nel tempo della stessa.

## **CAPITOLO V**

### **Descrizione dello studio**

#### **5.1. Partecipanti**

Lo studio è stato condotto presso la Struttura Organizzativa Dipartimentale della Clinica di Neuroriabilitazione di Ancona all'interno dell'Azienda Ospedaliera Universitaria Ospedali Riuniti, per un periodo complessivo di 3 anni (2017-2020). In particolare nell'anno 2017-2018 la sperimentazione è durata 9 mesi; nel 2018-2019 per un periodo di 8 mesi ed infine durante il 2020 per un periodo complessivo di 4 mesi. Trattandosi di un training a doppio compito cognitivo-motorio, vi è stata la collaborazione tra i corsi di Laurea di Logopedia e Fisioterapia. Inizialmente è stata approfondita la letteratura in merito; sulla base dei precedenti studi [70][71][72][73] svoltisi gli anni precedenti è stato poi rielaborato un protocollo di valutazione e riabilitazione che ha coinvolto 2 partecipanti (1 maschio ed 1 femmina); per quanto riguarda l'anno 2017-2018 i pazienti coinvolti sono stati 6 (5 maschi ed 1 femmina), mentre per l'anno 2018-2019 sono stati 4 (tutti maschi). Il numero totale di partecipanti allo studio è stato di 12 pazienti (10 maschi e 2 femmine). Lo scopo è stato quello di indagare il funzionamento dell'interferenza cognitivo-motoria in soggetti con esiti di ictus cerebrale, per poi elaborare un training in dual-task. In questo capitolo si descrive lo svolgimento della valutazione cognitiva e motoria in soggetti con ictus cerebrale e l'andamento dei pattern d'interferenza osservati. Tutti i soggetti avevano già svolto un percorso riabilitativo tradizionale e hanno aderito volontariamente allo studio. L'età dei soggetti era compresa tra i 40 ed i 78 anni con media di 61.8 anni e deviazione standard di  $\pm 10.98$ . Il livello di scolarità andava dai 5 ai 17 anni con una media di 10.4 anni e deviazione standard di  $\pm 3.61$ .

Elenchiamo qui quelli che sono stati i nostri criteri di inclusione per quanto riguarda la selezione dei partecipanti:

- Gli individui dovevano presentare una valutazione della scala Holden pari o superiore a 3;
- Un punteggio del test Mini Mental State Examination (MMSE) pari o superiore a 18;

E i criteri di esclusione:

- Presenza di una disartria o un'afasia severa;
- Presenza di problemi ortopedici vincolanti;
- Presenza di disordini neurologici pregressi.

Nella tabella sottostante (Tab.1) si mostrano le caratteristiche dei pazienti per età, sesso, scolarità, tipo e sede della lesione, distanza temporale dall'ictus ed anno del training.

	<b>ET</b>	<b>Sesso</b>	<b>Scolarità</b>	<b>Ictus</b>	<b>Tempo dall'ictus</b>	<b>Anno del training</b>
	<b>A'</b>					
<b>D.R.</b>	72	M	17	Ictus ischemico capsulo-lenticolare e cortico-sottocorticale destro	1 anno	2017-2018
<b>M.F.</b>	61	M	11	Ictus ischemico emisferico cortico-sottocorticale destro	1 anno e 5 mesi	2017-2018
<b>G.R.</b>	68	M	9	Ictus emorragico capsulo-lenticolare destro	6 anni e 2 mesi	2017-2018
<b>B.T.</b>	65	F	8	Ictus ischemico destro	3 mesi	2017-2018
<b>D.S.</b>	53	M	11	Ictus ischemico destro	1 anno e 6 mesi	2017-2018
<b>P.S.</b>	66	M	13	Ictus emorragico capsulo-talamico sinistro	1 anno	2017-2018
<b>M.C.</b>	54	M	5	Ictus ischemico lacunare sinistro	5 mesi	2018-2019
<b>A.V.</b>	78	M	16	Ictus ischemico destro	2 mesi	2018-2019
<b>S.G.</b>	78	M	8	Ictus ischemico sinistro	6 mesi	2018-2019
<b>S.M.</b>	54	M	8	Ictus emorragico capsulo-nucleare destro	3 mesi	2018-2019

	ET A'	Sesso	Scolarità	Ictus	Tempo dall'ictus	Anno del training
F.E.A.	52	F	13	Ictus emorragico temporo-occipitale destro	9 mesi	2020
H.A.	40	M	6	Ictus Ischemico emisferico da occlusione del tratto M1-M2 dell'arteria cerebrale media destra	3 mesi	2020

*TAB. 1 Partecipanti allo studio*

## 5.2. Valutazione cognitiva

La valutazione cognitiva, così come quella motoria è stata effettuata tre volte: prima del trattamento (T0), a fine trattamento (T1) e a distanza di 2 mesi (follow-up). Per la valutazione neuropsicologica si è fatto uso di test e batterie atti ad indagare i domini di attenzione, funzioni esecutive e memoria.

Viene in seguito riportata una tabella riassuntiva dei test utilizzati ed i corrispettivi domini da essi esaminati:

Test utilizzati	Test utilizzati
<b>Funzionamento cognitivo</b>	Oxford Cognitive Screen (OCS)
<b>Attenzione</b>	Paced Auditory Serial Addition Test (Ciaramelli et al.,2006) Test delle Matrici Attentive (Spinnler, Tognoni, 1987) Trail Making Test (TMT) (Giovagnoli et al., 1996)
<b>Memoria</b>	15 Parole di Rey (Caltagirone et al., 1995)

Test utilizzati	Test utilizzati
<b>Working memory</b>	Test dei Cubi di Corsi (Monaco et al., 2013) Digit Span Forward (Monaco et al., 2013) Digit Span Backward (Monaco et al., 2013)
<b>Funzioni esecutive</b>	Stroop Color Word Interference Test (Barbarotto et al., 1998) Wisconsin Card Sorting Test (WSCT) (Heaton R.K. et al., 2000) Torre di Londra (ToL DX) (Culbertson, Zillmer et al. 2000) Frontal Assessment Battery (FAB) (Apollonio et al., 2005) Test di Fluenza fonemica (AFS) (Carlesimo et al., 1996)

**TAB 2.** Tabella riassuntiva dei test eseguiti e dei relativi domini indagati.

La *Oxford Cognitive Screen (OCS)* [74] valuta i seguenti domini cognitivi: memoria, linguaggio, cognizione numerica, funzioni esecutive e attenzione. È stata progettata come strumento di screening nei pazienti con ictus per una più rapida valutazione del funzionamento cognitivo del soggetto e per una valutazione più sensibile dei domini cognitivi compromessi. I tempi di somministrazione sono veloci, può essere proposta al letto del paziente e consente la valutazione di soggetti afasici grazie alla possibilità di presentare gli item sia visivamente che verbalmente; si offre la possibilità di selezionare la risposta corretta tra scelte multiple. Viene ridotta la necessità di una scansione visiva ponendo centralmente gli elementi della batteria. A differenza di altri strumenti di screening, risulta maggiormente sensibile per identificare i comuni disturbi neuropsicologici in pazienti con ictus come per esempio l'eminattenzione, l'aprassia e i problemi di lettura, scrittura e cognizione numerica.

*Paced Auditory Serial Addition Test o P.A.S.A.T.* (Ciaramelli et al., 2006) [75]. Si tratta di un test di valutazione dell'attenzione uditivo-verbale che coinvolge anche l'attenzione selettiva e sostenuta. Consiste nella presentazione orale di numeri ad un

ritmo che va da 1,8 a 4 secondi a seconda del protocollo, in particolare ciascuno di essi è composto da 60 item con difficoltà progressiva, in quanto da un intervallo di 4000 ms si passa poi a 3000ms, 2600ms, 2200ms e 1800ms. Il compito di addizioni seriali viene utilizzato per la valutazione attentiva, della working memory e della velocità di processamento delle informazioni. Dal punto di vista delle proprietà psicometriche, il test presenta un'alta consistenza interna, un'eccellente tenuta al test-retest ed una buona validità ecologica.

Il *Test delle 15 Parole di Rey (Rey Auditory Verbal Learning Test - RAVLT)* (Caltagirone et al., 1995) [76] è utilizzato per valutare l'apprendimento e la memoria a lungo termine di nuove informazioni di tipo verbale. Questo test è suddiviso in due differenti parti: la rievocazione immediata (RI) e la rievocazione differita (RD). La prima parte consiste nella presentazione verbale, da parte dell'esaminatore, di una lista di 15 parole concrete, ad alta o bassa frequenza d'uso, non correlate nel significato. Una volta letta la lista, con una velocità di una parola al secondo, si chiede al paziente di ripetere il maggior numero possibile di parole appena udite in qualsiasi ordine. Questa stessa procedura viene ripetuta, con la stessa lista di parole, per 5 volte consecutive, registrando, di volta in volta, elementi quantitativi e qualitativi (come ad esempio errori di tipo fonologico o semantico). Dopo un intervallo di 15 minuti al paziente viene chiesto di ricordare (senza riproporre la lista) il maggior numero possibile di parole facenti parte della lista. La correzione tiene conto della scolarità e dell'età e prevede il calcolo di 2 punteggi: uno riferito alla parte di RI, pari alla somma delle rievocazioni delle prime 5 serie iniziali; l'altro riferito alla RD e pari alle parole ricordate dopo 15 minuti. Il test può essere somministrato a persone con età compresa tra i 20 e gli 80 anni con livello di scolarità tra i 5 e i 17 anni. Per le valutazioni a T0, T1 e Follow-up sono state utilizzate 3 versioni differenti di liste di parole, così da evitare l'effetto apprendimento alle valutazioni successive.

Il *Test delle Matrici Attentive* (Splinner e Tognoni, 1987) [77] è utilizzato per la valutazione dell'attenzione selettiva visiva. In esso vengono presentate tre matrici, ciascuna costituita da 13 righe di 10 numeri che vanno da 0 a 9, disposti in una sequenza casuale. Il compito del soggetto consiste nel barrare tutti i numeri uguali a



quelli stampati in cima alla matrice (“5” nella I, “2-6” nella II e “1-4-9-“ nella III). Viene presentata per prima la matrice I, poi la II ed infine la III. Il tempo massimo per ogni matrice è di 45 secondi, ma è permesso al soggetto di terminare il compito nel caso richiedesse un tempo maggiore. Il tempo impiegato dal soggetto per completare ciascuna prova deve essere indicato in fondo al foglio della matrice stessa se esso è minore di 45 secondi. Vengono poi calcolati: il numero di risposte corrette (0-60 complessivamente nelle 3 matrici); il numero di falsi allarmi (0-270 complessivamente nelle 3 matrici); le omissioni (0-60).

Il *Trail Making Test o TMT-A TMT-B* (Giovagnoli et al., 1996) [78] valuta la capacità di pianificazione spaziale in un compito visuo-motorio. È un test particolarmente sensibile alla rilevazione del danno cerebrale. È composto da due parti, denominate A e B. Nella prima parte il soggetto deve unire in sequenza i numeri dall’1 al 25 nel minor tempo possibile. L’esaminatore deve correggere immediatamente in caso di errore (in tal caso il punteggio subirà un decremento segnato dall’aumentare del tempo impiegato per terminare la prova). Lo svolgimento della della parte A richiede adeguate capacità di velocità motoria, elaborazione visiva, riconoscimento di numeri, conoscenza e riproduzione di sequenze numeriche. La parte B è invece un test di valutazione dell’attenzione divisa visuo-spaziale, infatti, una volta consegnato al soggetto un foglio dove sono rappresentati lettere e numeri disposti in ordine casuale, gli viene richiesto di unire in ordine progressivo ed alternato, numeri e lettere ( ovvero 1-A-2-B-3-C ecc.). I numeri vanno dall’1 al 13, mentre le lettere dalla A alla N. Questa parte richiede flessibilità cognitiva e capacità di switching nella norma per essere completata. Il punteggio è basato sul tempo impiegato per completare il test; nello specifico vengono registrati tre punteggi differenti: il tempo impiegato nella parte A, quello della parte B e la differenza tra la parte B e A. Il punteggio grezzo necessita di una correzione in base all’età e alla scolarità.

*Digit Span Test* (Monaco et al., 2013) [79]: il Digit Span viene utilizzato in Neuropsicologia come unità di misura della memoria, è composto da due differenti test. Il primo è il Digit Forward, ovvero la memorizzazione di cifre in avanti; il secondo è il Digit Backward, consiste nella memorizzazione di cifre a rovescio ed è utilizzato per

indagare la working memory. L'esaminatore legge una sequenza numerica con un ritmo di un numero al secondo, una volta che il soggetto l'ha ripetuta correttamente, l'esaminatore passa alla sequenza successiva, composta da un numero in più rispetto alla precedente. Il numero di cifre relativo alla serie più lunga ripetuta correttamente costituisce il punteggio del test che rappresenta lo span numerico di quel soggetto.

Il *Test dei Cubi di Corsi* (Monaco et al. 2013) [79] misura lo "span" di memoria visuo-spaziale, ovvero la quantità di informazioni visuospatiali che un individuo è capace di ritenere nella sua memoria a breve termine. Lo stimolo è costituito da una tavoletta di legno di 32 x 25 centimetri sulla quale sono incollati 9 cubetti di 45 millimetri di lato, disposti in maniera asimmetrica. I cubetti sono numerati sulla faccia rivolta verso l'esaminatore, permettendo a quest'ultimo, posto di fronte al soggetto, di toccare con l'indice i cubetti in una sequenza standard di lunghezza crescente (da 2 a 10 cubetti). Il ritmo è di un cubetto ogni 2 secondi, ritornando, alla fine di ogni toccata, con l'indice sul tavolo. Il numero di cubetti relativo alla serie più lunga ripetuta correttamente costituisce il punteggio del test che rappresenta lo span di memoria spaziale di quel soggetto.

Lo *Stroop Color Word Interference Test* (Barbarotto et al., 1998) [80] è un test che ha il compito di valutare l'attenzione visiva e l'abilità di inibire l'interferenza di stimoli distraenti. È suddiviso in tre subtest: leggere una lista di nomi di colori, denominare i colori ed infine denominare il colore dell'inchiostro con il quale sono scritti i colori inibendo la lettura delle parole. Essendo la lettura una componente fortemente automatizzata, con questo tipo di prova è molto facile incorrere in interferenze, poiché il meccanismo che sottende a questo tipo di esercizio, prevede che venga inibita la risposta automatica e venga selezionata una risposta alternativa, la quale implica un carico attentivo maggiore. Questo test è basato su un effetto descritto da John Ridley Stroop nel 1935. Il test, nelle sue varianti, appare utile all'individuazione di lesioni cerebrali, di psicosi e di malattie psicosomatiche; inoltre valuta la capacità del soggetto di inibire risposte impulsive e inappropriate.

Il *Wisconsin Card Sorting Test* o *WCST* (Heaton R.K. et al. 2000) [81] è uno strumento neuropsicologico che valuta le abilità di ragionamento astratto e di cambiamento delle strategie cognitive al mutare delle circostanze ambientali in soggetti tra i 6 e i 70 anni. Il WCST consiste di 4 carte-stimolo e 128 carte-risposta (2 mazzi da 64 carte), su cui sono rappresentate figure variabili per:

- numero (da 1 a 4 per carta);
- forma (cerchi, triangoli, croci o stelle);
- colore (rosso, blu, giallo e verde).

Uno alla volta vengono presentati 128 cartoncini con figure analoghe a tre dei modelli per qualcuno dei caratteri. Il soggetto deve porre ogni cartoncino sotto al modello secondo la regola non comunicata; dopo ogni scelta, l'esaminatore lo informa se l'assegnazione è stata corretta o errata. Vengono dapprima dichiarate giuste le assegnazioni effettuate per la categoria colore e, dopo 10 risposte corrette consecutive, quelle eseguite per la categoria forma ed infine quelle per la categoria numero; il soggetto non viene mai avvertito del cambio del criterio. L'esame termina al raggiungimento dell'identificazione di 6 categorie o all'esaurimento dei 128 cartoncini. Vengono calcolate il numero di categorie identificate dal soggetto, gli errori commessi e gli errori perseverativi.

Il *Test della Torre di Londra - TOL (Tower of London)* (Culbertson, Zillmer et al., 2000) [82] valuta le abilità di decisione strategica e di problem-solving; è utilizzato uno strumento costituito da una tavoletta di legno, sulla quale sono posizionati tre pioli di diversa lunghezza e nei quali sono infilate tre biglie di colori differenti che il soggetto deve spostare in un certo numero di mosse allo scopo di ottenere la configurazione indicata dall'esaminatore. Questo test valuta aspetti fondamentali del funzionamento cognitivo quali pianificazione, monitoraggio, decisione strategica, realizzazione di piani secondo obiettivi e quindi la funzionalità del Sistema Attentivo Supervisore (SAS); questi aspetti risultano utili non solo nella vita quotidiana, ma anche in una serie di apprendimenti complessi.

La *Frontal Assessment Battery (FAB)* (Apollonio et al., 2015) [83] è una batteria di screening breve costituita da 6 sub-test per sondare alcune abilità controllate dai lobi

frontali: classificazione, flessibilità mentale, programmazione motoria, sensibilità all'interferenza, controllo inibitorio e autonomia ambientale. Le prove sono le seguenti:

- 1 - Analogie (Concettualizzazione), per valutare la categorizzazione semantica;
- 2 - Fluenza lessicale per categoria fonetica, per valutare la flessibilità cognitiva;
- 3 - "Test di Luria" il soggetto deve riprodurre sequenze motorie con la mano preferenziale, per valutare la prassia e la programmazione motoria;
- 4 - Sequenze motorie invertite (istruzioni conflittuali), in cui il soggetto deve eseguire al contrario gesti svolti dall'esaminatore, per valutare la sensibilità all'interferenza;
- 5 - Go-No Go in cui il soggetto deve a volte imitare i gesti presentati dall'esaminatore, altre volte inibire il programma di imitazione, valuta il controllo inibitorio;
- 6 - Inibizione del comportamento di prensione, al fine di valutare l'autonomia ambientale.

Il *Test di Fluenza Verbale (AFS)* (Carlesimo et al., 1996) [76] permette una rapida ed efficiente valutazione della capacità di evocazione di parole. Questa prova di fluenza utilizza stimoli fonologici (F, A, S) rappresentanti anche le categorie fonemiche. Utile a valutare il miglioramento della fluenza nell'afasia, in quanto il numero di parole prodotte aumenta con il regredire del disturbo lessicale, viene proposta come prova per la valutazione di condizioni lievi o di media gravità.

Questo test inoltre fornisce informazioni sulla capacità della persona di generare una strategia di ricerca appropriata.

### **5.3. Valutazione motoria**

Ai pazienti sono state somministrate delle scale di valutazione motorie sia prima, sia dopo il trattamento, nonché al follow-up a 2 mesi. Esse sono: 6 Minutes Walking Test (6MWT), 10 Meters Walking Test (10MWT), Mini Balance Evaluation System Test (Mini BEST), Timed Up and Go Test (TUG), 9-Hole Peg Test (9HPT) e Box and Block Test (BBT). Il 6

Minutes Walking Test è una prova del cammino che dura 6 minuti: il soggetto deve percorrere la maggior distanza in questo arco di tempo, può rallentare o fermarsi quando ne ha bisogno, ma deve riprendere a camminare il prima possibile. Viene effettuato lungo un percorso di 30 mt e l'operatore ha il compito di annotare il totale dei metri percorsi dal paziente. Il 6MWT è un test sub-massimale utilizzato per valutare la resistenza del cammino e la capacità aerobica; mentre il 10 Meters Walking Test valuta la velocità del cammino. In particolare quando si somministra il 10 MWT si chiede al soggetto di camminare lungo un percorso di 10 mt, mentre l'operatore cronometra il tempo, in secondi, necessario a portare a termine il compito. E' possibile valutare sia la camminata a velocità confortevole, sia a velocità sostenuta. In questo studio, ai pazienti è stato chiesto di camminare il più velocemente possibile, inoltre sono stati annotati i semipassi compiuti. Il Mini BEST, invece, è una forma abbreviata del BESTest sviluppata nel 2010, e studia il cammino e l'equilibrio. Consta di 4 sottoscale (contro le 6 del BESTest), che sono: controllo posturale anticipatorio, controllo posturale reattivo, orientamento sensoriale, cammino. Il test è composto da 14 item, il cui punteggio varia da 0 a 2, per un totale di 28 punti. Analizziamo ora il Timed Up and Go Test, il quale costituisce uno strumento utile a misurare il livello di mobilità di una persona e la sua gestione dell'equilibrio. All'inizio della prova il soggetto si trova seduto su una sedia con la schiena appoggiata, dopodiché gli viene chiesto di alzarsi, percorrere 3 metri, girarsi, tornare alla sedia e sedersi. Il punteggio è costituito dal tempo impiegato per completare l'attività del test in secondi. La somministrazione del TUG è altamente raccomandata nel caso di pazienti con esiti di ictus, poichè ha un'eccellente test-retest reliability (attendibilità) e un'eccellente validità, come emerge dagli studi di Flansbjer et al. (2005).

Dobbiamo precisare che nel nostro studio il TUG è stato eseguito su 5 metri anziché 3. Infine sono state proposte due scale di valutazione per l'arto superiore, in particolare il 9-Hole Peg Test riguarda la destrezza manuale fine, invece il Box and Block Test va a testare la destrezza manuale grossolana. Durante la somministrazione del 9HPT il paziente è seduto a un tavolo con un contenitore che contiene 9 pioli e un blocco di legno o plastica con 9 fori vuoti. Al paziente viene chiesto di prendere i pioli, uno per volta e con una presa a pinza, e inserirli nei fori vuoti; successivamente dovrà rimuoverli il più rapidamente possibile uno alla volta, reinserendoli nel contenitore.

Viene registrato il tempo totale per completare l'attività, indice della velocità di esecuzione dell'esercizio. Nel Box and Block Test il paziente si trova seduto davanti a una scatola rettangolare divisa in due compartimenti da un separatore; dove uno dei due compartimenti contiene cubi o blocchi di legno da 2,5 cm. Egli viene istruito a spostare, uno alla volta, il numero massimo di cubi da un compartimento all'altro, in un intervallo di tempo di 60 secondi. L'operatore conta il numero di blocchi spostati, tenendo a mente che più blocchi trasportati contemporaneamente valgono come un singolo punto e che, affinché il punto sia valido, la mano del paziente non deve mai toccare la partizione [84].

#### **5.4. Valutazione della Partecipazione**

Come precedentemente annunciato, in ambito riabilitativo è fondamentale tener conto degli aspetti partecipativi legati alla vita quotidiana, così da direzionare le proposte riabilitative verso trattamenti i più ecologici possibile. Ciò che viene appreso durante la riabilitazione, dunque, dovrebbe riflettersi nella routine affinché si possa affermare che il training sia stato realmente impattante ed efficace per l'individuo.

E' stata adottata la scelta di somministrare la scala ABC (*Activities-specific Balance Confidence*), che valuta la sicurezza percepita dal soggetto nel mantenere l'equilibrio in varie situazioni di vita quotidiana. Nello specifico viene chiesto al paziente di quantificare questa sensazione di sicurezza in una scala che va da 0 a 100, dove il massimo della sicurezza coincide con il valore 100. E' composta da 16 item come ad esempio camminare in casa, salire e scendere le scale, piegarsi per afferrare un oggetto dal pavimento etc. (cfr. Allegato "ABC" pagina 131).

In aggiunta alla scala ABC, abbiamo ritenuto opportuno somministrare un questionario di valutazione che andasse a indagare più nello specifico gli aspetti partecipativi della vita quotidiana: il *Functional Status Questionnaire*. Quest'ultimo è suddiviso in 5 sezioni, quali: funzioni fisiche, funzioni psicologiche, funzioni sociali, attività sociali e qualità delle interazioni sociali. Si tratta di un questionario autosomministrabile, al

quale il soggetto deve saper indicare se ha avuto difficoltà nello svolgimento delle azioni indicate e, in caso affermativo, specificarne il grado.

Un' ulteriore valutazione ha riguardato la motivazione al trattamento, in particolare si sono indagate le ragioni che le persone potessero avere per portare avanti la riabilitazione. A tale scopo si è utilizzato il *Motivational Index (Short Form)* contenente 7 differenti motivazioni che hanno spinto il soggetto a prender parte alla riabilitazione. Il terapeuta chiede alla persona quanto si trova in accordo o in disaccordo con esse.

E' stato inoltre elaborato un breve questionario sull'effetto generale percepito post-trattamento, nel quale venivano poste delle domande riguardo tre aspetti cruciali per il soggetto, andando a valutare la presenza o meno di un miglioramento. Gli aspetti ritenuti importanti dall' individuo, sono stati scelti sulla base di un colloquio con lo stesso, così da rendere il questionario il più personalizzato possibile rispecchiando gli obiettivi personali di ciascun partecipante.

### **5.5. Valutazione della performance: TUGx5 Dual-task e calcolo dell'Indice**

Per ciascun paziente, in aggiunta alle misure di outcome cognitive e motorie, è stata proposta una prova a doppio compito in grado di fornire informazioni sull'abilità di esecuzione di una performance dual-task; essa è stata valutata a T0, T1 e al follow-up, al fine di rilevare la variazione dell'interferenza cognitivo-motoria nel tempo. La prova consisteva nell'esecuzione del Time Up and Go test (TUG) ripetuto 5 volte; lo stop veniva dato dallo studente fisioterapista una volta terminati i 5 giri, registrando il tempo che il soggetto aveva impiegato. In seguito, utilizzando questo stesso tempo, veniva proposto il compito cognitivo del Digit Span Backward: ovvero il soggetto doveva ripetere al contrario una serie di 4 cifre, dettate dallo studente logopedista, il quale annotava il numero di risposte corrette. Per ultimo le due prove venivano combinate, registrando il nuovo tempo necessario alla persona per completare il TUGx5

simultaneamente alla prova cognitiva. Le istruzioni fornite al soggetto per la prova erano le seguenti:

- alzarsi dalla sedia dopo aver sentito pronunciare il primo numero;
- percorrere i 5 metri, girare e tornare indietro sedendosi ogni volta per 5 giri totali;
- rispondere all'operatore subito dopo aver sentito pronunciare ciascun span di 4 cifre;
- fermarsi allo stop dell'operatore.

Al termine del test si valutavano quelle che erano le variazioni in termini di tempo impiegato per percorrere il tragitto e l'incremento o il decremento di risposte corrette e le risposte totali.

Si procedeva poi con il calcolo dell'indice, ottenuto con la seguente formula:

$$i = \frac{n^{\circ} \text{risposte cognitive corrette } DT}{\text{tempo}(s) \text{impiegato } DT}$$

Esso consiste nel rapporto tra numero delle risposte corrette del compito cognitivo eseguito in dual-task e il tempo (in secondi) impiegato per completare il TUGx5 durante il doppio compito. La variazione dell'indice nel tempo è stata utilizzata per valutare l'andamento della prestazione dual-task: in particolare l'aumento dello stesso indica un miglioramento, al contrario, una sua diminuzione segnala un peggioramento. Con tutti e 3 i valori dell'indice (a T0, a T1 e al follow-up) è stata costruita una rappresentazione grafica utile per presentare in maniera più immediata quelli che erano gli andamenti di ciascun soggetto. Questa misurazione presenta però dei limiti che non possono essere trascurati. In primo luogo non è una misura standardizzata; in secondo luogo non tiene conto delle risposte cognitive totali e questo può già fornirci un'informazione incompleta: un individuo infatti può mantenere lo stesso numero di risposte corrette tra la prestazione in single task e dual task, ma il numero totale può essere variabile. Per fornire un esempio pratico vi è una sostanziale differenza tra rispondere correttamente a 5 risposte su 12 o a 5 risposte su 5, nel primo caso l'individuo infatti ha quasi un 60% di errore mentre nel secondo caso gli errori sono nulli ma se si considera semplicemente il valore assoluto delle risposte corrette questo è identico. Un altro fattore di cui bisogna tenere conto sono le variazioni che si rilevano nel tempo impiegato: un individuo può avere una prestazione quasi ottimale all'inizio del training per la componente cognitiva



che a T1 può diventare mediocre ma questo è dovuto al fatto che il tempo di esecuzione tra le due valutazioni può essersi ridotto. Per semplificare il concetto ipotizziamo che un individuo all'inizio del training mostri 7 risposte corrette ( su 13 per esempio) mentre a T1 solamente 5 corrette ( su 5); in questa eventualità bisogna tenere a mente che il tempo motorio possa essere diminuito in maniera tale che il tempo a disposizione per la lettura di altre sequenze non fosse possibile. Dunque, la diminuzione del tempo risulterà in un denominatore di valore inferiore (vedere formula), perciò l'indice complessivo potrebbe considerarsi valido poiché risponde ad un bilanciamento tra numeratore e denominatore. Per i motivi sovraesposti si considera necessaria una più corretta standardizzazione del parametro, ciononostante l'indice rimane l'unico strumento a nostra disposizione per rilevare nella maniera più oggettiva e quantificabile possibile le variazioni delle prestazioni a doppio compito.

## **5.6. Descrizione del training Dual-task**

Il trattamento ha implicato l'esecuzione di un doppio compito cognitivo-motorio per un periodo di 3 settimane per un totale di 15 sedute a frequenza giornaliera della durata di un'ora. Ogni attività proposta è stata eseguita in un primo momento in una condizione di single-task, per essere poi abbinata in un doppio compito. Come spiegato nei capitoli precedenti, per indagare l'interferenza cognitivo-motoria si eseguiva il calcolo del DTE (Dual Task Effect), secondo la formula che segue:

$$DTE (\%) = \frac{(performance\ dual\ task - performace\ single\ task)}{performance\ single\ task} \times 100$$

In particolare, per quanto riguarda la deambulazione e i trasferimenti posturali si registrava il tempo di esecuzione e eventuali errori nei percorsi, mentre per l'equilibrio si faceva una descrizione qualitativa della performance. Per la parte cognitiva, invece, ogni esercizio in single-task veniva valutato in posizione seduta e si registrava la percentuale di errori. Gli esercizi sono stati tarati per difficoltà crescente, ipotizzando quella che poteva essere una combinazione idonea così da stressare in modo consono entrambi gli ambiti, motorio e cognitivo. Nel momento in cui la prestazione dual-task poteva essere ritenuta sovrapponibile a quella in single-task, veniva effettuata una

modifica dell'esercizio o motorio o cognitivo. Per sovrapposibilità s'intende il raggiungimento di tempi simili in ST e DT del compito motorio e di un pari livello di accuratezza tra ST e DT nel compito cognitivo. Nello specifico, per orientarci nella proposta degli esercizi, è stata considerata la percentuale di errore calcolabile nella seguente maniera:

$$\text{Percentuale Errore (\%)} = \frac{\text{numero di errori}}{\text{numero di stimoli}} \times 100$$

Un valore maggiore del 40% indica un carico troppo complesso, mentre una percentuale inferiore al 15% segnala una semplicità eccessiva dei compiti. Ogni combinazione che risultava essere adeguata come percentuale di errore è stata ripetuta nell'arco delle 3 settimane così da rilevare eventuali miglioramenti. L'aumento della difficoltà avveniva in maniera graduale: si procedeva cambiando un solo compito alla volta, motorio o cognitivo, mantenendo l'altro fisso che poteva poi essere cambiato in un secondo momento. I modi per rendere un esercizio più sfidante sono molteplici, ad esempio, per la parte motoria si possono introdurre cambi di direzione, ridurre la base di appoggio per stressare l'equilibrio; per la parte cognitiva diminuendo la latenza temporale tra uno stimolo ed il successivo oppure introducendo cambi (spelling da diretto a inverso, da +1 a -1 ecc.). Per eliminare influenze ambientali legate alla somministrazione dell'esercizio, ai soggetti non è stato chiesto di prestare attenzione ad uno solo tra i due compiti, bensì ad entrambi in egual misura. In questo modo l'interferenza non è stata influenzata da specifiche istruzioni, lasciando così libero il soggetto di prioritizzare in maniera spontanea.

## 5.7. Esercizi cognitivi proposti

Il training è stato strutturato in maniera tale da focalizzarsi sui processi attentivi e di working memory, prendendo spunto dagli studi effettuati gli anni precedenti [70] [71] [72] [73]. I principali esercizi sono stati basati sul modello APT (Attention Process Training) [85]: consiste in un protocollo riabilitativo ideato da Sohlberg e Mateer (1986). Gli esercizi sono stati calibrati con lo scopo di ridurre i deficit attentivi dopo lo stroke [86], centrandosi in particolar modo sul trattamento modulare delle sottocomponenti attentive: Attenzione sostenuta; Attenzione alternata; Attenzione selettiva; Attenzione divisa. Nello specifico sono stati proposti diversi esercizi di attenzione sostenuta, chiedendo al soggetto di ascoltare una serie di stimoli come numeri o lettere (presentati ad intervalli regolari) e di segnalare gli stimoli target. Altri esempi sono stati la detenzione di numeri, lettere, parole, serie (giorni della settimana, mesi dell'anno) crescenti e decrescenti, tutti, presentati in maniera acustica. L'efficacia dell' APT è stata dimostrata non solo nel dominio dell'attenzione, ma anche in altre aree cognitive come la memoria [87], motivo per cui, nel protocollo valutativo del training (anno 2020) si è deciso di inserire il Test delle 15 parole di Rey atto a valutare eventuali benefici del training sul dominio della memoria. L'allenamento dell'attenzione è stato anche correlato all'incremento della performance nella vita quotidiana e al ritorno al lavoro [88]. Un'altra tipologia di esercizi è stata quella basata sul compito P.A.S.A.T-like: mentre alla somministrazione del test valutativo il soggetto deve sommare coppie di numeri, sommando ogni numero al precedente, nello svolgimento del training ad alcuni soggetti è stato richiesto anche di effettuare la moltiplicazione e, quando possibile, sono stati introdotti esercizi con la presenza di cambi (o shifting), dove la somma e la moltiplicazione sono state richieste in maniera alternata. La difficoltà di questi esercizi è stata dosata attraverso la modifica della velocità di presentazione degli stimoli e sulla base della presenza o assenza di cambi. Un altro esercizio proposto è stato quello basato sull' Alpha Span: esso implica l'attivazione dell'updating e la manipolazione di informazioni. Consiste nell'ascolto da parte del soggetto di una lista di parole, con una lunghezza che va da 3 a 6 item, che dovrà memorizzare e poi ripetere in ordine alfabetico. Esercizi aggiuntivi sono stati quelli di "mirror speaking", che comprendono ad esempio lo spelling inverso: al soggetto è richiesto di mantenere a

mente la parola e di eseguire operazioni di updating, poiché in seguito avrebbe dovuto risalire alla pronuncia al contrario. La difficoltà aumenta all'aumentare della lunghezza della parola o richiedendo di alternare spelling diretto e inverso. Al recente training (anno 2020) è stato aggiunto anche il Clock Task, ovvero un esercizio basato sull'attivazione di varie funzioni neuropsicologiche quali: percezione uditiva, memoria uditiva, capacità di astrazione, funzioni visuo-spaziali, capacità di programmazione e funzioni esecutive. Consiste nella lettura da parte dell'esaminatore di una serie di orari differenti (esclusi 00.00, 00.30, 12.00, 12.30, 06.00, 06.30, 18.00, 18.30) che il soggetto deve rappresentare nella propria mente sottoforma di orologio, e rispondere "sì" se le lancette (delle ore e dei minuti) si trovano sulla stessa metà (destra o sinistra) dell'orologio, oppure "no" se si trovano su metà opposte: ad esempio, se l'esaminatore pronuncerà l'orario 15.10, il soggetto dovrà rispondere "sì"; se l'esaminatore pronuncerà l'orario 17.45, il soggetto dovrà rispondere "no".

Nella seguente tabella si riportano gli esercizi proposti durante i training (anni 2017-2020):

Compito	Tipologia di esercizio
<b>APT-lik</b>	Ascolto 1 numero Ascolto 2 numeri Ascolto numeri consecutivi con cambio Ascolto numeri ascendenti Ascolto numeri discendenti Ascolto numeri ascendenti e discendenti con cambio Ascolto giorni della settimana ascendenti Ascolto giorni della settimana discendenti Ascolto mesi dell'anno ascendenti Ascolto mesi dell'anno discendenti Sommare 1 al numero precedente Sommare 2 al numero precedente Sommare 3 al numero precedente Sottrarre 1 al numero precedente Sottrarre 2 al numero precedente
<b>P.A.S.A.T-like</b>	4000ms numeri 0-3 in assenza di shifting 4000ms numeri 0-3 con shifting 3000ms numeri 0-3 in assenza di shifting 3000ms numeri 0-3 con shifting 3000ms numeri 0-9 in assenza di shifting 3000ms numeri 0-9 con shifting 2000ms numeri 0-9 in assenza di shifting 2000ms numeri 0-9 con shifting Month task
<b>Clock Task</b>	30 stimoli

<b>Compito</b>	<b>Tipologia di esercizio</b>
<b>Spelling diretto o inverso di parole</b>	3 lettere 4 lettere 5 lettere 6 lettere
<b>Spelling diretto o inverso di non parole</b>	3 lettere 4 lettere 5 lettere 6 lettere
<b>Lettura inversa di parole</b>	Parole a 4 lettere Parole a 5 lettere Parole a 6 lettere
<b>Alpha Span</b>	Lista di 3 parole Lista di 4 parole Lista di 5 parole Lista di 6 parole
<b>Riordino di numeri o lettere</b>	4 stimoli 5 stimoli 6 stimoli

**TAB. 4.** Esercizi cognitivi proposti durante i training.

## **5.8. Esercizi motori proposti**

Per quanto concerne il trattamento motorio ci si è concentrati su tre aspetti: il cammino, l'equilibrio e le variazioni posturali. La proposta degli esercizi è stata adattata al singolo paziente, mirata ad affrontare le maggiori problematiche del soggetto, considerando le esigenze di vita quotidiana. Per tutte le prove, la durata, in termini di tempo e di metri da percorrere, e la difficoltà sono state calibrate sulla base delle abilità del paziente.

Per quanto riguarda il cammino, si sono registrati i tempi impiegati dal soggetto; mentre per gli esercizi sull'equilibrio e la coordinazione e i passaggi posturali gli esercizi sono stati descritti anche da un punto di vista qualitativo, segnalando eventuali errori.

Quest'anno, a differenza degli anni scorsi, non sono stati proposti gli esercizi di equilibrio sul pallone Bobath.

Esercizi proposti:

- Cammino in avanti per tragitti variabili (30, 60 metri);
- Cammino all'indietro per tragitti di lunghezza variabile;
- Cammino in avanti girando la testa a destra e a sinistra;
- Cammino in avanti sulle punte (30 metri);
- Cammino in avanti e all'indietro alternato: il soggetto camminava in avanti per 30 metri, poi tornava alla posizione iniziale camminando all'indietro;
- Percorso con 2 birilli: il soggetto partiva da una posizione iniziale individuata come A; rispetto ad A i birilli erano posti a 5 metri (B) e 10 metri (C). Il soggetto partendo da A raggiungeva il birillo più lontano C, tornava al punto B, raggiungeva C e ritornava A. Questo percorso costituiva un giro. La scelta di far compiere 2 o più giri dipendeva dalla resistenza del paziente;
- Cammino in tandem;
- Cammino in tandem all'indietro;
- Cammino che tentava di stressare la monopodalica: il soggetto doveva camminare eseguendo una flessione d'anca più esagerata del suo cammino usuale, andando a toccare il ginocchio della gamba sollevata;
- Cammino che tentava di stressare la monopodalica: il soggetto doveva camminare flettendo il ginocchio e andando a toccarsi il piede, mantenendo l'anca in una posizione neutra, ovvero la coscia rimaneva in linea con il tronco. In questo movimento, il tronco rimaneva fisso e l'arto superiore andava a estendersi per raggiungere il piede;
- Carioca: si tratta di un cammino laterale che veniva eseguito su 10 metri, per poi invertire la direzione di marcia e tornare al punto di partenza
- Quadrato 3 direzioni: si delinea a terra con del nastro adesivo un'area di forma quadrata. Il soggetto posto al centro dell'area doveva compiere un passo in avanti, tornare al centro, compiere un passo laterale verso destra e tornare al centro, compiere

un passo indietro e tornare al centro. Il tempo che si registrava comprendeva 10 o 15 ripetizioni di questa alternanza.

- Cammino dietro-front con cambio: il soggetto cominciava a camminare in avanti, poi quando sentiva l'operatore battere le mani, doveva cambiare direzione, quindi tornare indietro;

-Cammino con cambio: il soggetto cominciava a camminare in avanti, poi quando sentiva l'operatore battere le mani, doveva eseguire un cammino laterale; al secondo battito di mani, doveva tornare a camminare in avanti; al terzo battito, eseguire il cammino laterale sul lato opposto a quello precedente. Questa sequenza continuava fino allo stop dato dall'operatore. Il paziente doveva, dunque, ricordarsi l'ordine dei vari cambi e tenersi continuamente aggiornato;

Percorso su due sedie: date due sedie poste a 5 metri l'una dall'altra, il soggetto doveva alzarsi dalla prima sedia, raggiungere la seconda, girarle attorno, tornare indietro fino alla prima e sedersi. Il tutto veniva ripetuto 5 volte.



Nella seguente tabella si riassumono gli esercizi proposti durante i training (2017-2020):

COMPITO	DESCRIZIONE
<b>Cammino</b>	Cammino 30m Cammino 60m Cammino all'indietro Cammino avanti e dietro alternato Cammino con cambio di direzione con 2 birilli Cammino con cambio di direzione con 3 birilli Cammino di lato 40m Cammino in tandem 10m Cammino in tandem all'indietro Cammino "Carioca" Cammino in avanti con rotazione del capo a destra e sinistra Cammino in avanti sulle punte 30m Quadrato 2,3,4 direzioni Percorso su 2 sedie Cammino che tentava di stressare la monopodalica Cammino dietro-front con cambio
<b>Trasferimenti e cambi posturali</b>	Trasferimenti Letto – 3 sedie-Letto Trasferimenti Letto – 4 sedie-Letto
<b>Pallone tipo Bobath</b>	Pallone Bobath, alzare un piede alla volta Pallone Bobath, raggiungimento di target Pallone Bobath, allargare e restringere la base d'appoggio

**TAB. 5.** Esercizi motori proposti durante i training.

## CAPITOLO VI

### Risultati

In questo capitolo verranno analizzati i risultati ottenuti da questo training nel corso dell'anno 2020. Riporteremo, per ogni partecipante: l'anamnesi patologica, gli esercizi costituenti il training con la relativa discussione, le misure di outcome cognitive e motorie ed il calcolo dell'indice.

#### 6.1. Caso clinico 1 (F.E.A.)

La storia clinica del soggetto F.E.A. di età 52 anni inizia in data 03/10/2019, in seguito a comparsa acuta di cefalea bitemporale associata a cardiopalmo, nausea e vomito seguiti da ipostenia brachio-crurale sinistra con seguente caduta a terra non traumatica. Dopo essere stata trasportata al Pronto Soccorso, viene proseguito il percorso diagnostico che porta alla definizione di esiti di ictus emorragico temporo-occipitale destro, con emiparesi sinistra con plegia flaccida all'arto inferiore. Una volta dimessa dalla clinica Neurologica, viene trasferita presso la SOD Clinica di Neuroriabilitazione, per la realizzazione di un protocollo riabilitativo. All'esame obiettivo si evidenziavano: sindrome piramidale sinistra caratterizzata da plegia all'arto inferiore ed ipostenia all'arto superiore, ipo/anestesia dell'emisoma sinistro, controllo del tronco ridotto e controllo posturale assente, disfagia lieve/moderata. L'intervento riabilitativo aveva come obiettivi: l'incremento della motricità degli arti, l'incremento del controllo del tronco e del controllo posturale, dell'autonomia nelle ADL e negli spostamenti, il recupero della deambulazione e della destrezza motoria, la prevenzione del rischio di cadute. Viene dimessa in data 28/10/2019, in seguito viene richiamata a distanza di 8 mesi con la proposta di un trattamento dual-task cognitivo-motorio. Alla valutazione cognitiva iniziale, sono presenti deficit di elaborazione delle informazioni, della capacità di controllo inibitorio e sensibilità all'interferenza, manifesti in particolar modo nella somministrazione di alcuni test previsti quali P.A.S.A.T., Digit Span Forward, Wisconsin Card Sorting Test, Stroop Test. Il training ha avuto l'obiettivo di esercitare le abilità di gestione di compiti simultanei (Dual Task) di natura cognitivo-

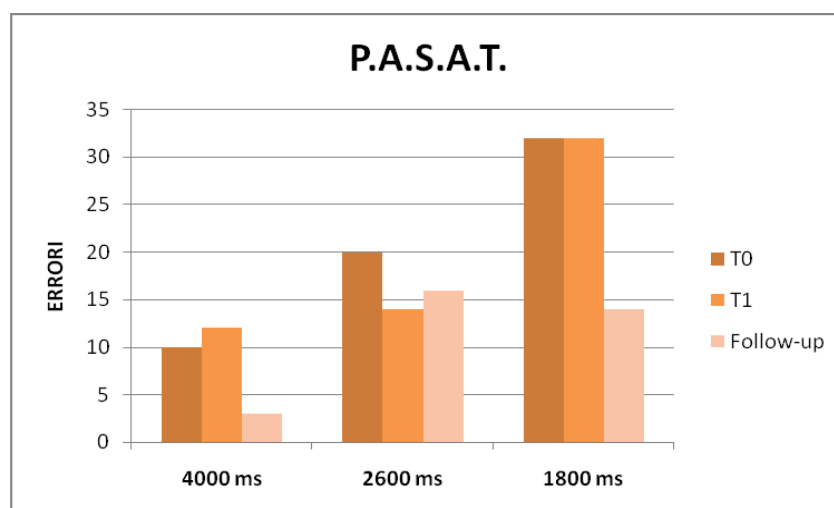
motoria, proponendo training comprendenti esercizi APT-like, Spelling diretto e inverso, Clock-task presentati simultaneamente alla realizzazione di compiti motori.

Tra le funzioni maggiormente potenziate spicca la velocità di processamento delle informazioni uditive, emersa nella somministrazione del P.A.S.A.T., l'abilità di gestione di stimoli interferenti, emersa dal Test di Stroop, apprendimento e memoria a lungo termine di nuove informazioni di tipo verbale, emerse dal Test delle 15 Parole di Rey, la capacità di set-switching, emersa al TMT e le abilità attentive in termini di durata.

### 6.1.1. Outcome cognitivi

Le misure di outcome cognitivi sono state rilevate per ogni paziente a T0 (pre-trattamento), T1 (post-trattamento) e al Follow-up a 2 mesi.

Per illustrare i risultati ottenuti dal trattamento, si riporteranno in seguito i grafici maggiormente rappresentativi:

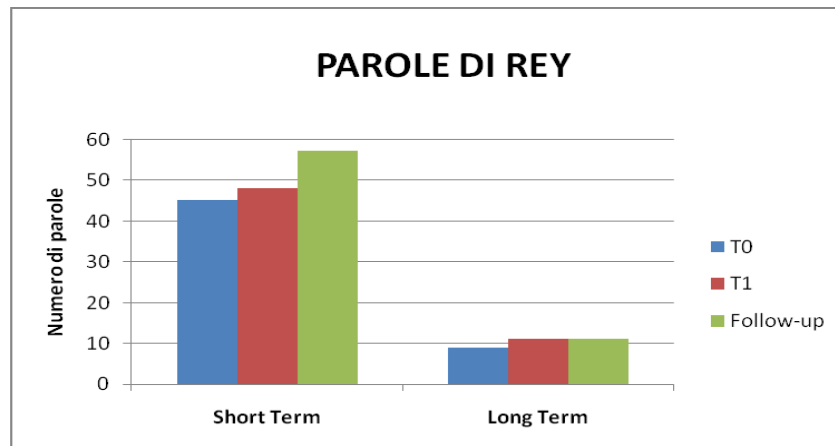


**Figura 4.** Paced Auditory Serial Addition Test. Si riportano gli errori di ciascuna prova del test, in ordine crescente di difficoltà, relativi alle tre valutazioni.

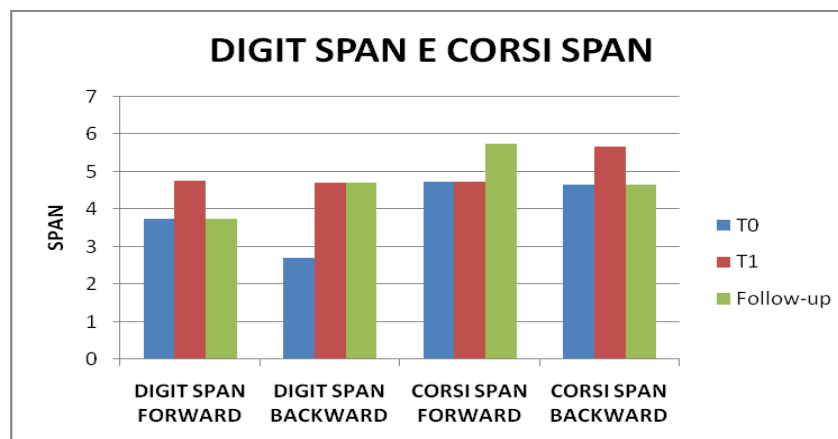
Come osservato nella figura soprastante, il Paced Auditory Serial Addition Test mostra un incremento del numero di errori a T1, rispetto a T0, nella prova 4000ms, mentre si riduce nella prova 2600ms e rimane stabile nella prova 1800ms. Si osserva, inoltre, una

riduzione del numero di errori al follow-up rispetto a T0 in tutti i casi, ed anche rispetto a T1 in due prove (4000ms, 1800 ms), attestando un miglioramento complessivo emerso a 2 mesi di distanza dal termine del Training. Mentre subito dopo (T1) il miglioramento emerge soltanto in una prova (2600ms). Si sottolinea che il numero di errori permane sempre sopra la soglia considerata accettabile per l'età e la scolarità.

Per quanto riguarda il Test delle 15 parole di Rey, si assiste ad un notevole incremento del numero di parole memorizzate nella rievocazione immediata (short term) e ad un lieve aumento di quelle presentate nella rievocazione differita (long term).



**Figura 5.** Test delle 15 parole di Rey. Si osservi l'incremento del numero di parole sia per la rievocazione immediata, che per quella differita, mantenuta anche al Follow-up.

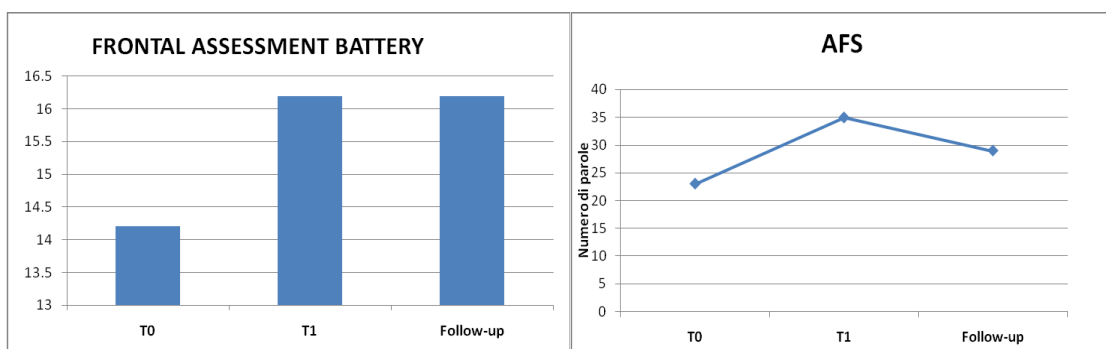


**Figura 6.** Prestazioni di F.E.A al Digit Span e Corsi Span a T0, T1 e Follow-up

Al test del Digit Span forward, backward e del Corsi span backward, la partecipante migliora tra T0 e T1, dopo due mesi però, non a tutte le prove mantiene questo miglioramento: infatti, al Digit Span forward e al Corsi Span Backward i valori ritornano a quelli di partenza. Per il Digit Span Backward invece si mantengono costanti tra T1 e Follow-up.

Per quanto riguarda l'AFS, test che si è visto essere molto sensibile agli effetti del training Dual-Task, F.E.A. manifesta un incremento del numero di parole tra T0 e T1. Al follow-up però si assiste ad un lieve decremento, per valori che permangono comunque superiori a quelli di T0.

Alla F.A.B. invece si assiste a un notevole miglioramento tra T0 e T1, si può pensare sia dovuto all'effetto che il training ha esercitato sulle Funzioni Esecutive. Questo miglioramento permane anche a due mesi di distanza dalla fine del trattamento.



**Figure 7a e 7b.** Punteggi della Frontal Assessment Batteri (F.A.B.) e dell'AFS a T0, T1 e Follow.up.

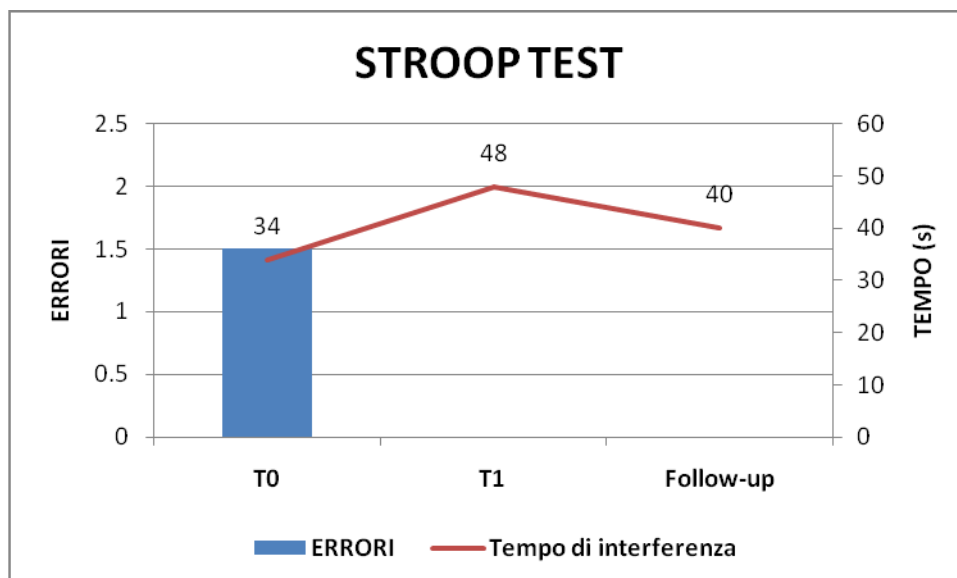


Figura 8. Prestazione di F.E.A. allo Stroop Test a T0, T1 e Follow-up

Allo Stroop Test si rileva un miglioramento nella capacità di gestire le interferenze in quanto il soggetto non commette più errori, né a T1 né al Follow-Up, rispetto a T0, ma a discapito di una riduzione della rapidità di esecuzione del compito, i tempi infatti incrementano a T1 e, nonostante una deflessione, restano superiori al tempo registrato a T0 anche al Follow-up.

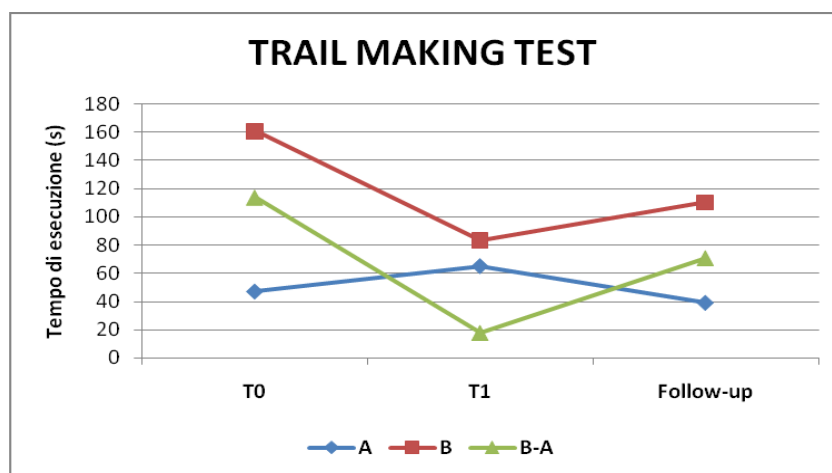
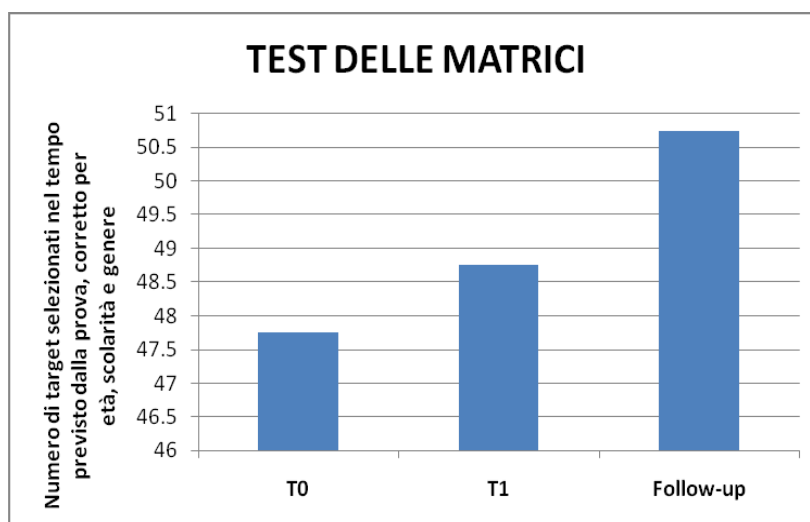


Figura 9. Grafico rappresentante i punteggi ottenuti alla somministrazione del Trail Making Test

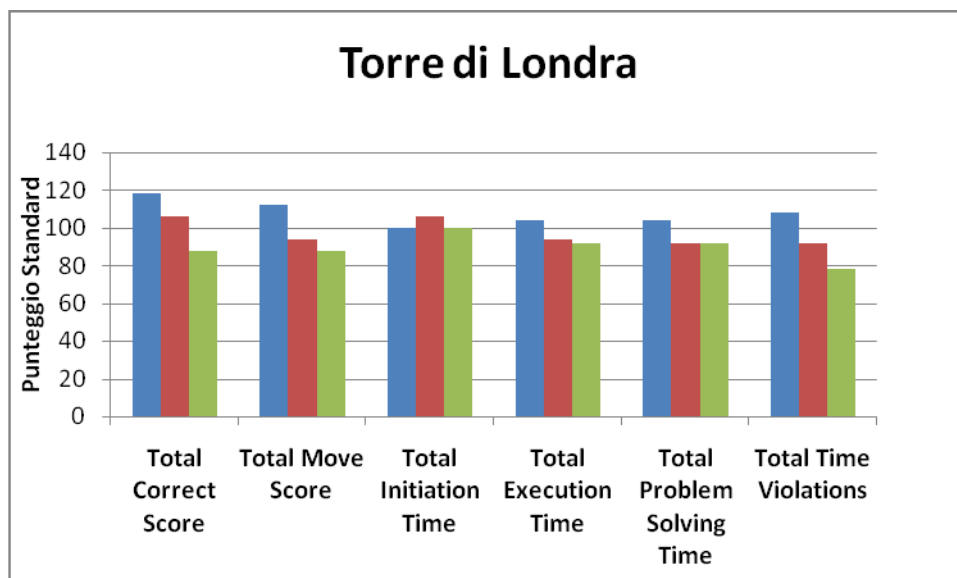
Al Trail Making Test, le prestazioni nella seconda sezione (B) hanno mostrato un miglioramento nei tempi da T0 a T1; i miglioramenti più consistenti, però, sono

evidenziati dalla sezione (B-A), dove si può notare un importante diminuzione dei tempi. Ciò è indice di un potenziamento della rapidità di set-switching: il soggetto impiega minor tempo nel passaggio dal numero alla lettera e viceversa. La riduzione del tempo necessario all'esecuzione del compito su scritto emerge anche al follow-up rispetto a T0, tuttavia si evidenzia un lieve peggioramento rispetto alle prestazioni osservate al termine del training (T1).



**Figura 10.** Prestazione a T0, T1 e Follow-up al Test delle Matrici.

La figura soprastante illustra i punteggi corretti ottenuti nel Test delle Matrici Attentive; esso permette di verificare l'attenzione selettiva focalizzata, ovvero la capacità di selezionare uno stimolo, concentrarsi su di esso ed escludere dall'elaborazione cosciente tutti gli altri stimoli presenti. Questa abilità si è dimostrata essere potenziata al termine del trattamento (T1) rispetto a T0 ed il miglioramento incrementa ulteriormente a distanza di due mesi (Follow-up rispetto a T1).



**Figura 11.** Performance Torre di Londra.

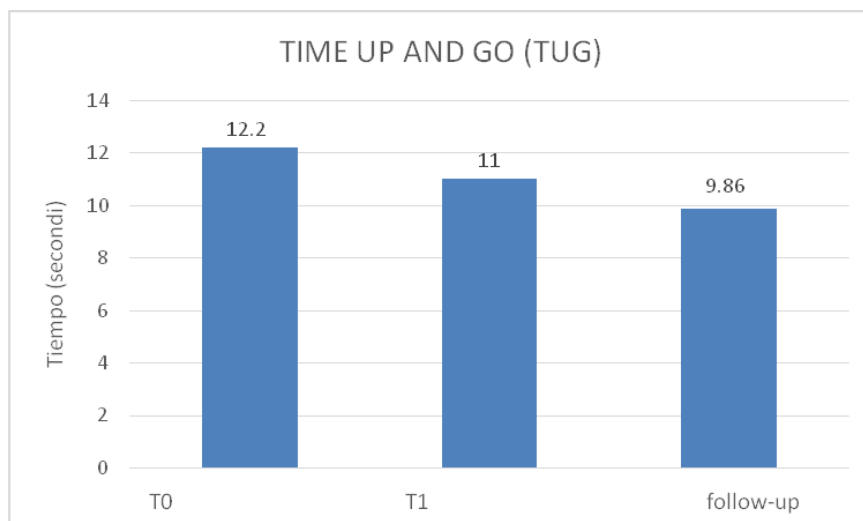
Al test della Torre di Londra F.E.A. migliora tra T0 e T1 solo nell'indice ToL-Total Initiation Time, che però al Follow-up si attesta nuovamente su valori pari a T0. In tutti gli altri indici il soggetto subisce un decremento delle prestazioni tra T0 e T1 e tra T1 e Follow-up.

### 6.1.2. Outcome motori

Le misure di outcome motorie, sono state rilevate per ogni paziente a T0 (pre-trattamento), T1 (post-trattamento) e al follow up a 2 mesi.

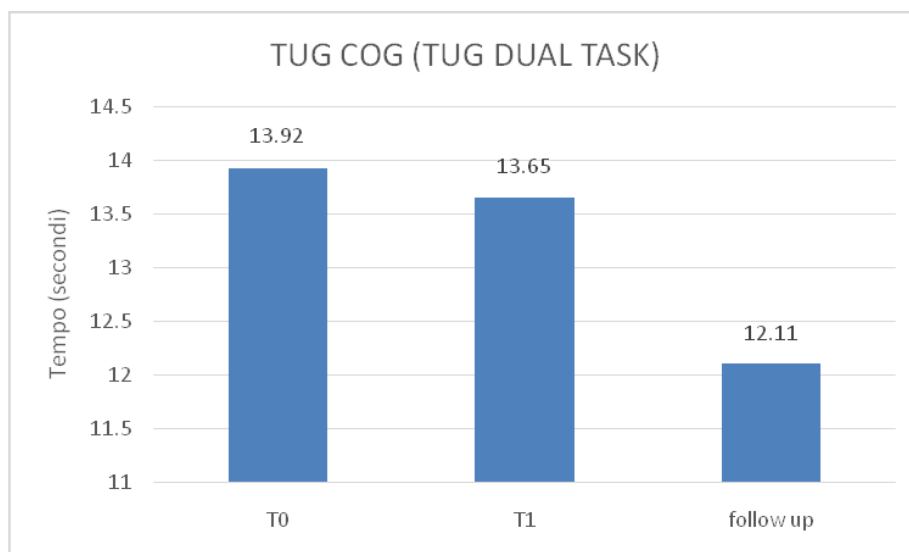
Per quanto riguarda il Time Up and Go è possibile notare un crescente miglioramento, in quanto i tempi di esecuzione si riducono. F.E.A., infatti, passa da una prestazione di 12,2 s a una di 11 s a fine trattamento, mentre al follow up è di 9,86 s.





**Figura 12.** Tempo in secondi impiegato al TUG a T0, T1 e Follow-up

I risultati del Time Up and Go cognitivo non mostrano un notevole miglioramento: la differenza tra T0 e T1 è minima e lo stesso accade tra T1 e Follow-up.

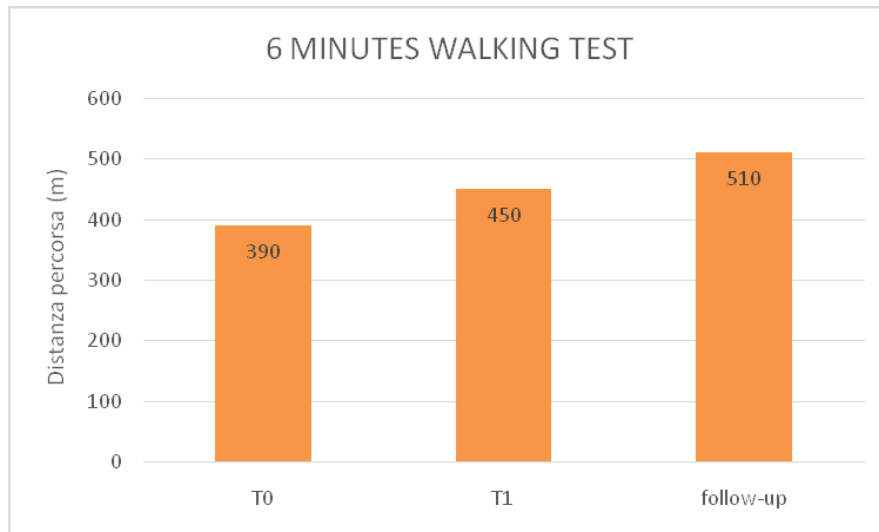


**Figura 13.** Tempo in secondi impiegato al TUG Dual-Task a T0, T1 e Follow-up

Analizzando l'andamento al 6 Minutes Walking Test si riscontra un netto miglioramento: se in un primo momento la paziente era in grado di percorrere 390 m, a fine trattamento ne percorre 450, e raggiunge i 510 metri a distanza di 2 mesi.

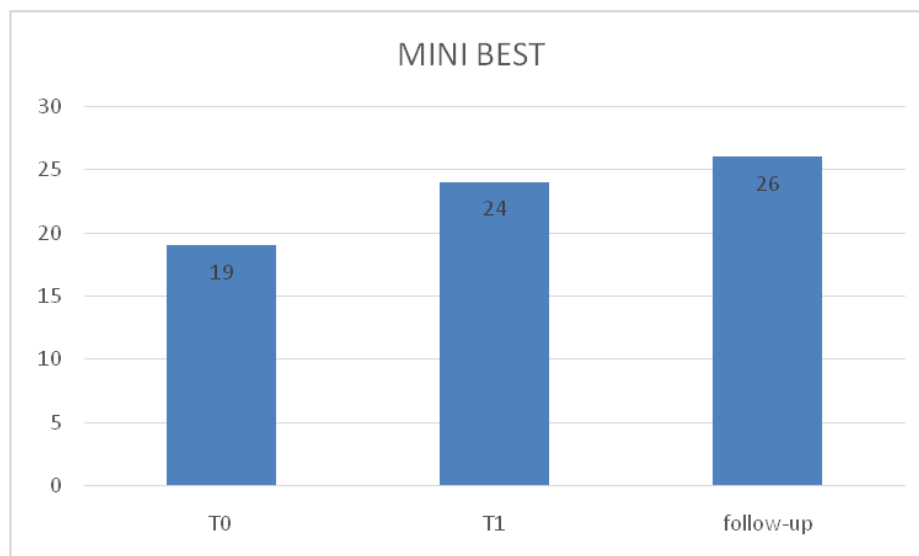
E' importante specificare una delle caratteristiche più importanti di una scala di valutazione: la minimally clinically important difference (MCID), ovvero il valore di cambiamento minimo che può essere considerato importante dal clinico o dal paziente.

E' da considerarsi una misura capace di suggerire se vi sia stato o meno un miglioramento effettivo nella vita quotidiana del paziente. Nel caso del 6MWT tale valore è stimato essere 34,4m [84] perciò è possibile affermare che quello di F.E.A. sia stato un cambiamento funzionalmente significativo.



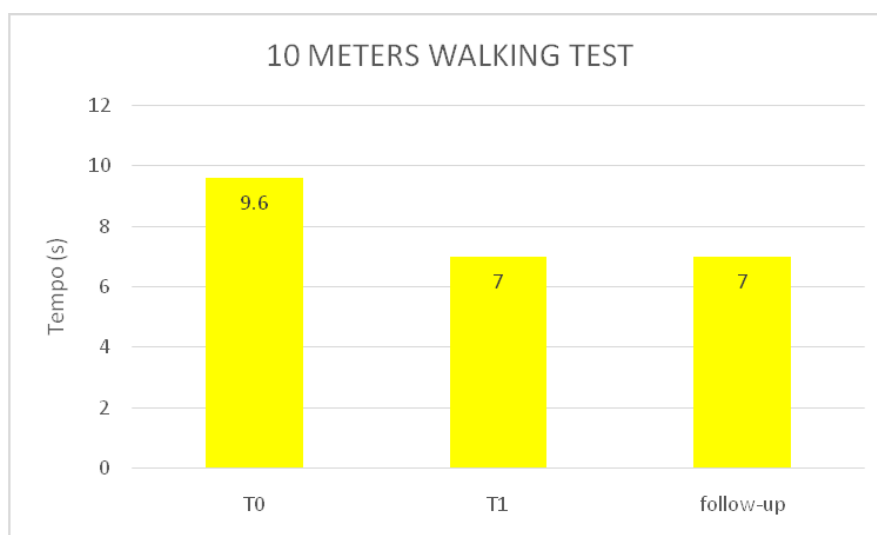
**Figura 14.** Metri percorsi al 6 Minutes Walking Test a T0, T1 e Follow-up

Anche il MiniBEST mostra un miglioramento: a T0 il punteggio è pari a 19, a T1 è pari a 24 e al follow up è 26. Il punteggio varia in totale di 7 punti e poiché la MCID vale 3 punti, anche in questo caso è lecito considerare tale risultato come significativo.



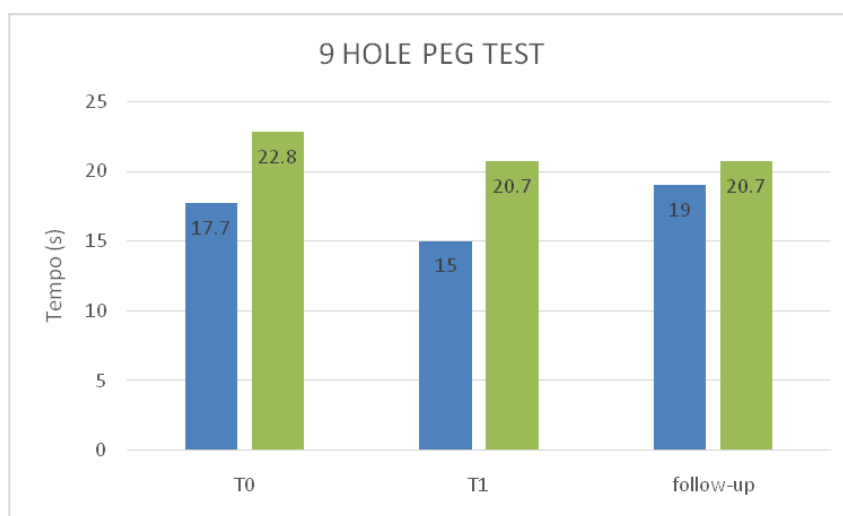
**Figura 15.** MINI BEST

Per quanto concerne il 10 Meters Walking Test, la paziente mostra una riduzione nel tempo di esecuzione da 9,6 secondi a 7 secondi. Tale risultato viene mantenuto al follow up. Se all'inizio compieva 17 semipassi nel percorrere i 10 metri, a T1 e al follow up ne compie 16. La velocità del cammino, calcolata come rapporto tra la distanza percorsa e il tempo impiegato, è di 1,04 m/s a T0, mentre a T1 e al follow-up cresce fino a 1,43 m/s. Considerato che il cambiamento sostanzialmente significativo è stimato essere pari a 0,14 m/s, tale andamento è indubbiamente positivo.



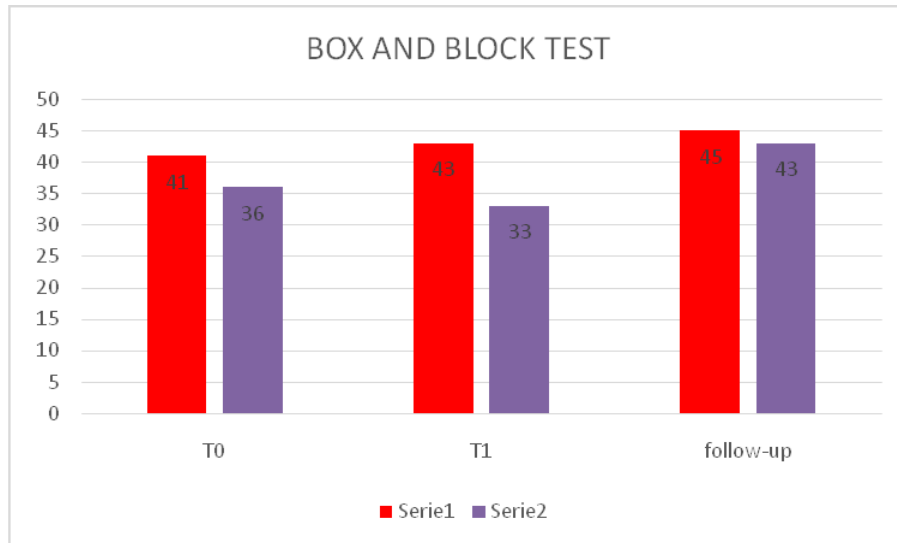
**Figura 16.** Tempo in secondi impiegato al 10 meters walking test.

Per il 9-Hole Peg Test l'andamento dei risultati è altalenante, in quanto a T0 la mano destra impiega 17,7 secondi per portare a termine il compito, a T1 impiega 15 secondi mostrando un miglioramento, mentre al follow up il tempo è di 19 secondi. Questo significa che non solo il miglioramento non è stato mantenuto a distanza di 2 mesi, ma anche che è peggiorata rispetto all'inizio. La mano sinistra, al contrario, mostra un punteggio che evolve positivamente da 22,8 secondi a 20,7 secondi (valore comune sia a T1 sia al follow up).



**Figura 17.** Tempo impiegato al 9 hole peg test (Blu=mano destra, Verde= mano sinistra)

Segue un trend di miglioramento il Box and Block Test, per il quale la mano destra a T0 è capace di spostare 41 cubi, poi 43 cubi a T1 e 45 cubi al follow up. La mano sinistra, che in un primo momento spostava 36 cubi, a T1 ne sposta un numero minore, ma recupera al follow up arrivando a muoverne 43.



**Figura 18.** Numero di cubi spostati a T0, T1 e Follow-up. In rosso sono evidenziati I punteggi della mano destra, in viola quelli della mano sinistra.

Per quanto riguarda le variabili esplicative, non si notano variazioni degne di nota, se non per qualche item sulle autonomie. Qui di seguito sono riportati I punteggi delle scale ai tempi T0, T1 e al Follow-up:

	T0	T1	Follow-up
Data:	29/06/2020	20/07/2020	23/09/2020
<b>VARIABILI ESPLICATIVE:</b>			
FIM	120	120	122
BARTHEL	98	98	100
HOLDEN	5	5	5
ASHWORTH:			
SPALLA	0	0	0
GOMITO	0	0	0
POLSO	0	0	0
DITA MANO	0	0	0
ANCA	0	0	0
GINOCCHIO	0	0	0
CAVIGLIA	0	0	0

DITA PIEDE	0	0	0
STANDING	4	4	4
TCT	100	100	100

### 6.1.3. Partecipazione sociale

#### *ABC (Activities-specific Balance Confidence)*

Alla prima somministrazione risalente al 29/06/20, F.E.A. dichiarava punteggi bassi per attività come salire o scendere le scale, camminare in luoghi affollati, salire e scendere le scale mobili senza appoggiarsi al corrimano. In totale, a T0, si misurava un punteggio di 54/100. In seguito, a fine trattamento (T1), totalizzava 73/100 e al follow up 76/100. Da un lato cresce la sicurezza nel salire e scendere le scale (da 40 a 80) e l'abilità di camminare in luoghi affollati, dall'altra permangono alcune criticità come salire sulle scale mobili senza utilizzare il corrimano.

#### *Functional Status Questionnaire*

Nella prima sezione, che indaga le attività base di vita quotidiana, come mangiare, vestirsi, muoversi dentro casa, F.E.A. dichiara di aver avuto nessun tipo di impedimento, a differenza delle attività di vita quotidiana intermedie, come camminare per molti isolati o per una rampa di scale, per le quali ha indicato di aver sperimentato alcune limitazioni. Inoltre per motivi di salute asseriva di non aver fatto attività fisiche impegnative come correre o sollevare oggetti pesanti. Per quanto concerne la sezione Funzioni psicologiche, la paziente dichiarava di essersi sentita triste per una minima parte del tempo a T0 e a T1, ma non al follow up.

Nella terza sezione viene chiesto come sia cambiata la propria performance lavorativa. La nota rilevante è che dopo circa una settimana dalla conclusione del training è tornata a lavorare part-time (come prima dell'ictus) nell'ambito della ristorazione, e riferisce di gestire i ritmi lavorativi in maniera differente rispetto a prima, inserendo delle pause e delle nuove strategie adattative. Ad esempio nel movimentare i carichi, come le

stoviglie, anziché effettuare movimenti di torsione con il tronco, che risulterebbero disfunzionali, compie più passi precisi. Dichiarò inoltre che la qualità del proprio lavoro non risulta compromessa e, per questo motivo non teme ripercussioni come ad esempio un licenziamento. Per quanto concerne le attività e le interazioni sociali, F.E.A., al follow-up afferma di svolgere tutte le attività sociali che a T0 evitava per motivi di salute.

#### *Motivational Index (Short Form)*

L'attitudine e l'elevata motivazione di F.E.A. nell'intraprendere il percorso riabilitativo, si sono riflesse nei risultati di questa scala, ove dichiara di essere completamente d'accordo nel:

- Partecipare al programma di riabilitazione perché altri pazienti con la sua stessa patologia sono migliorati;
- Partecipare al training poiché stimolante;
- Sentire come se la riabilitazione la aiutasse a realizzare qualcosa;
- Pensare di star imparando cose utili che potrà utilizzare fuori dalla pratica riabilitativa.

#### *Effetto generale percepito post-trattamento*

Nell'individuare gli obiettivi personalizzati, la paziente suggerisce l'importanza di voler migliorare le capacità di ascolto, i processi cognitivi e diminuire l'affaticabilità. A fine trattamento afferma di sentirsi migliorata in tutti questi aspetti, soprattutto sottolinea la capacità nel mantenere la connessione con la realtà, la "lucidità mentale" e la cosapevolezza dell'ambiente che la circonda. Per quanto riguarda la capacità di ascolto si è intesa l'abilità di porre attenzione agli stimoli target, ignorando le distrazioni esterne, come ad esempio durante una conversazione con rumori di sottofondo. Queste considerazioni sono state spontaneamente riferiteci da F.E.A., la quale si è dimostrata essere una persona cosapevole e introspettiva, capace di analizzare e riconoscere i cambiamenti del proprio stato psicofisico.

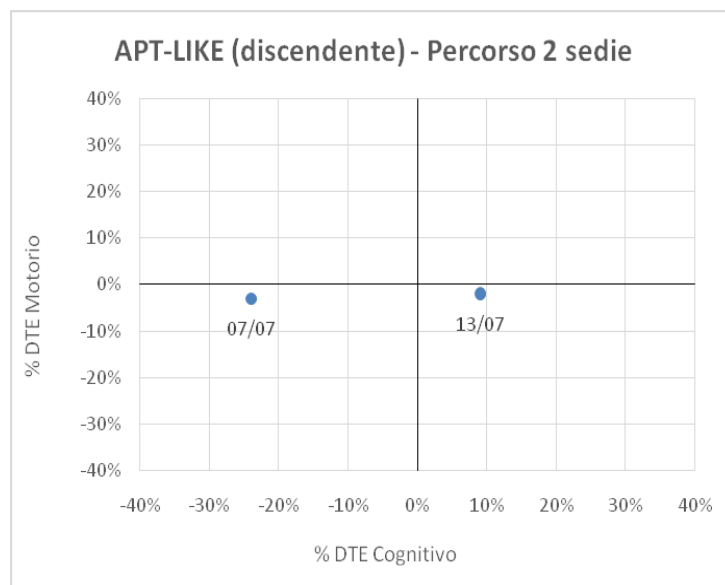
#### **6.1.4. Pattern di interferenza Dual-Task durante le combinazioni proposte**

Viene in seguito riportata l'analisi dei cambiamenti dei pattern d'interferenza cognitivo-motoria, rappresentati utilizzando il grafico proposto da Plummer. Per ciascuna combinazione, verranno esposte le tipologie di esercizio cognitivo e motorio, le date nelle quali tale combinazione è stata riproposta nel tempo e la descrizione del pattern d'interferenza emerso, con la relativa evoluzione.

D'ora in avanti per individuare il quadrante nel quale si colloca la performance Dual-Task si utilizzerà la seguente dicitura:

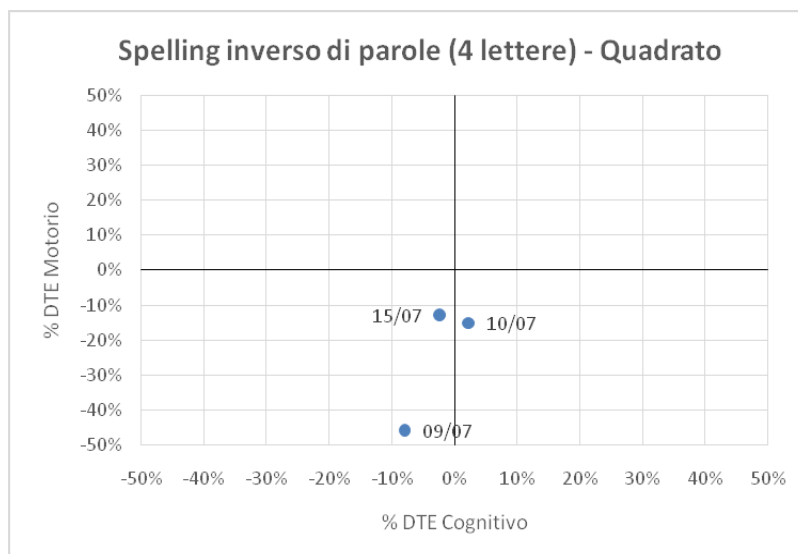
- “+DTE cognitivo” se il DTE cognitivo assume valori positivi sull'asse delle ascisse;
- “+DTE motorio” se il DTE motorio assume valori positivi sull'asse delle ordinate;
- “-DTE cognitivo” se il DTE cognitivo assume valori negativi sull'asse delle ascisse;
- “-DTE motorio” se il DTE motorio assume valori negativi sull'asse delle ordinate;
- “no DTE cognitivo” se il DTE cognitivo assume un valore pari a 0;
- “no DTE motorio” se il DTE motorio assume un valore pari a 0.





	<b>07-lug</b>	<b>13-lug</b>
<b>DTE C</b>	-24%	9%
<b>DTE M</b>	-3%	-2,20%

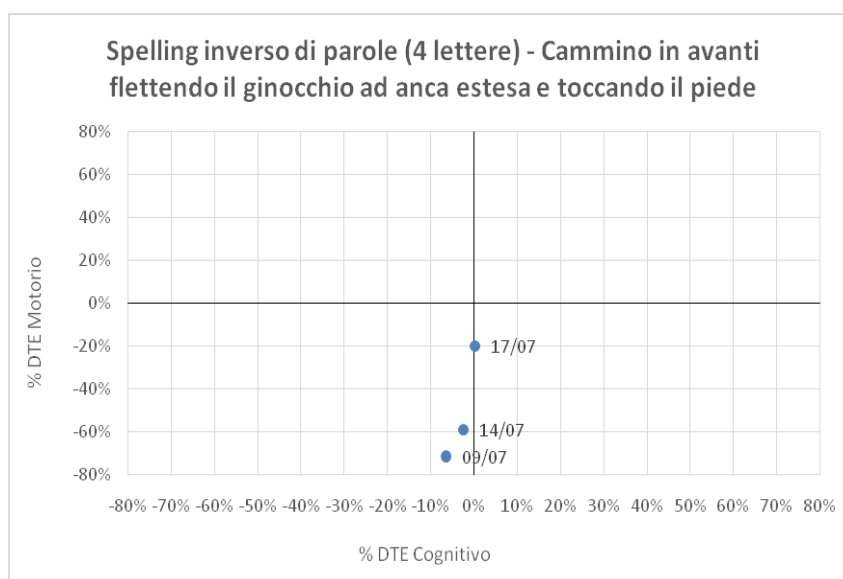
Nella prima combinazione che andremo ad analizzare, il compito motorio consisteva in un percorso su due sedie nel quale il soggetto, partendo dalla posizione seduta, doveva alzarsi, raggiungere la seconda sedia, girarle attorno e tornare alla prima sedendosi nuovamente. Il tutto veniva ripetuto per 5 volte. Contemporaneamente è stato associato un compito cognitivo APT-like nel quale era richiesto di rispondere “Sì” all’udire di due numeri presentati in ordine decrescente, tra una serie di numeri presentati verbalmente dall’operatore. Alla prima rilevazione si assiste ad una condizione di *mutual interference* (-DTE cognitivo, -DTE motorio), ovvero un declino comune sia alle prestazioni motorie, sia a quelle cognitive. Alla seconda rilevazione invece si verifica un quadro di *cognitive-priority trade off* (+DTE cognitivo, -DTE motorio), in quanto la prestazione cognitiva migliora assumendo valori positivi di DTE, mentre la prestazione del cammino permane in valori negativi di DTE. In questo specifico caso, il miglioramento è limitato alla sola sfera cognitiva senza sostanziali cambiamenti motori.



	09-lug	10-lug	15-lug
<b>DTE C</b>	-8%	2,30%	-2,30%
<b>DTE M</b>	-46%	-15%	-13%

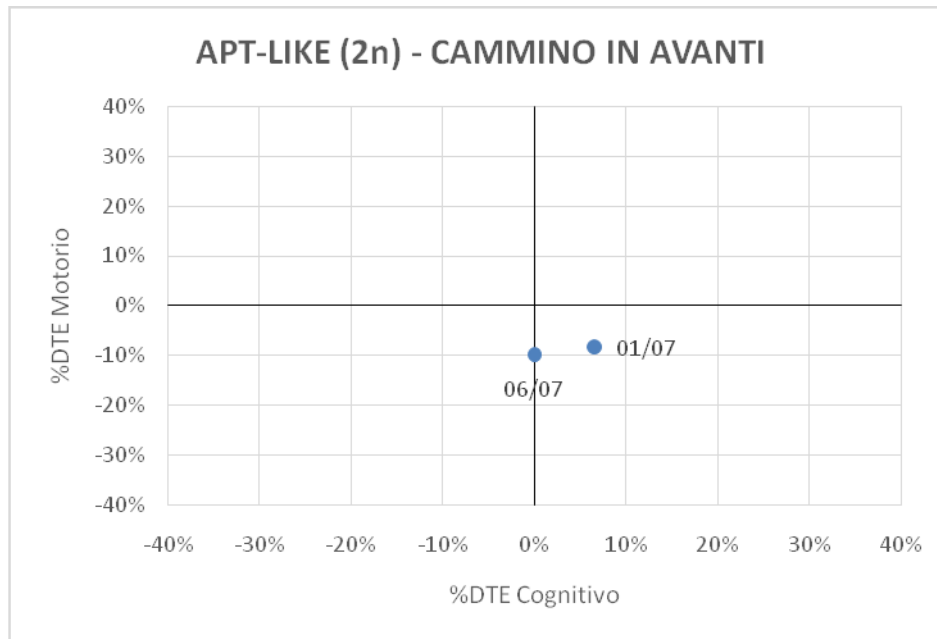
In questa combinazione erano presenti due compiti che prevedevano entrambi dei cambi, che hanno implicato abilità di shifting. L'esercizio motorio ha utilizzato un quadrato, segnato a terra, in riferimento al quale il soggetto avrebbe dovuto effettuare dei passi laterali e all'indietro secondo una sequenza prestabilita, ripetuta 15 volte. Durante il precedente compito, per il task cognitivo, veniva richiesto al soggetto di effettuare uno spelling inverso di parole a 4 lettere, lette dall'operatore. Inizialmente, in data 09/07 si riscontra un pattern di *mutual interference* (-DTE cognitivo, -DTE motorio), che poi evolve in *cognitive-priority trade off* (+DTE cognitivo, -DTE motorio) nel quale è evidente un incremento del DTE motorio e cognitivo. Infine, nella giornata del 15/07 continua questo trend di miglioramento del DTE motorio, sebbene si assista ad una diminuzione di quello cognitivo, collocandosi nuovamente nell'area di *mutual interference*.

Nonostante in seconda seduta si assista al miglioramento della prestazione cognitiva, in ultima analisi non vi è un sostanziale progresso tale da farci affermare che F.E.A., limitatamente a questa combinazione, sia migliorata dal punto di vista cognitivo. Differente è l'analisi motoria: si può constatare difatti un continuo miglioramento motorio.



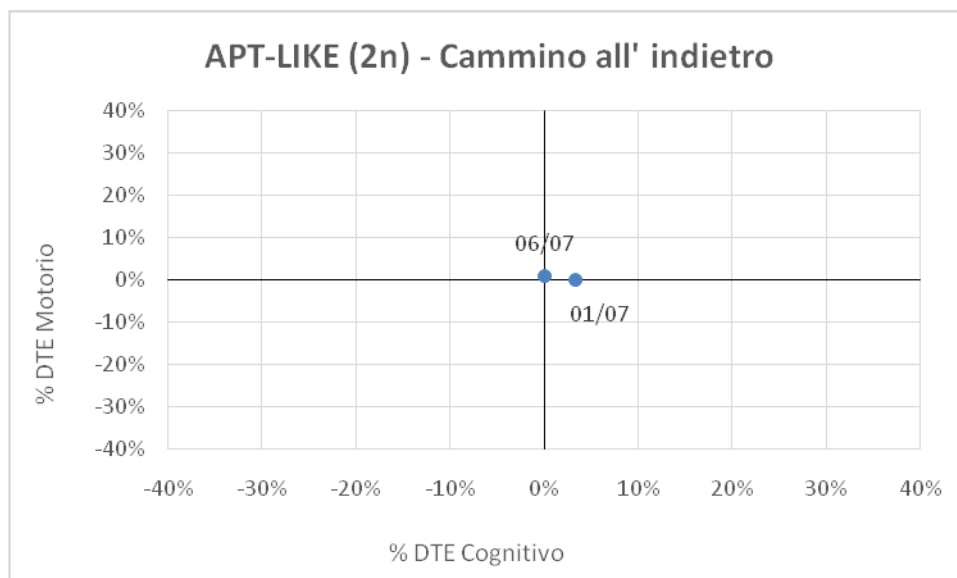
	<b>09-lug</b>	<b>14-lug</b>	<b>17-lug</b>
<b>DTE C</b>	-6,50%	-2,50%	0,20%
<b>DTE M</b>	-72%	-59%	-20%

Il compito consisteva nella combinazione di un cammino che accentuasse il tempo in monopodalica, attraverso la flessione del ginocchio ad anca estesa raggiungendo il tallone con la mano omolaterale, e lo spelling di inverso di parole a 4 lettere. In data 09/07 è stata registrata una condizione di *mutual interference* (-DTE cognitivo, -DTE motorio), ovvero un declino comune sia alle prestazioni motorie, sia a quelle cognitive. Questo quadro si è ripetuto anche in data 14/07 con un discreto miglioramento di entrambi i valori dei DTE cognitivo e motorio. Nella seduta successiva, risalente al 17/07, il quadro evolve positivamente verso una situazione di *cognitive-priority trade off* (+DTE cognitivo, -DTE motorio), in quanto la prestazione cognitiva migliora assumendo valori positivi di DTE, mentre la prestazione del cammino, pur migliorando, permane in valori negativi di DTE. Complessivamente la scelta della combinazione si può considerare positiva, poiché si è verificato un miglioramento di entrambe le prestazioni, con un conseguente cambio del pattern d'interferenza che più si avvicina alla condizione di *no-interference*, obiettivo dello studio.



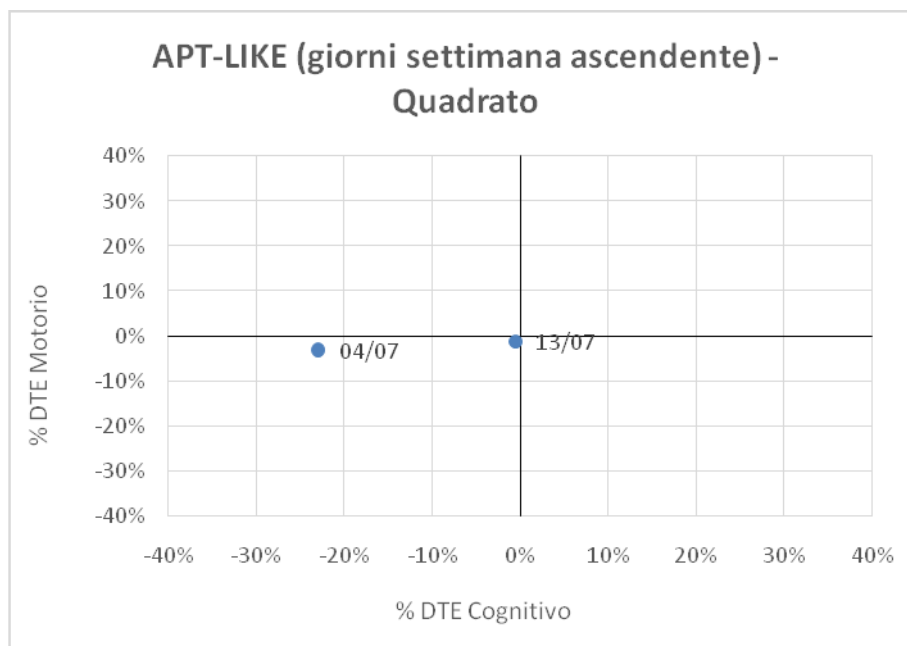
	<b>01-lug</b>	<b>06-lug</b>
<b>DTE C</b>	6,60%	0%
<b>DTE M</b>	-8,50%	-10%

In questa quarta combinazione proposta, al cammino in avanti lungo un percorso di 60 metri, è stato associato un compito cognitivo APT-like, nel quale il soggetto doveva rispondere affermativamente alla presenza di due numeri precedentemente stabiliti tra diversi stimoli uditivi presentati. Alla prima valutazione (01/07) emerge un quadro di *cognitive-priority trade off* (+DTE cognitivo, -DTE motorio) nel quale è evidente una prioritizzazione di tipo cognitiva a discapito della prestazione motoria. In seguito, in data 06/07, si riscontra una condizione di *gait interference* nella quale il DTE cognitivo è pari a 0 mentre in contemporanea il DTE motorio subisce un ulteriore decremento. Questa tipologia di grafico, mostra un peggioramento di entrambe le prestazioni: ciò ci porta ad ipotizzare che il soggetto non tragga vantaggio da questa combinazione di esercizi.



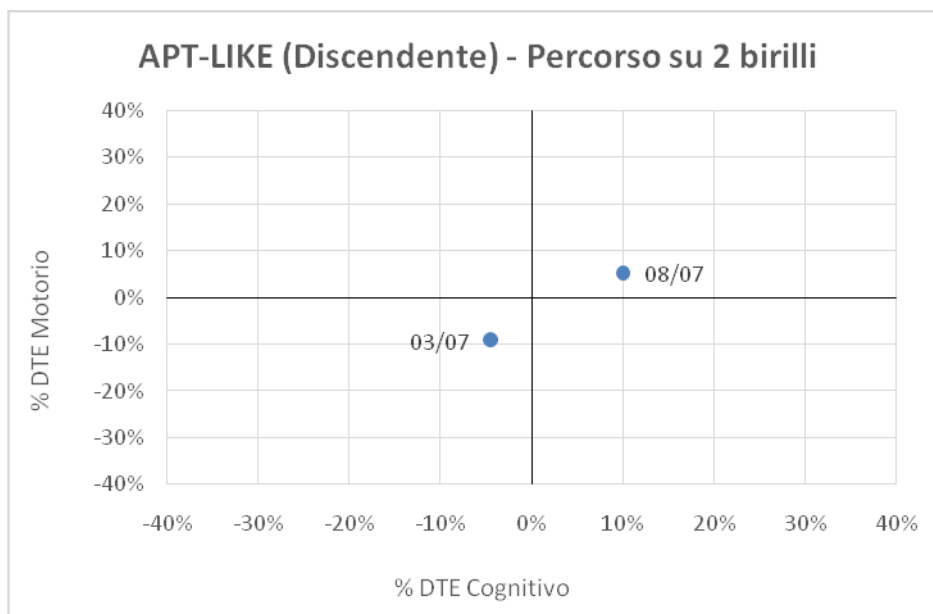
	<b>01-lug</b>	<b>06-lug</b>
<b>DTE C</b>	3,30%	0%
<b>DTE M</b>	0%	1%

Analizziamo ora una proposta di esercizi composta da un cammino all'indietro lungo un percorso di 60 metri, al quale è stato associato un compito cognitivo APT-like nel quale il soggetto doveva rispondere affermativamente alla presenza di due numeri precedentemente stabiliti tra diversi numeri presentati verbalmente. Alla prima valutazione (01/07) emerge un quadro di *cognitive facilitation* (+DTE cognitivo, no DTE motorio) nel quale è evidente una prioritizzazione di tipo cognitivo, con assenza d'interferenza nella prestazione motoria. In seguito, in data 06/07, si riscontra una condizione opposta detta *gait facilitation* (no DTE cognitivo, + DTE motorio) nella quale le risorse attentive sono state indirizzate maggiormente verso il cammino, con assenza di interferenza cognitiva. Nel complesso, non si può affermare che ci sia stato un miglioramento, bensì una differente strategia di allocazione delle risorse attentive. Nello specifico, questo spostamento delle risorse, ha privilegiato il compito motorio; si potrebbe pertanto ipotizzare che il cammino all'indietro abbia sfidato in maniera considerevole la stabilità/capacità di equilibrio del soggetto.



	<b>04-lug</b>	<b>13-lug</b>
<b>DTE C</b>	-23%	-0,60%
<b>DTE M</b>	-3,20%	-1,10%

L'esercizio qui raffigurato ha previsto come compito motorio il quadrato a 3 direzioni precedentemente descritto, unitamente al compito cognitivo APT-like nel quale si richiedeva al soggetto di rispondere affermativamente all'udire di due giorni della settimana consecutivi tra una serie di giorni verbalmente proposta dall'operatore. La prima ripetizione in data 04/07 si presenta con un pattern di *mutual interference*, mentre in data 13/07 si nota come la situazione sia evoluta verso un quadro di *no interference*. motivo per il quale può essere considerato un esempio di un ottimo miglioramento complessivo.



	<b>03-lug</b>	<b>08-lug</b>
<b>DTE C</b>	-4,40%	10%
<b>DTE M</b>	-9,30%	5%

Nel compito cognitivo di questa combinazione il soggetto doveva rispondere “Sì” all’udire di due numeri presentati in ordine decrescente, tra una serie di numeri presentati verbalmente dall’operatore. Simultaneamente al suddetto compito, F.E.A. doveva effettuare un percorso costituito da 2 birilli posti rispettivamente a 5 metri (punto B) e a 10 metri (punto C) dalla posizione di partenza (punto A). Il soggetto doveva raggiungere il punto C, camminare all’indietro fino al punto B, camminare in avanti fino al punto C, girare e tornare alla posizione di partenza A. In prima seduta il soggetto presenta una situazione di *mutual interference* (-DTE cognitivo, -DTE motorio) a cui si contrappone una condizione diametralmente opposta di *mutual facilitation* (+DTE cognitivo, +DTE motorio) verificatasi a distanza di 5 giorni. Si assiste in questo caso ad un miglioramento sia cognitivo che motorio che ci fa dedurre che questa grafico possa essere considerato un esempio di andamento ideale della performance.

## 6.2. Caso clinico 2 (H.A.)

Il paziente H.A. di anni 40 è giunto in osservazione presso la SOD Clinica di Neuroriabilitazione in data 07/05/2020 a seguito di Ictus Ischemico emisferico da occlusione del tratto M1-M2 dell'arteria cerebrale media destra, occorso in data 01/05/2020. Viene trasferito presso la SOD Clinica di Neuroriabilitazione in data 07/05/2020 per la realizzazione di un progetto riabilitativo finalizzato al recupero dell'autonomia nelle ADL. All'esame obiettivo si evidenziava emiparesi facio-brachio-crutale sinistra, con deficit stenico all'arto superiore. Non presentava ipertono, né alterazioni della sensibilità, il controllo del tronco era lievemente ridotto. Le funzioni cognitive, valutate alla degenza, mostravano presenza di deficit a carico delle abilità esecutive, in particolare si riscontravano: rallentamento in compiti di programmazione di sequenze motorie ripetute, deficit nel controllo inibitorio, riduzione della flessibilità mentale e compromissioni a carico della working memory. Gli obiettivi perseguiti durante la riabilitazione sono stati i seguenti: incremento della motricità degli arti, con particolare attenzione all'arto superiore, incremento della destrezza motoria e del controllo del tronco, miglioramento dello schema del passo, incremento della velocità e sicurezza del cammino, del controllo posturale e ottimizzazione dell'autonomia nelle ADL. In seguito viene contattato con la proposta di un training dual-task cognitivo-motorio a 3 mesi dall'evento. Il trattamento ha avuto l'obiettivo di esercitare le abilità di esecuzione di compiti simultanei cognitivo-motori, attraverso esercizi cognitivi di tipo P.A.S.A.T.-like, APT-like, Clock-task, Spelling diretto di parole. A tali esercizi sono stati combinati compiti motori.

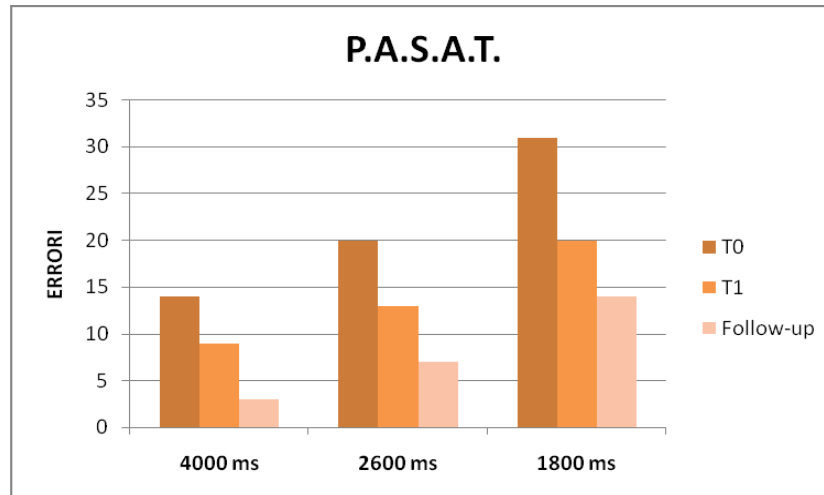
Tra le abilità maggiormente potenziate, spicca l'abilità di gestione degli stimoli interferenti, l'abilità di pianificazione, verificata con il test ToL, la velocità di processamento delle informazioni uditive, l'abilità di set-switching e la durata attentiva.

A differenza degli altri partecipanti a questo studio, H.A. non ha aderito totalmente alle indicazioni previste dal training, in quanto il suo rientro a lavoro ha causato la mancata partecipazione in 4 giornate delle 15 previste per lo svolgimento del training.



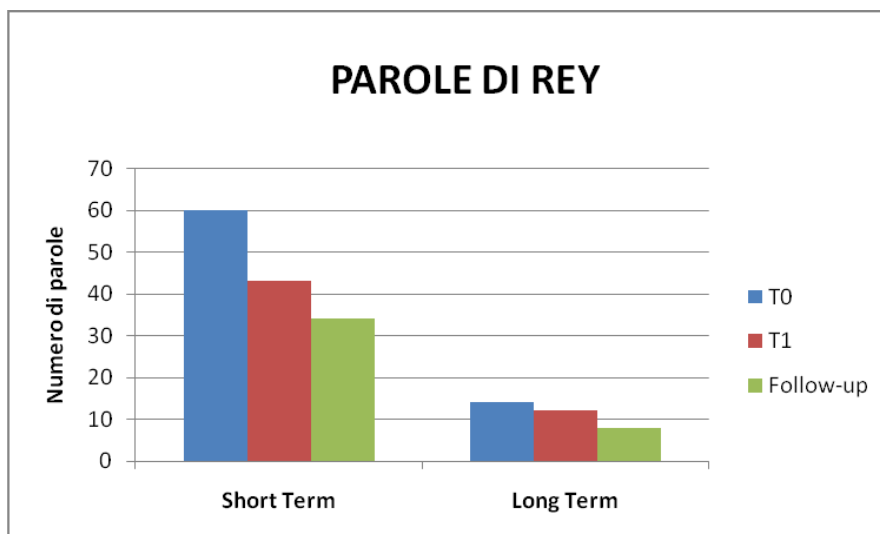
### 6.2.1. Outcome Cognitivi

Si riporteranno in seguito i grafici al fine di illustrare i risultati degli outcome cognitivi.



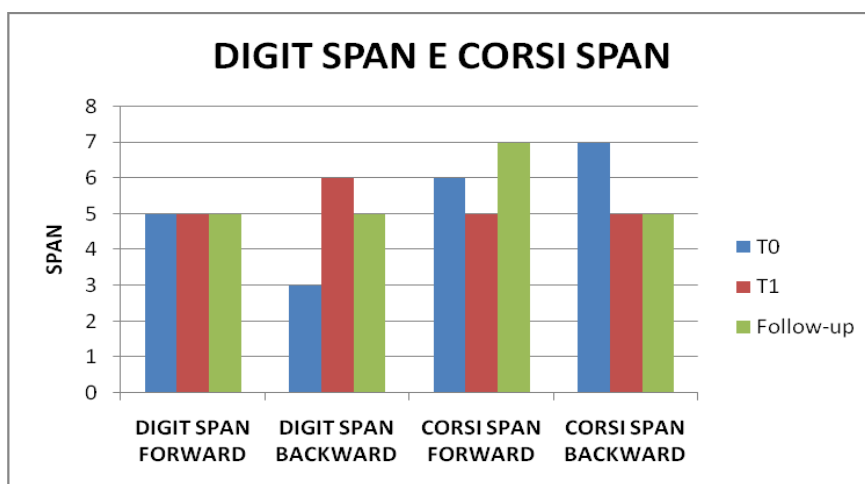
**Figura 19.** Grafico riportante il punteggio ottenuto nelle prove P.A.S.A.T. a T0, T1, e al Follow-up.

Dal grafico soprastante è rilevabile un incremento nella rapidità di processamento di informazioni uditive, in particolare, al Follow-up il soggetto dimostra una consistente diminuzione del numero di errori che si attestano entro il cut-off nelle prove 4000ms e 2600ms rispetto alle valutazioni iniziali. Tutto ciò indica un incremento della velocità di elaborazione delle informazioni ed una maggiore durata attentiva, nello specifico dell'attenzione sostenuta. Anche allo Stroop Test, che valuta la velocità nell'inibizione dello stimolo interferente, si assiste ad un miglioramento relativo al tempo di interferenza. Per quanto riguarda l'accuratezza, gli errori diminuiscono rispetto a T0, rimanendo al di sotto del cut-off.



**Figura 20.** Numero di parole rievocate al Test Delle 15 parole di Rey a T0, T1 e Follow-up.

Al test delle 15 parole di Rey, H.A. decrementa il suo punteggio sia a T1, che al Follow-up per entrambe le tipologie di rievocazione: immediata (Short term) e differita (Long Term). Questi risultati potrebbero esser dovuti al fatto che il partecipante non ha aderito completamente al training e dunque, gli effetti del trattamento, non sono stati generalizzati al dominio della memoria, nella maniera attesa.



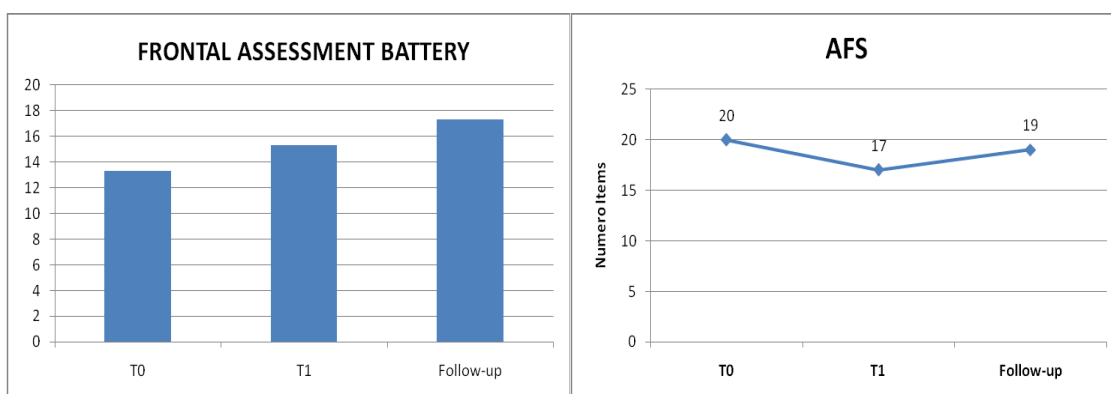
**Figura 21.** Risultati Digit Span e Corsi Span a T0, T1 e Follow-up

Per quanto concerne il test del Digit Span forward, il soggetto mantiene costante il punteggio a tutte e tre le valutazioni. Al contrario, al Digit Span Backward, si assiste ad un incremento dello span tra T0 e T1, il quale però diminuisce al Follow-up rimanendo però su un valore maggiore rispetto a T0. Sia nel Corsi Span Forward che Backward

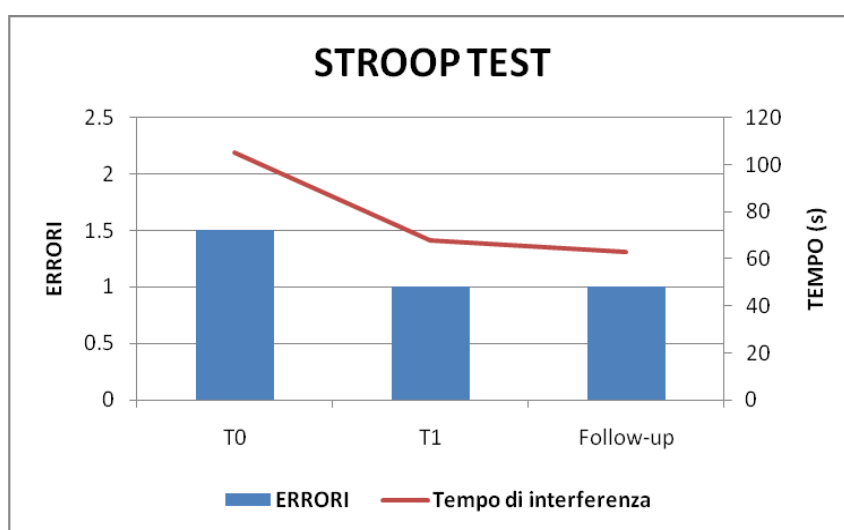
invece si assiste ad un decremento della performance tra T0 e T1. A due mesi dal training però, al Corsi Span Forward si assiste ad un miglioramento, sia rispetto a T0 che rispetto a T1, mentre per il Corsi Span Backward si riconferma una performance pari a quella di T1.

Per quanto riguarda l'AFS, H.A. manifesta un decremento del numero di parole tra T0 e T1. Al follow-up però si assiste ad un lieve incremento che riporta il grafico verso valori pari a quelli registrati a T0.

Alla F.A.B. invece si assiste a un notevole miglioramento tra T0 e T1. Questo miglioramento permane anche a due mesi di distanza dalla fine del trattamento.



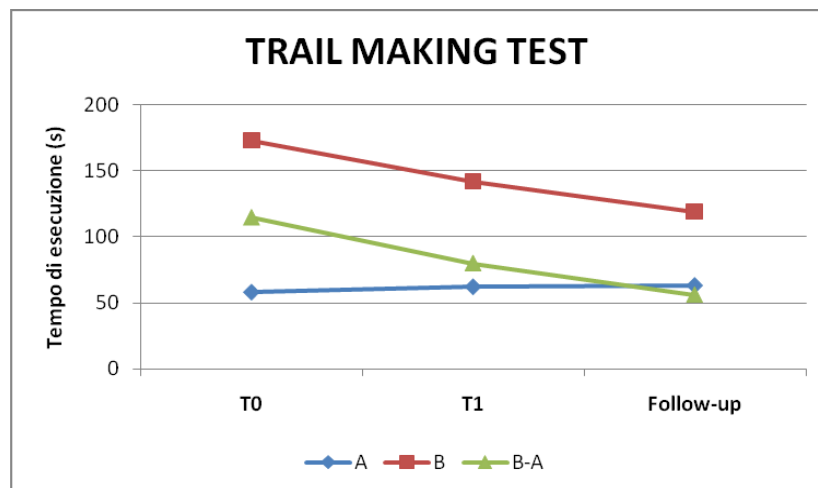
**Figura 22.** Risultati alla Frontal Assessment Battery (F.A.B.) e all' AFS a T0, T1 e Follow-up.



**Figura 23.** Stroop Test. Si osservi la diminuzione del tempo di interferenza, mantenuta anche al Follow-up.

Allo Stroop Test si rileva un miglioramento sia in termini di rapidità che di accuratezza, sia a T1 che al Follow-up. Infatti, il numero di errori diminuisce al termine del trattamento e tale riduzione si mantiene a due mesi di distanza. Anche il tempo registrato alla prova con stimoli interferenti mostra un decremento a T1 e si riduce ulteriormente al follow-up.

Al Trail Making Test, si assiste, in particolar modo nelle sezioni B e B-A ad una diminuzione dei tempi sia da T0 a T1, che da T1 al Follow-up. Ciò è indice di un potenziamento delle abilità esecutive che ha permesso, a distanza di 2 mesi dal trattamento, di migliorare la performance di task-switching emersa al TMT.



**Figura 24.** Punteggi ottenuti nel Trail Making Test.

Altro outcome positivo ha riguardato certamente la prestazione del soggetto nello svolgimento del Test delle Matrici. Dal grafico si può, infatti, notare come i punteggi corretti del test subiscano un costante miglioramento, anche al Follow-up. Come il P.A.S.A.T., anche in questa prova si attestano incrementi prestazionali a carico delle abilità attentive, in particolare attenzione selettiva e durata attentiva.

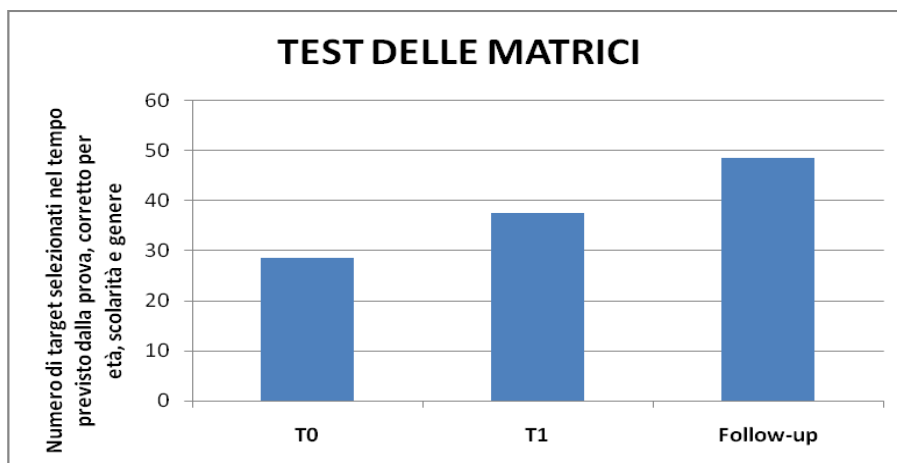


Figura (da numerare). Prestazione a T0, T1 e Follow-up a Test delle Matrici.

Al test della Torre di Londra, sia nell'indice ToL-Total Correct Score che ToL-Total Initiation Time, il soggetto migliora la sua performance tra T0 e T1, ed in particolare al Follow-up migliora ulteriormente rispetto a T1 (per il Total Correct Score). Per l'indice Tol-Total Move Score e ToL- Total Problem Solving Time, H.A. peggiora la sua performance tra T0 e T1, ma al Follow-up migliora notevolmente rispetto a T1, attestandosi su valori lievemente superiori a T0. Per il ToL-Execution Time e ToL-Total Time Violations, tra T0, T1 i valori si mantengono costanti, solo nell'indice ToL-Total Problem Solving Time si assiste ad un incremento anche al Follow-up.

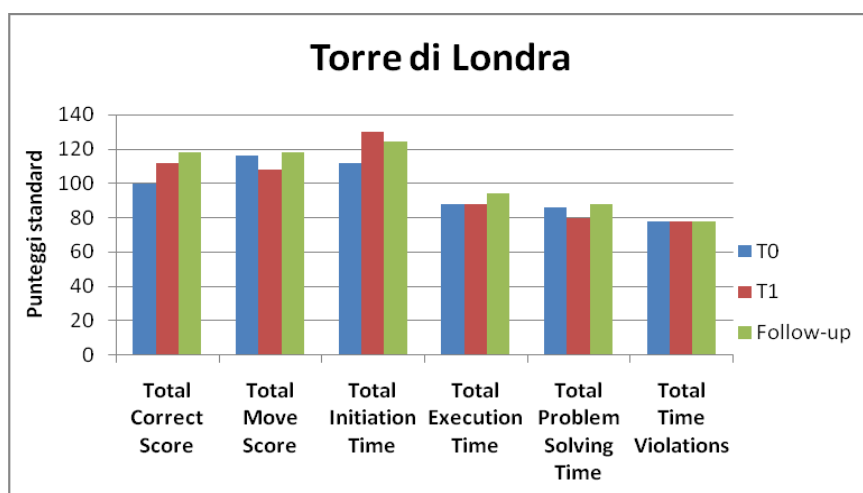
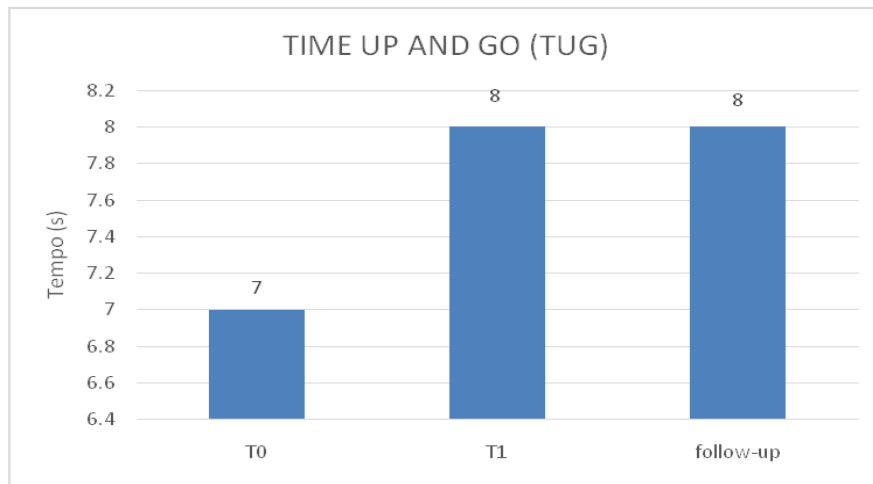


Figura 25. Risultati test Torre di Londra.

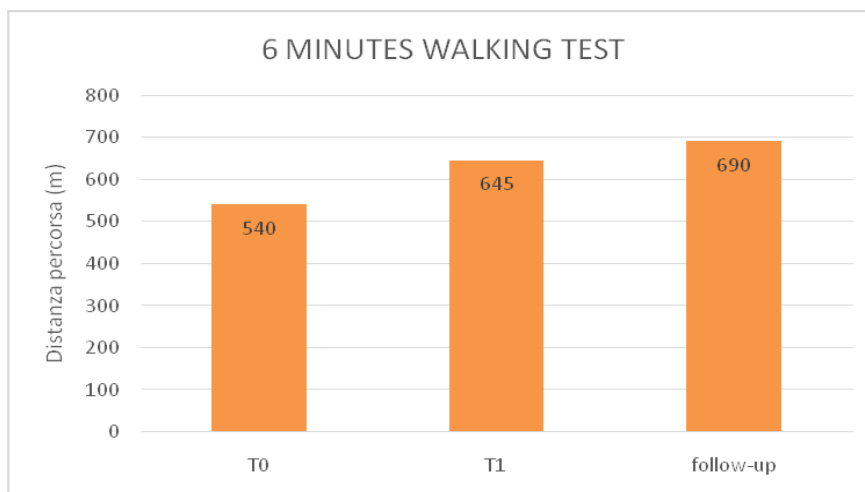
### 6.2.2. Outcome motori

Al Time Up and Go (TUG), H.A. non mostra rilevanti cambiamenti: prima del trattamento impiega 7 secondi per compiere il percorso, a fine trattamento e al follow-up ne impiega 8. La differenza è minima e quindi non rilevante. La versione dual-task del TUG, che prevede la somministrazione di un compito cognitivo di sottrazioni seriali, non è stata effettuata a causa della bassa scolarità del soggetto. Egli infatti aveva difficoltà di calcolo che non permettevano l'esecuzione del compito, motivo per il quale si è ritenuto opportuno non includere questo tipo di test.



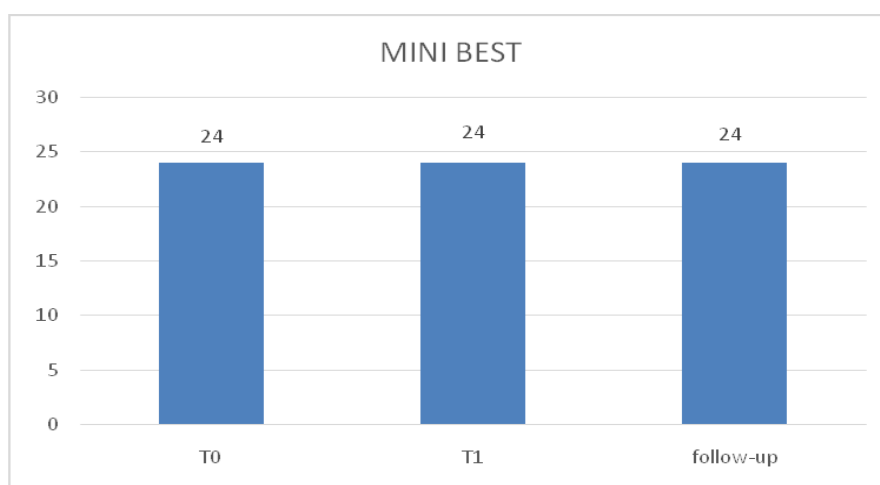
**Figura 26.** Tempo in secondi al TUG a T0, T1 e Follow-up.

Analogamente al 6 Minutes Walking Test del primo caso clinico, anche H.A. migliora in maniera notevole in termini di distanza percorsa. Se all'inizio percorre 540 metri, a fine trattamento ne percorre 645 e al follow-up 690. Tale incremento è senza dubbio significativo e ci indica che la resistenza al cammino è aumentata.



**Figura 27.** Metri percorsi al 6 minutes Walking Test a T0, T1 e Follow-up.

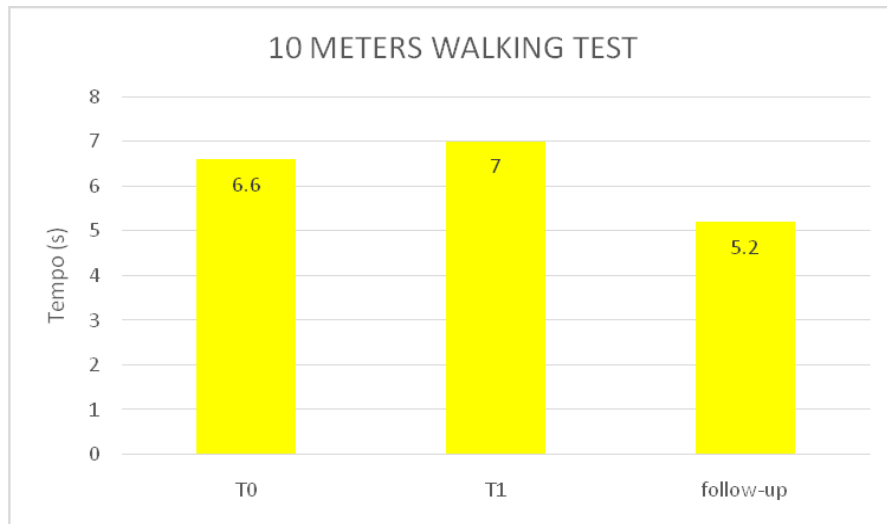
L'andamento al Mini BESTest risulta, invece, stazionario. A T0 il punteggio è di 24 punti su 28 e rimane tale a T1 e al follow-up. Questo risultato ci suggerisce che, per quanto riguarda l'equilibrio, in particolare il controllo posturale reattivo, la condizione non è migliorata.



**Figura 28.** Punteggio ottenuto al MINI BEST a T0, T1 e Follow-up.

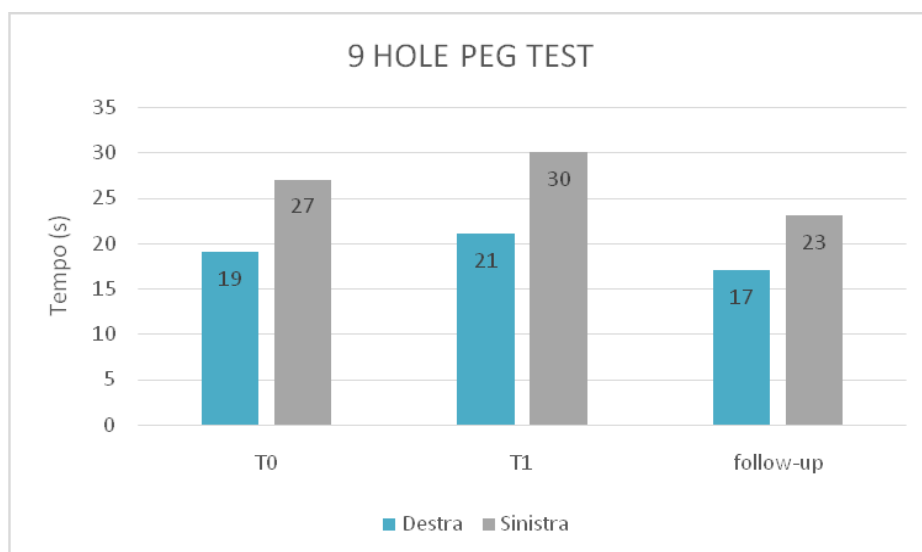
Per quanto riguarda il 10 Meters Walking Test, il paziente impiega 6,6 secondi a T0, ne impiega 7 a T1 e infine 5,2 secondi al follow-up. Attraverso semplici calcoli, si ottengono i valori delle velocità del cammino a T0, T1 e al follow-up, che sono rispettivamente 1.52 m/s, 1.43 m/s e 1.92 m/s. Poiché la MCID (minimally clinically important difference) vale 0.14 m/s, si può affermare che il peggioramento tra prima e

dopo il training non è significativo, e che al follow-up il miglioramento rispetto a T1 è significativo.



**Figura 29.** Tempo in secondi impiegato al 10 Meters Walking Test a T0, T1 e Follow-up

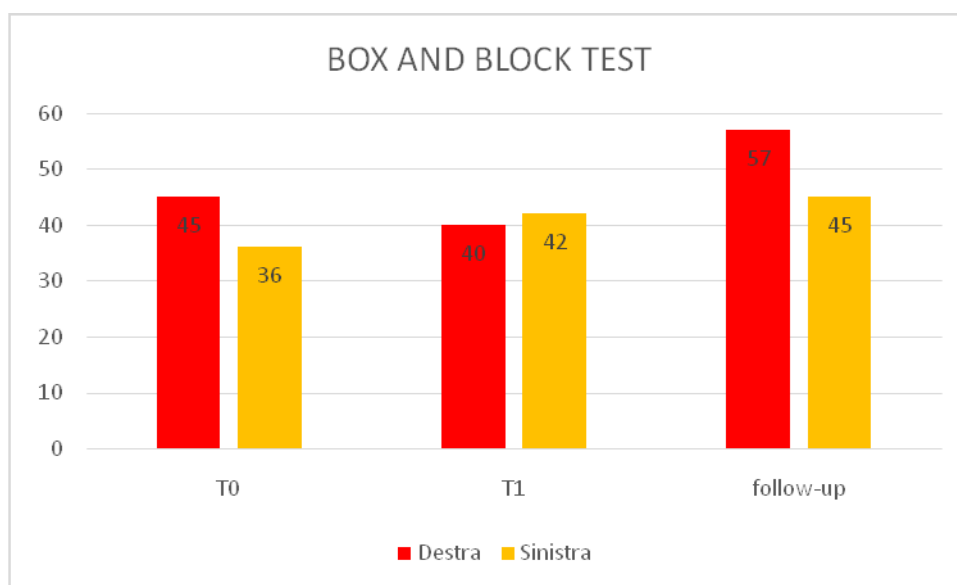
Spostando il focus sull'arto superiore, risulta oscillante l'andamento al 9 Hole Peg Test; infatti la mano destra mostra un peggioramento a fine trattamento, al contrario al follow up migliora, impiegando un tempo minore rispetto alla prima prova (T0). Allo stesso modo la mano sinistra, che risulta essere la più compromessa, dapprima peggiora la performance a T1, per poi migliorare al follow up, superando la prima prova.



**Figura 30.** Tempo in impiegato al 9 Hole Peg Test (Azzurro=mano destra, Grigio=mano sinistra) a T0, T1 e Follow-up



Alla prima somministrazione del Box and Block Test, il soggetto riesce a spostare 45 cubi con la mano destra e 36 con la mano sinistra, che abbiamo già ricordato essere la più compromessa in termini di destrezza motoria. A T1 la mano destra ne sposta soltanto 40, mentre la sinistra ne sposta 42, facendoci ipotizzare che il training abbia avuto un effetto positivo su quest'ultima. Ciò che sorprende è il netto miglioramento della mano destra al follow up, che arriva a rimuovere 57 cubi e allo stesso modo la mano sinistra aumenta il numero di cubi rimossi da 42 a 45.



**Figura 31.** Numero di blocchi spostati al Box and Block test (Rosso=mano sinistra, Giallo=mano destra) a T0, T1 e Follow-up

### 6.2.3. Partecipazione sociale

#### *ABC (Activities-specific Balance Confidence)*

Alla prima somministrazione risalente al 30/06/20, H.A. dichiarava punteggi massimi per tutte le attività ad eccezione di 7, per le quali si registrano comunque punteggi elevati, pari a 90 su 100. In totale, a T0, si misurava un punteggio di 89.4/100. In seguito, a fine trattamento (T1), totalizzava 93/100 e al follow up 94/100. L'unico dato che non migliora, ma permane su un valore di 90/100 è legato all'attività del salire e scendere le scale mobili senza utilizzare il corrimano. Per tutte le altre attività nelle quali otteneva un punteggio pari a 90/100, ad esempio afferrare una lattina o un vassoio

a livello degli occhi oppure stare in punta di piedi su una sedia per afferrare qualche oggetto, ottimizza la sicurezza raggiungendo il punteggio di 100/100, sia post-trattamento (T1), che al follow-up.

#### *Functional Status Questionnaire*

H.A. dichiara alcune difficoltà legate alla vita quotidiana, in particolare nel fare attività fisiche impegnative come correre o sollevare oggetti pesanti, tuttavia, rispetto a T0 e a T1, al follow-up questo aspetto migliora. Per quanto concerne l'ambito lavorativo, va specificato che il rientro a lavoro avviene in concomitanza con l'inizio del training; il soggetto lavora come saldatore full-time per una ditta di costruzioni navale. Riguardo ciò, H.A. riferisce che è più lento e si affatica più velocemente, con la necessità di effettuare alcune pause, mentre la situazione migliora al Follow-up.

Per quanto concerne le attività e le interazioni sociali, il partecipante non ha sperimentato limitazioni, se non nell'andare a trovare parenti o amici a T0, situazione che però evolve positivamente a T1 e Follow-up.

#### *Motivational Index (Short Form)*

A differenza del Caso Clinico 1, il soggetto H.A. dimostra una minor capacità di analizzarsi e di dialogo con il terapeuta, che ha ostacolato in parte la somministrazione di questa scala. Nonostante questa premessa, il partecipante ha dimostrato di voler intraprendere il programma di riabilitazione poiché ritenuto stimolante e in grado di aiutarlo a realizzare qualcosa per se stesso.

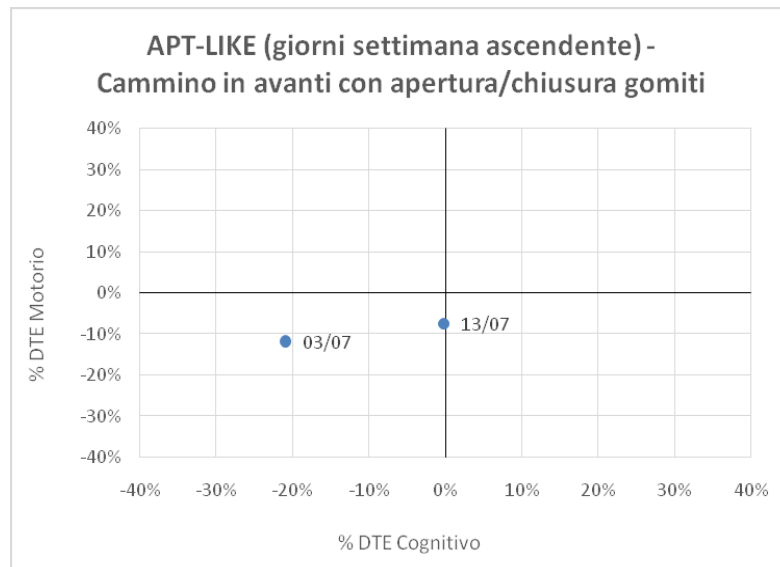
#### *Effetto generale percepito post-trattamento*

Nell'individuare gli obiettivi personalizzati, il soggetto suggerisce l'importanza di voler migliorare le capacità di porre attenzione a stimoli uditivi e di diminuire l'affaticabilità mentale e fisica. A fine trattamento afferma di sentirsi migliorato in tutti questi aspetti, in particolare nell'affaticabilità fisica, in quanto percepisce di aver migliorato lo schema del passo e la resistenza al cammino.

Come scritto nel paragrafo 6.2., H.A. non ha aderito in maniera completa al training, a causa del suo rientro a lavoro, avvenuto in contemporanea con l’inizio del trattamento.

#### 6.2.4 Pattern d’interferenza Dual-Task durante le combinazioni proposte

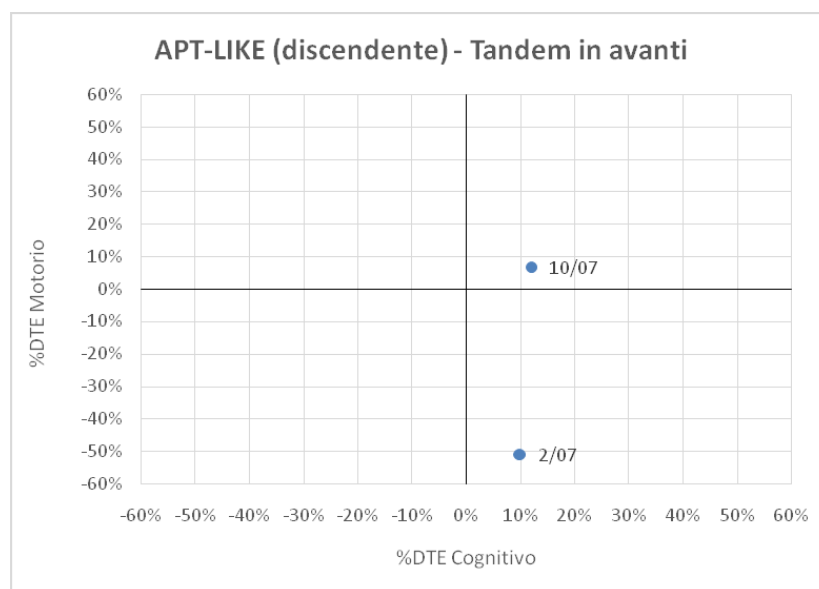
Si riportano in seguito i grafici delle combinazioni di esercizi proposti e le relative descrizioni.



	<b>03-lug</b>	<b>13-lug</b>
<b>DTE C</b>	-21%	-0,26%
<b>DTE M</b>	-12%	-7,40%

Il compito motorio di questa proposta di esercizi consiste in un cammino in avanti abbinato al movimento degli arti superiori in chiusura e apertura dei gomiti con le mani fisse dietro alla nuca. A questo è stato affiancato un compito cognitivo APT-like nel quale si richiedeva di rispondere “SI” all’udire di due giorni della settimana consecutivi tra una serie di giorni presentati verbalmente dall’operatore. In un primo momento il soggetto si colloca nel quadrante della *mutual interference* (-DTE cognitivo, -DTE

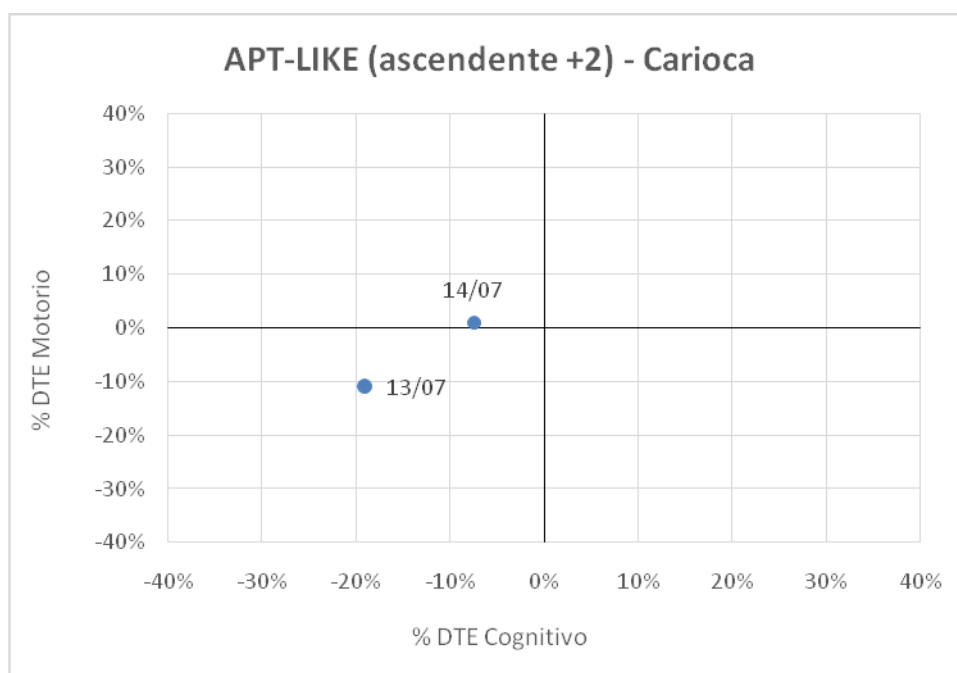
motorio) con un valore di DTE cognitivo negativo, che poi si azzerava in seconda istanza, posizionandosi sull'asse delle ordinate ed evidenziando un pattern di *gait interference* (no DTE cognitivo, -DTE motorio). Ciò indica che la prestazione cognitiva dual-task è divenuta equiparabile a quella in single task, mentre la performance motoria risulta ancora deteriorata, seppur in maniera inferiore, alla prima ripetizione. Si può quindi affermare che ci sia stato un considerevole miglioramento cognitivo, al quale non può essere paragonato quello motorio. Complessivamente si può ipotizzare che questo quadro sia il risultato di un incremento globale delle risorse attentive.



	<b>02-lug</b>	<b>10-lug</b>
<b>DTE C</b>	10%	12%
<b>DTE M</b>	-51%	6,70%

Riportiamo ora un grafico la cui interpretazione è da considerarsi diametralmente opposta rispetto alla combinazione precedente. In questo particolare abbinamento sono stati scelti per la componente cognitiva un task APT-like discendente, mentre un tandem in avanti per quella motoria. Durante la prima seduta si delinea un pattern di tipo *Cognitive-priority trade-off* (+DTE cognitivo, -DTE motorio) ovvero il soggetto prioritizzava maggiormente sulla sfera cognitiva, con un netto peggioramento del compito motorio in dual-task in termini di tempo di esecuzione. Invece, in seconda

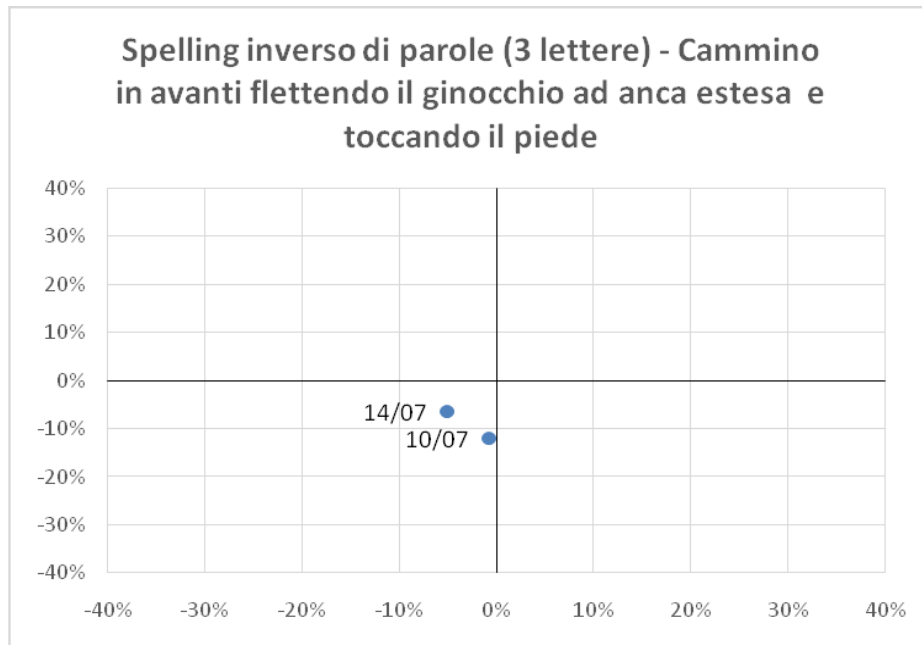
seduta ci si sposta verso una situazione di *mutual facilitation* (+DTE cognitivo, +DTE motorio) risultato ottimale ai fini dello studio. Complessivamente si può concludere che l'abilità di svolgimento delle attività del soggetto sia migliorata in quanto il compito cognitivo rimane stabile tra le due ripetizioni, con un simultaneo ottimo miglioramento della performance motoria.



	13-lug	17-lug
<b>DTE C</b>	-19%	-7,50%
<b>DTE M</b>	-11,00%	1%

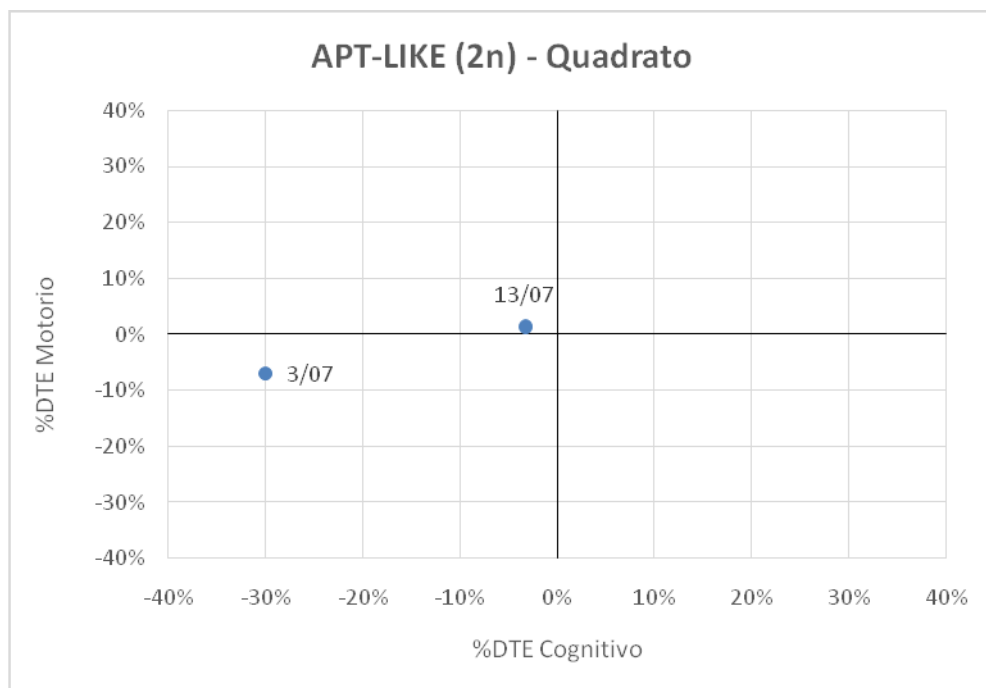
L'esercizio rappresentato sopra consiste nell'unione di un cammino laterale detto "Carioca" e un task APT-like, nel quale il soggetto deve rispondere in maniera affermativa all'udire di un numero più grande di due unità rispetto al precedente, tra una serie di numeri uditi. La condizione iniziale presenta un pattern di *mutual interference* (-DTE cognitivo, -DTE motorio) in quanto entrambe le prestazioni dual-task mostrano un peggioramento rispetto alla loro esecuzione in single task. L'andamento si conclude con una situazione di *Gait-priority trade-off* (-DTE cognitivo, +DTE motorio) ossia H.A. è migliorato sia dal punto di vista cognitivo, sia da quello motorio. Può esser ipotizzata

una miglior distribuzione attentiva che ha permesso di incrementare i valori di DTE in egual misura, senza che una delle due performance peggiorasse a discapito dell'altra.



	<b>10-lug</b>	<b>14-lug</b>
<b>DTE C</b>	-0,70%	-5,00%
<b>DTE M</b>	-12%	-6,40%

In questa quarta combinazione proposta, allo spelling inverso di parole a tre lettere, è stato associato un cammino in avanti in cui il paziente doveva flettere il ginocchio ad anca estesa per andarsi a toccare il piede, in un percorso rettilineo di 20 metri ripetuto due volte. Alla prima misurazione, effettuata il 10/07, è stata registrata una condizione di *mutual interference* che persiste anche in data 14/07. In quest'ultima situazione è visibile come le risorse attentive, dapprima utilizzate per il compito cognitivo, siano state indirizzate verso il compito motorio, il quale ha subito un incremento in termini di qualità e tempo dell'esecuzione. Nell'insieme, dunque, non si può considerare ci sia stato uno sviluppo positivo, al contrario si assiste ad una differente strategia di allocazione.



	03-lug	13-lug
DTE C	-30%	-3,30%
DTE M	-7%	1,20%

L'ultima analisi riguarda una proposta di esercizi in cui H.A. doveva svolgere un compito APT-like nel quale era richiesto di rispondere "SI" alla presenza di due numeri precedentemente stabiliti tra diversi stimoli uditivi presentatigli. Al contempo si invitava il soggetto a compiere una sequenza in avanti e lateralmente su un quadrato disegnato sul pavimento per un totale di 10 ripetizioni. In data 03/07 il pattern è quello tipico della *mutual interference* per valori di DTE cognitivo molto negativi, sintomo di una prioritizzazione di tipo motorio. Dopo 10 giorni il quadro si è evoluto positivamente verso la parte di grafico relativa al *Gait-priority trade-off* ; nello specifico ci si è avvicinati alla zona di no-interference, che abbiamo già stabilito essere l'obiettivo dello studio. È stato possibile apprezzare tale miglioramento, anche dal punto di vista qualitativo, del compito motorio sotto forma di scomparsa d'incertezze ed errori nell'esecuzione della sequenza, rilevabili invece in prima seduta. Alla luce di tali

considerazioni, questo grafico risulta essere l'esempio migliore di un andamento ideale comparabile con gli obiettivi e le aspettative del training.

### 6.3. Sintesi ed analisi dell'Indice Dual-task

Questo paragrafo raccoglie la sintesi dei risultati ottenuti da questo studio, commentando l'andamento dell'indice Dual-Task e descrivendo gli outcome globali.

Caso Clinico 1 (F.E.A.): Il soggetto che verrà illustrato è quello che ha rivelato i miglioramenti più importanti, che attraversano tutti gli ambiti motori. Come dimostrato dai punteggi dei test, infatti, F.E.A. migliora sia in termini di variazioni posturali, velocità e resistenza del cammino, equilibrio e funzionalità dell'arto superiore. Per quanto riguarda la destrezza motoria, tuttavia, non si nota lo stesso andamento, piuttosto la mano destra peggiora e la mano sinistra migliora, seppur scarsamente.

Dalla valutazione cognitiva emergono risultati positivi per quanto riguarda la flessibilità cognitiva, la programmazione motoria, la sensibilità all'interferenza, l'apprendimento, la memoria e le abilità attentive.

F.E.A. ha riferito di esser più capace nel focalizzarsi su stimoli specifici evitando distrazioni esterne, ad esempio durante il lavoro, e di percepirsi più presente e concentrata durante le comuni attività di vita quotidiana.

L'abilità Dual-task è migliorata in maniera considerevole, come il soggetto stesso ha riferito e come rappresentato dallo stesso indice.

Si riporta il grafico con l'andamento dell'indice:

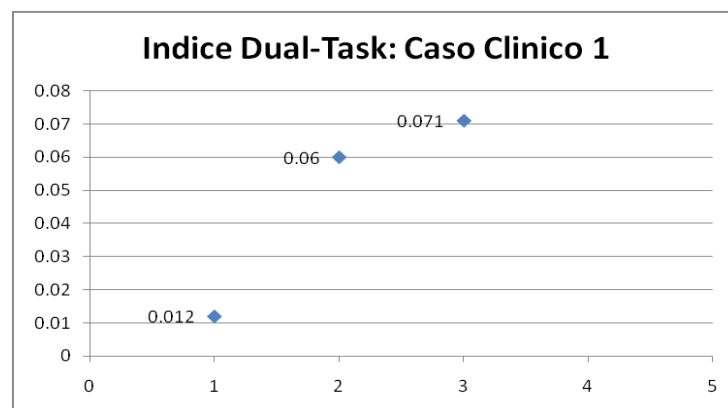


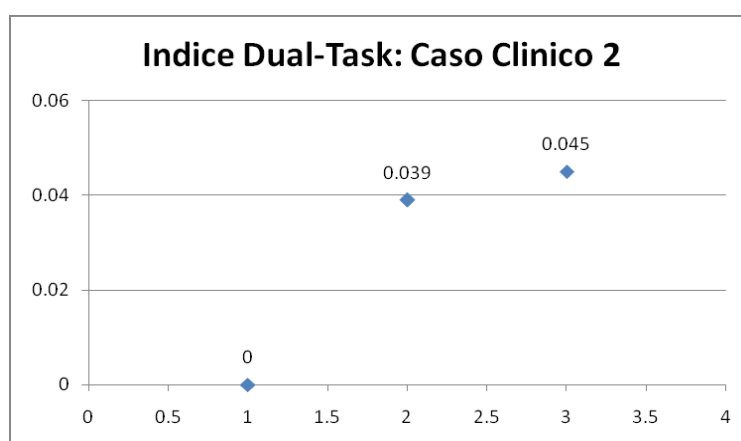
Figura 32. Andamento indice Dual-Task nel Caso Clinico 1 (FEA).



Tale strumento è da noi utilizzato per valutare la performance dual-task; il suo incremento in termini di valore assoluto indica un incremento dell'abilità. Nel caso di F.E.A. si assiste ad un incremento importante dell'indice, che non solo viene mantenuto a distanza di 2 mesi, ma continua a crescere. Dalla rilevazione post- trattamento (T1) il soggetto mostra un'abilità dual-task migliore di quella misurata a T0. Il potenziamento delle funzioni esecutive è stato dunque mantenuto anche al Follow-up.

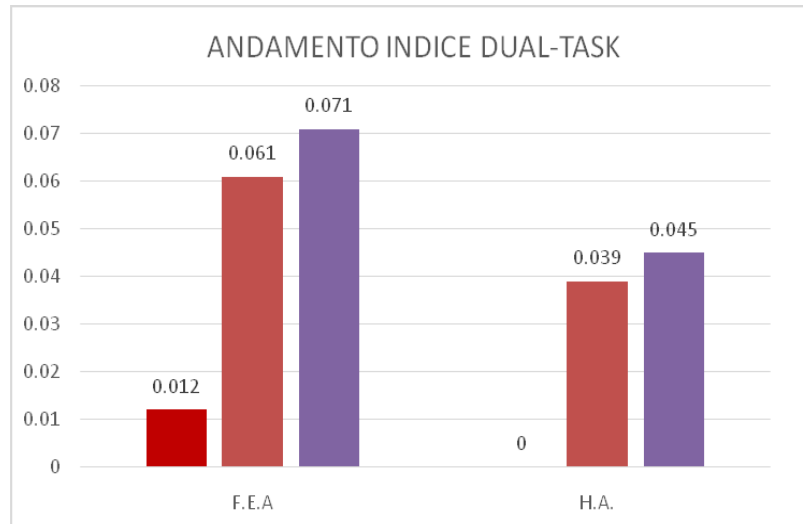
Caso Clinico 2 (H.A.): Di questo partecipante si riportano, in ambito cognitivo, miglioramenti a livello della working memory, della flessibilità cognitiva, della sensibilità all'interferenza e delle abilità attentive, in particolar modo dell'attenzione sostenuta. Da un punto di vista motorio è evidente che il paziente ha mostrato dei miglioramenti, soprattutto in termini di resistenza del cammino, ma anche velocità del cammino, destrezza motoria e funzionalità dell'arto superiore.

Anche per H.A. si riporta il grafico con l'andamento dell'indice dual-task, in cui si può constatare un incremento tra la valutazione iniziale (T0), nella quale il valore era pari a 0, e la valutazione post-trattamento (T1). Anche in questo caso, al Follow-up si assiste ad un ulteriore incremento. Sebbene, come già accennato in precedenza, il soggetto non abbia partecipato in maniera continuativa al training, si può affermare che ci sia stato un miglioramento nell'abilità Dual-Task.



**Figura 33.** Andamento indice Dual-Task nel Caso Clinico 2 (HA).

Vogliamo ora comparare l'andamento dell'indice dual-task dei due partecipanti allo studio di quest'anno a T0, T1 e al Follow-up.



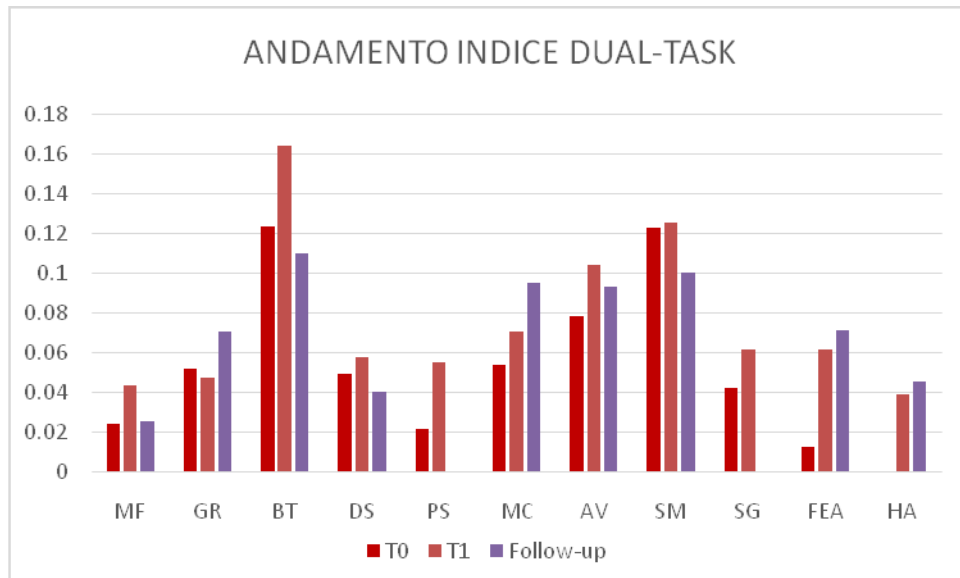
**Figura 34.** Andamento dell'indice Dual-Task nei due partecipanti allo studio dell'anno 2020 (FEA e HA).

A fine trattamento si evidenzia un incremento comune ad entrambi di tale valore. Successivamente, al follow-up si assiste ad un ulteriore aumento, più evidente in FEA piuttosto che in HA, il quale, ricordiamo, non ha mantenuto una frequenza e quindi un'intensità del training adeguata. Nonostante ciò, quest'ultimo soggetto ha migliorato la sua abilità dual-task, come dimostrato dal grafico.

Spostiamo ora il focus sull'andamento dell'indice relativo agli 11 partecipanti ai tre anni di studio. Va specificato che non verranno riportati i dati del soggetto DR, appartenente al primo studio (2017-2018), poiché non eseguì il test dual-task.

Sinteticamente possiamo concludere che 9 partecipanti su 11, eccetto GR ed SG, hanno migliorato la propria abilità dual-task tra T0 e T1. A questo proposito i risultati del nostro studio sono in linea con quelli dei due anni precedenti [70][71][72][73]. Più della metà dei pazienti al Follow-up mostra un decremento dell'indice rispetto a T1, sebbene i valori risultino maggiori rispetto a T0, ciò indica che a distanza di 2 mesi dal training, la situazione risulta migliore rispetto al pre-trattamento. Solamente 3 soggetti su 11

hanno incrementato ulteriormente il valore dell'indice a tutte e 3 le valutazioni aumentando così le proprie abilità dual-task anche a 2 mesi dal training. L'andamento più anomalo è quello del partecipante GR, che non avendo un incremento dell'indice tra T0 e T1, presenta inaspettatamente un miglioramento della prestazione dual-task tra T1 e Follow-up.

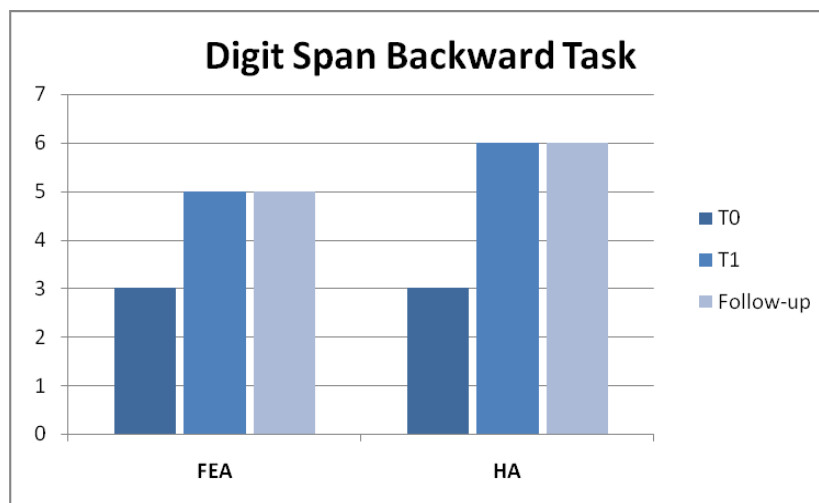


**Figura 35.** Andamento dell'indice Dual-Task nei 12 partecipanti allo studio degli anni 2017-2020

## CAPITOLO VII

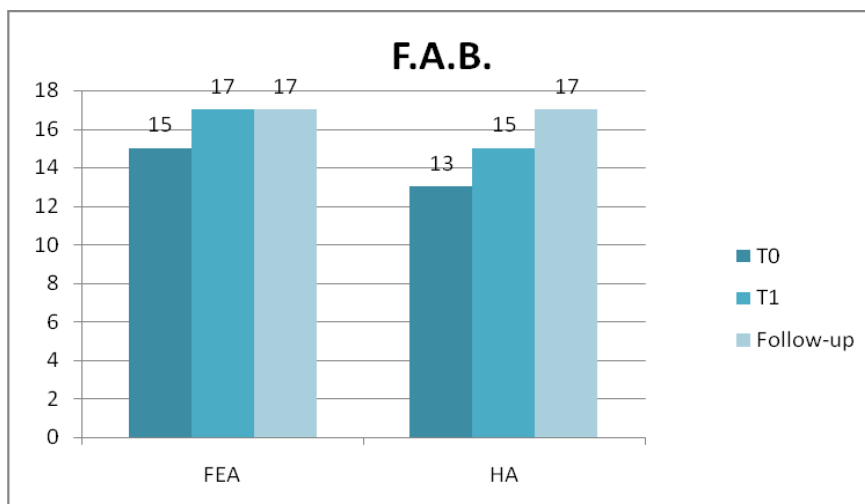
### Discussione

Al termine di questo studio si ritiene opportuno riportare una sintesi conclusiva che metta a confronto le misure di outcome analizzate, includendo anche i partecipanti agli studi svolti gli anni precedenti [70][71][72][73]. I risultati del training sono stati positivi, sia a livello cognitivo, che motorio, che nelle abilità di gestione del dual-task. Per quanto concerne i due soggetti osservati quest'anno, alcuni cambiamenti sono risultati comuni ad entrambi i partecipanti, ne sono un esempio il P.A.S.A.T che ha visto una diminuzione del numero di errori commessi; il Trail Making Test, il Test delle Matrici ed il Digit Backward. Quest'ultimo, che riflette la capacità di working memory di tipo verbale, ha registrato un potenziamento in entrambi i soggetti, che si è mantenuta costante a distanza di due mesi. Si riporta in seguito il grafico risultante dall'analisi complessiva dei dati raccolti.

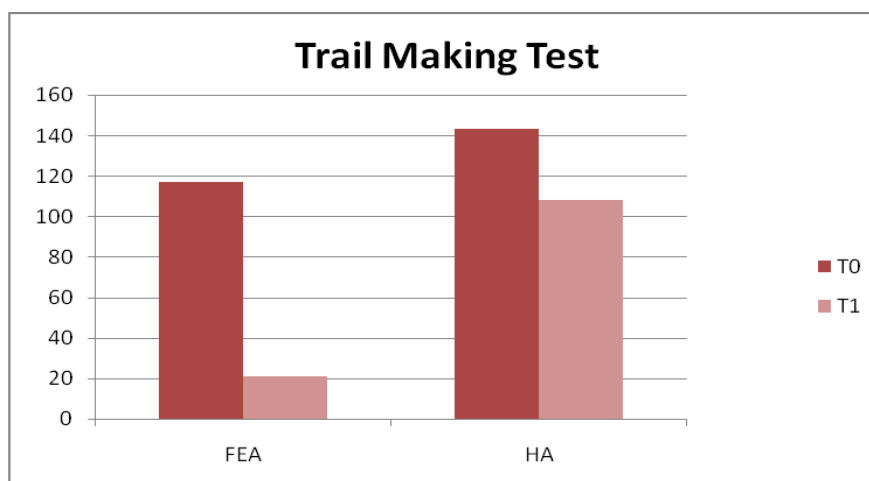


**Figura 36 A.** Digit Span Backward a T0, T1 e follow-up dei due soggetti partecipanti allo studio (2020).

Dall' analisi dei dati emerge anche un incremento nei risultati della batteria F.A.B. (Frontal Assessment Battery), che valuta le abilità controllate dai lobi frontali. Si riporta in seguito il grafico comprendente i risultati dei due partecipanti. Il punteggio totale è aumentato in entrambi e si è mantenuto costante al Follow-up.



**Figura 36B.** Frontal Assessment Battery a T0 e T1.



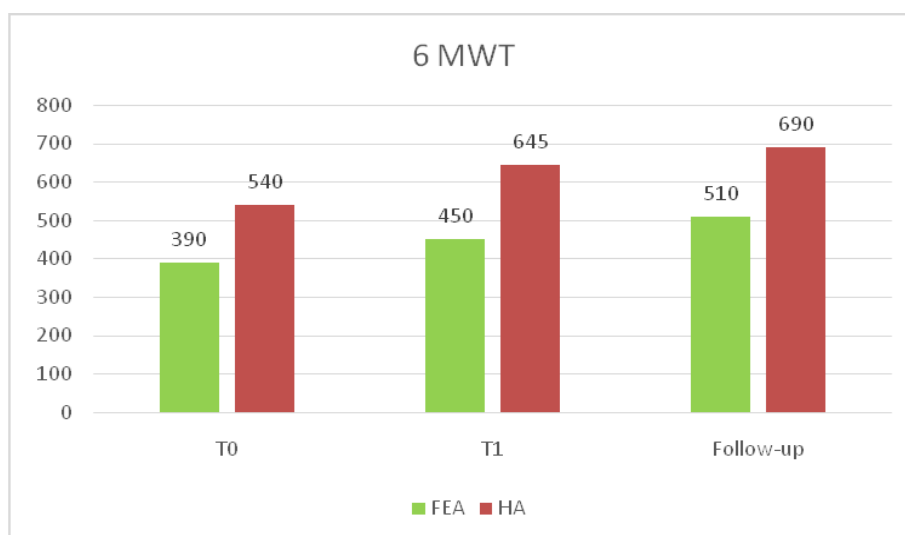
**Figura 37.** Trail Making Test (B-A) misurato prima e dopo il training dual-task.

Nel grafico sovrastante sono riportati i tempi di esecuzione del TMT (B-A), che in entrambi i soggetti diminuiscono a T1 rispetto alla valutazione iniziale. Ciò è indice di un miglioramento nelle capacità di set-switching, abilità allenata durante il training Dual-Task.

Si è poi confrontato l'esito del training dual-task svolto nello studio corrente con quello intrapreso gli anni scorsi; da tale analisi è stato possibile osservare un incremento delle prestazioni nelle prove inerenti alla working memory e alla flessibilità cognitiva. Tali risultati sono stati mantenuti anche nella misurazione al follow-up. Dai grafici riportati di seguito, è possibile notare che il training dual-task si è rivelato efficace, non solo nella gestione di un doppio compito cognitivo-motorio, ma si è verificata anche una

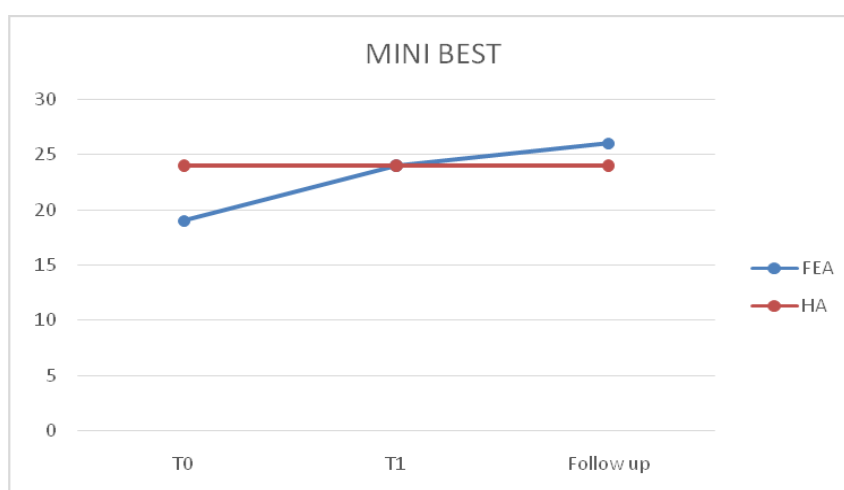
generalizzazione nelle prove atte a valutare le funzioni esecutive: come il Digit Span Backward, Trail Making Test (B-A) e AFS tra T0 e T1.

In ambito motorio riteniamo opportuno mostrare l'andamento di entrambi i pazienti per le misure di outcome: 6 MWT, MINI BEST, Box and Block Test.



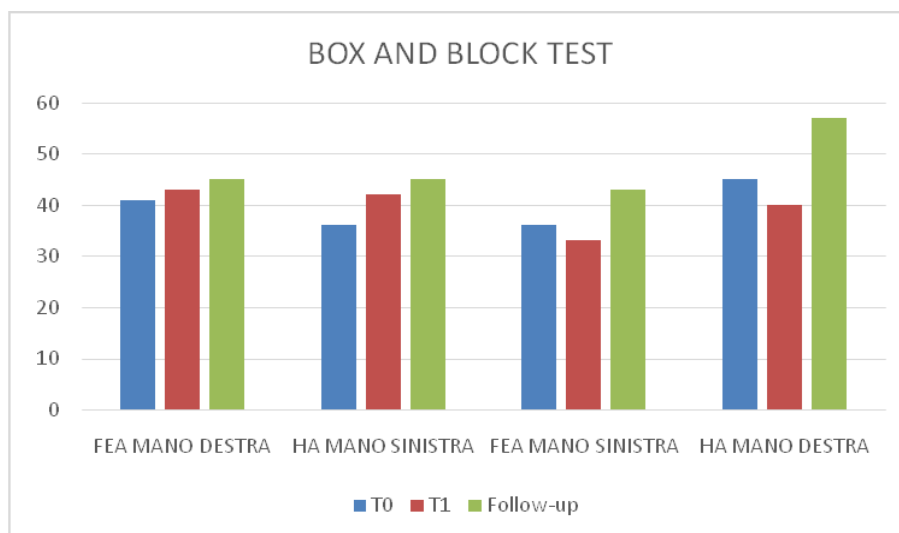
**Figura 38.** Metri percorsi al 6MWT dai due partecipanti allo studio dell'anno 2020 (FEA e HA).

Al 6 Minutes Walking Test entrambi i pazienti aumentano in maniera considerevole i metri percorsi in 6 minuti, dimostrando una crescente resistenza al cammino.



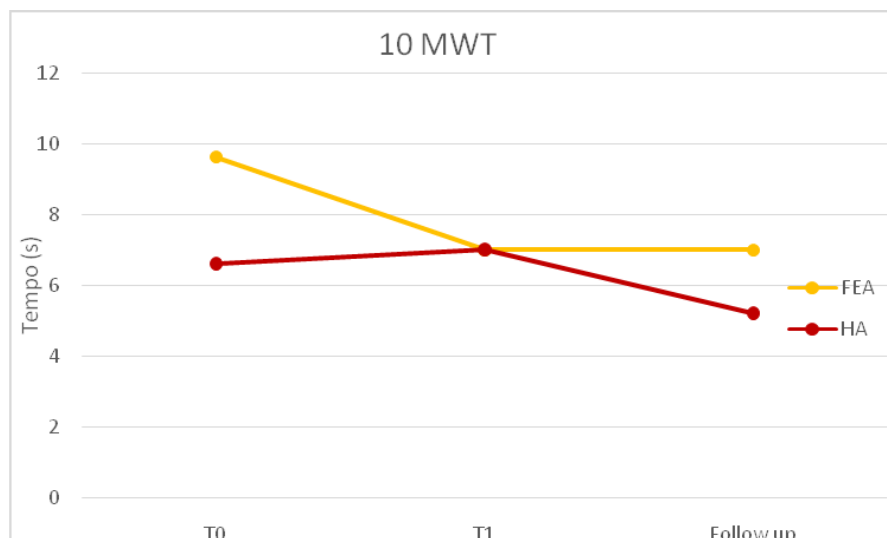
**Figura 39.** Andamento dei due partecipanti dello studio 2020 (FEA e HA) al MINI BEST a T0, T1 e Follow-up.

Al MINI BESTest i due partecipanti mostrano andamenti differenti. Da una parte F.E.A. aumenta il punteggio sia a T1, sia al follow-up, dall'altra H.A. rimane stazionario su un punteggio di 24/28. Ciò ci suggerisce che F.E.A., al contrario di H.A., ha migliorato il proprio equilibrio, specialmente il controllo posturale reattivo.



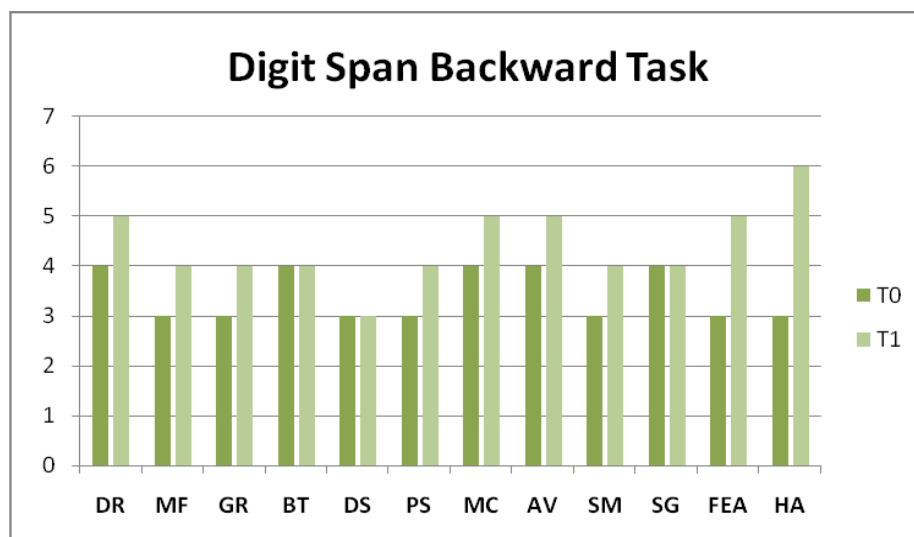
**Figura 40.** Numero di Blocchi spostati al Box and Block Test a T0, T1 e follow-up dai due partecipanti allo studio 2020 (FEA e HA)

Al Box and Block Test si evidenziano delle analogie: la mano sinistra del caso clinico 2 (appartenente al lato paretico) migliora la performance in maniera costante, e lo stesso accade per la mano destra del caso clinico 1. La mano sinistra di quest'ultima (che appartiene al lato paretico) al contrario risulta meno performante a T1 rispetto a T0, mentre al follow-up migliora in maniera considerevole. E' lecito ipotizzare che tale cambiamento in positivo sia dovuto al suo rientro a lavoro, avvenuto tra T1 e il follow-up, che le ha permesso di migliorare la destrezza motoria. Segue lo stesso andamento la mano destra del caso clinico 2.



**Figura 41.** Andamento dei due partecipanti allo studio 2020 (FEA e HA) al 10MWT

Per quanto riguarda il 10 Meters Walking Test, entrambi i soggetti dimostrano un miglioramento significativo tra T0 e il follow-up. Tuttavia l'andamento compreso tra l'intervallo T0 -follow up è diverso nei due: F.E.A. migliora a T1 e mantiene il miglioramento anche al follow-up, H.A. peggiora a T1 e migliora al follow-up.

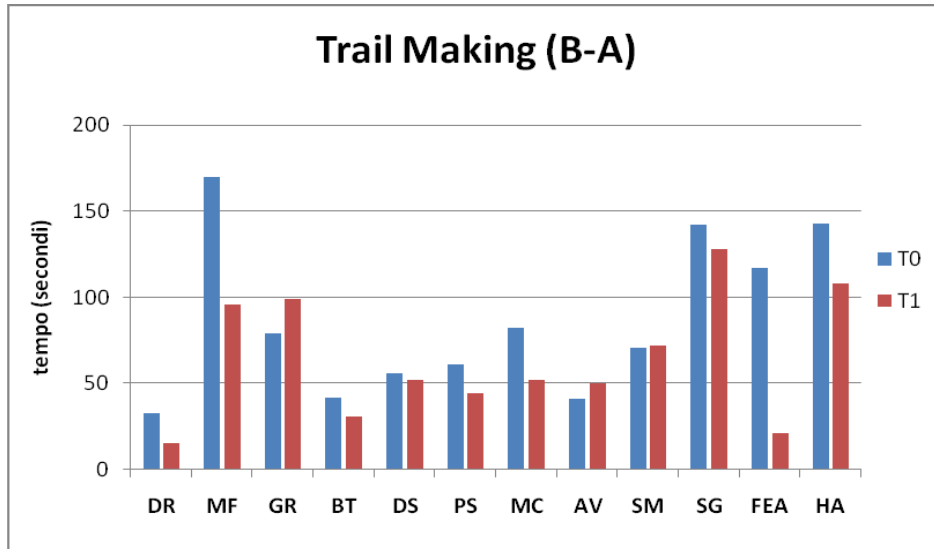


**Figura 42.** Digit Span Backward a T0 e T1 nei 12 partecipanti al training dual-task.

Dal grafico si osserva l'andamento nel Digit Span Backward dei 12 partecipanti al training Dual-Task svolto in questi tre anni, con le misurazioni pre e post-trattamento. Si può notare che lo Span aumenta in due terzi dei partecipanti (8 soggetti), e rimane

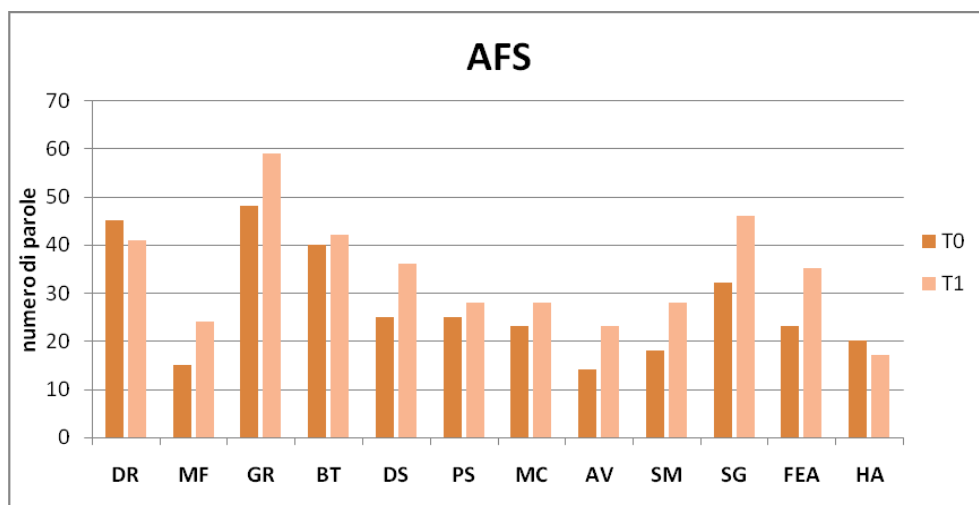


costante negli altri (4 soggetti); in alcuni partecipanti, dai valori patologici alla prima somministrazione si è raggiunto un valore in norma (MF, GR, PS, SM, FEA, HA).



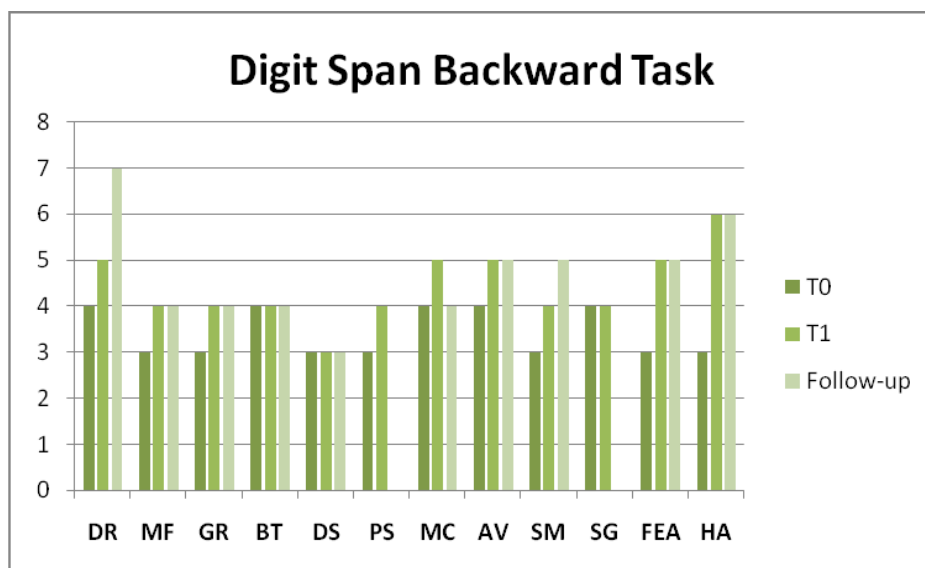
**Figura 43.** Trail Making Test (B-A) misurato prima e dopo il training Dual-task.

Il Trail Making Test si è rivelato essere uno strumento testistico sensibile al trattamento Dual-task. Il risultato ottenuto in 10 soggetti su 11 (escluso il soggetto con valutazione parziale S.G.) è una diminuzione del tempo necessario per il passaggio da un tipo di compito ad un altro e viceversa, quindi un incremento nella velocità di set-switching da T0 a T1. Questo potenziamento mette in luce la generalizzazione degli effetti del training con risultati significativi per quanto riguarda le funzioni esecutive.



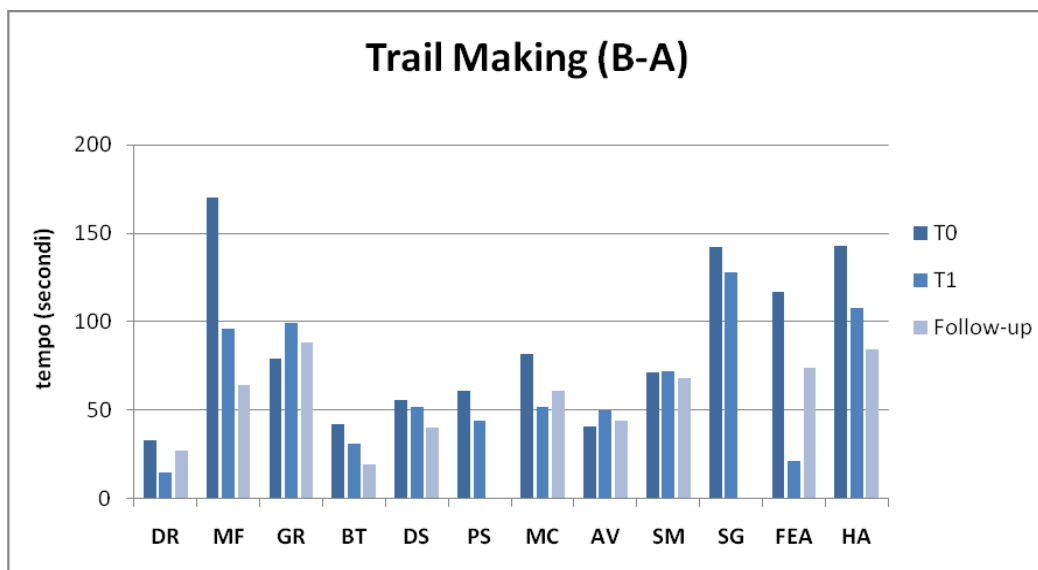
**Figura 44.** Numero di parole evocate dai 12 partecipanti al Test AFS a T0 e T1.

Anche il Test di Fluenza verbale ha evidenziato un potenziamento della capacità di generare una strategia di ricerca appropriata: il grafico riporta il numero di parole evocate dai partecipanti in corso di valutazione a T0 e T1. Questa abilità è stata potenziata, ad eccezione di H.A. e del mantenimento osservato in D.R., in cui la condizione iniziale era di una prestazione molto al di sopra della norma. I test Digit Span Backward, Trail Making Test e AFS hanno mostrato che il potenziamento delle funzioni esecutive è stato mantenuto anche a distanza di 2 mesi dal trattamento. Tale incremento è stato mantenuto dalla maggior parte dei partecipanti e in alcuni è perfino aumentato ulteriormente. Si riportano in seguito gli outcome relativi al Digit Span Backward misurato ad inizio trattamento, a termine e a distanza di due mesi, nei soggetti in cui è stato rilevato.



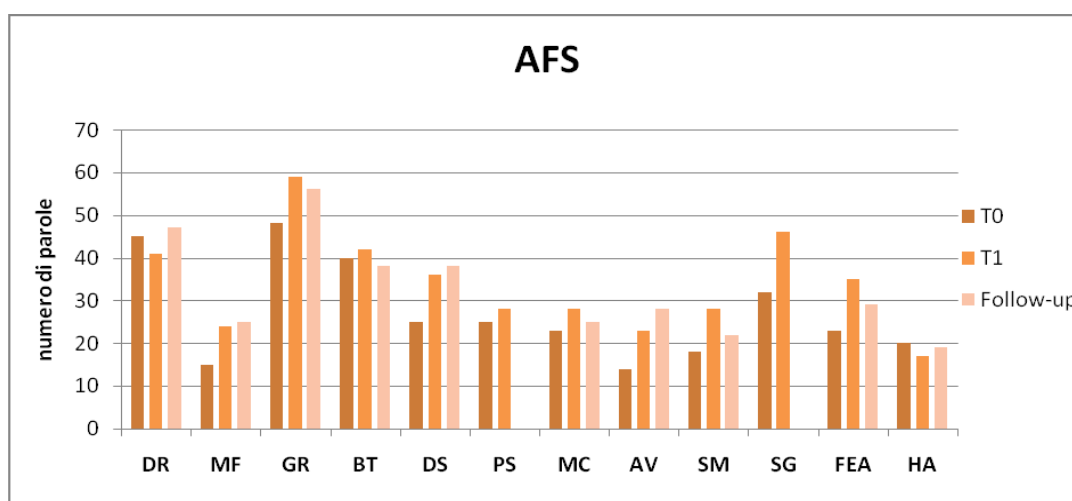
**Figura 45.** Digit Span Backward dei 12 partecipanti a T0, T1 e al follow-up.

Lo stesso andamento è stato osservato anche nel Trail Making Test (B-A): i risultati a due mesi dal training infatti per alcuni soggetti (MF, BT, DS) si sono mantenuti, mentre per altri (DR, AV, SM) sono migliorati. In particolare ci si riferisce alla velocità di task-switching ed efficienza delle funzioni esecutive. Il risultato delle valutazioni è illustrato nel grafico seguente:



**Figura 46.** Indici riportati dall'analisi dei risultati dai partecipanti nel Trail Making Test (B-A) a T0, T1 e Follow-up.

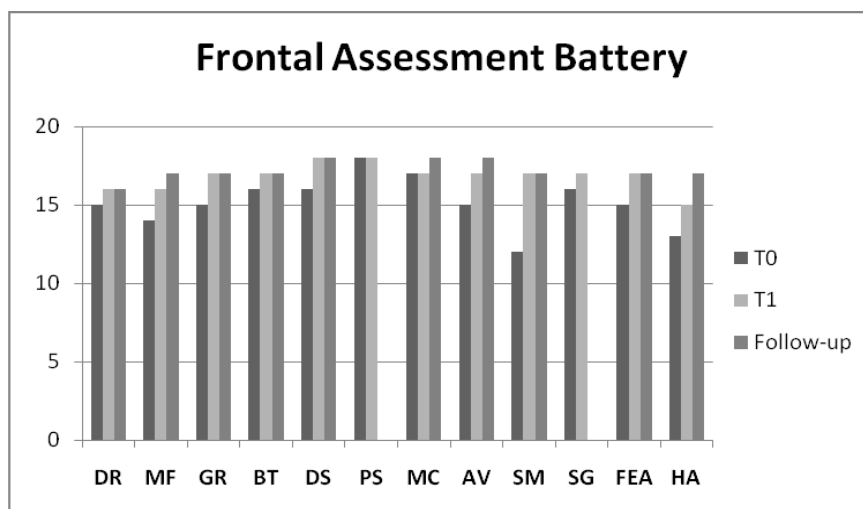
Come detto precedentemente, tra le misure di outcome maggiormente rilevanti, vi è sicuramente da annoverare il test AFS. I risultati evidenziano in quasi tutti i casi un aumento della fluenza verbale anche a due mesi di distanza dal termine del training dual-task, rispetto a T0. Nel grafico sotto riportato sono osservabili i risultati delle misurazione dei 12 partecipanti allo studio.



**Figura 47.** Numero di parole evocate dai 12 partecipanti al Test AFS a T0, T1 e Follow-up.

Si riportano le misurazioni dell'efficienza delle abilità esecutive tramite la batteria neuropsicologica F.A.B., dove, ad eccezione di D.R., il quale ha mantenuto stabile la

performance nel range di norma, è stato registrato un miglioramento nelle prove di serie motoria e delle istruzioni contrastanti.

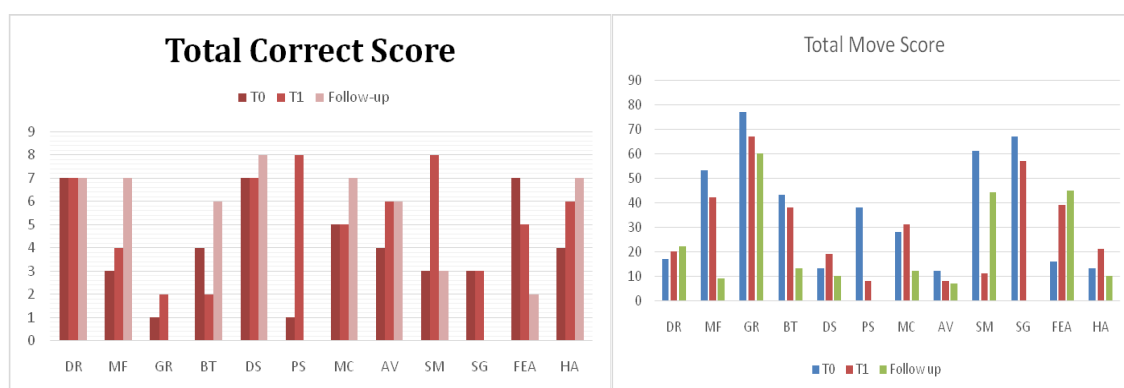


**Figura 48.** Frontal Assessment Battery a T0, T1 e follow-up.

Per ultimo si riportano i risultati del test della Torre di Londra, si possono notare diversi miglioramenti nelle performance dei pazienti. In particolare gli incrementi prestazionali più rilevanti sono stati rilevati al ToL-Total Correct Score, al ToL-Move Score e al ToL-Execution Time nella maggior parte dei pazienti. Le abilità di pianificazione non sono state esercitate direttamente durante il Dual-Task training. Questi miglioramenti, dunque, sarebbero dovuti ad una generalizzazione degli effetti del trattamento a processi cognitivi distinti dalle abilità specificatamente esercitate durante il training.

Di seguito i grafici dei sub test della Torre di Londra menzionati in precedenza. Dal grafico 49a, nella maggior parte dei soggetti si assiste, a T1, ad un incremento del Total Correct Score (indice di miglioramento nelle abilità di pianificazione), il quale, nella metà dei partecipanti, continua ad incrementare anche a due mesi dal trattamento. Nei restanti soggetti, si mantiene costante o comunque superiore ai punteggi ottenuti a T0, ad eccezione di G.R., P.S., S.G. e F.E.A., per i quali si assiste, al Follow-up, ad un decremento delle performance rispetto a T0. Solo in 2 partecipanti (B.T. e F.E.A.) si verifica un decremento prestazionale a T1 rispetto a T0. Allo stesso modo, l'indice ToL-Total Move Score registra una diminuzione del numero totale di mosse eseguite in

numerosi pazienti, il che conferma l'incremento di efficienza delle abilità di pianificazione. In 7 soggetti su 12 si registra un miglioramento, ossia una riduzione del numero totale di mosse, tra T0 e T1, e in 4 dei 7 soggetti si attesta un ulteriore incremento prestazionale al follow-up (MF; GR; BT; AV; soltanto 1 soggetto peggiora da T1 al follow-up, ma la prestazione si rivela comunque migliore rispetto alla condizione T0 (SM), mentre 2 soggetti non hanno eseguito la valutazione di follow-up (P.S.; S.G.). Inoltre, dei restanti 5 soggetti (D.R., D.S., M.C., F.E.A. ed H.A.) 3 mostrano un miglioramento al follow-up sia rispetto a T1 che T0 (D.S., M.C., H.A.).



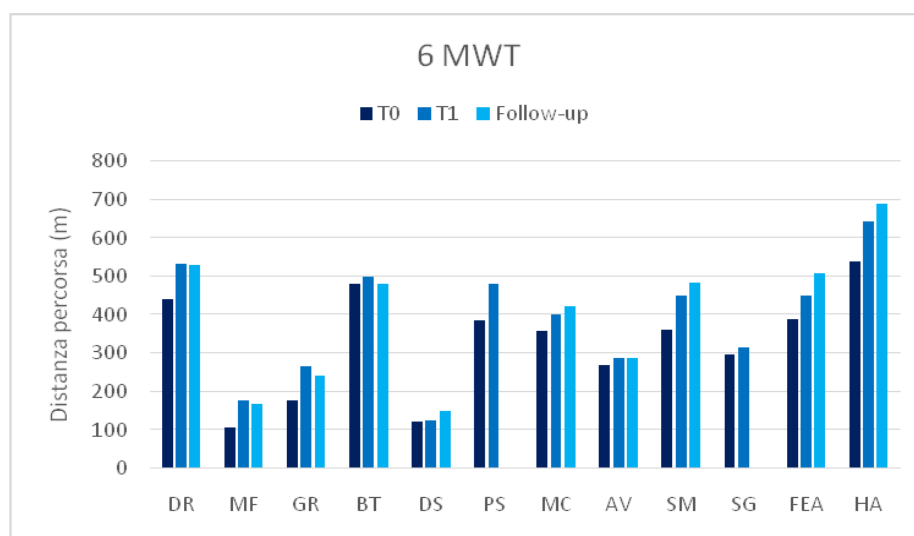
**Figure 49 a e 49 b.** Prestazioni alla Torre di Londra.

Come citato precedentemente, anche l'indice ToL-Total Execution Time subisce un miglioramento nella maggior parte dei partecipanti. Questo subtest è la misura della velocità di pianificazione ed esecuzione; a tempi minori corrispondono migliori prestazioni. In 7 soggetti (M.F., G.R., B.T., P.S., A.V., S.M., S.G) si assiste ad importanti miglioramenti tra T0 e T1. Al Follow-up 9 soggetti (D.R., M.F., G.R., B.T., D.S., M.C., A.V., S.M., H.A.) migliorano rispetto a T0, mentre 7 (D.R., M.F., G.R., B.T, D.S, M.C., H.A.) migliorano a due mesi di distanza dalla fine del trattamento.



**Figura 50.** Prestazioni alla torre di Londra.

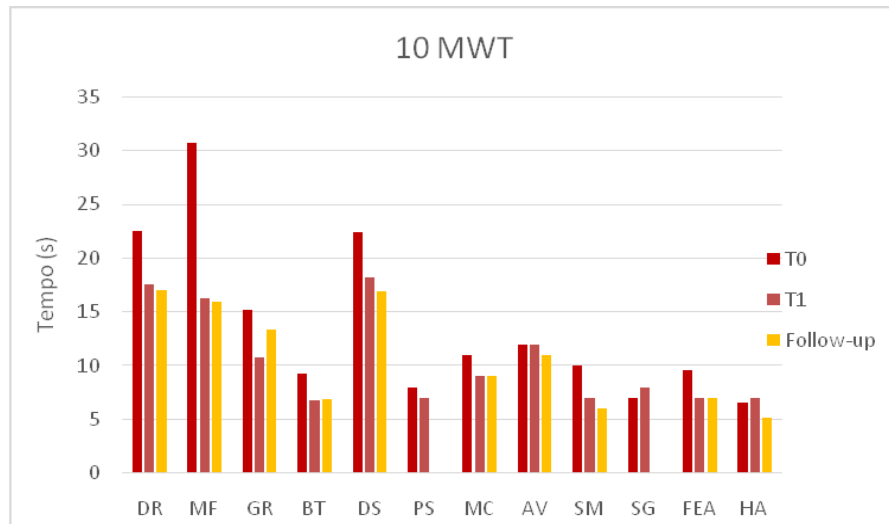
Per quanto riguarda l'ambito motorio, al TUG, gli andamenti dei due pazienti di quest'anno non sono significativi, ovvero la performance rimane pressochè stabile. Ciò si contrappone con quanto rilevato negli anni scorsi, quando la tendenza dei soggetti era quella a migliorare la prestazione, ad eccezione di un solo caso che peggiora al follow-up.



**Figura 51.** Distanza in metri percorsa dai 12 partecipanti al 6MWT a T0, T1 e Follow-up.

Il grafico soprastante raggruppa i risultati del 6 MWT relativo ai 12 partecipanti di tutti gli anni. Si può notare come tutti i pazienti aumentino la distanza percorsa a fine trattamento. Al follow up 5 su 12 aumentano ulteriormente la resistenza al cammino;

altri 4 diminuiscono la distanza percorsa, sebbene si tratti di variazioni scarsamente significative; 2 soggetti rimangono stabili; mentre per 2 di essi il dato è mancante.



**Figura 52.** Tempo in secondi impiegato dai 12 partecipanti al 10MWT a T0, T1 e Follow-up.

Tale grafico mostra i tempi registrati per il 10 MWT per tutti e 12 i partecipanti dello studio. Se si prende in considerazione la situazione prima dello studio di quest'anno, si ha una metà dei partecipanti che migliora in questo test e l'altra metà che rimane stazionaria oppure non migliora. Il contributo dato dai 2 soggetti di quest'ultimo anno va a favore della prima metà, infatti nonostante F.E.A. rimanga stabile al follow-up rispetto a T1, compie comunque un miglioramento significativo.

Relativamente al MINI BEST, la paziente F.E.A. si aggiunge al trend di miglioramento che ha caratterizzato gli studi precedenti. Se si considera il follow-up, 3 su 12 migliorano ulteriormente; uno solo peggiora anche rispetto a T0; i restanti mantengono costante la performance rispetto a T1. Tra gli ultimi si aggiunge anche H.A., che partecipa allo studio di quest'anno.

In merito alle scale di valutazione per l'arto superiore, fino all'anno scorso soltanto 2 pazienti su 10 avevano mostrato punteggi migliori rispetto a T0, mentre alcuni di essi presentavano un'emiplegia tale da non poter permettere l'esecuzione dei test. Quest'ultimo anno è risultato degno di nota il Box and Block Test, nel quale entrambi i casi clinici hanno dimostrato un considerevole miglioramento complessivo.

I cambiamenti ottenuti al 9 Hole Peg Test, invece, non sono risultati significativi.

## CAPITOLO VIII

### Conclusioni

Analizzando gli outcome cognitivi e motori e l'andamento dell'indice Dual-Task nel corso di questi 3 anni di training, si possono registrare risultati positivi. Nei 12 soggetti, le valutazioni in ambito motorio hanno visto miglioramenti nella velocità di cammino, un aumento della resistenza, dell'equilibrio e nella velocità nei trasferimenti e nei cambi posturali. Analogamente, si sono osservati incrementi delle prestazioni cognitive, in maniera particolare a carico delle abilità attentive e delle Funzioni Esecutive, con uno specifico coinvolgimento delle abilità di task-switching. Il training ha riportato notevoli effetti di generalizzazione rilevati attraverso prove volte ad analizzare le abilità di working-memory, di inibizione di stimoli interferenti e la flessibilità mentale. Inoltre, nel presente studio (A.A. 2019-2020), grazie all'introduzione di misure di outcome volte ad indagare l'andamento della memoria verbale a breve e lungo termine, è stato possibile registrare in un soggetto (F.E.A.) un interessante incremento prestazionale sia nella rievocazione immediata di liste di parole, che nella differita.

Queste osservazioni sono coerenti con i recenti studi di fMRI sul multitasking [89], dai quali è emerso che la velocità di task-switching, dunque l'efficienza del sistema attentivo di spostare rapidamente il focus attentivo da un compito ad un altro, correla con la capacità di svolgere due compiti simultaneamente. Questi risultati appaiono particolarmente rilevanti considerando che i partecipanti allo studio presentano esiti di ictus cerebrale in fase cronica, ovvero una fase in cui difficilmente si verificano recuperi considerevoli.

Anche le prestazioni Dual-Task hanno portato risultati significativi: l'analisi dei pattern d'interferenza effettuata durante il training ha mostrato come le abilità nel gestire più compiti simultanei possano essere allenate, andando così a diminuire, nella maggior parte dei casi, il Dual-Task cost. I livelli prestazionali delle abilità Dual-Task non in tutti i soggetti sono stati mantenuti a distanza di due mesi dal termine del trattamento. Ciò implica una riflessione sull'opportunità di aumentare il numero di soggetti costituenti il campione sperimentale, per raccogliere dati maggiormente rappresentativi,



oppure sulla possibilità di modulare il protocollo riabilitativo, ad esempio proponendo di ripetere il training a distanza di tempo, al fine di ottenere il mantenimento dei risultati ottenuti.

Dall'analisi dell'indice Dual-task, unitamente a quella dei pattern d'interferenza cognitivo-motoria è possibile affermare che il Dual-Task Test sia sensibile alle variazioni nell'esecuzione di un doppio task cognitivo-motorio; si ritiene altresì necessaria l'esecuzione di una standardizzazione di questo test sulla popolazione sana, così da garantire un confronto indicativo con la normalità.

Particolarmente rilevanti sono anche gli effetti che il training ha avuto sulle attività di vita quotidiana e sulla partecipazione sociale. Gli stessi partecipanti hanno riferito in maniera qualitativa il beneficio ottenuto dal trattamento, così come confermato anche dagli stessi questionari e scale utilizzati. In particolare i soggetti hanno osservato una maggiore dimestichezza in situazioni definite problematiche prima del trattamento.

La limitatezza del tempo a disposizione ha comportato il coinvolgimento di un numero esiguo di partecipanti. Per i prossimi studi, sarebbe auspicabile l'ampliamento del campione di soggetti. In conclusione, si ritiene necessario sottolineare nuovamente l'importanza di un approccio riabilitativo integrato, che tenga conto non solo delle capacità del paziente all'interno del setting riabilitativo, ma anche dello stesso in rapporto alla complessità dell'ambiente, non solo fisico, ma anche sociale.

## **BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA:**

- [1] Yogev-Seligmann G. Et al. The role of executive function and attention in gait. *Movement disorders* 23: 329-342. 2008
- [2] Mazzucchi A. La riabilitazione neuropsicologica. Premesse teoriche e applicazioni cliniche. Milano. Edra Masson (pag. 149;150;176-177;370 )
- [3] Stuss DT, Levine B. Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annu Rev Psychol.* 2002; 53: 401-433
- [4] Woodruff-Pak DS, Papka M. Theories of neuropsychology and aging. In: Bengston VL, Schaie KW, editors. *Handbook of theories of aging.* Springer; New York: 1999
- [5] E. Làdavas, A. Berti *Neuropsicologia.* Bologna. Il Mulino Manuali (pag.98)
- [6] De Gangi G., Porges S. (1990). *Neuroscience Foundation of Human performance,* Rockville, MD, American Occupational Therapy Association Inc.
- [7] Alvarez JA, Emory E. Executive function and the frontal lobes: a meta-analytic review. *Neuropsych. Rev.*2006;16:17-42.
- [8] A. Cantagallo, G. Spitoni, G. Antonucci *Le funzioni esecutive. Valutazione e riabilitazione.* Roma. Carocci Faber (pag.57)
- [9] Malouin F, Richards CL, Jackson PL, Dumas F, Doyon J. Brain activations during motor imagery of locomotor-related tasks: a PET study. *Hum Brain Mapp* 2003;19:47-62.
- [10] Sheridan PL, Hausdorff JM. The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer's disease. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2007;24:125- 137.
- [11] Holtzer R, Verghese J, Xue X, Lipton RB. Cognitive processes related to gait velocity: results from the Einstein aging study. *Neuropsychology* 2006;20:215-223.
- [12] P. Haggard, J. Cockburn, J. Cock, C. Fordham, D. Wade *Interference between gait and cognitive tasks in a rehabilitating neurological population*
- [13] *Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: A dual-task study - Prudence Plummer- D'Amato, Lori J.P. Altman, Dawn Saracinoc, Emily Foxd, Andrea L. Behrmand and M. Marsiskef.*

- [14] Al-Yahya E., Dawes H., Smith L., et al. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*. 2011; 35: 715-728
- [15] Sanders, A. F. (2001). Dual Task Performance. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 3888–3892.
- [16] P.Plummer, G. Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 2015.
- [17] Parallel and serial processing in dual-tasking differentially involves mechanisms in the striatum and the lateral prefrontal cortex. Christian Beste Received: 6 march 2014/Accepted: 8 July 2014/Published online: 14 July 2014 Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014.
- [18] The influence of Cognitive Dual Task on the Gait Parameters of Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis” by Smith E., Cusack T., Cunningham C., Blake C., 2017
- [19] Chen HC, Schultz AB, Ashton-Miller JA, Giordani B, Alexander NB, Guire KE. Stepping over obstacles: dividing attention impairs performance of old more than young adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51 : M116-M122.
- [20] Ebersbach G, Dimitrijevic MR, Poewe W. Influence of concurrent tasks on gait: a dual-task approach. *Percept Mot Skills* 1995; 81:107-113
- [21] Springer S., Giladi N., Peretz C., Yogev G., Simon ES., Hausdorff JM. Dual-tasking effects on gait variability: the role of aging, falls, and executive function. *Mov Discord* 2006;21:950-957
- [22] Sparrow WA., Bradshaw EJ., Lamoureaux E., Tirosh O. Ageing effects on the attention demands of walking. *Hum Mov Sci* 2002;21:961-972
- [23] Schrodt LA., Mercer VS., Giuliani CA., Hartman M., Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions. *Gait Posture* 2004; 19:279-287
- [24] Dreher JC., Grafman J. Dissociating the roles of the rostral anterior cingulate and the lateral prefrontal cortices in performing two tasks simultaneously or successively. *Cereb Cortex* 2003;13:329339
- [25] Buckner RL. Memory and executive function in aging and AD: multiple factors that cause decline and reserve factors that compensate. *Neuron* 2004; 44:195-208.

- [26] Dubois B., Pillon B. Cognitive deficits in Parkinson's disease. *J. Neurol* 1997;244:2-8.
- [27] Nakamura T., Meguro K., Sasaki H. Relationship between falls and stride length variability in senile dementia of the Alzheimer type. *Gerontology* 1996;42:108-113
- [28] Galletly R., Brauer SG. Does the type of concurrent task affect preferred and cued gait in people with Parkinson's disease? *Just J. Physiother* 2005;51:175-180
- [29] Valter Santilli, Linee guida ed evidenze scientifiche in medicina fisica e riabilitativa. VS Centro Stampa- Università degli Studi di Roma "La Sapienza", p. 59
- [30] ISO SPREAD VIII edizione Ictus cerebrale: linee guida italiane di prevenzione e trattamento, raccomandazioni e Sintesi; stesura del 21 luglio 2016
- [31] Quality of life after first ischemic stroke. Long term developments and correlation with changes in neurological deficit, mood and cognitive impairment. *Jonkman EJ* 1998
- [32] Snaphaan L, de Leeuw FE. Poststroke memory function in nondemented patients: a systematic review on frequency and neuroimaging correlates. *Stroke* 2007;38:198–203.
- [33] Hochstenbach J., Milder T., Van Limbeek J, Donders R and Schoonderwalt Cognitive decline following stroke: a comprehensive study of cognitive decline following stroke. *J Clin Exp Neuropsych.* 1998; 20:503-517
- [34] Zhu L., Fratiglioni L., Guo Z., Guero-Torres H., Winblad B. And Viitanen M. Association of stroke with dementia, cognitive impairment and functional disability in very old: A population-based study. *Stroke.* 1998; 29:2094-2009.
- [35] Pedersen P.M., Jorgensen H.S., Kammersgaard L.P., Nakayama H., Rasachou H.O., Olsen T.S. Impaired orientation in acute stroke: frequency, determinants and time course of recovery: Copenhagen Stroke Study. *Cerebrovascs dis* 1998; 8:90-96.
- [36] Loetscher T, Potter KJ, Wong D, das Nair R. Cognitive rehabilitation for attention deficits following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019, Issue 11. Art. No.: CD002842
- [37] Hyndman D., Ashburn A. People with stroke living in the community: Attention deficits, balance, ADL ability and falls. *Disabil Rehabil.* 2003;25:817-822.
- [38] Stapelton T., Ashburn A., Stack E. A pilot study of attention deficits, balance control and falls in the subacute stage following stroke. *Clin Rehabil.* 2001;15:437-444.

- [39] McDowd J., Filion D.L., Pohl P.S., Richards L.G., Stiers W. Attentional abilities and functional outcome following stroke. *J Gerontol Series B Psych Sci Soc Sci.* 2003;58:45-53
- [40] Plummer P., Eskes G., Wallace S., Giuffrida C., Fraas M., Campbell G. Et al.; American Congress of rehabilitation Medicine Stroke Networking Group Cognition Task Force. Cognitive-motor interference during functional mobility after stroke: state of the science and implications for future research. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013.
- [41] Hyndman D, Ashburn A. Stops walking when talking as a predictor of falls in people with stroke living in the community. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2004; 75:994–997.
- [42] Hyndman D, Ashburn A, Yardley L, Stack E. Interference between balance, gait and cognitive task performance among people with stroke living in the community. *Disabil Rehabil.* 2006; 28:849–856.].
- [43] Marco Yiu Chung Pang, Lei Yang, Huixi Ouyang, Freddy Man Hin Lam , Meizhen Huang, Deborah Ann Jehu, Dual-Task Exercise Reduces Cognitive-Motor Interference in Walking and Falls After Stroke, 2018 Dec; 49(12):2990-2998.
- [44] Haggard P., Cockburn J., Cock J., Claire Fordham, Wade D. Interference between gait and cognitive task in a rehabilitating neurological population. *J Neurol Neurosurg Psych.* 69:479-486.2000
- [45] G. YOGEV-SELIGMANN, J. M. HAUSDORFF e N. GILADI, «Do We Always Prioritize Balance When Walking? Towards an Integrated Model of Task Prioritization.» *Movement Disorders*, vol. 27, n. 6, pp. 765-770, 2012.
- [46] B. R. BLOEM, V. V. VALKENBURG, M. SLABBEKOORN e M. D. WILLEMSSEN, «The Multiple Tasks Test Development and normal strategies,» *Gait and Posture*, vol. 14, pp. 191-202, 2001.
- [47] Canning C.G., Ada L., Paul S.S. Is automaticity of walking regained after stroke? *Disabil Rehabil.* 28:97-102.2006
- [48] Hofheinz M., Miss M., Elsner B. Dual task training for improving balance and gait in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* Issue 10.2016
- [49] Ruthruff E., Van Selst M., Johnston J.C., Remington R. How does practice reduce dual-task interference: integration, automatization, or just stage-shortening? *Psychological Research.* 70:125-142.2006

- [50] Lee I.W., Kim Y. N., & Lee D.K. Effect of a virtual reality exercise program accompanied by cognitive tasks on the balance and gait of stroke patients. *Journal of physical therapy science* 27, 2175-2177, doi:10.1589/jpts.27.2175 (2015)
- [51] An, H.J. et al The effect of various dual-task training methods with gait on the balance and gait of patients with chronic stroke. *Journal of physical therapy science* 26, 1287-1291, doi:10.1589/jpts.26.1287 (2014)
- [52] Plummer P., Villaboiss R.M., Vayda M.S., Moser M. & Johnson E., Feasibility of dual-task gait training for community-dwelling adults after stroke: a cases series. *Stroke research and treatment* 2014, 538601, doi:10.1155/2014/538602 (2014)
- [53] Li KZ, Roudaia E, Lussier M, Bherer L, Leroux A, McKinley P. Benefits of cognitive dual-task training on balance performance in healthy older adults. *J Gerontol Series A*. 2010;65(12):1344–1352. doi:10.1093/gerona/glq151
- [54] Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehab*. 2009;90(3):381–387. doi:10.1016/j.apmr.2008.09.559
- [55] Sengar, S., Raghav, D., Bhadana, M., Alghadir, A. H., & Iqbal, A. (2019). Efficacy Of Dual-Task Training With Two Different Priorities Instructional Sets On Gait Parameters In Patients With Chronic Stroke. *Neuropsychiatric Disease and Treatment*, Volume 15, 2959–2969. doi:10.2147/ndt.s197632
- [56] Cadore, E.L. et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcome in institutionalized frail nonagenarians. *Age* 36, 773-785, doi:10.1007/s11357-013-9586-z (2014)
- [57] Williams LM An integrative neuroscience model of “significance” processing. *J Integr Neurosci* 2006;5:1-47
- [58] Bloem BR, Valkenburg VV, Slabbekoorn M., Willemsen SD. The Multiple Tasks Test: development and normal strategies. *Gait posture* 2001;14:919-202
- [59] Rapp MA, Kramper RT, Baltes PB. Adaptive task prioritization in aging: selective resource allocation to postural control is preserved in Alzheimer disease. *Am J Geriatr Psychiatry* 2006;14:52-61
- [60] Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor Control: Theory and Applications*. Baltimore, MD: Wilkins & Wilkins; 1995

- [61] Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:93-108
- [62] Lezak MD. *Neuropsychological Assessment*. New York: Oxford University Press; 1995
- [63] Bloem BR, Grimbergen YA, Van Dijk JG, Munneke M. The “posture second” strategy: a review of wrong priorities in Parkinson’s disease. *J Neurol Sci* 2006;248:196-204
- [64] Gage WH, Sleik RJ, Polych MA, McKenzie NC, Brown LA. The allocation of attention during locomotion is altered by anxiety. *Exp Brain Res* 2003;150:385-394
- [65] Yogev-Seligmann G., Rotem-Galili Y., Mirelman A., Dickstein R., Giladi N., Hausdorff JM. How does explicit prioritization affect walking during dual-task performance? Effects of age and sex on gait speed and variability. *Phys Ther* 2010;90:177-186
- [66] Plummer-D’Amato P., Altmann LJ. Relationships between motor function and gait-related dual-task interference after stroke: a pilot study. *Gait Posture*. Jan 2012;35(1):170-172
- [67] Plummer-D’Amato P., Brancato B., Dantowitz M., Birken S., Bonke C., Fuery E. Effects of gait and cognitive task difficulty on cognitive-motor interference in aging. *J Aging Res*. 2012;2012:583894
- [68] Plummer-D’Amato P, Altmann LJ. Relationships between motor function and gait-related dual-task interference after stroke: a pilot study. *Gait posture*. Jan 2012;35(1):171-173
- [69] Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. Prudence Plummer, Gail Eskes. Edited by Tobias Loetsche
- [70] Chiodi Elisa. *Interferenza Cognitivo-motoria in pazienti con esiti di ictus cerebrale: proposta di un dual-task training* (tesi di Laurea); Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2017-2018, Relatore: Dott.ssa Michela Coccia; Correlatore: Dott.ssa Laura Villani.
- [71] Boriello Kevin. *Interferenza cognitivo-motoria in pazienti con esiti di ictus cerebrale: effetto di un dual-task training* (Tesi di Laurea); Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2017-2018, Relatore: Dott.ssa Marianna capecci; Correlatore: Dott.ssa Paola Casoli.

- [72] Cardoni Alice. *Cognitive-motor interference: definizione e proposta di trattamento in soggetti con stroke* (tesi di Laurea); Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2018-2019, Relatore: Dott.ssa Michela Coccia; Correlatore: Dott.ssa Laura Villani.
- [73] Dini Sofia. *Trattamento Dual task nel paziente post stroke: effetto dell'interferenza Cognitivo-motoria* (tesi di Laurea); Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2018-2019, Relatore: Dott.ssa Marianna Capecchi; Correlatore: Dott.ssa Paola Casoli.
- [74] Mancuso M., Varalta V., Sardella L., Capitani D., Zoccolotti P., Antonucci G., & Italian OCS Group. (2016). Italian normative data for a stroke specific cognitive screening tool: the Oxford Cognitive Screen (OCS). *Neurological Sciences*, 37(10), 1713-1721
- [75] Elisa Ciaramelli, Andrea Serino, Mariagrazia Benassi, Roberto Bolzani, Standardizzazione di tre test di memoria di lavoro, in "Giornale italiano di psicologia, Rivista trimestrale" 3/2006, pp. 607-626, doi: 10.1421/22765
- [76] Carlesimo GA, Caltagirone C, Gainotti G. The Mental Deterioration Battery: normative data, diagnostic reliability and qualitative analyses of cognitive impairment. The Group for the Standardization of the Mental Deterioration Battery. *Eur Neurol*. 1996; 36(6):378-84. doi: 10.1159/000117297.
- [77] Hans Spinnler; Gianni Tognoni; Gruppo italiano per lo studio neuropsicologico dell'invecchiamento, Standardizzazione e taratura italiana di test neuropsicologici, in *Italian journal of neurological sciences. Supplementum*; 8, Milano: Masson Italia Periodici, 1987.
- [78] Giovagnoli, A.R. & Pesce, M. & Mascheroni S. & Simoncelli M., & Laiacona Marcella & Capitani Erminio. (1996). Trail Making Test: Normative values from 287 normal adult controls. *Italian journal of neurological sciences*. 17. 305-9. 10.1007/BF01997792.
- [79] Monaco Marco & Costa Alberto & Caltagirone Carlo & Carlesimo Giovanni (2013). Forward and backward span for verbal and visuo-spatial data: Standardization and normative data from an Italian adult population. *Neurological sciences: official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology*. 36. 10.1007/s10072-012-1130-x.



- [80] Barbarotto R., Laiacona M., Frosio R., Vecchio M., Farinato A., 609& Capitani E. (1998). A normative study on visual reaction times and two Stroop colour-word tests. *The Italian journal of Neurological Sciences*, 19(3), 161-170.
- [81] Heaton R.K., Chelune G.J., Talley J.L. et al. *Wisconsin Card Sorting Test manual*. Odessa, Florida: Psychological Assessment Resources, Inc; 1993.
- [82] Culbertson W.C. & Zillmer E.A. (2000). *The Tower of London*, Drexel University, research version: Examiner's manual. North Tonawanda, NY: Multi-Health Systems.
- [83] Apollonio, Leone M., Isella V., Piamarta F., Consoli T., Villa M.L., Forapani E., Russo A., Nichelli P.; *The Frontal, Assessment Battery (FAB): a normative values in an Italian population sample*. *Neurol Sci.* 2005 Jun; 26(2): 108-16.
- [84] <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures>
- [85] *Attention Process Training* Sohlberg & Mateer, 1986; Sohlberg, Johnson, Paule, Raskin & Mateer, 1994.
- [86] *Reducing Attention Deficits After Stroke using Attention Process Training a Randomized Controlled Trial*. Suzanne L. Barker-Collo, M.A., PhD; Valery L. Feigin, M.D., MSc, PhD FAAN; Carlene M.M. Lawes, PhD, FAFPHM; Varsha Parag, MSc; Hugh Senior, DPH, MSc, PhD; Anthony Rodgers, PhD. *Stroke*. 2009; 40:3293–3298 doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.558239
- [87] Ruff R., Baser C.A., Johnson J.W., Marshall L.F., Klauber M.R., Minteer M. *Neuropsychological rehabilitation: an experimental study with head injured patients*. *J. Head Trauma Rehabil.* 1989;4:20-36.
- [88] Mateer C., Sohlberg M.M., Youngman P.K. *The Management of acquired attention and memory deficits*. In: Wood R. F. L. Ed. *Cognitive rehabilitation in perspective*. London: Taylor and Francis; 1990:68-96.
- [89] Gazzaniga et al. (2014) *“Cognitive Neuroscience: the biology of the mind”* 4th Edition -traduz.e adatt. italiano a cura di MadoProverbio A., Zani A.; Ed. Zanichelli, Bologna (2015); Cap. XII: 560-561.

## ALLEGATI

**F.E.A. Et : 53 anni. Scolarità: 13 anni**

	<b>T0</b> <b>(29/06/2020)</b>		<b>T1</b> <b>(20/07/2020)</b>		<b>Follow-up</b> <b>(23/09/2020)</b>	
	<b>PG</b>	<b>PC</b>	<b>PG</b>	<b>PC</b>	<b>PG</b>	<b>PC</b>
<b><u>Test delle matrici</u></b>	53	47,75	54	48,75	56	50,75
<b><u>P.A.S.A.T</u></b>						
- 4000 ms	10	*	12	*	3	
- 2600 ms	20	*	14	*	16	*
- 1800ms	32	*	32	*	14	*
<b><u>STROOP TEST</u></b>						
<b><u>(versione breve)</u></b>						
-Tempo d'interferenza	34''	*	48''	*	40''	*
-Errori	1		0		0	
<b><u>Digit Span Forward</u></b>	4	3,75*	5	4,75	5	4,75
<b><u>Digit Span Backward</u></b>	3	2,71	5	4,71	5	4,71
<b><u>Corsi Span Forward</u></b>	5	4,74	5	4,74	6	5,74
<b><u>Corsi Span Backward</u></b>	5	4,67	6	5,67	5	4,67
<b><u>Trail Making Test</u></b>						
-A	50	47	68	65	42	39
-B	167	161	89	83	116	110
-B-A	117	114	21	18	74	71
<b><u>FAB</u></b>	15/17	14,2	17/17	16,2	17/17	16,2
<b><u>AFS</u></b>	23	18,3	35	30,3	29	24,3
<b><u>Torre di Londra</u></b>						
-Total Correct score	7	118	5	106	2	88
-Total move score	16	112	39	94	45	88
-Total Initiation time	50	100	63	106	50	100
-Total Execution time	183	104	265	94	281	92
-Total Problem Solving time	233	104	328	92	331	92
-Total Time Violations	0	108	1	92	2	78
-Total Rule Violations	1	*	11	*	2	*
<b><u>WCST</u></b>						
-N di prove somministrate	124		87		79	
-N tot di risposte corrette	84		69		64	
-% Totale di errori	32%	92	21%	108	23%	100
-% risp perseverative	30%	*	15%	100	7,5%	119
-%errori perseverativi	20%	92	10%	108	7,5%	119
-% errori non perseverativi	12%	100	7%	108	11%	100
<b><u>PAROLE DI REY</u></b>						
-Short Term	45	41,5	48	44,5	57	53,5
- Long Term	9	8	11	10	11	10

H.A. Et : 40 anni. Scolarit : 6 anni

	<b>T0</b> <b>(01/07/2020)</b>		<b>T1</b> <b>(22/07/2020)</b>		<b>Follow-up</b> <b>(23/09/2020)</b>	
	<b>PG</b>	<b>PC</b>	<b>PG</b>	<b>PC</b>	<b>PG</b>	<b>PC</b>
<b><u>Test delle matrici</u></b>	35	28.5	40	37.5	51	48,5
<b><u>P.A.S.A.T</u></b>						
- 4000 ms	14	*	9	*	3	
- 2600 ms	20	*	13	*	7	
- 1800ms	31	*	20	*	14	*
<b><u>STROOP TEST</u></b>						
-Tempo d'interferenza	105''	*	68''	*	63''	*
-Errori	1,5		1		1	
<b><u>Digit Span Forward</u></b>	5	4,99	5	4,99	5	4,99
<b><u>Digit Span Backward</u></b>	3	3,14	6	6,14	5	5,14
<b><u>Corsi Span Forward</u></b>	6	6,05	5	5,05	7	7,05
<b><u>Corsi Span Backward</u></b>	7	6,48	5	4,48	5	4,48
<b><u>Trail Making Test</u></b>						
- A	66''	58	70''	62	71''	63
-B	209''	173	178''	142	155''	119
-B-A	143''	115	108''	80	84''	56
<b><u>FAB</u></b>	13/18	*	15/18	15,3	17/18	17,3
<b><u>AFS</u></b>	20	25,4	17	22,4	19	24,4
<b><u>Torre di Londra</u></b>						
-Total Correct score	4	100	6	112	7	118
-Total move score	13	116	21	108	10	118
-Total Initiation time	81	112	131	130	115	124
-Total Execution time	305	88	306	88	257	94
-Total Problem Solving time	386	86	437	80	372	88
-Total Time Violations	2	*	2	*	2	*
-Total Rule Violations	0	104	0	104	0	104
<b><u>WCST</u></b>						
-N di prove somministrate	128		128		128	
-N tot di risposte corrette	82		76		77	
-% errori	36%	92	41%	81	40%	81
-% risp perseverative	23%	92	32%	81	14%	100
-%errori perseverativi	21%	92	27%	81	14%	100
-% errori non perseverativi	15%	92	13%	92	22%	81
<b><u>PAROLE DI REY</u></b>						
-Short Term	60	58,6	43	41,6	34	32,6
-Long Term	14	13,3	12	11,3	8	7,3

## Functional Status Questionnaire

### Sezione funzioni fisiche

*Durante il mese passato* ha avuto difficoltà per:

#### *ADL di base*

- 1) Prendersi cura di se stessi, come mangiare, vestirsi, fare il bagno
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |
- 2) Trasferirsi o alzarsi da un letto o da una sedia
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |
- 3) Muoversi dentro o intorno casa
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |

#### *ADL intermedie*

- 1) Camminare per molti isolati
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |

- 2) Camminare per un isolato o salire una rampa di scale
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |

	Di solito non lo ho fatto per altre ragioni	<input type="checkbox"/>
3) Fare lavori intorno a casa come pulire, fare leggeri lavori da cortile o la manutenzione della casa	Generalmente non ho avuto difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto alcune difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto molte difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per motivi di salute	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per altre ragioni	<input type="checkbox"/>
4) Fare commissioni, come andare a fare la spesa	Generalmente non ho avuto difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto alcune difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto molte difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per motivi di salute	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per altre ragioni	<input type="checkbox"/>
5) Guidare una macchina o utilizzare i mezzi pubblici	Generalmente non ho avuto difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto alcune difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto molte difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per motivi di salute	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per altre ragioni	<input type="checkbox"/>
6) Fare attività fisiche impegnative come correre, sollevare oggetti pesanti o partecipare a sport estremi	Generalmente non ho avuto difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto alcune difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Ho avuto molte difficoltà	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per motivi di salute	<input type="checkbox"/>
	Di solito non lo ho fatto per altre ragioni	<input type="checkbox"/>

### ***Sezione funzioni psicologiche***

*Durante il mese passato:*

1) Sei stata una persona molto nervosa	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
2) Ti sei sentito calmo e sereno	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>

- 3) Ti sei sentito depresso e triste
- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo                 | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo                | <input type="checkbox"/> |
| Una buona parte del tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo            | <input type="checkbox"/> |
| Per una minima parte del tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                            | <input type="checkbox"/> |

- 4) Sei stata una persona felice
- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo                 | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo                | <input type="checkbox"/> |
| Una buona parte del tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo            | <input type="checkbox"/> |
| Per una minima parte del tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                            | <input type="checkbox"/> |

- 5) Ti senti così abbattuto che nessuna cosa potrebbe metterti di buon umore
- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo                 | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo                | <input type="checkbox"/> |
| Una buona parte del tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo            | <input type="checkbox"/> |
| Per una minima parte del tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                            | <input type="checkbox"/> |

### ***Sezione funzioni sociali***

Se hai lavorato *durante il mese passato*, come è stata la tua performance lavorativa

- 1) Hai svolto la stessa attività lavorativa di altri in lavori simili
- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo     | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                 | <input type="checkbox"/> |

- 2) Hai lavorato per brevi periodi di tempo o hai fatto frequenti pause a causa della tua salute
- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo     | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                 | <input type="checkbox"/> |

- 3) Hai lavorato per un numero regolare di ore
- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo     | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                 | <input type="checkbox"/> |

- 4) Hai svolto la stessa attività lavorativa con la stessa cura ed accuratezza di altri in lavori simili
- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo     | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                 | <input type="checkbox"/> |

- 5) Hai paura di perdere il tuo lavoro a causa del tuo stato di salute
- |                     |                          |
|---------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo     | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                 | <input type="checkbox"/> |

### ***Sezione attività sociali***

*Durante l'ultimo mese:*

- 1) Hai avuto difficoltà nell'andare a trovare parenti o amici
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |
- 2) Hai avuto difficoltà nel partecipare ad attività sociali come servizi religiosi, attività sociali o di volontariato
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |
- 3) Ha avuto difficoltà nel prendersi cura delle altre persone o dei membri della sua famiglia?
- |  |                          |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà           | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà                     | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà                      | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni    | <input type="checkbox"/> |

### **Sezione qualità delle interazioni sociali**

*Durante l'ultimo mese:*

- 1) Si è isolato dalle persone che la circondano?
- |                                |                          |
|--------------------------------|--------------------------|
| Tutto il tempo                 | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo                | <input type="checkbox"/> |
| Una buona parte del tempo      | <input type="checkbox"/> |
| Per un po' di tempo            | <input type="checkbox"/> |
| Per una minima parte del tempo | <input type="checkbox"/> |
| Mai                            | <input type="checkbox"/> |

- 2) Si è comportato in modo affettuoso nei confronti degli altri?
- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| Tutto il tempo  | <input type="checkbox"/> |
| Molto del tempo | <input type="checkbox"/> |

- Una buona parte del tempo
- Per un po' di tempo
- Per una minima parte del tempo
- Mai

3) Si è comportato in modo irritato con le persone che la circondano?

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Una buona parte del tempo
- Per un po' di tempo
- Per una minima parte del tempo
- Mai

4) Ha fatto richieste assurde a familiari ed amici?

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Una buona parte del tempo
- Per un po' di tempo
- Per una minima parte del tempo
- Mai

5) E' andato d'accordo con le altre persone?

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Una buona parte del tempo
- Per un po' di tempo
- Per una minima parte del tempo
- Mai

Quale delle seguenti affermazioni descrive meglio la tua situazione lavorativa nell'ultimo mese?

- Ho lavorato a tempo pieno
- Ho lavorato part-time
- Disoccupato in cerca di lavoro
- Disoccupato a causa della mia salute
- Ritirato dal lavoro a causa della mia salute
- Ritirato dal lavoro per altre cause

*Nel mese passato* quanti giorni ha dovuto rinunciare alle cose che generalmente fa per metà giornata o più a causa della sua malattia o lesione?

\_\_\_\_\_

Durante l'ultimo mese quanto sono state soddisfacenti le tue relazioni sessuali?

- Molto soddisfacenti
- Soddisfacenti
- Non tanto soddisfacenti



- Insoddisfacenti
- Molto insoddisfacenti
- Non ho avuto relazioni sessuali

Come ti senti in relazione al tuo stato di salute

- Molto soddisfatto
- Soddisfatto
- Non tanto soddisfatto
- Insoddisfatto
- Molto insoddisfatto

*Nell'ultimo mese* quante volte sei stato insieme ai tuoi amici e parenti, come andare fuori insieme, andarli a trovare a casa o parlarci per telefono

- Ogni giorno
- Diverse volte a settimana
- Circa una volta a settimana
- Due o tre volte al mese
- Circa una volta al mese
- Mai

## ACTIVITIES BALANCE CONFIDENCE (ABC)

Per ognuna delle seguenti attività indica il livello di sicurezza scegliendo un punteggio all'interno di questa scala dove:

**100 = alla convinzione di poter eseguire l'attività indicata con sicurezza nell'equilibrio**

**0 = alla mancanza completa di sicurezza.**

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Non sicuro

Completamente sicuro

1) Arrivare ad afferrare un oggetto posto all'altezza degli occhi;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

2) Camminare per casa;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

3) Salire/scendere dalla macchina;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

4) Camminare all'esterno fino all'auto parcheggiata vicino;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

5) Camminare attraverso un'area di parcheggio;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

6) Spazzare il pavimento;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

7) Salire/scendere le scale;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

8) Recuperare una pantofola da terra;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

9) Camminare i un viale affollato;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

10) Salire /scendere una rampa;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

11) Camminare tra la folla resistendo agli urti;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

12) Usare le scale mobili tenendosi al corrimano;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

13) Sollevarsi sulla punta dei piedi;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

14) Salire su una sedia per prendere qualcosa;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

15) Usare le scale mobili senza tenersi al corrimano;

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

16) Camminare su un marciapiede ghiacciato.

0% 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100%

Punteggio finale = Punteggio totale /16.....

NOME COGNOME.....

DATA:.....

## MOTIVATIONAL INDEX (SHORT FORM)

"Stiamo indagando le ragioni che le persone possono avere per portare avanti una riabilitazione. Mi piacerebbe sapere quanto le seguenti affermazioni possano rappresentare le tue ragioni per partecipare ad un programma di riabilitazione. Prova a non rispondere sì o no, quanto piuttosto nelle modalità indicate qui sotto."

Completamente in disaccordo	Un po' in disaccordo	Ne d'accordo ne in disaccordo	Abbastanza d'accordo	Completamente d'accordo
1	2	3	4	5

1. Partecipo alla riabilitazione, perché altri pazienti con la mia stessa patologia sono migliorati attraverso la riabilitazione

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. Trovo che partecipare al programma di riabilitazione sia stimolante

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Sento come se la riabilitazione mi aiutasse a realizzare qualcosa

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Seguo il programma di riabilitazione perché quello che i medici e i terapeuti vogliono che io faccia

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. Seguo il programma di riabilitazione perché non ho scelta

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Sento che la mia motivazione a partecipare al programma di riabilitazione sia diminuita

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

7. Penso di star imparando tante case utili che potra utilizzare fuori dalla pratica riabilitativa

1

2

3

4

5