

## INDICE

INTRODUZIONE .....	1
1. ICTUS	
1.1 Generalità .....	3
1.2 Segni e sintomi .....	3
1.3 Deambulazione nell'ictus .....	4
1.4 Equilibrio e rischio di caduta .....	6
2. FUNZIONI ESECUTIVE E ATTENZIONE	
2.1 Generalità .....	6
2.2 Correlati anatomici delle funzioni esecutive .....	7
2.3 Attenzione .....	8
2.4 Memoria .....	8
2.5 Funzioni esecutive nell'ictus .....	9
2.6 Funzioni esecutive e andatura .....	10
3. INTERFERENZA COGNITIVO-MOTORIA	
3.1 Definizione .....	13
3.2 Teorie sui meccanismi della CMI .....	13
3.3 Basi neurali della CMI .....	15
3.4 Prioritizzazione in soggetti sani e nell'ictus .....	15
3.5 La CMI nell'ictus .....	17
4. MISURA DELL'INTERFERENZA COGNITIVO-MOTORIA	
4.1 Calcolo del DTE .....	18
4.2 Pattern d'interferenza dual-task .....	19
4.3 Rappresentazione grafica dei pattern .....	20
4.4 Interpretazione dei risultati .....	22
5. PARTECIPANTI E METODI.....	24
5.1 Descrizione del protocollo .....	25
5.2 Partecipanti .....	25
5.3 Valutazione motoria .....	27
5.4 Valutazione cognitiva .....	30
5.5 Valutazione della partecipazione sociale .....	36
5.6 Valutazione della performance dual-task e calcolo dell'indice .....	36

5.7	Descrizione del training .....	38
5.8	Esercizi motori proposti .....	40
5.9	Esercizi cognitivi proposti .....	42
6.	RISULTATI	
6.1	Caso clinico 1: G.N. ....	45
6.1.1	Outcome motori .....	46
6.1.2	Outcome cognitivi .....	51
6.1.3	Partecipazione sociale .....	59
6.1.4	Pattern di interferenza dual-task durante le combinazioni proposte	62
6.1.5	Sintesi e analisi dell'indice dual-task .....	70
6.2	Caso clinico 2: P.L. ....	72
6.2.1	Outcome motori .....	73
6.2.2	Outcome cognitivi .....	78
6.2.3	Partecipazione sociale .....	86
6.2.4	Pattern di interferenza dual-task durante le combinazioni proposte	87
6.2.5	Sintesi e analisi dell'indice dual-task .....	96
6.3	Caso clinico 3: A. O. ....	98
7.	DISCUSSIONE .....	98
8.	CONCLUSIONI .....	106
9.	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA .....	108
10.	ALLEGATI .....	113

## INTRODUZIONE

Le nostre attività quotidiane frequentemente implicano l'esecuzione simultanea di due o più compiti, come camminare e parlare, o camminare mentre si cerca qualcosa in una borsa (Plummer, 2012). <sup>[1]</sup> Un cammino funzionale richiede la capacità di adattarsi per soddisfare gli obiettivi individuali e gli oneri dell'ambiente, e comunemente comporta l'esecuzione di attività cognitive simultanee mentre si cammina, come ricordare una lista della spesa o partecipare a una conversazione. <sup>[2]</sup> Questo tipo di *performance* viene definita *dual-task*.

Essendo l'attenzione una risorsa limitata, dividerla tra due compiti contemporaneamente può causare un peggioramento nell'esecuzione di uno o di entrambi i compiti, rispetto a quando ogni *task* viene eseguito da solo. Il relativo cambiamento nella performance associato al dual-tasking è denominato Interferenza dual-task o Effetto dual-task (DTE). Individui con deficit neurologici, come l'ictus cerebrale possono essere particolarmente suscettibili all'interferenza dual-task: aumentano le richieste attentive per eseguire la performance motoria, ciò vuol dire che meno risorse attentive sono disponibili per eseguire contemporaneamente un secondo compito. Numerosi studi hanno dimostrato che l'interferenza dual-task può avere un impatto significativo sul recupero della deambulazione funzionale in persone con disturbi neurologici. <sup>[1]</sup>

I soggetti con esiti di ictus, durante la deambulazione della comunità, possono avere difficoltà a svolgere contemporaneamente un altro compito <sup>[3]</sup>.

Il cammino dopo un ictus risulta compromesso a causa di una diversa serie di fattori: l'emiplegia, la spasticità, i disturbi sensoriali e di equilibrio; in questi individui una deambulazione funzionale può non essere raggiunta al termine del percorso di riabilitazione. Accanto alle menomazioni motorie, più o meno gravi, gli individui con esiti di ictus possono presentare deficit cognitivi, in particolare compromissioni delle funzioni esecutive e dell'attenzione: due funzioni fondamentali per il pianificare, sequenziare, monitorare e programmare azioni e gesti motori.

Data quindi l'importanza della deambulazione nella comunità per la partecipazione e la qualità di vita e la rilevanza del cammino dual-task nella quotidianità, il paradigma dual-task sta diventando un outcome riabilitativo di interesse tra gli individui con disturbi neurologici. <sup>[1]</sup> Alcune delle complesse esigenze richieste dal cammino nella comunità possono essere studiate in ambienti di laboratorio utilizzando paradigmi dual-

task (DT), in cui la camminata viene eseguita con un compito cognitivo concomitante [2].

La maggior parte dei training tradizionali non prevede una riabilitazione integrata cognitivo-motoria, ma si concentra sul recupero funzionale tramite esercizi in single-task.

La tesi che presentiamo indaga l'efficacia di un training dual-task in pazienti con esiti di ictus. Il trattamento prevede l'esecuzione di combinazioni di esercizi motori e cognitivi ed è stato svolto in collaborazione con il Cdl di Logopedia.

# 1. L'ICTUS

## 1.1 Generalità

L'ictus, secondo la definizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, è una sindrome caratterizzata dall'improvviso e rapido sviluppo di sintomi e segni riferibili a un deficit focale delle funzioni cerebrali, senza altra causa apparente se non quella vascolare. I sintomi durano più di 24 ore o determinano il decesso. <sup>[4]</sup>

L'ictus rappresenta la prima causa di invalidità e la terza causa di morte nei paesi industrializzati, tra cui l'Italia, dopo le malattie cardiovascolari e le neoplasie.

È possibile distinguere due tipologie: l'ictus ischemico, che rappresenta il 70-80% dei casi 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: 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, di una vena.

L'ictus costituisce la prima causa di disabilità negli anziani, il 35% dei pazienti residua, infatti, una disabilità grave con impatto sulla funzionalità e l'autonomia nelle attività di vita quotidiana. Nella cura dell'ictus la fase riabilitativa rimane, 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. L'ictus può essere considerata 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. <sup>[4]</sup>

## 1.2 Segni e sintomi

In base all'area coinvolta dal danno si distinguono danni motori, cognitivi e sensoriali. I danni motori comprendono la perdita parziale o totale della funzione motoria di una metà del corpo (emiparesi o emiplegia), la disartria (turba dell'espressione articolatoria di sequenze verbali già programmate dovuta all'alterazione dei meccanismi motori che

garantiscono l'articolazione dei suoni <sup>[5]</sup>), le alterazioni del tono muscolare (spasticità), la diminuzione della destrezza dell'arto superiore, la disfagia, i disturbi della marcia e l'instabilità (sindrome cerebellare). La sindrome cerebellare è caratterizzata da atassia con andatura a base allargata, dismetria (incapacità di regolare l'intensità e la durata dell'attività motoria in rapporto allo scopo da raggiungere) e da disartria.

Tra i sintomi cognitivi ci sono l'afasia, il neglect e i deficit di memoria. L'afasia è una compromissione del linguaggio caratterizzata da errori nell'espressione orale, disturbi della comprensione e difficoltà di reperimento dei vocaboli <sup>[5]</sup>; si ha in un terzo dei pazienti con ictus, il recupero completo avviene nel 40% dei casi, prevalentemente nei primi tre mesi, ed è possibile fino ad un anno. Il neglect è un disturbo della cognizione spaziale che si manifesta con un deficit di consapevolezza dello spazio controlaterale alla lesione, in genere degli stimoli posti a sinistra; si manifesta in circa la metà dei pazienti e in un buon numero di casi ha un recupero spontaneo.

I sintomi sensoriali possono comprendere l'alterata percezione di una parte del corpo, la perdita della vista di metà o di un quadrante del campo visivo e la diplopia (visione doppia di uno stesso oggetto).

### **1.3 Deambulazione nell'ictus**

Alla base dell'alterata prestazione del cammino dopo un ictus c'è il danno alle vie del sistema nervoso centrale causato dall'interruzione dell'afflusso di sangue in una parte del cervello. Due tipi di deficit del controllo motorio, che compaiono immediatamente dopo l'ictus, influenzano in modo particolare la deambulazione: la debolezza o la perdita totale della motilità volontaria del braccio o della gamba del lato opposto alla lesione cerebrale e l'alterata attivazione muscolare in termini di tempo e di intensità. Un altro disturbo che appare più tardivamente è l'iperattività del riflesso da stiramento che pone le basi per la spasticità. Altri elementi che influenzano la deambulazione sono l'alterazione della sensibilità e le retrazioni muscolari.

La deambulazione è spesso caratterizzata da una riduzione della fase di appoggio dell'arto paretico a causa della maggior difficoltà al trasferimento e mantenimento del carico e dalla mancata dorsiflessione del piede spesso atteggiato in supinazione che

porta il soggetto ad eseguire il passo con una circonduzione dell'arto o sollevando l'anca. Si evidenzia, quindi, nei pazienti post-ictus una velocità di cammino ridotta, un cambiamento della cadenza e della lunghezza del passo; questi pazienti tendono a fare passi brevi e irregolari e a trascorrere più tempo in appoggio sul lato non paretico.

I fattori predittivi che possono influire sul recupero della deambulazione sono diversi: le prestazioni del tronco (alto valore predittivo), l'età, la disabilità che si registra a livello basale, il sesso e il tono muscolare. Ad un mese dall'evento acuto il 53% percento dei pazienti con meno di 50 anni cammina senza aiuto, mentre i pazienti con più di 80 anni rimangono allettati nel 45% dei casi. I pazienti con un punteggio al Barthel Index maggiore di 40 recuperano una deambulazione autonoma. La gravità dell'ictus è un altro potente fattore prognostico, quando la plegia/paresi è grave il recupero avviene solo in un terzo dei pazienti. Il neglect e l'afasia con disturbo di comprensione sono fattori negativi per il recupero della deambulazione. [6]

Nella fase acuta la percentuale di non deambulanti è circa il 51%, a 6 mesi sono il 30,8%. Il recupero della deambulazione si ha nel 50-85% dei casi, per un paziente con esiti di ictus si verifica principalmente entro le prime 11 settimane dopo l'evento ictale; in effetti, un ulteriore recupero dopo quel tempo è raro. Complessivamente, tra il 30 e il 40% dei sopravvissuti all'ictus non è in grado di riguadagnare un'andatura funzionale dopo la riabilitazione [7].

Le Linee Guida AHA, SPREAD, VA/DoD e la review EBRSR raccomandano, per il recupero della deambulazione, un approccio riabilitativo basato sul training intensivo ripetitivo task-oriented; sono inoltre concordi sull'aggiunta nel training di esercizi di rinforzo muscolare, di resistenza e cardiovascolari che migliorano le performance deambulatorie a lungo termine. Le LG SPREAD suggeriscono che il training debba essere iniziato entro 30 giorni dall'esordio dell'ictus e comunque non oltre i 3 mesi. La deambulazione assistita meccanicamente (treadmill in sospensione, robot, trainer elettromeccanico del cammino) può essere considerata nei pazienti con severo deficit della deambulazione e stroke da meno di 3 mesi, l'utilizzo di queste metodiche però non provoca alcun beneficio significativo nella ripresa della deambulazione ad alta performance [4].

Camminare nella comunità è spesso vissuto come molto più difficile che camminare a casa, il che contribuisce a limitare la partecipazione ad attività significative e alla fine a ridurre la soddisfazione per il recupero. Alcune delle complesse esigenze della mobilità comunitaria possono essere studiate in ambienti di laboratorio utilizzando paradigmi dual-task, in cui la camminata viene eseguita con un compito cognitivo concomitante [8].

## **1.4 Equilibrio e rischio di caduta**

La postura è la posizione che assume il corpo umano nello spazio e la relazione dei suoi segmenti corporei tra di loro. Possiamo quindi definire l'equilibrio come la capacità di mantenere la linea del baricentro all'interno della base d'appoggio con un'oscillazione posturale minima. Il controllo dell'equilibrio è un processo che si basa sull'integrazione di input visivi, vestibolari e somatosensoriali del sistema nervoso centrale. È stato riferito che circa l'83% dei sopravvissuti all'ictus ha disturbi di equilibrio [9].

Frequentemente l'ictus provoca disordini posturali caratterizzati da una deviazione medio-laterale verso l'arto inferiore sano e una maggiore instabilità del centro di pressione. Queste disfunzioni portano a disturbi dell'equilibrio che sono responsabili di un aumento del rischio di cadute e di conseguenza di una diminuzione dei livelli di attività e partecipazione nei pazienti con ictus. L'equilibrio è un fattore predittivo per il raggiungimento della capacità di camminare [10].

Tra il 50% e il 70% dei pazienti che tornano a casa cade almeno una volta, soprattutto durante i primi mesi. Queste cadute possono portare alla restrizione delle attività, alla depressione [11] e di conseguenza all'isolamento sociale.

## **2. FUNZIONI ESECUTIVE**

### **2.1 Generalità**

L'ictus ha un outcome clinico variabile, spesso include deficit motori persistenti degli arti superiori, tra cui debolezza, velocità e mobilità ridotte, ma anche deficit cognitivi nell'elaborazione delle informazioni nelle funzioni esecutive [12].



Le funzioni esecutive si riferiscono a processi cognitivi superiori che utilizzano e modificano le informazioni provenienti da molti sistemi sensoriali corticali. Ciò si verifica nelle regioni cerebrali anteriori e posteriori per modulare e produrre azioni efficaci e dirette all'obiettivo e per il controllo delle risorse attentive <sup>[13]</sup>.

Le funzioni esecutive appartengono a un dominio cognitivo che include l'attenzione, la memoria di lavoro, il ragionamento e la risoluzione dei problemi. Queste funzioni sono responsabili della pianificazione e del coordinamento di processi complessi posizionando gli eventi delle attività nell'ordine corretto e assegnando la quantità necessaria di attenzione a ciascun compito; consentono quindi di eseguire anche due attività contemporaneamente: in dual-task <sup>[14]</sup>.

Si ritiene, infatti, che le funzioni esecutive siano un prerequisito per comportamenti umani complessi, specialmente in situazioni dove informazioni interferenti devono essere elaborate al fine di eseguire comportamenti *goal-oriented*; un classico esempio sono, appunto, le prestazioni in dual-task. In queste situazioni complesse le funzioni esecutive sono necessarie per coordinare l'elaborazione simultanea di differenti flussi di informazioni <sup>[15]</sup>.

## **2.2 Correlati anatomici delle funzioni esecutive**

Le funzioni esecutive sono tradizionalmente associate ai lobi frontali e alle relative reti cerebrali. In particolare, l'area del lobo prefrontale, la corteccia prefrontale dorsolaterale, e la corteccia cingolata sono state correlate agli aspetti cognitivi delle funzioni esecutive. I pazienti con danno frontale mostrano spesso menomazioni nelle funzioni cognitive attribuite alle funzioni esecutive come la capacità di pianificazione, i processi di inibizione e il rilevamento delle regole.

Tuttavia, anche l'attivazione di altre aree cerebrali come il lobo parietale, le aree di associazione e le aree sottocorticali, comprese le aree limbiche, è attribuita alle funzioni esecutive <sup>[16]</sup>.

Studi che esplorano i substrati neurali del funzionamento esecutivo hanno dimostrato che le funzioni esecutive dipendono dall'intervento delle regioni sia prefrontali che posteriori (principalmente parietali) durante lo svolgimento di vari compiti esecutivi. Ciò è in accordo con l'ipotesi che il funzionamento esecutivo si basi su una rete di aree cerebrali anteriori e posteriori e non sia localizzato solo all'interno dei lobi frontali <sup>[17]</sup>.

Si può quindi affermare che i lobi frontali e le reti strettamente correlate svolgono un ruolo fondamentale nelle funzioni esecutive, ma anche altre aree contribuiscono a questo dominio cognitivo <sup>[18]</sup>.

## 2.3 Attenzione

L'attenzione può essere considerata un esempio specifico di funzione esecutiva. Il termine copre un "numero di processi diversi che sono aspetti correlati di come l'organismo diventa recettivo agli stimoli e di come può iniziare a elaborare l'eccitazione in arrivo o assistita, sia interna che esterna".

Non esiste, tuttavia, "una definizione unica e chiara di attenzione". Posner et al. vedono l'attenzione come una rete anatomica il cui scopo principale è quello di influenzare il funzionamento di altre reti cerebrali.

Alla base dell'attenzione c'è la vigilanza: la condizione di veglia generale che consente ad una persona di rispondere rapidamente e in modo appropriato a qualsiasi richiesta improvvisa di azione <sup>[19]</sup>.

L'attenzione può essere classificata in quattro funzioni separate: attenzione selettiva, sostenuta, divisa e alternata; sebbene queste distinzioni siano in qualche modo artificiali. L'attenzione selettiva, che consente il filtraggio delle informazioni di stimolo e la soppressione dei distrattori, è comunemente indicata come "concentrazione". L'attenzione sostenuta si riferisce alla capacità di mantenere l'attenzione su un compito per un periodo di tempo. L'attenzione divisa si riferisce alla capacità di svolgere più di un compito contemporaneamente e l'attenzione alternata si riferisce al rapido spostamento dell'attenzione da un compito ad un altro <sup>[18]</sup>.

I deficit di attenzione sono spesso deficit correlati allo *stroke*, la loro incidenza, secondo diversi studi, varia dal 46% al 92% nei soggetti con esiti di ictus. In quest'ultimi, la presenza di disturbi dell'attenzione ha importanti implicazioni nella vita quotidiana e costituisce un ostacolo per la riabilitazione. I disturbi dell'attenzione, infatti, sono associati a difficoltà di equilibrio e rischio di caduta <sup>[19]</sup>.

## 2.4 Memoria

Le informazioni che provengono dall'ambiente esterno passano attraverso una serie di processi necessari per l'acquisizione, la codifica, la ritenzione, l'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 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) <sup>[20]</sup>.

## **2.5 Funzioni esecutive nell’ictus**

La disfunzione esecutiva si verifica nel 75% dei pazienti con ictus e pone un problema per la qualità di vita di questi soggetti.

Diversi studi mostrano che soggetti post-ictus spesso mostrano tendenze impulsive nel processo decisionale. L’impulsività orientata alla decisione è definita come una risposta comportamentale che è spesso il risultato di un rapido processo decisionale con poca o nessuna considerazione meditata delle conseguenze che ne possono derivare. Il costrutto dell’impulsività può anche riguardare l’ambito motorio; l’impulsività motoria è generalmente descritta come un’incapacità di implementare la risposta di controllo dell’inibizione.

Un altro aspetto che può essere deficitario nella popolazione colpita da ictus è la memoria di lavoro. La *working memory* è una forma attiva di memoria a breve termine che può essere manipolata attraverso lo spostamento dell'attenzione, il blocco di stimoli esterni irrilevanti e l'aggiornamento dei contenuti nella memoria a lungo termine al fine di risolvere un problema.

L'ultimo aspetto che viene affrontato è il deficit nella flessibilità cognitiva. La flessibilità cognitiva o *shifting cognitivo* è definita come la capacità di spostare o aggiornare i processi mentali in base ai cambiamenti degli stimoli nell'ambiente. Come la maggior parte delle altre componenti delle funzioni esecutive, questa componente si basa fortemente sull'interazione simultanea di vari altri processi, come il controllo dell'attenzione, l'elaborazione degli errori, la *working memory* e il controllo inibitorio. Ad esempio, la capacità di insegnare o apprendere un nuovo concetto usando metodi diversi comporta l'utilizzo di diverse prospettive di pensiero attraverso l'inibizione di una prospettiva e l'adattamento di una nuova prospettiva, pietra miliare della flessibilità cognitiva. Inoltre, la flessibilità cognitiva è essenziale per il funzionamento esecutivo di livello superiore come *problem solving*, ragionamento e pensiero astratto, ed è quindi vista come una componente cruciale dell'intelligenza fluida. Tra i fattori che possono comportare deficit nella flessibilità cognitiva post-ictus troviamo la specificità regionale e l'età <sup>[21]</sup>.

## 2.6 Funzioni esecutive e andatura

La relazione tra funzioni esecutive e cammino ha ricevuto notevole attenzione negli ultimi anni. Le molteplici influenze neuropsicologiche sul camminare e le interazioni tra il controllo della mobilità e i comportamenti correlati sono sempre più apprezzate. La compromissione di uno o più elementi delle funzioni esecutive può influire sulla capacità di camminare in modo efficiente e sicuro. Una scarsa consapevolezza dei propri limiti potrebbe comportare un aumento del rischio di caduta. Inoltre, una capacità di pianificazione compromessa potrebbe comportare scelte che producono percorsi inefficienti o sforzi inutili per arrivare a destinazione <sup>[16]</sup>.

La tabella 1 <sup>[16]</sup> riassume i possibili effetti sul cammino causati dalla compromissione delle componenti delle funzioni esecutive.

<b>Componente delle funzioni esecutive</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Effetto sul cammino quando la componente è compromessa</b>
Volizione	La capacità di un comportamento intenzionale, di formulazione di un obiettivo e di avvio dell'attività	Perdita di mobilità a causa della ridotta motivazione
Autocoscienza	La capacità di collocarsi nell'ambiente fisico e nella situazione in corso	Camminata negligente: stima scarsa o imprecisa dei limiti fisici che può portare a inappropriata valutazione dei rischi ambientali e ad un aumento del rischio di caduta
Pianificazione	"L'identificazione e l'organizzazione dei passi e degli elementi necessari per realizzare un'intenzione". Questo può fare affidamento su altre abilità cognitive come la capacità di concettualizzare i cambiamenti dalle circostanze attuali, concepire alternative,	Deficit nelle capacità decisionali mentre si entra in un ambiente complesso

	pesare e fare scelte, controllare gli impulsi e usare la memoria	
Inibizione della risposta	Permette di ignorare gli input sensoriali irrilevanti, superare i riflessi primari e filtrare le distrazioni per risolvere i problemi e rispondere in modo discriminatorio a caratteristiche importanti dell'ambiente. Questa capacità è strettamente correlata all'attenzione selettiva.	Quando ci si trova in ambienti complessi, l'inibizione della risposta consente di concentrarsi sull'andatura e dargli la giusta attenzione e priorità, nonostante le distrazioni
Monitoraggio della risposta	Consente di confrontare le azioni in corso con un piano interno e di rilevare gli errori. Questa abilità facilita il processo decisionale e l'adattamento flessibile del comportamento	Camminata a velocità troppo elevata che aumenta il rischio di caduta perché l'inibizione è ridotta.
Attenzione / dual tasking	La capacità di allocare in modo appropriato l'attenzione tra le	Negli adulti sani comporta una riduzione della velocità del

	attività che vengono eseguite contemporaneamente.	cammino e un declino della prestazione del secondo compito.
--	---	---

Tabella 1: componenti delle funzioni esecutive

### 3. INTERFERENZA COGNITIVO-MOTORIA

#### 3.1 Definizione

L'interferenza cognitivo-motoria (CMI) si riferisce al fenomeno in cui l'esecuzione simultanea di un compito motorio e di un compito cognitivo interferisce con l'esecuzione di uno o entrambi i compiti. Tradizionalmente si presume che l'interferenza si verifichi a causa di richieste simultanee di risorse di attenzione. Studi recenti hanno suggerito che alla base della CMI ci sia il controllo esecutivo compromesso [22].

#### 3.2 Teorie sui meccanismi della CMI

I meccanismi alla base dell'interferenza dual-task non sono ancora chiari. Sono stati descritti come una competizione per le risorse attentive o una competizione per i percorsi neuronali di elaborazione delle informazioni.

Tre sono le teorie "attentive" più influenti accettate per spiegare la CMI. Il modello *capacity sharing model* sostiene che l'interferenza è causata da un processo di capacità limitata che può allocare la capacità in modo limitato o, in altre parole, quando le persone svolgono due compiti contemporaneamente, le risorse devono essere ridistribuite tra i due compiti. Il modello *bottleneck* (a collo di bottiglia) è basato sull'idea che alcuni compiti debbano essere svolti in serie, uno dopo l'altro (e non in parallelo), quindi si viene a creare "un collo di bottiglia" quando le informazioni provenienti da due diversi compiti vengono elaborate da processori o reti neurali simili. Il modello *cross-talk* suggerisce che se due compiti provengono da un dominio simile e utilizzano le stesse popolazioni neuronali non si disturberanno a vicenda, pertanto un tale tipo di facilitazione verrà fuori quando due compiti provengono da domini che utilizzano percorsi simili [13].

Studi più recenti ipotizzano che, in realtà, quando si eseguono attività dual task (o multitasking) non si stanno compiendo due compiti alla volta ma si sta eseguendo un'attività di shifting o switching continuo, in cui ci si sposta molto rapidamente da un'attività all'altra. A favore di questa teoria è stato condotto un esperimento in cui venivano combinati un compito visivo-manuale e uno uditivo-vocale; gli individui venivano testati in ciascun compito prima singolarmente e poi in condizione di dual-task. Le prestazioni dual-task inizialmente erano scendenti ma dopo un periodo di allenamento i due compiti potevano essere eseguiti contemporaneamente con poca o nessuna interferenza. Le possibilità per cui i soggetti potevano diventare abbastanza abili nel multitasking sono due: o imparavano a separare i due compiti, eseguendoli ciascuno in parallelo o diventavano esperti nel passaggio da un compito all'altro. A favore di quest'ultima ipotesi è stato effettuato uno studio da Frank Tong tramite fMRI in cui si eseguiva una scansione dei partecipanti nel corso di un addestramento di 2 settimane in cui 23 venivano allenati a compiere due attività simultanee (una visivo-manuale e una uditivo-vocale). Al termine del training i partecipanti hanno mostrato una riduzione dei costi dual task, dimostrato dai tempi di reazione più veloci senza perdita di precisione. Esaminando i pattern di connettività cerebrale, studi di neuroimmagine mostravano un'attivazione della corteccia frontale inferiore per l'attività di task switching, ovvero di cambiamento del compito. Questa regione ha mostrato una riduzione significativa dell'attività in seguito al trattamento, corroborando l'idea che i compiti rimangano sempre segregati e quindi non vengano elaborati in parallelo. I dati di connettività funzionale hanno però mostrato un pattern diverso: la corteccia frontale inferiore rimaneva fortemente connessa sia alla corteccia uditiva sia a quella visiva e con due regioni della corteccia motoria, una associata alle risposte manuali, l'altra alle risposte vocali. Inoltre, in seguito all'addestramento il picco della risposta frontale diveniva più precoce ed era di una durata minore per cui i partecipanti diventavano più efficienti a passare da un compito all'altro. Questo studio, quindi, suggerisce l'idea che non si compia realmente multitasking, cioè che i compiti vengano svolti in parallelo, ma che si alterni rapidamente da un compito all'altro <sup>[23]</sup>.



### **3.3 Le basi neurali della CMI**

La base neurale per l'interferenza cognitivo-motoria dopo l'ictus non è ben definita. Diversi studi hanno indagato i correlati neurali della CMI.

Alcuni studi hanno suggerito la presenza di un'attività neurale associata a prestazioni in dual-task, mentre altri studi non hanno trovato prove dell'attivazione di queste aree cerebrali.

Lo studio di Holtzer et al. (2011) è stato il primo a mostrare un aumento dei livelli di ossigenazione nella corteccia prefrontale durante la deambulazione associata al parlare rispetto alla normale deambulazione. L'attivazione della corteccia prefrontale era bilaterale e il livello di ossigenazione era più alto nei soggetti più giovani, suggerendo che gli anziani possono sottoutilizzare la corteccia prefrontale in compiti di locomozione che richiedono attenzione.

Altri studi hanno riconosciuto ad aree della corteccia prefrontale e delle regioni parietali il ruolo di gestione dell'esecuzione simultanea di due diversi compiti (Van Impe et al., 2011, Wu et al., 2013, Blumen et al., 2014).

Wu et al. (2013), per la prima volta, hanno identificato due sottoregioni del cervelletto. Queste erano il lobulo sinistro V e il verme destro, che sono stati ulteriormente attivate durante l'esecuzione del DT (che combinava un compito della mano destra e un compito di conteggio cognitivo) rispetto al ST, suggerendo che il cervelletto è importante nell'esecuzione di compiti dual-task cognitivo-motori

Nel loro studio sperimentale, Nijboer et al. (2014) non hanno trovato alcuna indicazione di regioni correlate esclusivamente con le prestazioni DT in nessuno dei tre paradigmi DT utilizzati <sup>[13]</sup>.

### **3.4 Prioritizzazione in soggetti sani e nell'ictus**

L'esecuzione simultanea di due compiti provoca una competizione per le risorse attentive. A causa della capacità limitata di quest'ultime, il nostro cervello deve scegliere a quale compito dare la priorità.

Un modello integrato di definizione delle priorità suggerisce che, in un compito dual-task cognitivo-motorio, gli adulti sani svolgono e si concentrano sul compito cognitivo, purché la minaccia al controllo posturale sia bassa. Un ambiente impegnativo o un compito motorio impegnativo può spostare l'attenzione dal compito cognitivo al

compito motorio al fine di mantenere l'andatura (strategia “posture first”). Inoltre, mentre i giovani adulti possono allocare in modo flessibile le risorse attentive tra due compiti simultanei (Raffegau et al., 2018), la capacità di attenzione diminuisce con l'età, quindi la doppia attività motoria-cognitiva diventa più impegnativa (Huxhold et al., 2006) [24].

Un fattore importante coinvolto nella prioritizzazione dei compiti mentre si cammina è la *riserva posturale*, cioè la capacità di un individuo di rispondere nel modo più efficace ad una minaccia posturale. La forza muscolare, la flessibilità, i meccanismi adattivi e anticipatori sono alcune delle componenti della riserva posturale.

Un altro fattore importante per la prioritizzazione è lo stato cognitivo dell'individuo, in particolare l'autoconsapevolezza. Questo aspetto delle funzioni esecutive consente all'individuo di valutare e tenere conto delle proprie limitazioni.

Quando il compito cognitivo diventa più complesso, i soggetti con bassa riserva posturale, come gli anziani, raggiungeranno il punto in cui concentrarsi sul compito cognitivo diventa troppo rischioso e sposteranno l'attenzione verso la stabilità posturale per ridurre la probabilità di caduta. Questa idea spiega il concetto "stop talking when walking".

L'interazione tra riserva posturale, stima del rischio e altri fattori probabilmente determina quale strategia di prioritizzazione verrà infine eseguita. Nella Figura 1 viene descritto il modello generale di definizione delle priorità delle attività.

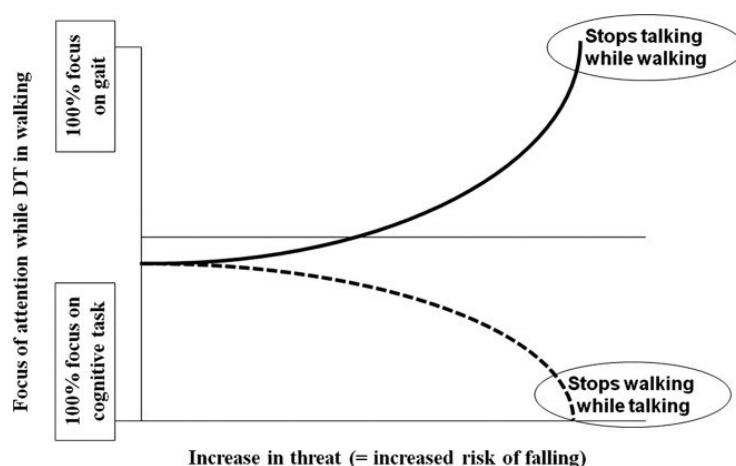


Figura 1: strategia di prioritizzazione in soggetti con riserva posturale e stima del rischio intatti

In questo caso la strategia di prioritizzazione viene eseguita a seconda dell'importanza dei due compiti.

In alcune situazioni le persone danno maggiore priorità al cammino riducendo l'attenzione riservata al compito cognitivo arrivando ad investire il 100% dell'attenzione sull'andatura ("stop talking when walking").

Al contrario, può capitare di aver bisogno dell'investimento della totalità delle risorse attentive per svolgere il compito cognitivo, interrompendo ogni altra attività concomitante ("stop walking when talking").<sup>[25]</sup>

Timmermans et al. hanno esaminato la prioritizzazione negli adulti con ictus durante condizioni di deambulazione a doppio compito di varia complessità. Hanno scoperto che gli adulti con ictus davano la priorità alle prestazioni dell'andatura rispetto alla sottrazione seriale quando c'erano ostacoli fisici da negoziare, mentre durante la camminata senza ostacoli, il compito cognitivo era prioritario al costo della velocità dell'andatura<sup>[26]</sup>.

### **3.5 La CMI nell'ictus**

L'interferenza cognitivo-motoria è stata individuata anche negli individui giovani e tende ad aumentare con l'invecchiamento o dopo un ictus<sup>[27]</sup>.

I pazienti con esiti di ictus presentano infatti una maggiore difficoltà nelle attività che richiedono l'esecuzione di due compiti simultaneamente.

Questa difficoltà è probabilmente causata da un insieme di fattori. I soggetti post ictus possono presentare deficit nelle funzioni esecutive e nell'attenzione, che sono fondamentali nell'esecuzione di prestazioni in dual-task. allo stesso tempo, questi pazienti possono avere uno schema del passo alterato e meno automatico; i passi sono in genere asimmetrici, la resistenza nel cammino è ridotta.

Durante l'esecuzione dual task, infatti, l'andatura di questi soggetti soffre di questa combinazione di effetti: deficit cognitivi e motori che sfidano l'abilità del sistema locomotore, già danneggiato, di camminare e svolgere un altro compito. Può essere fondamentale, quindi, una valutazione dell'abilità dual-task ai fini riabilitativi: il cammino in dual task potrebbe rivelare dei deficit che in condizioni di single-task non sarebbero evidenti<sup>[16]</sup>.

## 4. MISURA DELL'INTERFERENZA COGNITIVO-MOTORIA

Riuscire a caratterizzare e misurare l'interferenza cognitivo-motoria è importante ai fini di questo studio.

Qualsiasi cambiamento della performance in dual-task rispetto a condizioni di single-task è misurato e definito come interferenza dual-task o effetto dual-task (DTE).

### 4.1 Calcolo del DTE

Nel paradigma dual-task è fondamentale valutare l'intensità e la direzione dell'interferenza dual-task, due parametri che sono regolati dall'interazione tra i due compiti e dalla modalità con cui un individuo spontaneamente dà priorità ad una attività e quindi come divide l'attenzione.

La formula tradizionale per calcolare il DTE in un particolare outcome di interesse, ad esempio la velocità del cammino, è la seguente:

$$DTE(\%) = \left[ \frac{(Dual\ Task\ Gait\ Speed - Single\ Task\ Gait\ Speed)}{Single\ Task\ Gait\ Speed} \right] \times 100$$

Per i compiti motori si prende in considerazione il tempo di esecuzione della prova o la velocità. Per le variabili nelle quali valori più alti indicano una performance peggiore, si inserisce un segno negativo nella formula:

$$DTE(\%) = - \left[ \frac{(Dual\ Task\ Gait\ Speed - Single\ Task\ Gait\ Speed)}{Single\ Task\ Gait\ Speed} \right] \times 100$$

Quindi, per convenzione, valori di DTE negativi indicano che la performance è peggiorata nel dual-task rispetto al single-task (dual-task cost), mentre valori positivi indicano un miglioramento nella performance dual-task rispetto al single-task (dual-task benefit).

Nella valutazione dell'interferenza dual-task, per delineare i possibili pattern di interferenza e interpretare correttamente i risultati, è importante considerare il DTE di entrambi i compiti <sup>[1]</sup>.

## 4.2 Pattern d'interferenza

Le prestazioni in dual-task possono dar luogo a differenti pattern di interferenza e quindi a differenti strategie attentive.

Ci sono nove possibili scenari che si possono verificare quando un soggetto svolge una performance in doppio compito cognitivo-motorio:

- *No interference*: entrambe le prestazioni in dual-task non presentano variazioni rispetto a quelle in single-task
- *Cognitive-interference*: la prestazione cognitiva peggiora nel dual-task, mentre quella motoria rimane stabile rispetto al single-task
- *Gait-interference*: la prestazione motoria nel dual-task peggiora mentre quella cognitiva rimane stabile rispetto al single-task
- *Cognitive-facilitation*: la prestazione motoria in dual-task rimane stabile mentre quella cognitiva migliora rispetto al single-task.
- *Gait facilitation*: la prestazione cognitiva in dual-task rimane stabile mentre quella motoria migliora
- *Gait-priority trade off*: la prestazione motoria migliora mentre quella cognitiva peggiora
- *Mutual facilitation*: entrambe le prestazioni migliorano in dual-task
- *Cognitive-priority trade off*: la prestazione cognitiva migliora mentre quella motoria si deteriora
- *Mutual interference*: entrambe le prestazioni peggiorano in dual-task rispetto al single-task <sup>[28]</sup>.

Questa classificazione ci permette di sottolineare l'importanza di valutare il DTE di entrambe le prestazioni. Se si considera solo il DTE motorio senza misurare la performance cognitiva si rischia di interpretare in modo errato la prestazione. Per esempio, se un soggetto, dopo un trattamento, dimostra un ridotto *dual-task cost*

motorio si può teoricamente dedurre che la prestazione dual-task sia migliorata. Tuttavia, se la riduzione del costo dual-task è accompagnata da un incremento del costo dual-task cognitivo, si può affermare che il soggetto ha usato una diversa strategia attentiva e che la performance complessiva non è migliorata. Quindi una valutazione completa della performance dual-task richiede una valutazione in single e dual-task di entrambi i compiti prima e dopo l'intervento riabilitativo.

Una situazione di *Mutual interference* suggerisce la presenza di risorse attentive inadeguate a mantenere lo stesso livello di prestazione single-task quando eseguite insieme, per questo entrambe si deteriorano. In altre parole, la richiesta attenzionale supera la capacità totale dell'individuo. Allo stesso modo, la *Gait interference* è dovuta all'inadeguatezza delle risorse attentive, con la differenza che si verifica una prioritizzazione del compito cognitivo, accompagnata da un deterioramento nel solo compito motorio. Nello scenario detto *Cognitive-priority trade off* vi è uno scambio a livello delle risorse attentive, che avviene a favore del compito cognitivo a discapito del compito motorio. Il risultato è un miglioramento nella performance cognitiva, insieme a un deterioramento della prestazione motoria. L'esatto contrario avviene nel *Gait-priority trade off*, in cui l'allocazione è tutta verso il compito motorio, che migliora, mentre quello cognitivo subisce un peggioramento. Entrambi i pattern suggeriscono che il costo dual task non avviene a causa di insufficienti risorse, ma piuttosto perché vengono maggiormente allocate in uno dei due task.

I soggetti affetti da ictus sperimentano prevalentemente tre tipi di pattern: *Mutual interference*, *Gait interference* (no interferenza sul compito cognitivo) e *Cognitive-priority trade off* (Plummer et al., 2013) <sup>[1]</sup>.

### **4.3 Rappresentazione grafica dei pattern**

Plummer et al. hanno costruito un modello grafico per la rappresentazione dei differenti scenari elencati in precedenza. Questo grafico, rappresentato nella Figura 2, ha l'obiettivo di facilitare la valutazione e la misura dei pattern di interferenza dual-task e, in particolar modo, dei cambiamenti dell'interferenza dual-task nel tempo.

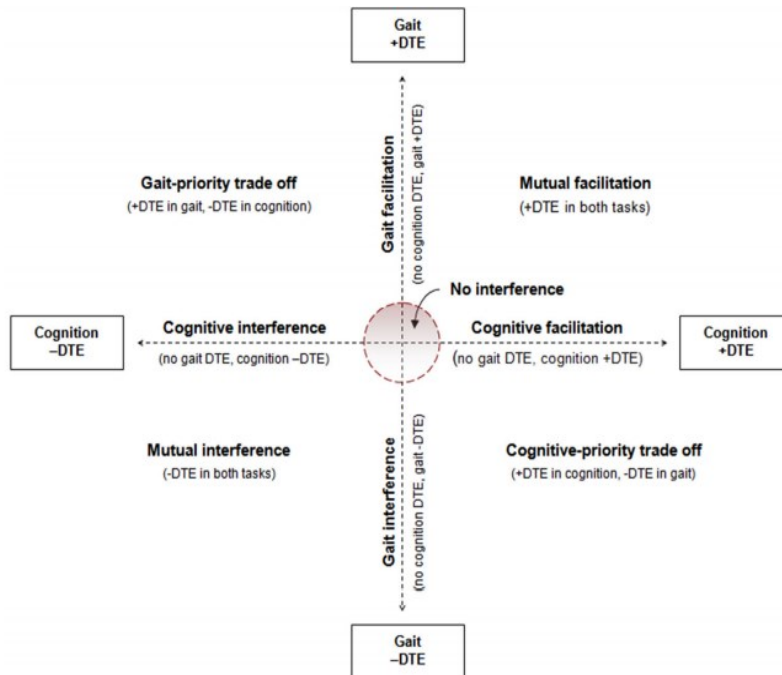


Figura 2: illustrazione del modello concettuale di caratterizzazione dei pattern di interferenza cognitivo-motoria

I pattern di interferenza sono stati definiti tracciando i DTE motorio e cognitivo in modo tale da formare un sistema di assi cartesiani. L'asse delle ascisse rappresenta i valori del DTE cognitivo, mentre quello delle ordinate coincide con i valori del DTE motorio. Valori positivi indicano una facilitazione in dual-task e quelli negativi indicano un costo dual-task.

La zona centrale è l'area di *No interference*; il confine di questa regione è delimitato dai valori minimi di differenza di DTE clinicamente importanti (MCID); ad oggi i valori dei MCID per il DTE non si conoscono. I quadranti e i 4 semiassi vanno a rappresentare i nove pattern di interferenza dual-task che sono stati precedentemente elencati.

Per individuare il pattern di interferenza che caratterizza una performance si segnano i valori del DTE motorio e cognitivo che individueranno un punto nel grafico. La localizzazione di questo punto indicherà il pattern di interferenza. Ad ogni punto rappresentato nel grafico corrisponde una performance in dual-task <sup>[1]</sup>.

#### 4.4 Interpretazione dei risultati

Dopo aver rappresentato graficamente il pattern di due o più ripetizioni di un performance dual-task occorre valutare e interpretare eventuali cambiamenti nel tipo di strategia adottata dal soggetto e affermare se si tratta di un miglioramento, di un peggioramento o di una diversa modalità di allocazione delle risorse attentive.

Per valutare i cambiamenti nell'interferenza dual-task nel tempo sarà necessario registrare i valori del DTE sia del compito motorio che di quello cognitivo, l'uno rispetto all'altro per delineare il pattern di interferenza ma anche i DTE di ciascun compito preso individualmente.

Per esempio, se l'obiettivo della riabilitazione è una riduzione dell'interferenza dual-task nel cammino, per i soggetti con un pattern di *Mutual interference* o *Gait interference*, il miglioramento dell'interferenza dual-task è rappresentato dallo spostamento verso la zona di *No interference*.

In particolare, per essere considerato un vero miglioramento, oltre alla riduzione dell'interferenza nel cammino, non deve avvenire un peggioramento nell'interferenza cognitiva (cioè il DTE cognitivo non deve aumentare). Se così non fosse, vorrebbe dire che il soggetto ha semplicemente adottato una diversa strategia, allocando l'attenzione maggiormente sul compito motorio, con un costo dual-task nel compito cognitivo.

Si riportano quattro possibili scenari che mostrano i pattern di interferenza dual-task prima e dopo un trattamento riabilitativo. La Figura 3 riporta la rappresentazione grafica dei 4 differenti scenari.



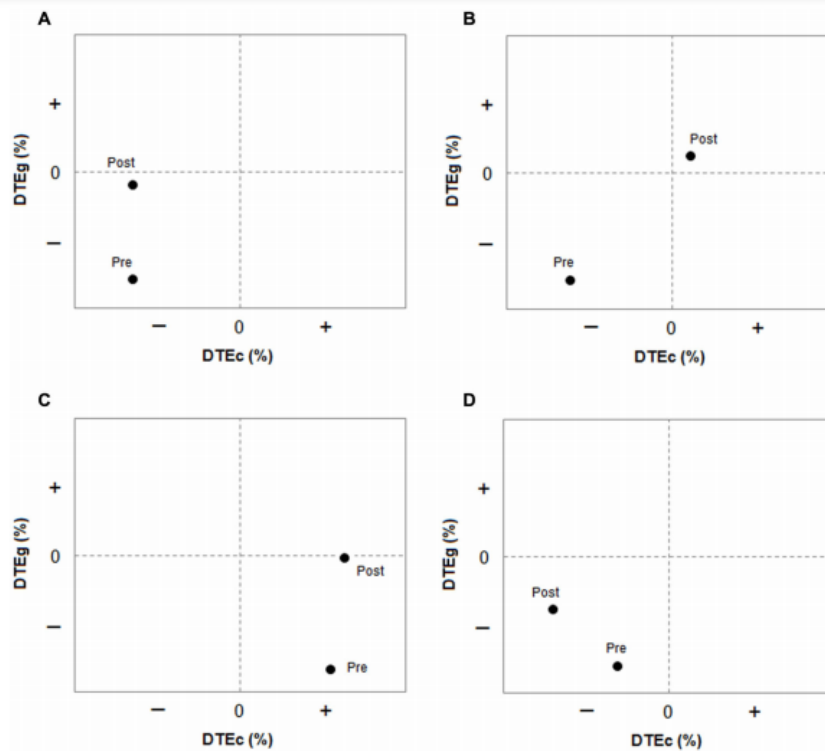


Figura 3: pattern di interferenza dual-task pre e post-trattamento

Nello scenario A è rappresentato lo spostamento da una situazione di *Mutual interference* ad un miglioramento dell'interferenza motoria, che si avvicina allo zero, senza un cambiamento in quella cognitiva.

Nello scenario B, da una condizione di *Mutual interference*, la prestazione si sposta nella zona di *Mutual facilitation*. Entrambe le prestazioni migliorano in dual-task rispetto al single-task.

In un soggetto con *Mutual interference*, un miglioramento del cammino dual-task può avvenire con un ridotto dual-task cost di uno dei due compiti (A) o di entrambi i compiti (B).

Nello scenario C il soggetto presenta all'inizio un pattern di tipo *Cognitive-priority trade-off* presenta quindi un dual-task cost motorio e un dual-task benefit cognitivo. Al termine del trattamento non è presente un DTE sul cammino ma la facilitazione dual task per il cognitivo è rimasta. Questo suggerisce che l'allocazione dell'attenzione sul compito cognitivo non ha più avuto costo sul cammino, il quale può essere considerato un outcome positivo.

Lo scenario D rappresenta la situazione in cui si ha un miglioramento dell'interferenza nel compito motorio a costo di un peggioramento della performance cognitiva. In questo caso non c'è stato un miglioramento della performance motoria, ma semplicemente un cambiamento nell'allocazione delle risorse durante la performance dual-task.

Valutare i cambiamenti dell'interferenza dual-task nel tempo fornisce informazioni circa i cambiamenti nell'allocazione delle risorse attentive e la capacità di svolgere compiti in dual-task. Questo è molto importante perché l'abilità di cambiare strategie di allocazione dell'attenzione è probabilmente un aspetto cruciale della performance in dual-task per garantire la sicurezza nelle situazioni di vita quotidiana <sup>[1]</sup>.

## **5. PARTECIPANTI E METODI**

Lo scopo dello studio è quello di indagare i meccanismi dell'interferenza cognitivo-motoria in pazienti con esiti di ictus cerebrale e cerebellare e studiare gli effetti di un trattamento dual-task cognitivo-motorio.

Lo studio è stato condotto presso la Struttura Organizzativa Dipartimentale (SOD) della Clinica di Neuroriabilitazione all'interno dell'Azienda Ospedaliera Universitaria Ospedali Riuniti di Ancona per un periodo complessivo di quattro anni (2017-2021). In particolare, nell'anno 2017-2018 la sperimentazione è durata 9 mesi; nel 2018-2019 8 mesi, nel 2020 per un periodo complessivo di 4 mesi ed infine nel 2021 lo studio è stato condotto per 8 mesi. Inizialmente è stata approfondita la letteratura in merito, successivamente, sulla base degli studi svolti gli anni precedenti <sup>[29][30][31][32][33][34]</sup> è stato rielaborato un protocollo di valutazione e riabilitazione che ha coinvolto 3 soggetti: 1 con esiti di ictus cerebrale, 2 con esiti di ictus cerebellare, che dopo un percorso di riabilitazione tradizionale, hanno deciso di aderire allo studio.

L'applicazione del protocollo a pazienti con esiti di ictus cerebellare è una novità introdotta nel 2021.

Il numero totale di partecipanti allo studio nel periodo 2017-2021 è di 15 pazienti (di cui 2 drop out).

Trattandosi di un training a doppio compito cognitivo-motorio, lo studio è stato svolto in collaborazione con il CdL di Logopedia.

## **5.1 Descrizione del protocollo**

Il trattamento prevede due sessioni di training svolte a distanza di quattro mesi l'una dall'altra. La prima sessione ha avuto una durata di tre settimane con cadenza giornaliera (15 sedute), la seconda sessione ha avuto una durata di tre settimane a cadenza trisettimanale (9 sedute). La durata di ogni seduta è di 1 ora. La seconda sessione di training, o booster session, è stata introdotta nell'anno 2021 dello studio.

Si è deciso di introdurre una sessione di richiamo dopo aver analizzato la letteratura e valutato gli effetti teorici che questa poteva comportare a lungo termine nelle prestazioni del soggetto.

Uno studio di Karlene Ball, PhD, Daniel B. Berch, PhD, Karin F. Helmers<sup>[35]</sup> analizza i benefici di un trattamento sulle funzioni cognitive in pazienti dai 65 e i 94 anni al fine di migliorare le attività di vita quotidiane.

I soggetti sono stati divisi in quattro gruppi di cui uno di controllo e tre per il training su funzioni cognitive diverse.

In particolare, veniva effettuato un training sulla memoria, sulla velocità di elaborazione e sul ragionamento.

Tutti i soggetti hanno effettuato una sessione tradizionale, mentre il 60% dei soggetti sono stati randomizzati per effettuare una booster session.

I risultati dello studio mostrano miglioramenti significativamente maggiori nei soggetti sottoposti al trattamento di richiamo per il dominio del ragionamento e della velocità di elaborazione rispetto ai soggetti trattati solamente con la sessione tradizionale.

Le sessioni di richiamo possono essere necessarie per generalizzare le informazioni apprese nel setting alla vita quotidiana.

## **5.2 Partecipanti**

Si elencano i criteri di inclusione e di esclusione utilizzati per la selezione dei partecipanti.

Criteri di inclusione:

- Una valutazione nella scala Holden pari o superiore a 3.

- Corretto funzionamento del sistema visivo e uditivo
- Un punteggio pari o superiore a 18 nel test Mini Mental State Examination (MMSE)
- Non essere sottoposto ad altri trattamenti concomitanti che potrebbero interferire con i risultati del trattamento
- Paziente in fase cronica, oltre nove mesi dall'evento ictale

Criteri di esclusione:

- Presenza di disartria o afasia
- Presenza di problemi ortopedici vincolanti
- Presenza di disordini neurologici pregressi

I partecipanti allo studio, esclusi i casi di drop-out, hanno un'età compresa tra 52 e 78 anni con una media di 63,54 e deviazione standard di  $\pm 9,02$ .

La scolarità dei soggetti è compresa tra 5 e 17 anni con una media di 11,15 e una deviazione standard di  $\pm 3,46$ .

Nella tabella sottostante (Tabella 2) riportiamo, per ogni partecipante, i seguenti dati: età, sesso, scolarità, localizzazione dell'ictus, tempo trascorso dall'ictus e anno di partecipazione allo studio.

	Età	Sesso	Scolarità	Localizzazione ictus	Tempo dall'evento	Anno del training
<b>D.R.</b>	72	M	17	Ictus ischemico capsule-lenticolare e cortico-sottocorticale temporale 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 capsule 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 ischemico capsulo-nucleare destro	3 mesi	2018-2019
<b>F.E.A.</b>	52	F	13	Ictus emorragico temporo-occipitale destro	9 mesi	2019-2020
<b>H.A.</b>	40	M	6	Ictus Ischemico emisferico da 3 mesi occlusione del tratto M1-M2 dell'arteria cerebrale media destra	3 mesi (Drop-out)	2019-2020
<b>G.N.</b>	59	M	13	Esiti di ictus cerebellare bilaterale	1 anno e 6 mesi	2020-2021
<b>P.L.</b>	66	M	13	Ictus Emorragico intraparenchimale capsulo-lenticolare e talamico destro	9 mesi	2020-2021
<b>A.O.</b>	75	F	20	Esiti di ictus ischemico pontino destro	1 anno e 6 mesi (Drop Out)	2020-2021

Tabella 2: partecipanti allo studio

### 5.3 Valutazione motoria

Ai pazienti sono state somministrate delle scale di valutazione motorie prima del trattamento (T0), dopo il trattamento (T1), al follow-up a 2 mesi e alla fine della booster session. Esse sono: il 6 Minute Walk Test (6MWT), il 10 Meter Walk Test (10MWT), il Mini Balance Evaluation System Test (Mini BESTest), il Timed Up and Go Test (TUG), il 9-Hole Peg Test (9HPT) e il Box and Block Test (BBT).

Il 6 Minute Walk Test è un test sub-massimale usato per valutare la resistenza del cammino e la capacità aerobica. La prova dura 6 minuti: il soggetto deve percorrere la maggior distanza possibile 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 e avvisare il paziente ad ogni minuto trascorso.

Il 10 Meter Walk Test valuta, invece, la velocità del cammino; quando si somministra si chiede al soggetto di camminare lungo un percorso di 10 metri, mentre l'operatore cronometra il tempo, in secondi, necessario a portare a termine il compito. È 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 BESTest, la forma abbreviata del BESTest, è stato sviluppato per identificare i sistemi di controllo posturale e rappresenta una misura dell'equilibrio e dell'andatura per soggetti con disturbi neurologici. Consta di 4 sottoscale (contro le 6 del BESTest), che sono: controllo posturale anticipatorio, controllo posturale reattivo, orientamento sensoriale e cammino. Il test è composto da 14 items, il cui punteggio varia da 0 a 2, per un totale di 28 punti.

Il Timed Up and Go Test costituisce uno strumento utile a misurare il livello di mobilità di base di una persona e la sua gestione dell'equilibrio. Questo test misura, in secondi, il tempo impiegato da un soggetto ad alzarsi da una sedia, partendo con la schiena in appoggio, camminare per tre metri, girare, tornare verso la sedia e sedersi. Il paziente può utilizzare il suo ausilio nel cammino. Il punteggio è costituito dal tempo impiegato per completare l'attività del test. La somministrazione del TUG è altamente raccomandata nel caso di pazienti con esiti di ictus, poiché ha un'eccellente test-retest reliability (attendibilità) e un'eccellente validità, come emerge dagli studi di Flansbjerg et al. (2005). Dobbiamo precisare che nel nostro studio il TUG è stato eseguito su 5 metri anziché 3.

Il Time Up and Go Cognitivo (TUG COG) non è una vera e propria scala ma un item del Mini BESTest; si riporta la descrizione in quanto è stato usato nella discussione dei risultati dei singoli partecipanti. Il TUG COG consiste nell'esecuzione del TUG in concomitanza a un compito cognitivo di sottrazioni seriali di 3 unità da un numero, da 100 a 90, scelto dall'operatore. Quest'ultimo comunica il numero al soggetto che inizia a contare mentre è seduto su una sedia. L'operatore dopo pochi secondi dà il "via". Il soggetto deve quindi alzarsi, percorrere un tragitto di 5 metri, girarsi, tornare indietro, sedersi e contemporaneamente svolgere il compito cognitivo. La valutazione consiste nel misurare il tempo di esecuzione del test evidenziando l'eventuale decremento di velocità rispetto al TUG ed eventuali variazioni nell'esecuzione del compito cognitivo.

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 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.

Inoltre, sono riportate per ogni paziente i valori delle variabili esplicative al solo scopo descrittivo. Non si registrano variazioni degne di nota per cui ci limitiamo ad elencarle: il Barthel index, la FIM, la scala Ashworth, la scala Holden, lo Standing Balance e il Trunk Control Test (TCT).

## 5.4 Valutazione cognitiva

La valutazione cognitiva è stata svolta quattro volte: all'inizio ed alla fine della prima sessione, al follow-up (2 mesi) ed alla fine della booster session.

La valutazione neuropsicologica è stata eseguita mediante l'uso di test standardizzati volti ad indagare le funzioni attentive, mnesiche e le funzioni esecutive.

Nella tabella 3 sono riportati i test utilizzati per la valutazione cognitiva.

<b>Funzione indagata</b>	<b>Test utilizzati</b>
<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 dei Cubi di Corsi Forward (Monaco et al., 2013) Test dei Cubi di Corsi Backward (Monaco et al., 2013) Digit Span Forward (Monaco et al.,2013) Digit Span Backward (Monaco et al., 2013)
<b>Abilità esecutive</b>	W.C.S.T. Wisconsin Card Sorting Test (Heaton R.K. et al. 2000) Torre di Londra (ToLDX) (Culbertson, Zillmer et al. 2000) Frontal Assessment Battery (FAB) (Apollonio et al., 2005) Stroop Color Word Interference Test (Barbarotto et al., 1998)
<b>Linguaggio</b>	Test di Fluenza fonemica (AFS) (Carlesimo et al., 1996)

*Tabella 3: test utilizzati per la valutazione cognitiva*

Paced Auditory Serial Addition Test o P.A.S.A.T. (Ciaramelli et al., 2006).

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. Il compito consiste nell'addizione seriale dei numeri che vengono presentati.

Vengono presentati 60 items per ogni protocollo; la difficoltà aumenta al diminuire del tempo di intervallo tra i numeri.



Il test valuta l'attenzione, la working memory e la 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) è utilizzato per valutare l'apprendimento e la memoria a lungo termine di nuove informazioni di tipo verbale.

Il test consta di due parti: la prima che prevede una rievocazione immediata (RI) e la seconda che implica una 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 tra loro nel significato. La lista viene letta con un ritmo di una parola al secondo, successivamente si chiede al paziente di ripetere il maggior numero possibile di parole che ricorda, anche in ordine sparso.

La lettura e la ripetizione viene ripetuta per cinque volte consecutive, registrando, di volta in volta, le parole rievocate ed eventualmente errori di tipo fonologico o semantico.

Dopo un intervallo di 15 minuti viene chiesto al paziente 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) è utilizzato per la valutazione dell'attenzione selettiva visiva.

Il test prevede la presentazione di 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 il numero 5 nella prima matrice, i numeri 2 e 6 nella seconda matrice e i numeri 1, 4, 9 nella terza. Vengono presentate in ordine di difficoltà.

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) 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, la penalità sarà considerata nell'aumento del tempo poiché all'aumentare del tempo, il punteggio subirà un decremento. Lo svolgimento 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. Il compito consiste nell'unione in ordine progressivo ed alternato, i numeri e le lettere rappresentate in ordine sparso sul foglio.

I numeri vanno dall'1 al 13, mentre le lettere dalla A alla N.

Questa parte del test 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): 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. Se la sequenza non viene ripetuta correttamente, si propone un'altra serie ma con la stessa quantità di numeri di quella precedente. Il compito risulta raggiunto se è corretto per il 50% delle volte in cui viene presentato.

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) 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. Il test 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. Anche in questo test, la sequenza corretta è quella che viene ripetuta correttamente il 50% delle volte in cui viene somministrata. Il numero massimo di presentazioni di ogni sequenza è pari a due. 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) 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.

Il test valuta la capacità del soggetto di inibire risposte impulsive e inappropriate.

Il Wisconsin Card Sorting Test o WCST (Heaton R.K. et al. 2000) 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).

Le carte modello sono presentate davanti al soggetto. 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 prevede la correzione del punteggio per età e scolarità. Viene poi attribuito un punteggio standard.

Il Test della Torre di Londra - TOL (Tower of London) (Culbertson, Zillmer et al., 2000) valuta le abilità di decisione strategica e di problem-solving; viene 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.

Il soggetto può spostare una pallina alla volta; può mettere al massimo una pallina nel bastoncino corto, due nel bastoncino medio e tre nel bastoncino lungo.

Vengono registrati una serie di parametri come “Initiation Time” ossia il tempo che intercorre tra la presentazione della conformazione e il momento in cui tocca la pallina, “Total Time” e infine “Rule Violation” ossia la violazione delle regole.

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) 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:

- Analogie (Concettualizzazione), per valutare la categorizzazione semantica;
- Fluenza lessicale per categoria fonetica, per valutare la flessibilità cognitiva;
- “Test di Luria” il soggetto deve riprodurre sequenze motorie con la mano preferenziale, per valutare la prassia e la programmazione motoria;
- Sequenze motorie invertite (istruzioni conflittuali), in cui il soggetto deve eseguire al contrario gesti svolti dall’esaminatore, per valutare la sensibilità all’interferenza;
- 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;
- Inibizione del comportamento di prensione, al fine di valutare l’autonomia ambientale.

Il Test di Fluenza Verbale (AFS) (Carlesimo et al., 1996) 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.

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

## **5.5 Valutazione della partecipazione sociale**

Tenere conto degli aspetti legati alla partecipazione sociale è molto importante nel contesto riabilitativo. Generalizzare i progressi, ottenuti durante il trattamento, al contesto di vita quotidiana di ciascun paziente è un obiettivo importante da porsi.

Si è scelto, quindi, di somministrare ai partecipanti le seguenti scale e questionari (allegati):

- **Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC Scale):** è una misura, auto-risportata dal paziente, della percezione del suo equilibrio nello svolgimento di varie attività senza perdere l'equilibrio o provare un senso di instabilità<sup>[36]</sup>. Per ognuno dei 16 items, il soggetto deve indicare il livello di sicurezza scegliendo un punteggio da 0 a 100 in cui 100 corrisponde alla convinzione di poter eseguire l'attività indicata con sicurezza e 0 che corrisponde alla mancanza completa di sicurezza.
- **Functional Status Questionnaire (FSQ):** è un questionario di valutazione auto-somministrato, suddiviso in cinque sezioni: funzioni fisiche, funzioni psicologiche, funzioni sociali, attività sociali e qualità delle interazioni sociali.
- **Motivational Index (Short Form):** è un questionario che indaga le ragioni che possono spingere un soggetto ad intraprendere e portare avanti un percorso di riabilitazione.
- **Questionario sull'effetto generale percepito post-trattamento:** è stato elaborato questo questionario nel quale il soggetto deve indicare tre obiettivi che ritiene importanti e valutare se, per quegli aspetti, ha riscontrato un miglioramento o meno dopo il trattamento. Gli obiettivi ritenuti importanti venivano scelti sulla base di un colloquio con il paziente.

Le scale e i questionari sono stati somministrati ai partecipanti prima del trattamento (T0), dopo il trattamento (T1), al follow up e alla fine della booster session.

## **5.6 Valutazione della performance dual-task e calcolo dell'indice**

Oltre alle misure di outcome motorie e cognitive, è stata proposta una prova a doppio compito cognitivo-motorio in grado di fornire informazioni sull'abilità di esecuzione di una performance dual-task. Definiamo questo test, da noi ideato e proposto, come

TUGx5 DUAL TASK. La prova consiste nell'esecuzione simultanea del TUG ripetuto 5 volte e del Digit Span Backward in cui il paziente doveva ripetere al contrario una serie di sequenza da 4 cifre che gli venivano dettate.

Inizialmente viene svolto il TUGx5 in cui il paziente esegue il percorso del TUG, ma ripetuto per 5 volte ininterrottamente: il soggetto parte da seduto, si alza al "via", percorre un tragitto di 5 metri, si gira, torna indietro e si risiede per poi subito ripartire. Lo "stop" viene dato dall'operatore che annota il tempo di esecuzione. Utilizzando questo stesso tempo, viene eseguito il compito cognitivo e annotato il numero delle risposte corrette. Per ultimo le due prove vengono combinate e vengono registrati il nuovo tempo di esecuzione e il numero di risposte corrette.

Nell'esecuzione in dual-task al soggetto venivano fornite le seguenti istruzioni: 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 subito dopo aver sentito pronunciare ciascuna sequenza di quattro cifre e fermarsi allo stop dell'operatore.

Al termine di questo test si valutano quelle che erano le variazioni in termini di tempo impiegato per percorrere il tragitto e l'incremento o la diminuzione di risposte corrette e le risposte totali; si calcola poi l'indice dual task, ricavato dalla combinazione in dual-task e usato come strumento per valutare l'andamento della capacità di integrazione cognitivo-motoria.

L'indice viene calcolato facendo il rapporto tra il numero delle risposte corrette del compito cognitivo eseguito in dual-task e il tempo (s) impiegato per completare il TUGx in dual-task, espresso in percentuale. Si riporta la formula:

$$\frac{\textit{n° risposte corrette in Dual Task}}{\textit{tempo (s) impiegato in Dual Task}}$$

Indici crescenti corrispondono ad un miglioramento della prestazione in dual-task, al contrario indici decrescenti indicano un peggioramento.

Questa misurazione presenta dei limiti che non possono essere trascurati, infatti non è una misura standardizzata. Come prima cosa l'indice non tiene conto delle risposte cognitive totali e questo può essere segno di un'informazione parziale: 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 fare un esempio pratico c'è una sostanziale differenza tra rispondere correttamente a 6 risposte su 12 o a 6 risposte su 6, nel primo caso l'individuo infatti ha quasi un 50% di errore mentre nel secondo caso gli errori sono nulli ma se si considera solamente il valore assoluto delle risposte corrette questo è identico.

Per ovviare questo problema, verrà effettuato il calcolo del tempo di latenza che intercorre dalla presentazione dello stimolo alla risposta. Verrà confrontata la velocità di risposta del compito cognitivo eseguito singolarmente e quando eseguito insieme al compito motorio. Così avremo un dato aggiuntivo ossia la misurazione del rallentamento o accelerazione delle risposte al secondo.

Questa misura analizza i target totali a cui il soggetto risponde nel tempo di esecuzione del compito motorio, a prescindere se siano risposte corrette o sbagliate.

Un secondo elemento 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 9 risposte corrette (su 12 per esempio) mentre a T1 solamente 6 corrette (su 6); 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. Quindi, la diminuzione del tempo risulterà in un denominatore di valore inferiore (vedere formula), pertanto l'indice complessivo potrebbe, in ultima analisi, considerarsi valido poiché risponde ad un bilanciamento tra numeratore e denominatore, ossia rende un valore ottenuto da un rapporto. Per i motivi sopra elencati, si considera indispensabile una standardizzazione accurata di tale parametro al fine di rendere statisticamente significative le rilevazioni ottenute dall'applicazione dello stesso.

## **5.7 Descrizione del training dual-task**

Il training è stato svolto in due sessioni: la prima della durata di tre settimane a cadenza giornaliera (15 sedute), la seconda della durata di tre settimane a cadenza trisettimanale (9 sedute). La durata di ogni seduta è stata di un'ora.



Il trattamento prevedeva l'esecuzione di compiti cognitivi e motori simultaneamente. Ogni attività è stata eseguita prima in single-task e successivamente in dual-task. Al paziente veniva chiesto di prestare attenzione ad entrambi i compiti, in modo da essere libero di prioritizzare uno dei due compiti in maniera spontanea. Come già spiegato nei capitoli precedenti, per indagare l'interferenza cognitivo-motoria, è stato usato il calcolo del DTE (Dual-Task Effect) secondo la seguente formula:

$$= \left[ \frac{(\text{Dual Task Gait Speed} - \text{Single Task Gait Speed})}{\text{Single Task Gait Speed}} \right] \times 100$$

Per il compito motorio si eseguiva una misurazione quantitativa del tempo impiegato nell'esecuzione, annotando eventuali errori o imprecisioni.

Per il compito cognitivo sono stati analizzati da un lato gli errori commessi, dall'altro il tempo di risposta impiegato. Il compito cognitivo, quando eseguito in single-task, veniva eseguito in posizione seduta.

Le combinazioni di esercizi venivano tarate per difficoltà crescente e adattate al singolo paziente. Nel momento in cui la prestazione in dual-task era sovrapponibile a quella in single-task si modificava o l'esercizio motorio o quello cognitivo.

Per orientarci nella scelta delle combinazioni è stata considerata anche la percentuale di errore, calcolabile con la seguente formula:

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

Una percentuale maggiore del 40% indica un carico troppo elevato, mentre una percentuale inferiore al 20% esprime una semplicità eccessiva del compito.

Le combinazioni di esercizi che risultavano adeguate sono state ripetute due volte nella prima sessione di training e due volte durante la booster session così da poter evidenziare l'andamento e mettere in luce eventuali miglioramenti.

Analisi del tempo di risposta:

È stata introdotta, rispetto agli studi precedenti, un'analisi che mette in evidenza il tempo di latenza dall'ascolto dello stimolo, alla risposta da parte del paziente.

Infatti, il soggetto, potrebbe migliorare la prestazione cognitiva in Dual-Task rispetto a quella Mono-Task, ma potrebbe impiegare più tempo nel fornire la risposta.

In altre parole, il soggetto può fornire risposte corrette mentre è impegnato nell'attività motoria ma può darle più lentamente.

È un fattore da considerare, anche se, non presente nel grafico che useremo per riassumere i risultati ottenuti dalle combinazioni di esercizi.

Il calcolo della velocità di risposta viene calcolato con la seguente formula:

$$v = \frac{\textit{secondi totali di esecuzione del compito motorio}}{\textit{n° di target a cui il soggetto ha risposto}}$$

Il risultato indica quanti secondi sono stati necessari per rispondere ad un target.

## 5.8 Esercizi motori proposti

Per quanto riguarda il trattamento motorio ci si è concentrati su quattro aspetti: il cammino, l'equilibrio, la coordinazione e le variazioni posturali, prendendo spunto dagli studi effettuati gli anni precedenti [29] [30] [31] [32] [33] [34]. Per ogni prova, la durata e la difficoltà sono state calibrate sulla base delle abilità del paziente. Per ogni proposta si registrava il tempo impiegato dal soggetto a terminare il percorso e si descriveva l'esercizio anche da un punto di vista qualitativo, cioè si segnalavano eventuali errori e miglioramenti.

Si elencano, di seguito, gli esercizi effettuati durante le due sessioni di training; sottolineando che non tutti gli esercizi sono stati proposti a tutti i pazienti, ma si selezionavano le prove sulla base delle problematiche e delle abilità di ogni partecipante.

- Cammino in avanti per tragitti di lunghezza variabile;
- Cammino all'indietro per tragitti di lunghezza variabile;
- Cammino in avanti e all'indietro alternato: il soggetto camminava in avanti per 10 metri, poi tornava alla posizione iniziale camminando all'indietro. Questo percorso costituiva un giro. Venivano eseguiti 1 o 2 giri;
- Cammino laterale per 20 metri;
- Cammino in tandem in avanti;

- Cammino in tandem in avanti associato a movimenti alternati di flessione ed estensione del capo;
- Cammino in tandem in avanti associato al piegamento sulle ginocchia: posti 4 birilli su un percorso rettilineo di 10 metri il soggetto eseguiva il tandem in avanti ed effettuava un piegamento sulle ginocchia ad ogni birillo;
- Cammino in tandem all'indietro;
- Cammino in tandem con cambi di direzione: l'esercizio veniva eseguito lungo un percorso rettilineo con due birilli posti a 5 metri (punto A) e 10 metri (punto B). Il paziente doveva camminare in tandem in avanti fino al punto A, tornare al punto di partenza con il tandem all'indietro, raggiungere il punto B con il tandem in avanti e tornare di nuovo al punto di partenza con il tandem all'indietro;
- Cammino con aumento della fase di appoggio monopodalico: il soggetto doveva camminare eseguendo una flessione d'anca e andando a battere le mani sotto la coscia sollevata;
- Cammino con aumento della fase di appoggio monopodalico: il soggetto doveva camminare flettendo il ginocchio e l'anca per andare a toccare con il tallone il ginocchio opposto. Alla flessione dell'arto inferiore veniva associata l'elevazione dell'arto superiore controlaterale;
- Cammino con aumento della fase di appoggio monopodalico: il soggetto doveva camminare flettendo il ginocchio e l'anca per andare a toccare con il tallone il ginocchio opposto e tenere in mano un bastone a braccia distese sopra il capo;
- Cammino con aumento della fase di appoggio monopodalico: il soggetto doveva camminare eseguendo una flessione d'anca più esagerata del suo cammino usuale, andando a toccare il ginocchio della gamba sollevata;
- Carioca: si tratta di un cammino laterale che prevede che gli arti inferiori, nel procedere lateralmente, si incrocino in maniera alternata avanti e indietro. Veniva eseguito su 15 metri, per poi invertire la direzione di marcia e tornare al punto di partenza;
- Carioca con cambi di direzione: l'esercizio si svolgeva su un percorso rettilineo con tre birilli posti a 10 metri (punto A), 5 metri (punto C) e 3

metri (punto B). Il soggetto, dalla posizione di partenza, doveva raggiungere il punto A, tornare al punto B, raggiungere il punto C e tornare alla posizione iniziale;

- Quadrato 4 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, compiere un passo laterale verso sinistra e tornare al centro. Questa sequenza è stata ripetuta per quattro volte;
- Quadrato 4 direzioni: si delinea a terra con del nastro adesivo un'area di forma quadrata. Il paziente partiva dal centro del quadrato, faceva un passo in avanti toccando con il tallone il ginocchio opposto, tornava al centro; quindi, ripeteva lo stesso compito in ogni lato del quadrato, procedendo in senso orario, per otto ripetizioni;
- Percorso slalom: posizionati quattro birilli lungo un percorso rettilineo di 10 metri e una sedia alla fine del percorso, il soggetto doveva fare lo slalom, sedersi sulla sedia, alzarsi e ripetere lo slalom al ritorno. Questo percorso costituiva un giro. Venivano eseguiti due giri;
- Percorso con cammino laterale: posta una sedia alla fine di un percorso rettilineo di 10 metri, il soggetto doveva effettuare un cammino laterale fino ai 10 metri, girare intorno alla sedia, tornare al punto di partenza quindi raggiungere di nuovo i 10 metri, sempre con il cammino laterale.

## **5.9 Esercizi cognitivi proposti**

Il training è stato strutturato in maniera tale da focalizzarsi sulla stimolazione di processi attentivi e di Working Memory, prendendo spunto dagli studi effettuati gli anni precedenti.

I principali esercizi sono stati basati sul protocollo riabilitativo APT ideato da Sohlberg e Mateer (1986) <sup>[37]</sup> con lo scopo di ridurre i deficit attentivi dopo l'ictus, centrandosi in particolar modo sul trattamento 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.

L'efficacia dell'APT è stata dimostrata, oltre che nel dominio dell'attenzione, anche in altre aree cognitive come la memoria.

Un'altra tipologia di esercizi è stata quella basata sul compito P.A.S.A.T. Nel test valutativo P.A.S.A.T., viene richiesto al soggetto di sommare gli ultimi due numeri che ascolta.

Durante il training questa tipologia di esercizio è stata chiamata P.A.S.A.T-like. Ad alcuni soggetti, è stato richiesto di effettuare la moltiplicazione degli ultimi due numeri ascoltati. In alcuni esercizi, che richiedevano un impegno cognitivo maggiore, è stato chiesto di sommare e moltiplicare i numeri in maniera alternata al "cambio". Sono state usate due liste di numeri: la prima conteneva numeri da 0 a 3, la seconda da 0 a 9 e quindi richiedeva un impegno cognitivo maggiore.

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.

Altri esercizi sono stati quelli di "mirror speaking", che comprendono ad esempio lo spelling inverso in cui al soggetto è richiesto di mantenere a mente la parola che ascolta poiché successivamente dovrà ripetere le lettere che la compongono; a partire dall'ultima fino alla prima.

Sono esercizi che si ispirano al test "Digit Span Backward".

Il Clock Task è un esercizio che attiva la percezione uditiva, la memoria uditiva, la capacità di astrazione, le funzioni visuo-spaziali, la capacità di programmazione e le funzioni esecutive. Esso 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.

Nella seguente tabella (Tabella 4) sono riportati gli esercizi proposti durante i 4 anni di training (anni 2017-2021)

<b>Compito</b>	<b>Tipologia di esercizio</b>
<b>APT-like</b>	Ascolto 1 numero Ascolto 2 numeri Ascolto numeri consecutivi con cambio Ascolto numeri ascendenti Ascolto numeri discendenti 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>	4000 ms 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>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

*Tabella 4: esercizi cognitivi proposti*

## 6. RISULTATI

Vengono descritti di seguito i casi clinici che sono stati trattati nell'anno 2021.

### 6.1 Caso clinico 1: G.N.

Il soggetto G.N., affetto da esiti di ictus cerebellare bilaterale, in data 27/05/19 è stato condotto in pronto soccorso per esordio acuto di vertigini, instabilità posturale, nausea, vomito, disartria.

All'ANGIO-TC di ingresso si assisteva ad una mancata visualizzazione dell'arteria cerebellare sinistra da subito dopo la sua origine all'apice dell'arteria basilare.

Erano presenti microcalcificazioni parietali dei vasi del poligono di Willis e del tratto prossimale dell'arteria basilare. Erano evidenti ipodensità circoscritte lenticolo-basilari paracommissurali anteriori bilateralmente.

Durante la degenza il paziente si mostrava vigile, collaborante ed orientato. Mostrava una lieve disartria con eloquio comprensibile. La deambulazione era possibile con ausilio.

È stato trasferito presso la Clinica di Neuroriabilitazione per la realizzazione del progetto riabilitativo. In anamnesi fisiologica: uso occasionale di alcolici, no tabagismo, no caffè.

Il soggetto ha una scolarità di 13 anni e prima dell'evento acuto svolgeva un lavoro da impiegato.

L'intervento riabilitativo aveva come obiettivi: incremento della motricità agli arti, incremento del controllo del tronco e posturale, incremento dell'autonomia nelle ADL e negli spostamenti, recupero della deambulazione e della destrezza motoria, prevenzione del rischio di cadute e incremento della velocità e sicurezza del cammino.

Durante la degenza, la valutazione neuropsicologica mostrava la presenza di leggeri deficit di inibizione, con tendenza all'impulsività ed alla occasionale violazione di regole in compiti che richiedono la pianificazione di azioni finalizzate. Il soggetto mostrava inoltre difficoltà nella programmazione di sequenze motorie complesse e deficit di attenzione selettiva.

G.N. veniva dimesso il giorno 11/07/2019.

È stato richiamato a distanza di un anno e mezzo con la proposta di un trattamento in dual-task cognitivo-motorio.

Il soggetto ha frequentato assiduamente le sessioni di training previste, completando il training riabilitativo.

### **6.1.1 Outcome motori**

Le misure di outcome motorie sono state valutate per ogni paziente a T0, T1, al follow up e alla fine della booster session. Si illustrano, di seguito, i punteggi di ogni singola prova.

Al Timed Up and Go, G.N. non mostra rilevanti cambiamenti (la performance si ritiene molto buona già a T0): prima del trattamento impiega 9 secondi ad eseguire la prova, a fine trattamento (T1) ne impiega 8 e mantiene questo risultato al follow-up e alla fine della booster session.



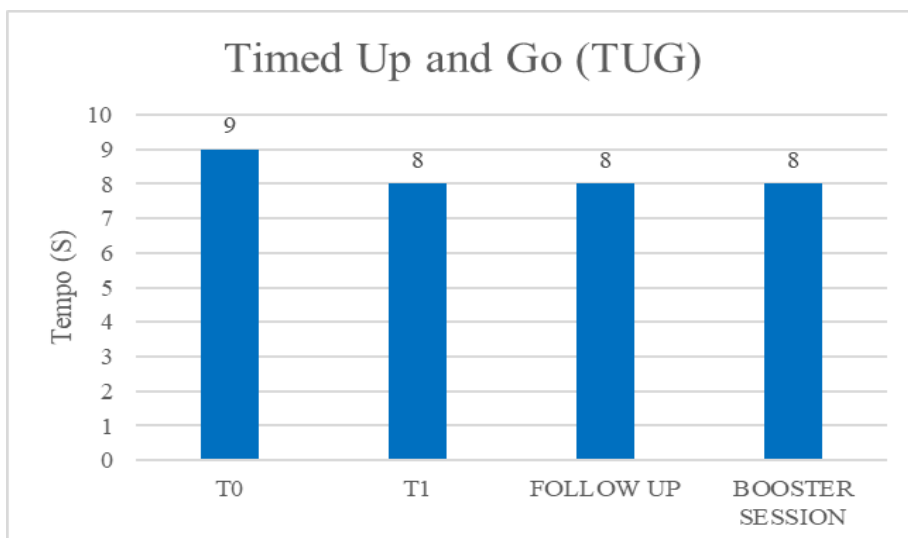


Figura 4: il grafico riporta il tempo impiegato per svolgere il TUG

Al Timed Up and Go Cognitivo (TUG COG) si registra una riduzione del tempo di esecuzione del test da T0 a T1 che viene poi mantenuta al follow up e alla valutazione della booster session. Il soggetto, infatti, impiega 12 secondi a T0, 8,6 secondi a T1, 8,45 secondi al follow up e 7,95 secondi alla fine della booster session. Questo risultato è molto importante ai fini dello studio in quanto esprime il miglioramento nell'eseguire il compito in dual-task.

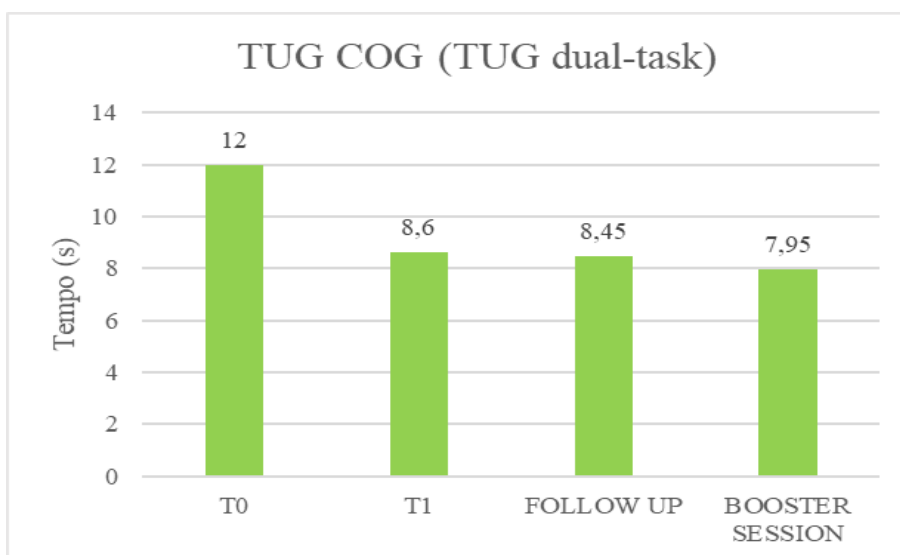


Figura 5: il grafico mostra il tempo di esecuzione del TUG Cognitivo

Analizziamo ora i risultati del 6 Minute Walk Test: il paziente è in grado di percorrere 630 metri durante la valutazione prima del trattamento e questo risultato si mantiene

pressoché costante a T1 e al follow-up in cui percorre rispettivamente 623 e 628 metri. Alla fine della booster session la resistenza al cammino aumenta, il soggetto percorre 666 metri in 6 minuti.

Nel 6MWT, in particolare per i pazienti che hanno avuto un ictus, la minimally clinically important difference (MCID) è stimata essere 34,4 metri <sup>[38]</sup>. La MCID è il più piccolo cambiamento di risultato del test che può essere percepito importante dal paziente, come un miglioramento effettivo nella vita quotidiana, o dal clinico <sup>[36]</sup>. Possiamo considerare, quindi, il miglioramento alla fine della booster session funzionalmente significativo.

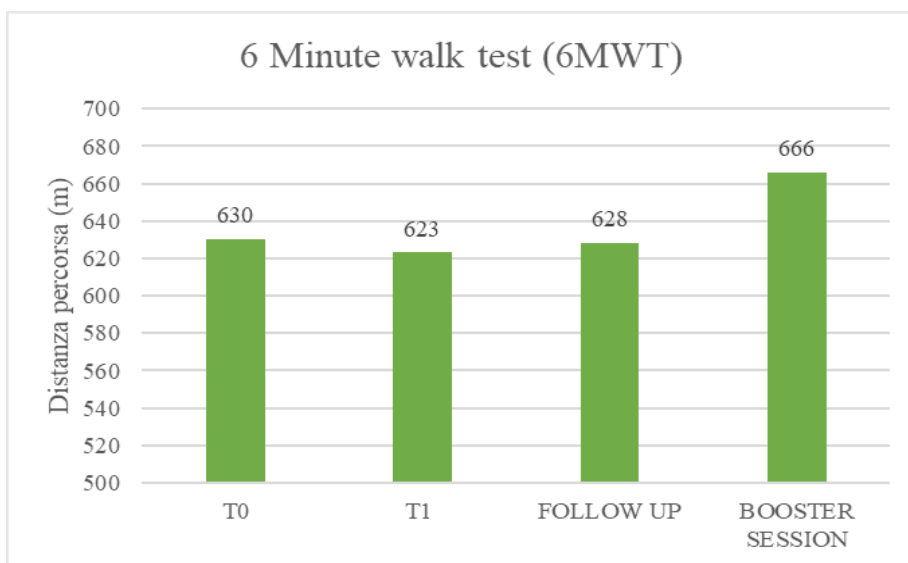


Figura 6: il grafico mostra la distanza percorsa al 6MWT

Anche nel Mini BESTest si registra un miglioramento: a T0 il punteggio è pari a 21, a T1 e al follow-up il risultato del test è 25, il soggetto migliora nel controllo posturale anticipatorio e nella stabilità. Nell'ultima valutazione, quella della booster session, il paziente incrementa anche il controllo posturale reattivo raggiungendo il punteggio massimo del test: 28.

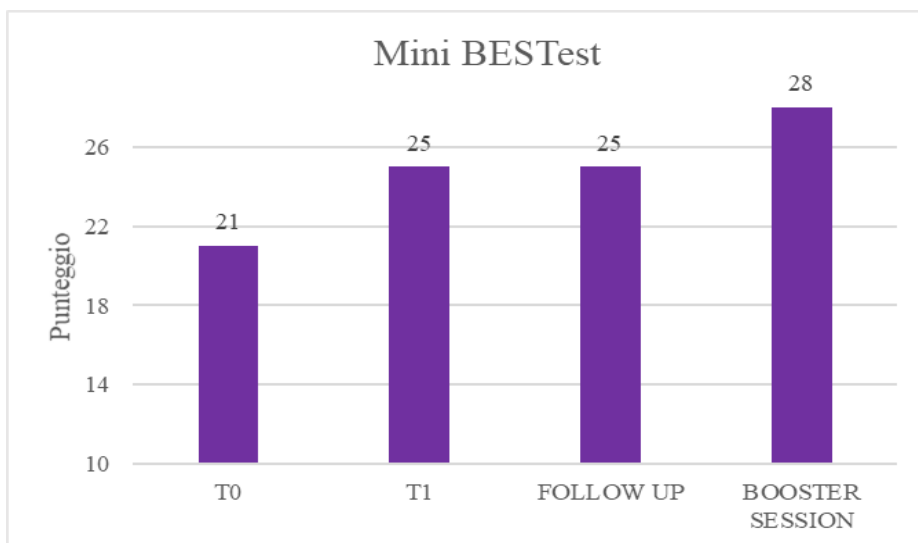


Figura 7: il grafico mostra i punteggi ottenuti al Mini BESTest

Analizziamo ora il grafico del 10 Meter Walk Test: il paziente, prima del trattamento, percorre 10 metri in 6 secondi. Questo risultato viene mantenuto a T1. Al follow up il paziente completa il test in 6,65 secondi. Alla fine della booster session la velocità del cammino migliora in modo significativo, il paziente infatti impiega 5 secondi per percorrere 10 metri. a T0, T1 e alla booster session il soggetto termina il tragitto in 13 semipassi, al follow up in 14 semipassi.

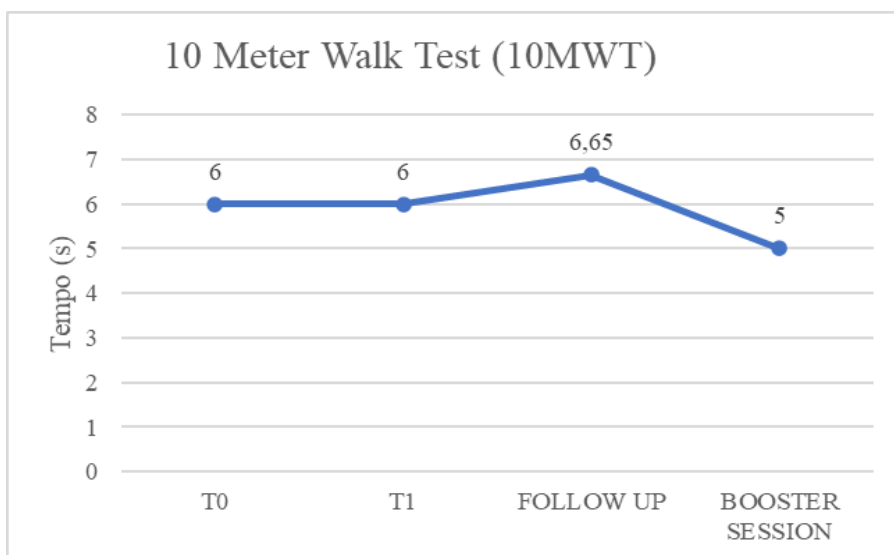


Figura 8: il grafico mostra il tempo impiegato per svolgere il 10MWT

L'andamento dei risultati del Nine.Hole Peg Test è altalenante. Per quanto riguarda la mano sinistra, che risulta essere la più compromessa: il paziente impiega 34 secondi a

T0, 47 secondi a T1, 44 secondi al follow up e 34 secondi alla fine della booster session. Con la mano destra il risultato si mantiene pressoché invariato ad eccezione di un lieve peggioramento a T1.

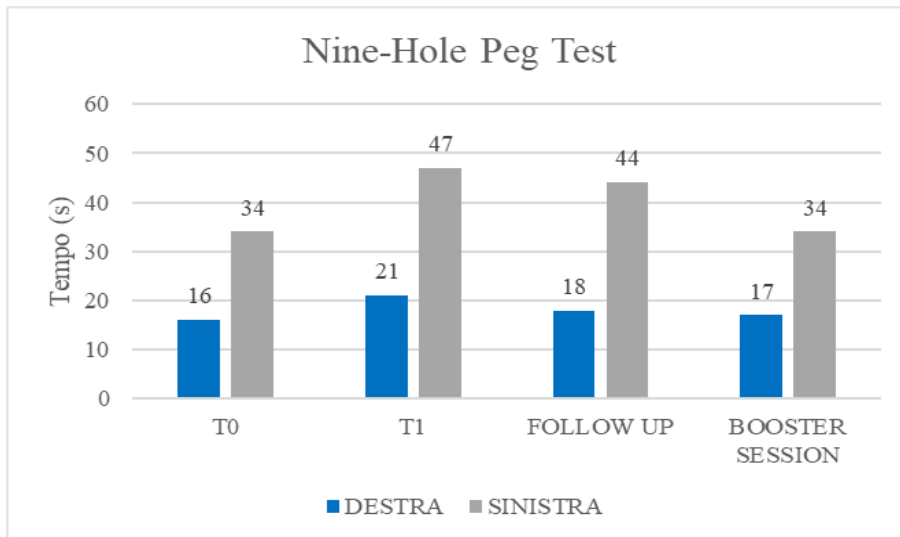


Figura 9: il grafico mostra il tempo impiegato per svolgere il 9HPT

Infine, per quanto riguarda il Box and Block Test, la performance con la mano destra segue un trend di miglioramento: il paziente sposta 35 cubi a T0, 35 a T1, 37 al follow up e 39 alla fine della booster session. La mano sinistra sposta 27 cubi a T0 e T1, migliora al follow up spostando 32 cubi e torna a spostare 27 cubi alla fine della booster session.

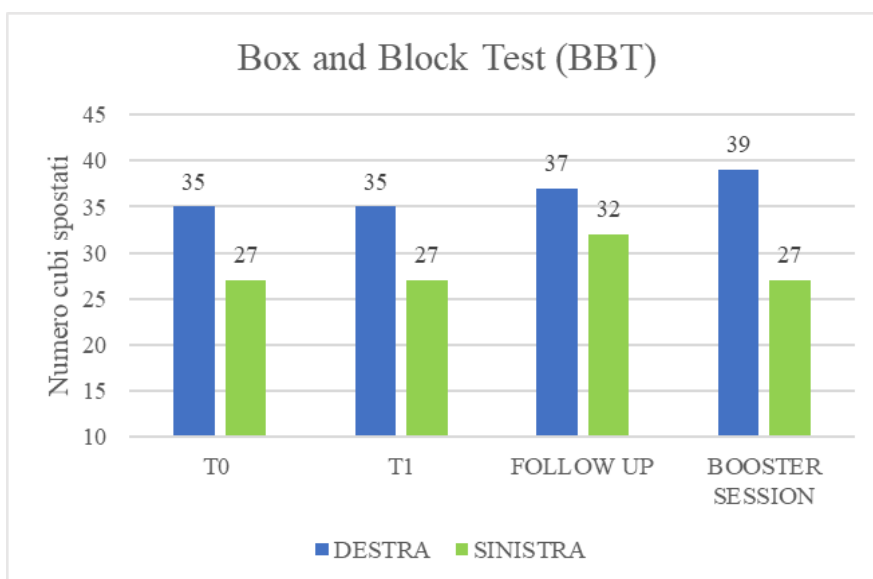


Figura 10: il grafico mostra il numero di cubi spostati al BBT

Riportiamo a scopo descrittivo i punteggi delle variabili esplicative a T0, T1, al follow up e alla fine della Booster session. Non ci sono variazioni degne di nota.

	T0	T1	Follow-up	Booster session
VARIABILI ESPLICATIVE:				
FIM	122	122	123	123
BARTHEL	100	100	100	100
HOLDEN	5	5	5	5
ASHWORTH:				
SPALLA	0	0	0	0
GOMITO	0	0	0	0
POLSO	0	0	0	0
DITA MANO	0	0	0	0
ANCA	0	0	0	0
GINOCCHIO	0	0	0	0
CAVIGLIA	0	0	0	0
DITA PIEDE	0	0	0	0
STANDING	4	4	4	4
TCT	100	100	100	100

Tabella 5: variabili esplicative caso clinico 1

### 6.1.2 Outcome cognitivi

Si commentano di seguito i grafici per illustrare i risultati degli outcome cognitivi.

*Paced Auditory Serial Addition Test P.A.S.A.T.*

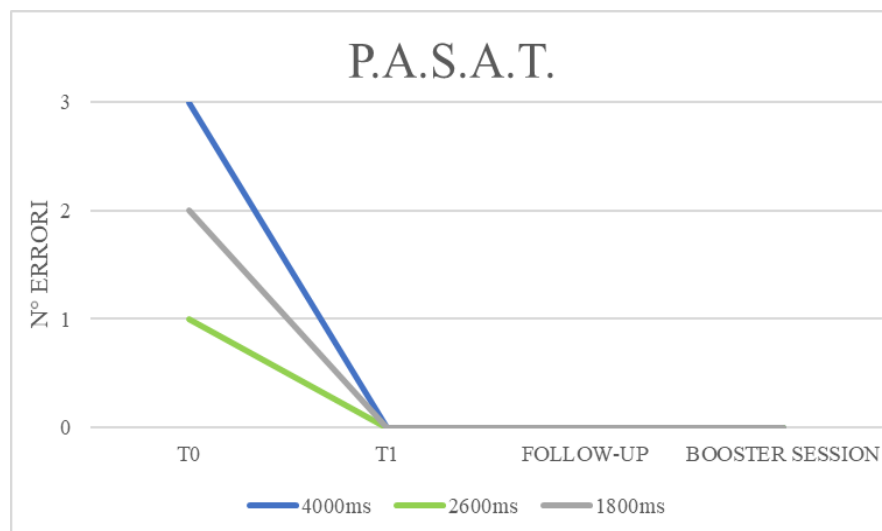
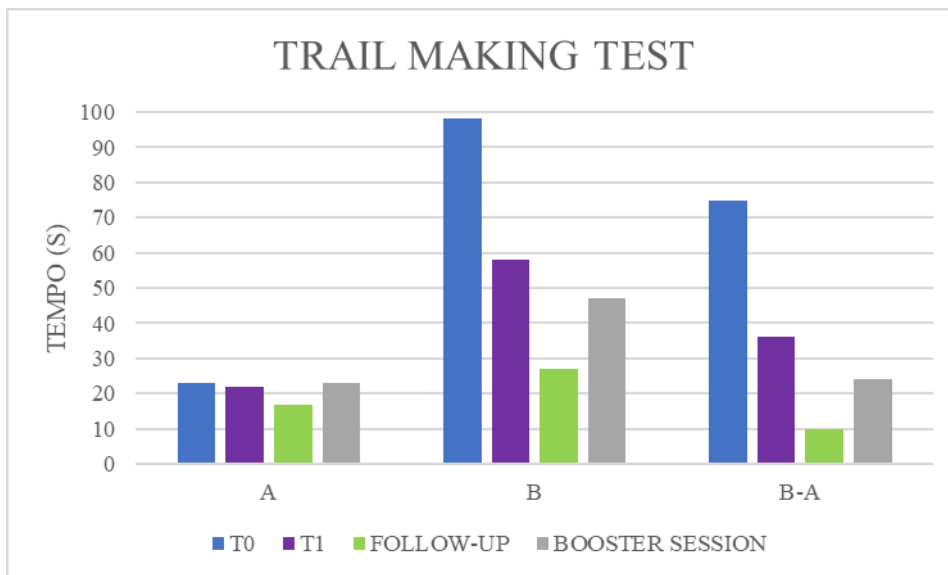


Figura 11: Paced Auditory Serial Addition Test

Dal grafico soprastante (figura 5) è rilevabile un incremento della rapidità di processamento e dell'accuratezza, nell'elaborazione delle informazioni uditive e dell'attenzione sostenuta. In particolare, si può notare un miglioramento tra la valutazione iniziale (T0) e quella finale (T1) in cui non emergono errori. I risultati ottenuti sono stati mantenuti al follow-up e alla fine della sessione di richiamo.

### *Trail Making Test*



*Figura 12: Trail Making Test*

Al Trail Making test (Figura 6), il soggetto mostra un miglioramento significativo.

Un aumento della prestazione corrisponde ad una diminuzione del tempo impiegato ad eseguire la prova.

La prestazione migliora nella valutazione finale (T1), ed il trend di miglioramento prosegue fino al follow-up. Alla sessione di richiamo non si mantengono i risultati ottenuti al follow-up ma si ritorna al livello T1.

### Matrici Attentive

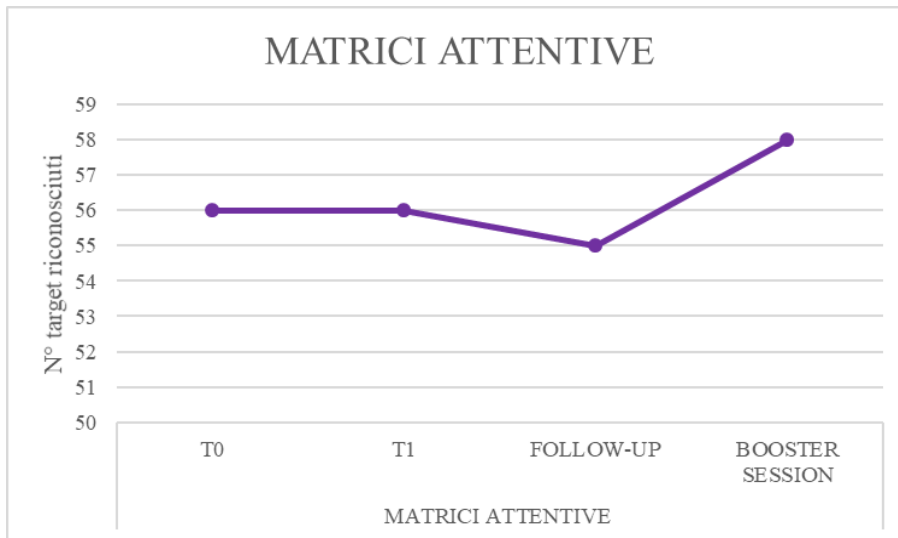


Figura 13: Matrici Attentive

Nel test delle Matrici Attentive, G.N. Ottiene un punteggio stabile alla valutazione finale, rispetto a quella iniziale; decrementa leggermente alla valutazione di follow-up mantenendosi comunque ad un livello ben al di sopra del cut-off.

La prestazione migliora sensibilmente dopo la sessione di richiamo.

### 15 Parole di Rey

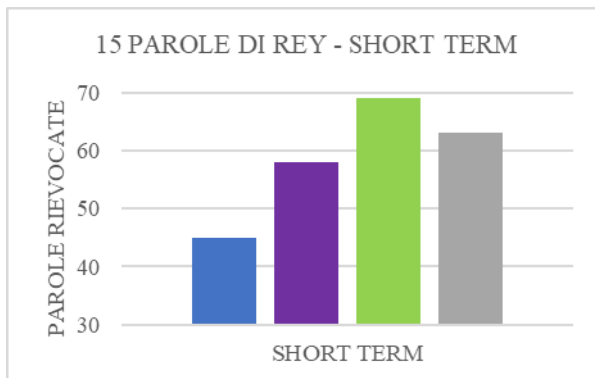


Figura 14: Parole di Rey- Short Term

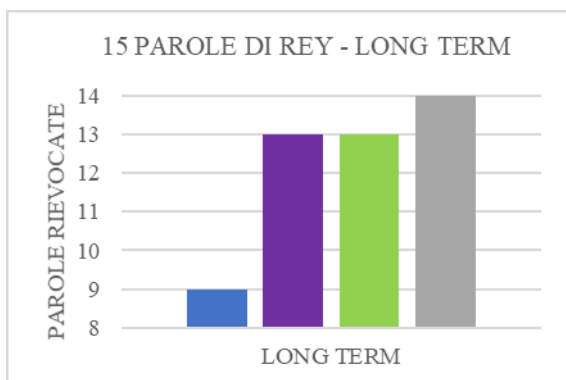


Figura 15: Parole di Rey- Long Term

Nel test 15 parole di Rey, G.N. ha ottenuto un incremento prestazionale sia nel dominio della rievocazione immediata, che nel dominio della rievocazione differita benchè con trend differenti. Nella Short-Term (figura 14) il miglioramento è evidente dalla valutazione iniziale in cui rievoca 45 parole, alla valutazione Follow-up, in cui ne rievoca 69. Dopo la Booster session, il soggetto rievoca 63 parole ed è indice di una prestazione ottimale.

Nel dominio della rievocazione a lungo termine (Figura 15), il soggetto mostra un miglioramento dalla valutazione T0 a quella finale T1. Alla valutazione Follow-up la prestazione rimane invariata, mentre alla valutazione dopo la sessione di richiamo migliora. Alla valutazione dopo la Booster session il soggetto rievoca 14 parole su 15.

### Digit Span

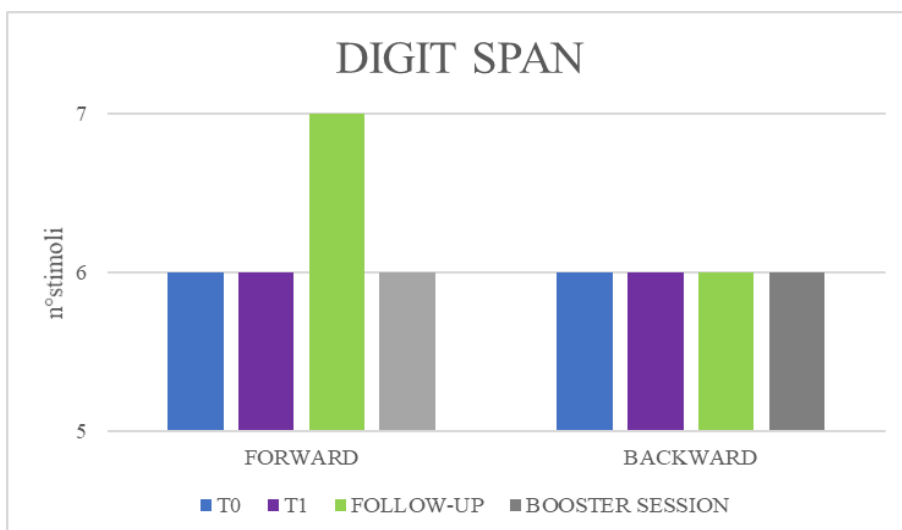


Figura 16: Digit Span



Il test Digit Span (Figura 16) ha due sezioni: una che prevede la ripetizione dei numeri nello stesso ordine in cui vengono detti dall'operatore (Forward) e un'altra che prevede la ripetizione dei numeri in ordine inverso a come vengono forniti, dall'ultimo stimolo ascoltato al primo (Backward).

Al sub-test Forward, il soggetto migliora la prestazione alla valutazione Follow-up.

Dopo la Booster session, la prestazione risulta paragonabile a quella effettuata all'inizio del trattamento.

Per il sub-test Backward, il soggetto ha una prestazione che rimane costante alle varie valutazioni effettuate.

### *Test dei Cubi di Corsi*

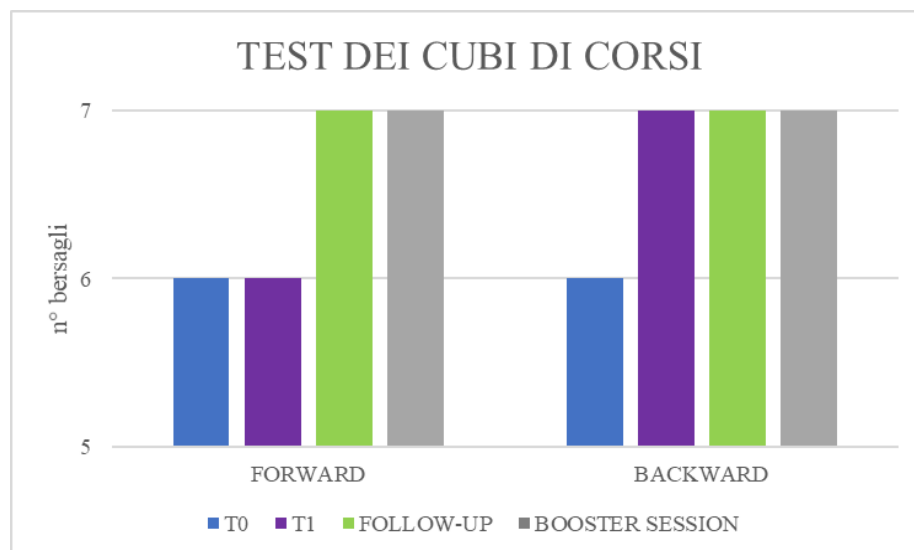


Figura 17: Test dei cubi di Corsi

Al test dei Cubi di Corsi, che valuta l'elaborazione degli stimoli visuospatiali, il soggetto mostra un miglioramento evidente ed un mantenimento della prestazione nel tempo.

Il miglioramento è avvenuto per entrambi i sub-test del Test dei Cubi di Corsi.

### Fluenza Fonemica (AFS)

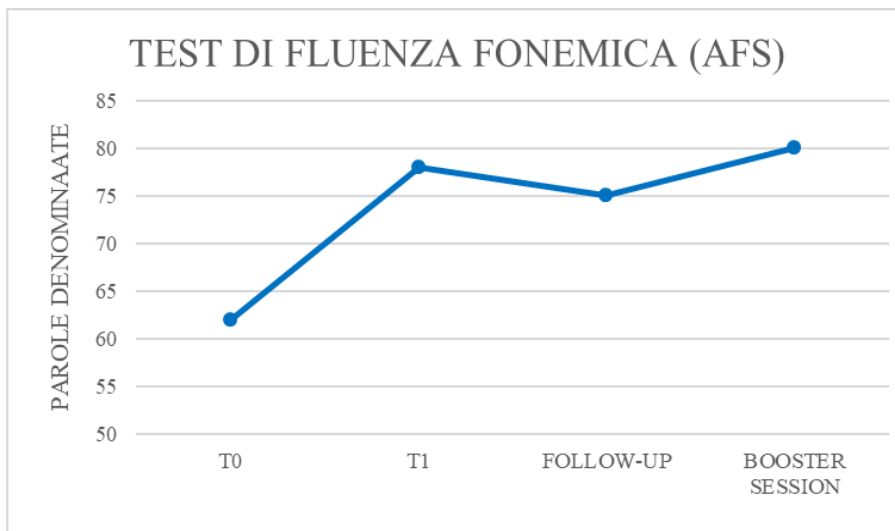


Figura 18: Fluenza Fonemica

Negli studi svolti gli anni precedenti è stato riscontrato un miglioramento della fluenza verbale dopo il trattamento.

Anche G.N. mostra un aumento delle parole evocate nella valutazione finale (T1) rispetto alla valutazione iniziale. Il soggetto mostra un mantenimento dei risultati alla valutazione di follow-up. La prestazione migliora ulteriormente dopo la booster session.

### Torre di Londra

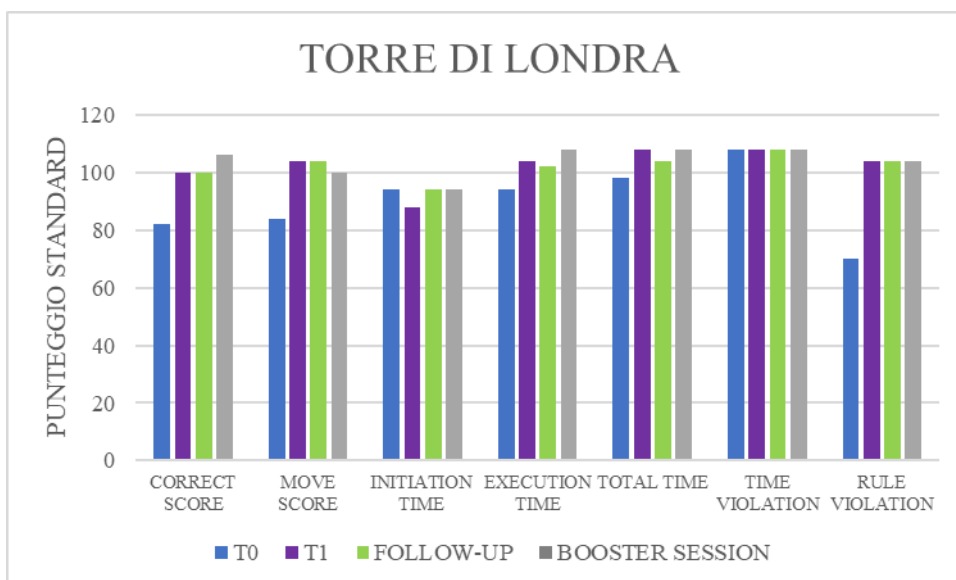


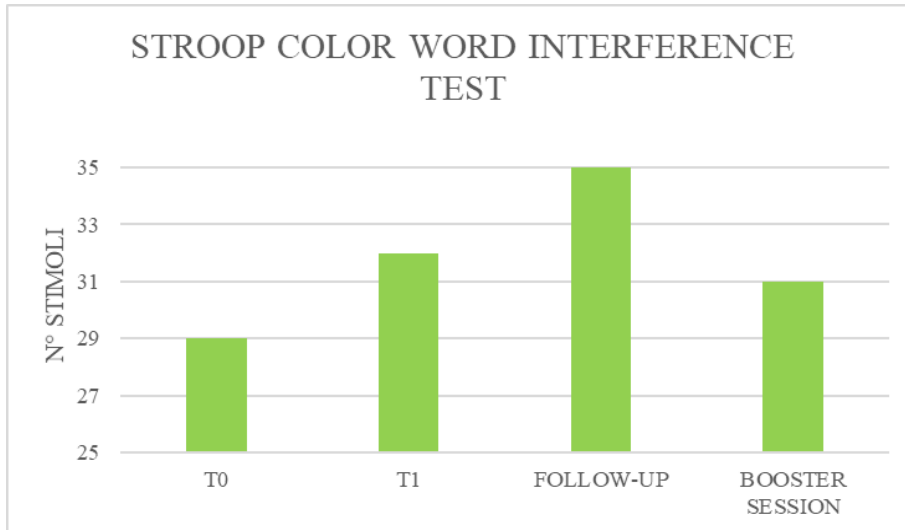
Figura 19: Torre di Londra

Nel test Torre di Londra (Figura 19) si notano notevoli miglioramenti in tutti gli ambiti.

I miglioramenti più evidenti sono quelli che si rilevano nel dominio “Correct score” e “Rule Violation”.

I punteggi sono stati mantenuti alla valutazione di follow-up e booster session.

### *Stroop Color Word Interference Test*



*Figura 20: Stroop Color Word Interference Test*

Allo Stroop Color Word Interference Test, si assiste ad un miglioramento progressivo nel tempo di gestione dell’interferenza da T0 al follow-up.

Alla valutazione effettuata dopo la booster session, il soggetto torna al livello prestazionale ottenuto a T1.

## Wisconsin Card Sorting Test

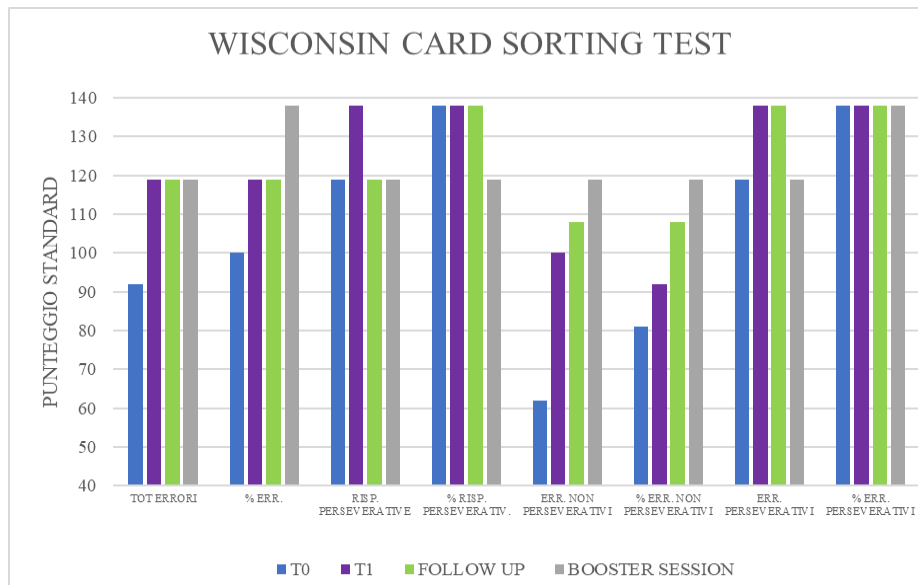


Figura 21: Wisconsin Card Sorting Test

Al Wisconsin Card Sorting Test (Figura 21), il soggetto mostra un miglioramento prestazionale in tutti gli outcome ad eccezione dei punteggi inerenti alle risposte perseverative nei quali pur osservando un miglioramento a T1, si rileva un progressivo decremento al follow-up (risposte perseverative) ed alla booster session (% risposte perseverative, errori perseverativi).

Nel dominio relativo agli errori non perseverativi, la prestazione del soggetto migliora sensibilmente ad ogni valutazione.

Gli ambiti sensibilmente migliorati dopo la sessione di richiamo riguardano: la percentuale di errori, la quantità di errori non perseverativi e la relativa percentuale.

### Frontal Assessment Battery (F.A.B.)

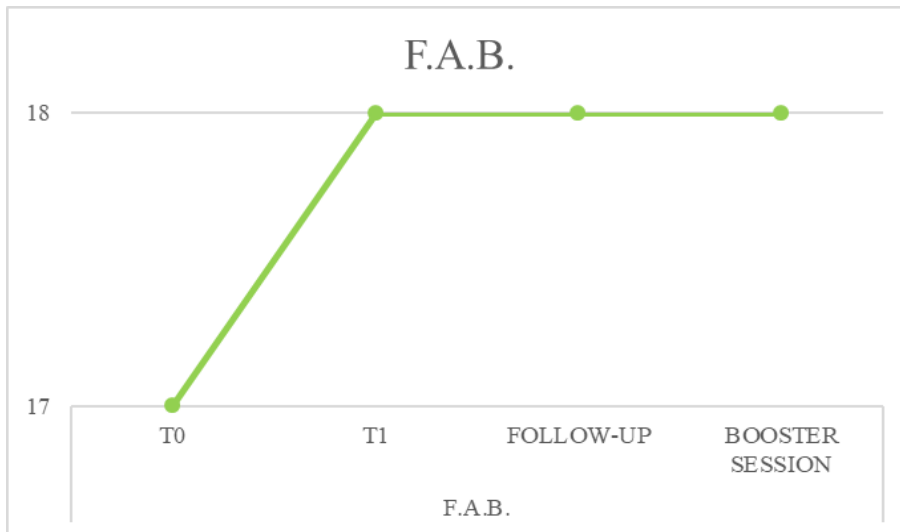


Figura 22: Frontal Assessment Battery

Al test Frontal Battery Assessment, G.N. Ottiene un miglioramento della prestazione dopo il trattamento. Tale miglioramento è mantenuto al follow-up e dopo la Booster session.

All'inizio, G.N. mostrava difficoltà nel sub-test "serie motorie" quindi nella programmazione, pianificazione ed organizzazione del comportamento.

### 6.1.3 Partecipazione sociale

I questionari Activities Balance Confidence (ABC), Functional Status Questionnaire (FSQ) e Motivational Index, utilizzati per la valutazione della partecipazione, sono stati effettuati prima del training (T0), dopo la prima sessione di training (T1), al follow-up e alla fine della booster session. Il questionario "effetto generale percepito" è stato compilato alla valutazione T1 e alla fine della booster session.

Nel compilare il questionario Activities Balance Confidence (ABC), al soggetto viene chiesto di dare un punteggio da 0% a 100% alla sua condizione di sicurezza o instabilità durante alcune attività che svolge nella vita quotidiana. A 0% corrisponde una sensazione di instabilità, a 100% corrisponde la massima sensazione di sicurezza.

Al questionario effettuato prima del trattamento (T0), il soggetto G.N. risponde in maniera positiva a tutti gli items sebbene dica di essere sicuro solo al 70% se capita di stare in punta di piedi per raggiungere un oggetto sopra la testa o se viene spinto da altre persone che camminano in un negozio. Si sentirebbe sicuro solo al 20% camminando su

un marciapiede ghiacciato. In nessuna azione elencata G.N. si sente sicuro al 100%. Il punteggio finale, ottenuto sommando il punteggio di ogni item e dividendolo per 16, è pari a 80,6/100.

Lo stesso questionario è stato eseguito dopo il trattamento (T1). Il soggetto dichiara di essere sicuro al 100% in tutte le situazioni elencate, eccetto le situazioni in cui capita di salire e scendere le scale, camminare in un viale affollato, camminare nella folla resistendo agli urti, sollevarsi in punta di piedi per raggiungere qualcosa sopra la testa, salire su una sedia per prendere qualcosa, in cui esprime di sentirsi sicuro al 90%. Nell'item "camminare sopra un marciapiede ghiacciato" esprime di essere sicuro solo al 40%. Il punteggio totale che ottiene alla valutazione T1 è pari a 93,13/100.

Lo stesso questionario è stato fornito alla valutazione follow-up in cui G.N. descrive una situazione simile a T1 ma si sente più sicuro (100%) a salire/scendere le scale. Il soggetto, infatti ottiene un punteggio simile pari a 93,75/100.

Nella valutazione dopo la sessione di richiamo, il soggetto ritiene di essere nella massima sicurezza (100%) in tutti gli items, eccetto nella situazione "camminare su un marciapiede ghiacciato" in cui si sente sicuro al 40%.

Functional Status Questionnaire:

Durante la valutazione iniziale T0, relativamente alle ADL di base, il soggetto esprime di non avere avuto difficoltà.

Nella sezione ADL intermedie, G.N. dice di non poter fare attività fisiche impegnative come correre, sollevare oggetti pesanti o fare sport estremi per motivi di salute.

Nella sezione delle funzioni psicologiche, il soggetto esprime di sentirsi calmo e sereno la maggior parte del tempo, di non essere mai nervoso, di essere triste per una minima parte del tempo e di essere felice per una buona parte del tempo.

Nella sezione attività sociali, G.N. esprime di non aver avuto difficoltà in nessun ambito.

Durante la valutazione dopo il trattamento (T1), G.N. esprime di non aver difficoltà a fare attività fisiche impegnative come correre o sollevare oggetti pesanti.

Alle altre domande previste, il soggetto ha risposto positivamente.

Lo stesso questionario è stato fornito al follow-up e dopo la sessione di richiamo. In entrambi, G.N., ha espresso pareri positivi.

Motivational Index: durante la valutazione a T0, il soggetto risponde di essere motivato e stimolato dal trattamento riabilitativo e di svolgerlo per una sua volontà. Dice di poter imparare cose nuove che può generalizzare al di fuori della pratica riabilitativa. Alla valutazione T1, G.N. esprime gli stessi risultati sottolineando il fatto che la sua motivazione a partecipare al trattamento non sia diminuita. Il soggetto esprime gli stessi pareri alle valutazioni di follow-up e dopo la booster session.

Effetto generale percepito: questo questionario è stato compilato dopo la prima sessione di training (T1) e dopo la sessione di richiamo. Nella valutazione T1, il soggetto ritiene che siano migliorati i seguenti aspetti: l'equilibrio e la concentrazione.

Nel questionario effettuato durante la booster session, il soggetto riferisce di essere tornato a giocare a calcetto e a camminare su sentieri sconnessi ed irregolari.

I questionari effettuati mettono in evidenza un risvolto positivo del trattamento, quindi una generalizzazione nelle attività di vita quotidiana e nella partecipazione sociale.

Il soggetto riferisce come situazioni che risultavano più insidiose prima del training, tipo alzare la testa per prendere qualcosa posto in alto o passeggiare con il cane, siano migliorate dopo il trattamento. Inoltre, G.N. afferma di aver ritrovato la concentrazione e la motivazione nello svolgere le proprie attività quotidiane.

### 6.1.4 Pattern di interferenza dual-task durante le combinazioni proposte

Si illustrano quindi i grafici dei pattern di interferenza dual-task del soggetto G.N.:

Grafico 1:

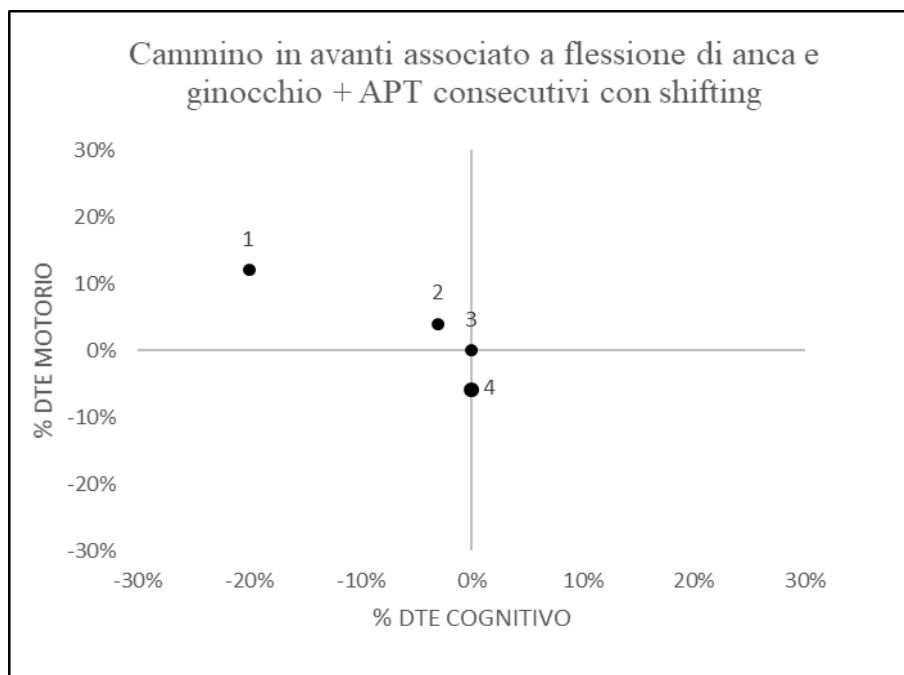


Figura 23: grafico 1 G.N.

Il compito motorio di questa proposta di esercizi (figura 17) consiste in un cammino in avanti associato alla flessione di anca e ginocchio, battendo le mani sotto la coscia in flessione per aumentare il tempo in monopodalica.

In contemporanea il soggetto svolge un compito cognitivo APT-like con numeri ascendenti e discendenti associato a shifting. Durante il compito cognitivo il soggetto deve dire “sì” quando ascolta numeri crescenti e, al “cambio”, quando ascolta numeri decrescenti.

La prima prestazione (1) si colloca nel quadrante Gait-Priority trade off (+DTE motorio -DTE cognitivo) ossia una prioritizzazione del compito motorio.

La seconda prestazione (2) si colloca sempre nel quadrante Gait-Priority trade off (+DTE motorio -DTE cognitivo) ma vicino alla zona No interference, la regione che rappresenta la riduzione dell'interferenza cognitivo-motoria e quindi, entrambe le prestazioni in dual-task sono equiparabili a quelle in Mono-task.



Tale pattern viene mantenuto durante la booster session (3) dove raggiunge l'esatto punto di non interferenza.

La prestazione 4 mostra un pattern che si colloca sul semiasse Gait-interference ma in una zona prossimale a quella di No Interference.

Nel complesso possiamo ritenere migliorata la gestione delle risorse attentive.

Analisi del tempo di risposta:

Nella prestazione 4, la velocità di risposta del compito cognitivo non varia se eseguito singolarmente o insieme al compito motorio ed è pari a 1,17 sec/target.

### Grafico 2:

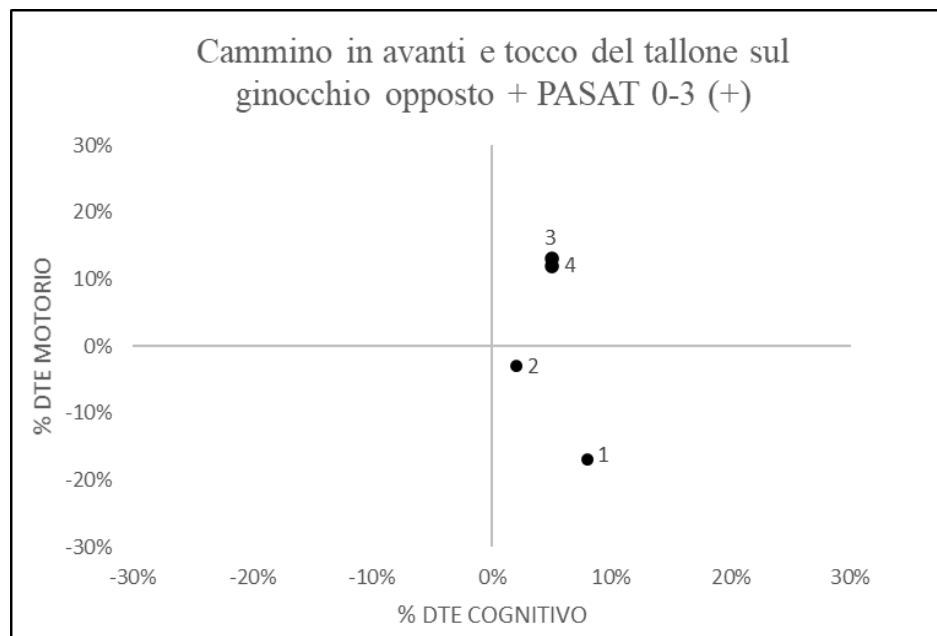


Figura 24: grafico 2 G.N.

Questa seconda proposta (Figura 24) prevede un compito motorio in cui chiediamo al paziente di toccare con il tallone il ginocchio opposto, tenendo in mano un bastone sopra il capo a gomiti estesi, per un percorso rettilineo di 30 metri.

A questo viene associato il PASAT-like 0-3 (+) in cui viene chiesto al paziente di sommare gli ultimi due numeri uditi.

Le prove 1 e 2 sono state eseguite durante la prima sessione di training, le prove 3 e 4 sono state eseguite durante la sessione di richiamo.

La prima prova (1) si colloca nel quadrante Cognitive-Priority trade off (-DTE motorio +DTE cognitivo) ossia una prioritizzazione del compito cognitivo. Ciò implica che le risorse attentive sono state investite maggiormente nel compito cognitivo.

La seconda prestazione (2) si colloca nella zona No interference, in cui entrambe le prestazioni in dual-task sono sovrapponibili a quelle in single-task.

Il pattern ottenuto in entrambe le prestazioni eseguite durante la booster session (3 e 4) si colloca nel quadrante di Mutual-Facilitation (+DTE motorio +DTE cognitivo) in cui la prestazione nei due compiti migliora.

Analisi del tempo di risposta:

Possiamo analizzare il tempo di risposta agli stimoli del compito cognitivo. In particolare, notiamo che nell'ultima prestazione, il tempo di latenza nella risposta non cambia tra la prestazione in single-task e in dual-task, nonostante ci sia una facilitazione mutuale delle prestazioni.

Infatti, nella prestazione in single-task cognitiva, il soggetto risponde a 60 target in 89 secondi (quindi 1,48 sec/target), mentre nella prestazione in dual-task risponde a 52 target in 78 secondi (ossia 1,50 sec/target).

### Grafico 3:

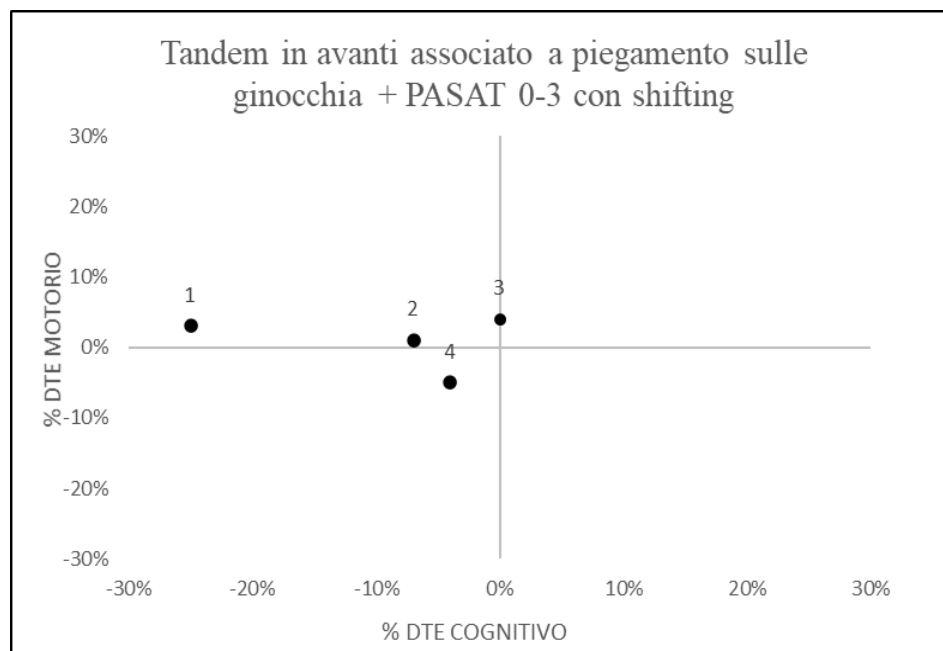


Figura 25: grafico 3 G.N.

Questa combinazione (Figura 25) di esercizi prevede l'esecuzione simultanea del compito motorio ossia il tandem in avanti associato a piegamento delle ginocchia ad ogni birillo posto sul percorso (4 volte) e del compito cognitivo PASAT-like 0-3 con shifting.

Nella prima esecuzione (1), la prestazione del soggetto si colloca nel quadrante Gait-priority trade off (+DTE motorio -DTE cognitivo). Il soggetto, quindi migliora la prestazione motoria rispetto a quella in mono-task mentre la prestazione cognitiva risulta peggiorata.

Nella prestazione 2, effettuata durante la prima sessione, il pattern si colloca anch'esso nel quadrante Gait-priority trade off (+DTE motorio -DTE cognitivo) ma il DTC cognitivo è minore rispetto alla prestazione 1.

Nella prima prestazione effettuata durante la booster session (3), il pattern si colloca vicino alla zona No Interference.

Nella prestazione 4, effettuata durante la sessione di richiamo, il pattern del soggetto si colloca nella zona di Mutual Interference (-DTE motorio -DTE cognitivo), anche se si può considerare che l'interferenza mutuale è minima e si colloca in un punto vicino a quello di No Interference.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta del pattern 4, si può notare che il tempo di latenza aumenta dalla prestazione in mono-task (1,72 sec/target) alla prestazione in dual-task (2 sec/target).

#### Grafico 4:

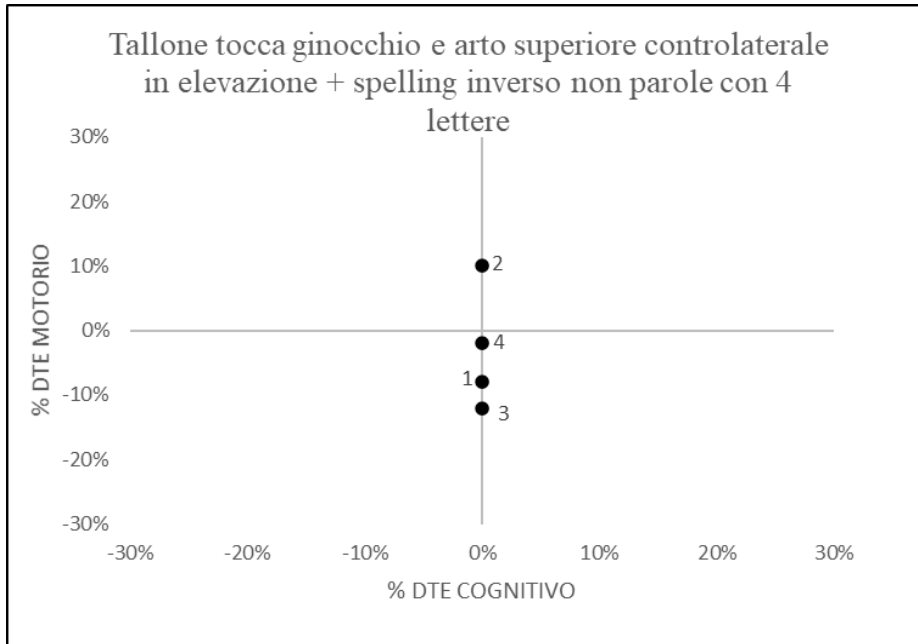


Figura 26: grafico 4 G.N.

Al paziente viene chiesto (figura 26) di camminare flettendo anca e ginocchio, fino a toccare con il tallone il ginocchio opposto, e di elevare l'arto superiore controlaterale. Il compito cognitivo è rappresentato dall'esecuzione dello spelling inverso di non parole con 4 lettere.

Le prime due prove sono state eseguite nella prima sessione di training, le altre due sono state eseguite durante la sessione di richiamo.

La prima prestazione (1), si colloca nel semiasse Gait-interference ossia la prestazione cognitiva non mostra differenze tra Mono-Task e Dual-Task, mentre la prestazione motoria peggiora.

Nell'esecuzione 2, il pattern si colloca nel semiasse Gait-facilitation ossia la performance motoria migliora in presenza di un'invariata prestazione cognitiva tra il mono-task e il dual-task.

Nella prestazione 3, effettuata durante la booster session, il soggetto peggiora la performance della componente motoria collocandosi nella zona Gait interference.

Nella prestazione 4, il pattern si colloca nella zona No Interference ossia non ci sono sostanziali differenze nell'esecuzione dei compiti separati e simultanei.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta del pattern 4, si può notare che il tempo di latenza aumenta nel passaggio dalla prestazione in mono-task (3,81 sec/target) alla prestazione in dual-task (4,13 sec/target). Ciò vuol dire che il soggetto impiega più tempo a dare la risposta corretta.

**Grafico 5:**

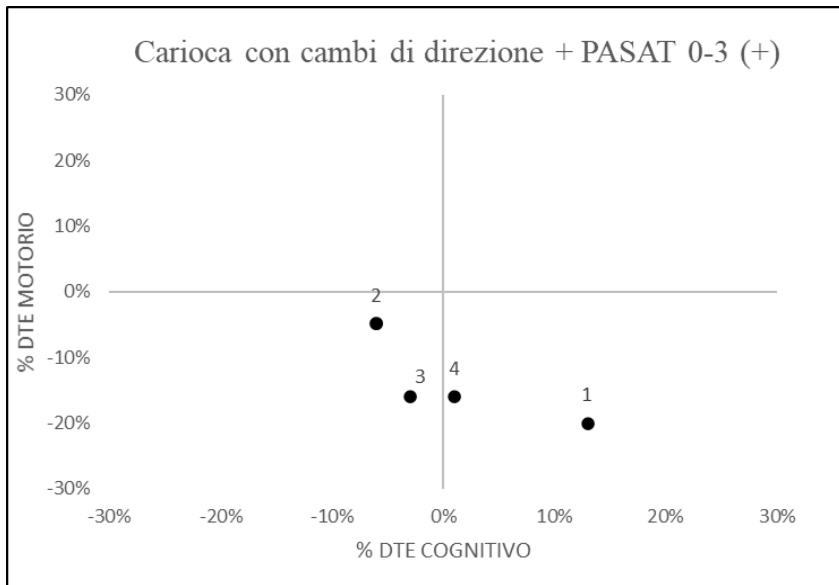


Figura 27: grafico 5 G.N.

Il compito motorio prevede l'esecuzione dell'esercizio Carioca, il quale viene effettuato con alcuni cambi di direzione. Il soggetto arriva al punto A (10 metri), torna al punto B (3 metri), poi raggiunge il punto C (5 metri) e torna alla posizione di partenza.

Il compito cognitivo associato è rappresentato dal P.A.S.A.T.-like 0-3 (+).

Le prime due ripetizioni di esercizi sono state effettuate durante la prima sessione di training, le altre due durante la sessione di richiamo.

Possiamo notare come alla prima ripetizione (1), la prestazione si colloca nel quadrante Cognitive-priority trade off (-DTE motorio +DTE cognitivo) e quindi si ha la prioritizzazione del compito cognitivo.

Alla seconda ripetizione (2), la prestazione si colloca nel quadrante di Mutual Interference (-DTE motorio -DTE cognitivo) sebbene il DTE motorio sia vicino allo zero.

La terza ripetizione (3) assume un pattern che si colloca anch'esso nel quadrante Mutual Interference (-DTE motorio +DTE cognitivo).

Il pattern ottenuto alla quarta esecuzione (4) si colloca nel quadrante Mutual Interference, anche se il DTE cognitivo è vicino allo zero.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta della quarta ripetizione, notiamo un aumento del tempo di latenza tra la presentazione dello stimolo e la risposta. Infatti, nell'esecuzione in Mono-Task G.N. impiega in media 1,2 sec per rispondere ad ogni target, nella prestazione in Dual-Task, impiega 1,4 sec per ogni target.

### Grafico 6:

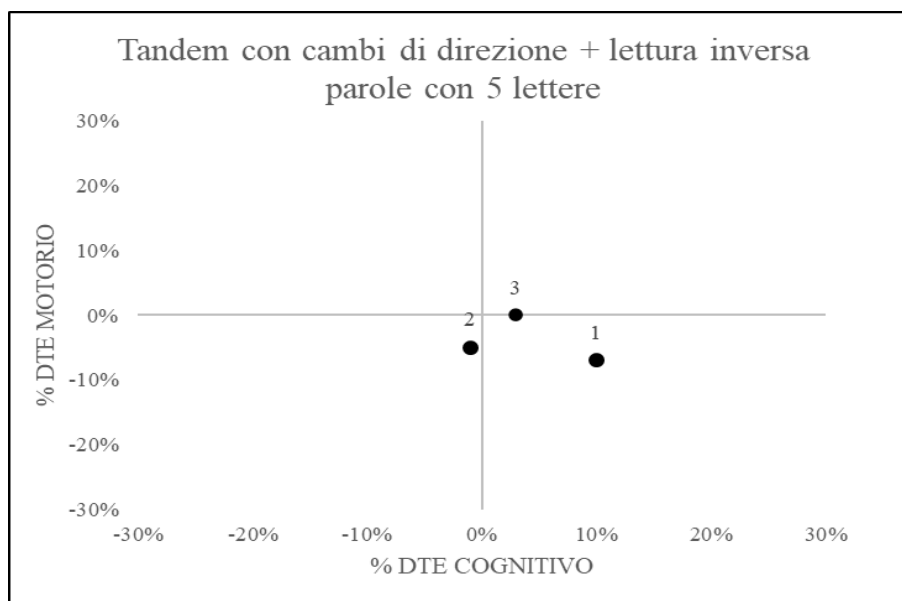


Figura 28: grafico 6 G.N.

Il compito motorio consiste nell'esecuzione del tandem con cambi di direzione seguendo un percorso rettilineo con due birilli posti a 5 metri (punto A) e 10 metri (punto B). Il paziente deve camminare in tandem in avanti fino al punto A, tornare al punto di partenza con il tandem all'indietro, raggiungere il punto B con il tandem in avanti e tornare di nuovo al punto di partenza con il tandem all'indietro.

Il compito cognitivo consiste nell'esecuzione della lettura inversa di parole con 5 lettere.

Le prime due ripetizioni di tale esercizio sono state svolte durante la prima sessione di training, la terza è stata effettuata nella sessione di richiamo. Il primo pattern si colloca nel quadrante di Cognitive-priority trade off (-DTE motorio +DTE cognitivo), denota quindi una prioritizzazione del compito cognitivo rispetto a quello motorio.

La seconda esecuzione si colloca in una zona vicina a quella di No Interference.

La terza combinazione si colloca sul semiassse Cognitive-Facilitation, in cui la prestazione cognitiva migliora, mentre la prestazione motoria in dual-task è sovrapponibile a quella in mono-task.

*Analisi del tempo di risposta:*

Analizzando il tempo di risposta della terza ripetizione, notiamo una riduzione del tempo di latenza tra la presentazione dello stimolo e la risposta. Infatti, nell'esecuzione in mono-task G.N. impiega in media 6 sec per rispondere ad ogni target, nella prestazione in dual-task, impiega 5,54 sec per ogni target.

### Grafico 7:

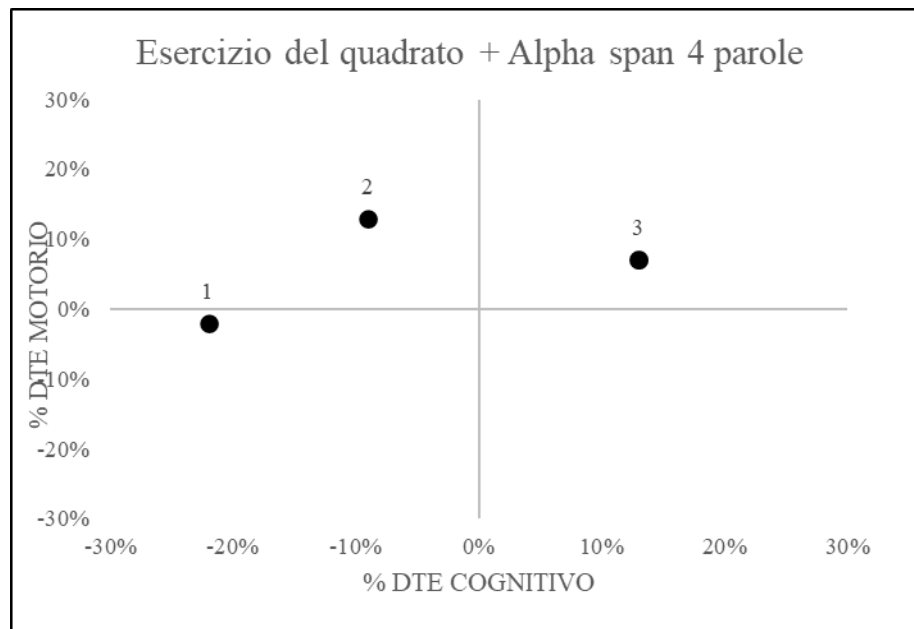


Figura 29: grafico 7 G.N.

Il seguente compito (figura 29) prevede l'esecuzione motoria di un esercizio svolto su un quadrato disegnato a terra. Il paziente parte dal centro del quadrato, fa un passo in avanti toccando con il tallone il ginocchio opposto, torna al centro; quindi, ripete lo stesso compito in ogni lato del quadrato, procedendo in senso orario, per 8 ripetizioni.

Il compito cognitivo prevede il riordino di 4 parole in ordine alfabetico (Alpha Span).

Le prime due prestazioni sono state eseguite nella prima sessione di training, l'altra durante la booster session. La prima performance si colloca nel quadrante di Mutual Interference (-DTE motorio -DTE cognitivo). Entrambi i compiti risultano peggiori rispetto alla prestazione in Mono Task.

La seconda ripetizione ha un pattern collocabile nel quadrante Gait-priority trade off (+DTE motorio -DTE cognitivo) ossia viene prioritizzato il compito motorio.

Alla terza ripetizione il pattern si colloca nella zona di Mutual Facilitation (+DTE motorio +DTE cognitivo).

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta si nota un'ottimizzazione delle risorse poiché non solo la prestazione si colloca vicino alla zona No Interference, ma aumenta la velocità di risposta.

Nella prestazione in Mono-Task impiega 9,3 secondi per rispondere ad un target, nella prestazione in Dual Task impiega 8,7 secondi.

### **6.1.5 Sintesi ed analisi dell'indice dual-task**

Il soggetto G.N. migliora in termini di resistenza del cammino, di equilibrio e di abilità nell'eseguire un doppio compito come dimostrato dal TUG COG e dall'indice dual-task. I test meno sensibili al trattamento sono quelli utilizzati per la valutazione della destrezza manuale fine e grossolana: il 9 Hole Peg Test e il Box and Block Test.

Per la valutazione cognitiva i miglioramenti più visibili sono riscontrabili nei seguenti test: Paced Auditory Serial Addition Test, Trail Making Test, Test delle 15 Parole di Rey, Digit Span Forward, Test dei Cubi di Corsi, Test della Fluenza Fonemica (AFS), Torre di Londra, Stroop test.

I test risultati meno sensibili al trattamento sono: Test delle Matrici, Digit Span Backward.

G.N. riferisce di essere più concentrato e di sentirsi più sicuro mentre svolge le comuni attività di vita quotidiana.

Come abbiamo già detto, l'indice dual-task è una misura che serve a quantificare l'andamento delle prestazioni cognitivo-motorie effettuate simultaneamente.

È una misura che riflette le combinazioni di esercizi che vengono eseguite durante il periodo di training.



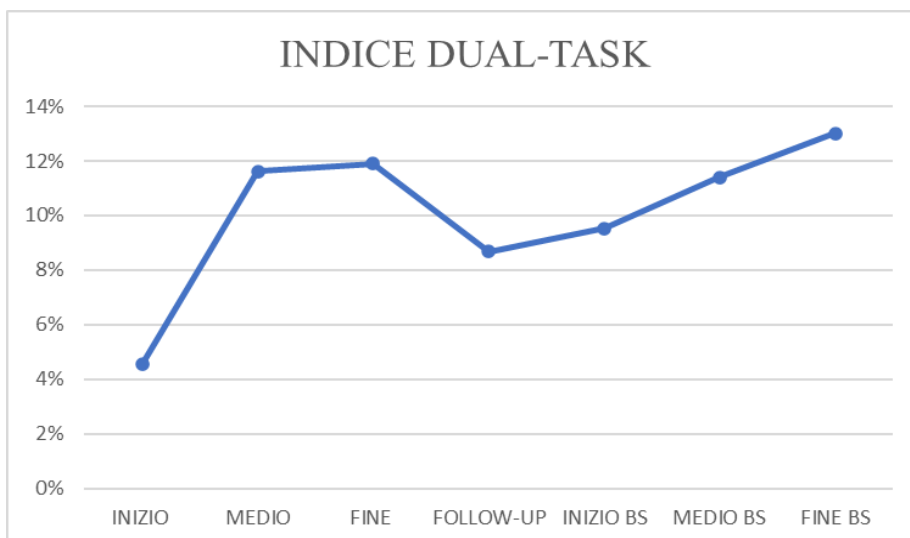


Figura 30: Indice dual-task G.N.

INDICE DUAL TASK						
INIZIO	MEDIO	FINE	FOLLOW-UP	INIZIO BS	MEDIO BS	FINE BS
0,0454	0,1162	0,119	0,0869	0,0952	0,114	0,13

Tabella 6: valori Indice dual-task G.N.

Sono riportati nel grafico (figura 30) i valori dell'indice DT.

Le misure prese in considerazione sono sette: tre eseguite durante la prima sessione di training, una al follow-up e tre eseguite durante la booster session.

Come si può vedere, la prestazione migliora dalla prima valutazione all'ultima (alla fine della booster session).

Dopo il follow-up la prestazione è peggiorata per poi migliorare durante la booster session fino a superare i valori ottenuti alla fine della prima sessione di training.

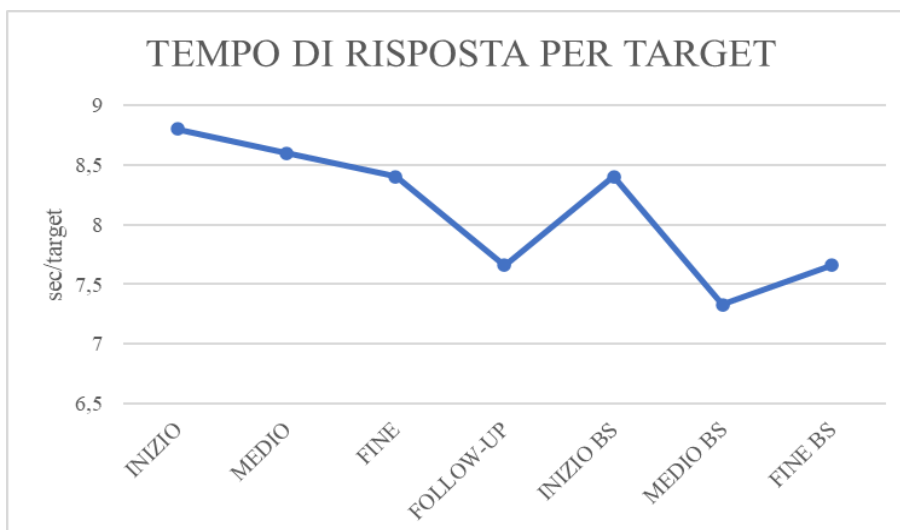


Figura 31: tempo di risposta Indice G.N.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta notiamo un aumento della velocità di risposta in aggiunta all'incremento prestazionale.

Inizialmente il soggetto impiegava 8,8 secondi per rispondere ad un target, alla fine del primo periodo di trattamento impiegava 8,4 secondi.

Alla valutazione follow-up, il soggetto aveva una velocità di risposta pari a 7,66 secondi/item.

Alla fine della booster session, il tempo impiegato era pari a 7,66 secondi per item.

È un risultato positivo poiché il soggetto da un lato migliora la performance in dual task, dall'altro impiega meno tempo a rispondere.

## 6.2 Caso clinico 2: P.L.

La storia clinica del paziente P.L., di anni 66, iniziava in data 21/05/2020, con l'arrivo presso il PS per la comparsa di deficit stenico a carico dell'emisoma sinistro e caduta a terra. Viene eseguita TC encefalo che mostrava emorragia intraparenchimale capsulo-lenticolare e talamica destra. La TC conferma l'ictus emorragico intraparenchimale capsulare destro. Segue quindi il ricovero presso la Clinica di Neurologia per le cure del caso. In data 29/05/2020 il paziente viene trasferito nella Clinica di Neuroriabilitazione per la realizzazione di un progetto riabilitativo finalizzato al recupero dell'autonomia modificata nelle ADL. Durante l'anamnesi fisiologia emerge che il paziente fa uso occasionale di alcolici, nega tabagismo, assume un caffè al giorno. Il soggetto ha una

scolarità di 13 anni e prima dell'evento acuto svolgeva la professione di consulente commerciale.

L'intervento riabilitativo aveva come obiettivi l'incremento della motricità degli arti, l'incremento del controllo del tronco e posturale, la prevenzione del rischio di cadute, l'incremento dell'autonomia delle ADL, il recupero della deambulazione e l'incremento della destrezza motoria.

Lo screening neuropsicologico effettuato durante la degenza mostra la presenza di deficit di denominazione di figure e attentivi. La valutazione neuropsicologica mostra difficoltà di inibizione con frequente violazione delle regole in compiti di pianificazione, deficit di problem-solving e tendenza alla perseverazione. È stato dimesso il giorno 13/06/2020 ed è stato richiamato a distanza di 9 mesi con la proposta di un trattamento in dual-task cognitivo-motorio.

Il soggetto ha completato interamente entrambe le sessioni di training.

### **6.2.1 Outcome motori**

Si commentano di seguito i grafici degli outcome motori valutati a T0, T1, al follow up e alla fine della booster session.

Al 6 Minute Walk Test si riscontra un miglioramento: il soggetto ha aumentato la sua resistenza al cammino. Nella valutazione pre-trattamento il paziente percorre 365 metri, a fine trattamento ne percorre 415 e raggiunge i 425 metri al follow up. Alla valutazione finale della Booster session il soggetto percorre 416 metri. Questo miglioramento, rispetto a T0, può essere considerato funzionalmente significativo in quanto la minimally clinically important difference (MCID) nel 6MWT è di 34,4 metri.

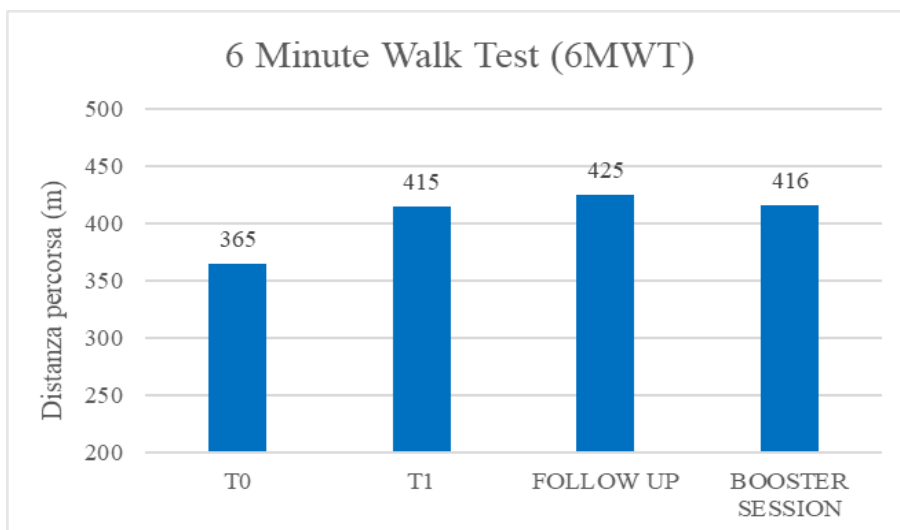


Figura 32: il grafico mostra la distanza percorsa al 6MWT

Per quanto riguarda il Timed Up and Go (TUG) non si osservano miglioramenti: il tempo impiegato per l'esecuzione del test rimane stabile a T0, T1, al follow up e aumenta leggermente alla fine della Booster session. Si registrano infatti 13,3 secondi al tempo T0, 12,16 secondi a T1, 12,7 secondi al follow up e 14,68 secondi alla Booster session.

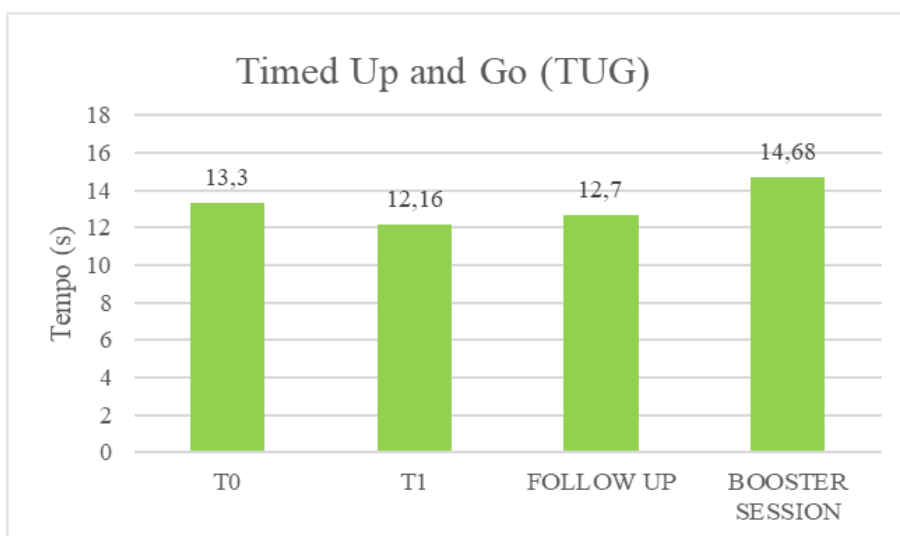


Figura 33: il grafico mostra il tempo impiegato a svolgere il TUG

Il Timed Up and Go Cognitivo (TUG COG) mostra invece un miglioramento significativo: a T0 il paziente impiega 23 secondi a completare il test, dopo il trattamento (T1) impiega 16,15 secondi, al follow up termina il percorso in 13,1 secondi. Alla fine della booster session il soggetto impiega 15,16 secondi.

Notiamo come nel TUG in condizioni di single task non ci sia stato un miglioramento significativo, mentre risulta migliorata la velocità nello svolgere il compito in dual-task. Il soggetto dopo il trattamento risente meno dell'interferenza cognitivo-motoria rispetto alla condizione iniziale (T0).

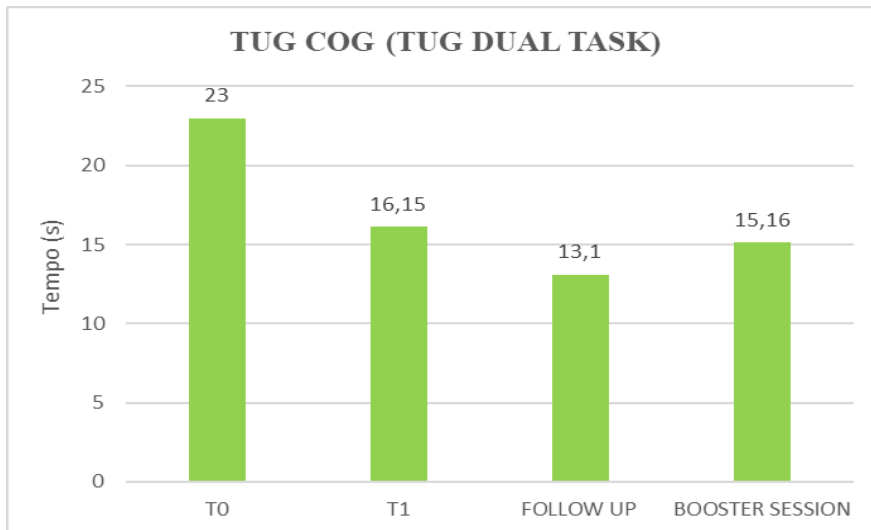


Figura 34: il grafico mostra il tempo impiegato a svolgere il TUG in dual-task

Al Mini BESTest si registra un miglioramento: il paziente passa da un punteggio iniziale di 15/28, ad un punteggio di 17/28 alla fine del training e raggiunge un punteggio di 20/28 al follow up che viene mantenuto anche alla valutazione della Booster session. Questo risultato si traduce in un aumento della stabilità e della sicurezza durante il cammino.

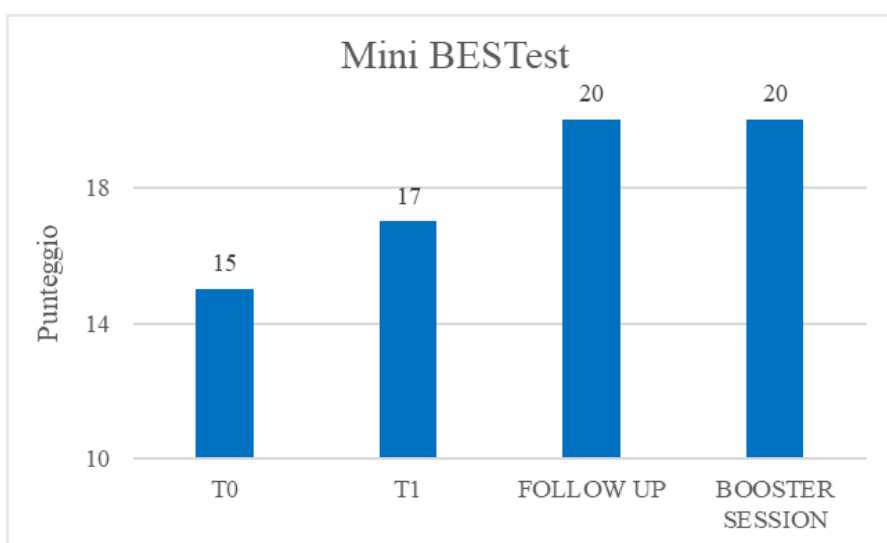


Figura 35: il grafico mostra i punteggi ottenuti al Mini BESTest

Al 10 Meter Walk Test si nota un miglioramento della velocità del cammino da T0 al follow up: a T0, infatti, si registrano 9 secondi e 16 semipassi, a T1 8 secondi e 15 semipassi, al follow up 6,3 secondi e 14 semipassi. Alla valutazione della booster session il paziente impiega 8 secondi e compie 16 semipassi nel percorrere il tragitto.

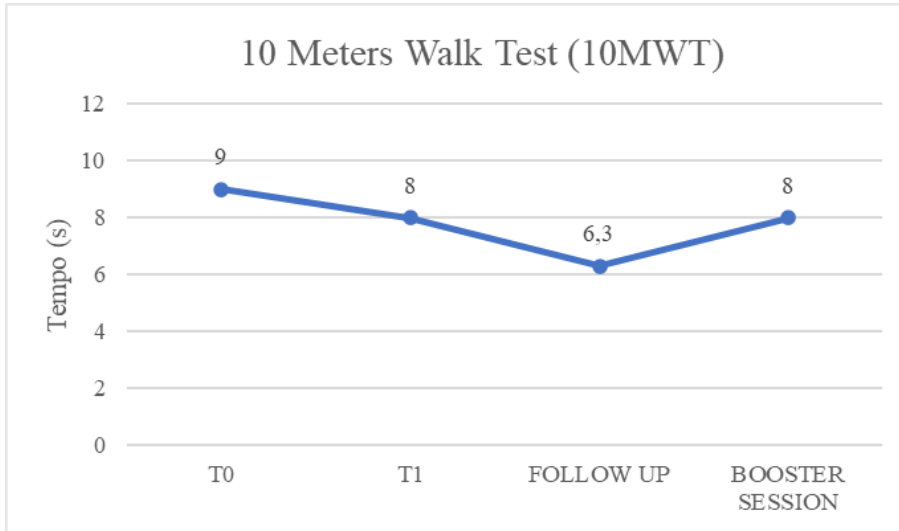


Figura 36: il grafico mostra il tempo impiegato per svolgere il 10MWT

Il 9 Hole Peg Test non mostra miglioramenti degni di nota, il tempo di esecuzione rimane pressochè invariato sia per la mano destra che per la mano sinistra. Si registrano infatti 22 secondi a T0, 18 secondi a T1, 20 secondi al follow up e alla booster session per la mano destra; per la mano sinistra si registrano 26 secondi a T0, 25 secondi a T1, 22 secondi al follow up e 26 secondi alla booster session.

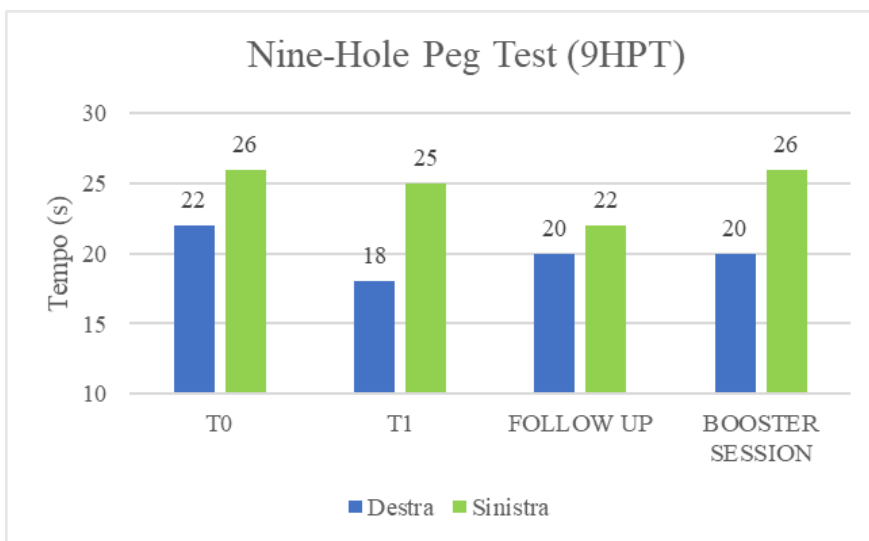


Figura 37: il grafico mostra il tempo impiegato per svolgere il 9HPT

Il Box and Block Test segue un trend di miglioramento che viene mantenuto anche alla Booster session: il paziente sposta 31 cubi a T0, 33 a T1, 38 al Follow Up e 36 alla Booster session con la mano destra. Con la mano sinistra il soggetto ne sposta 26 a T0, 28 a T1, 32 al follow up e 33 alla booster session.

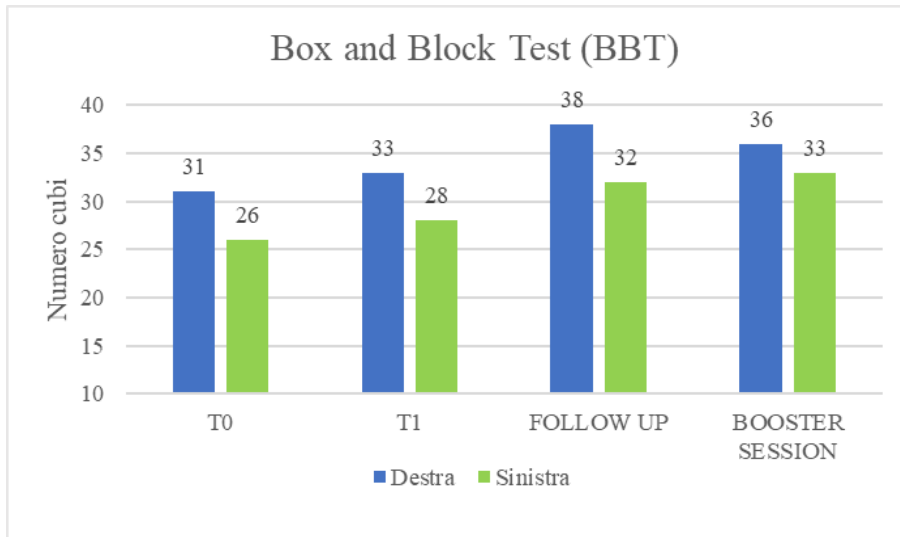


Figura 38: il grafico mostra il numero di cubi spostati al BBT

Per quanto riguarda le variabili esplicative si riportano i punteggi delle scale ai tempi T0, T1, follow up e booster session al solo scopo descrittivo. I punteggi delle scale sull'autonomia e sul cammino, sin da T0, sono al massimo; dunque, il paziente non poteva migliorare ulteriormente. Il punteggio della scala FIM passa da 120 (T0 e T1) a 121 (follow-up e booster session).

Scala di valutazione:	T0	T1	Follow-up	Booster session
<b>VARIABILI ESPLICATIVE:</b>				
FIM	120	120	121	121
BARTHEL	100	100	100	100
HOLDEN	5	5	5	5
<b>ASHWORTH:</b>				
SPALLA	0	0	0	0
GOMITO	0	0	0	0
POLSO	0	0	0	0

DITA MANO	0	0	0	0
ANCA	0	0	0	0
GINOCCHIO	0	0	0	0
CAVIGLIA	0	0	0	0
DITA PIEDE	0	0	0	0
STANDING	4	4	4	4
TCT	100	100	100	100

Tabella 7: variabili esplicative caso clinico 2

## 6.2.2 Outcome cognitivi

Di seguito verranno mostrati i grafici relativi agli outcome cognitivi. Sono messi a confronto i risultati ottenuti alle tre valutazioni: iniziale (T0), finale (T1) e al follow-up (due mesi dalla fine del training).

Paced Auditory Serial Addition Test (P.A.S.A.T.)

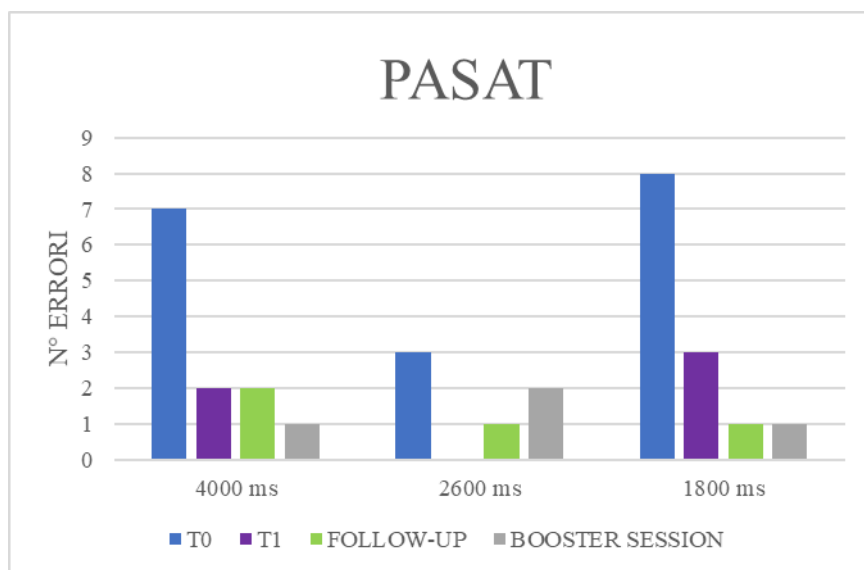


Figura 39: Paced Auditory Serial Addition Test

Dal grafico soprastante (figura 39) è rilevabile un incremento nella rapidità di processamento ed elaborazione delle informazioni uditive ed un aumento della durata attentiva.

Analizzando il grafico si può notare come la prestazione sia migliorata dalla prima valutazione alle successive.



Le colonne del grafico raffigurano il numero di errori commessi durante l'esercizio quindi un decremento degli errori è indice di un aumento della prestazione.

Il test è stato somministrato a tre velocità: 4000 ms, 2600 ms e 1800 ms.

La velocità indica il tempo che intercorre tra la presentazione dei due numeri che il soggetto deve sommare.

Il maggior decremento del numero di errori è stato ottenuto tra la valutazione iniziale (T0) e quella finale (T1) per tutte le velocità.

Alla valutazione effettuata dopo la Booster session, si nota un decremento del numero di errori nella presentazione a 4000 ms, mentre la prestazione è invariata rispetto al Follow-up nel test a 1800 ms.

### Trail Making Test

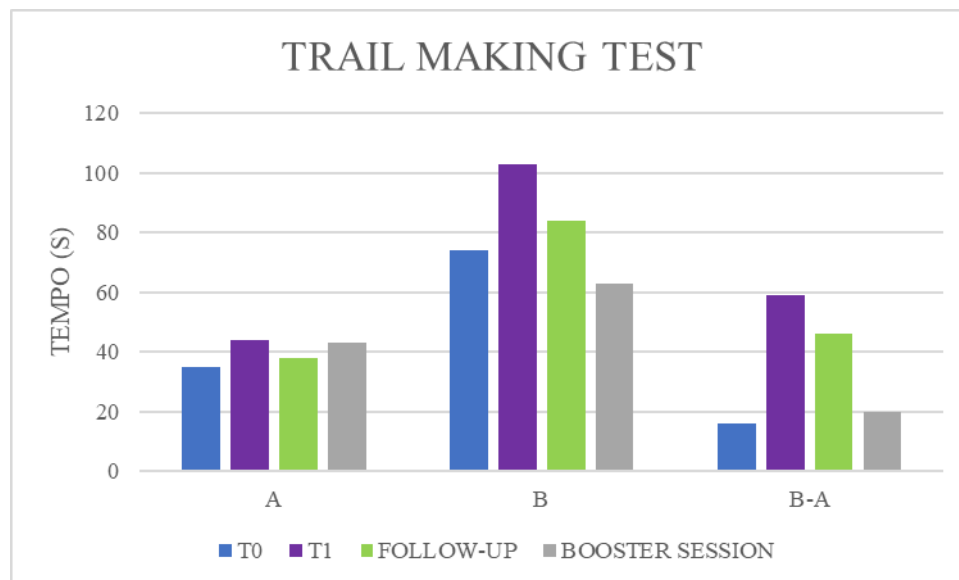


Figura 40: Trail Making Test

Al Trail Making Test, che indaga l'attenzione divisa e sostenuta, si nota una diminuzione del tempo impiegato ad eseguire la prova.

Un decremento del tempo evidenzia un miglioramento della prestazione.

Alla valutazione finale (T1) il soggetto mostra un aumento del tempo impiegato nell'esecuzione della prova. Il tempo impiegato subisce un decremento alla valutazione Follow-up.

La prestazione migliora ulteriormente alla fine della booster session.

## Matrici Attentive

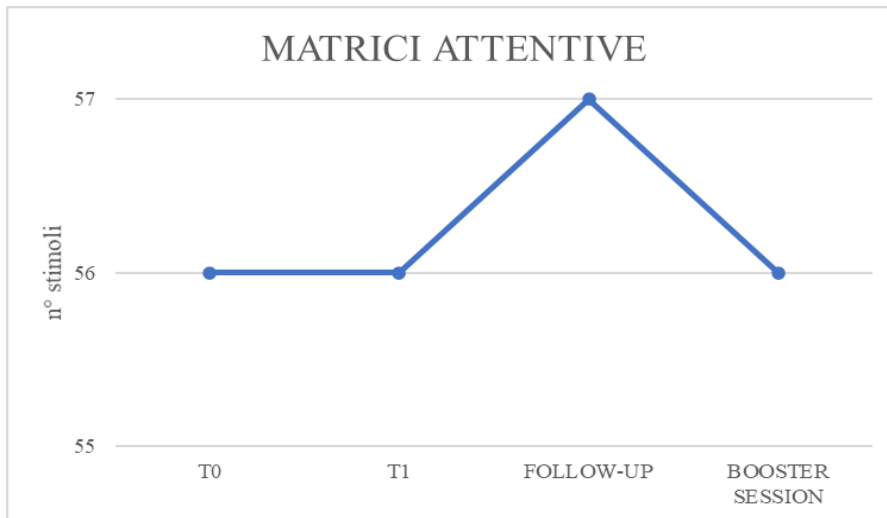


Figura 41: Matrici Attentive

Dal grafico rappresentato (figura 41), si può notare, che il numero di bersagli barrati, rimane invariato tra la valutazione prima del trattamento (T0) e quella dopo il trattamento (T1).

La prestazione migliora al follow-up, mentre subisce un decremento raggiungendo lo stesso punteggio ottenuto a T0 alla valutazione finale dopo la Booster session.

## 15 Parole di Rey

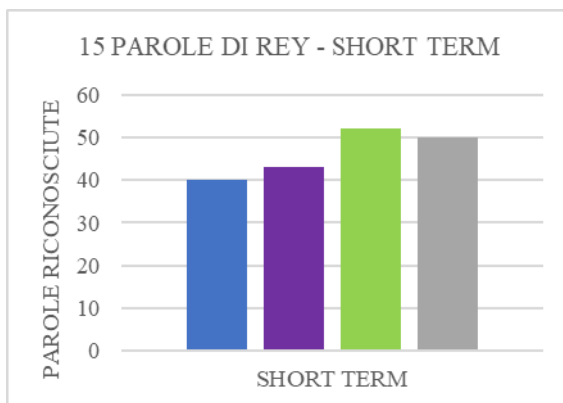


Figura 42: Parole di Rey- Short Term

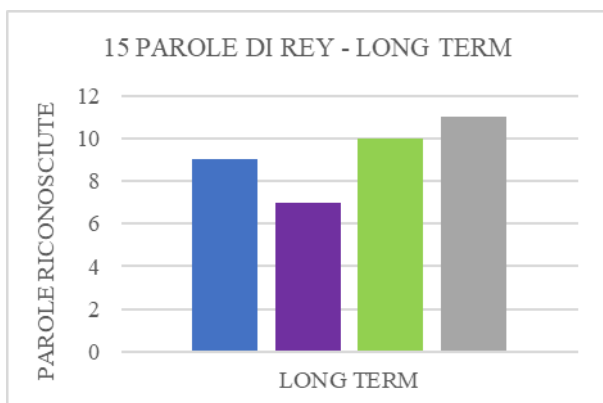


Figura 43: Parole di Rey - Long Term

Il grafico in figura (figura 42) rappresenta la prestazione ottenuta da P.L. al Test delle 15 Parole di Rey che indaga la memoria a breve e lungo termine.

Il miglioramento della prestazione è correlato al numero di parole rievocate.

Per quanto concerne la memoria a breve termine, alla valutazione T0 il soggetto rievoca 40 parole, dopo la Booster session ne rievoca 50.

Nell'ambito della memoria a lungo termine, P.L. mostra un miglioramento complessivo del numero di parole rievocate.

Analizzando nel dettaglio peggiora la sua prestazione dalla valutazione iniziale a quella finale. Successivamente, alle due valutazioni Follow-up e dopo la Booster session, migliora raggiungendo la rievocazione di 11 parole su 15.

## Digit Span

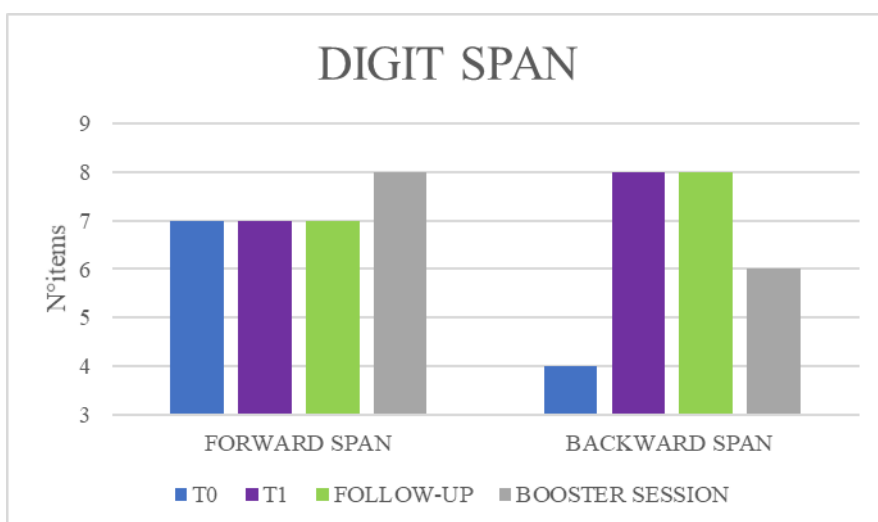


Figura 44: Digit Span

Nel test Digit Span Forward, il soggetto esegue una prestazione costante alle tre valutazioni T0, T1 e Follow-up, mentre mostra un miglioramento alla valutazione dopo la Booster session. Il soggetto raggiunge uno span di 8 cifre ed è indice di una prestazione ottima.

Al test Digit Span Backward, si può notare un miglioramento della prestazione dalla valutazione iniziale (T0) e quella finale (T1).

Anche qui, il soggetto raggiunge uno span inverso di 8 cifre. Il Digit Span Backward indaga il funzionamento della Working Memory; perciò, il soggetto mostra avere una buona capacità in tale ambito.

Alla valutazione follow-up, il soggetto ha una prestazione costante che, però, subisce un decremento dopo la valutazione finale (booster session).

#### Test dei Cubi di Corsi

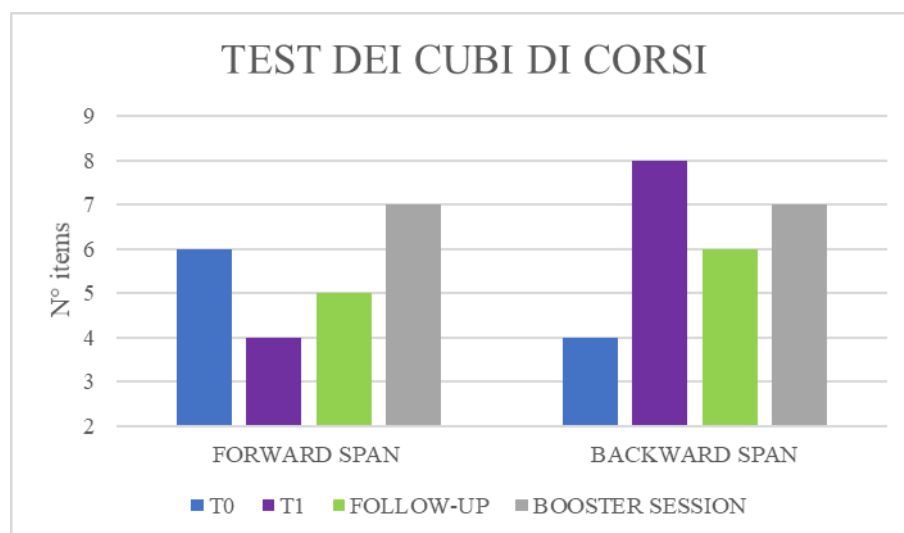


Figura 45: Test dei Cubi di Corsi

Dal grafico rappresentato si può notare il miglioramento ottenuto nella capacità di span visuospatiale.

Nel test dei Cubi di Corsi Forward si nota un peggioramento della prestazione dalla prima valutazione (T0) alla seconda (T1). Mentre la prestazione migliora nella valutazione dopo la Booster session, raggiungendo uno span visuo-spaziale di 7.

Nel test dei Cubi di Corsi Backward, il soggetto migliora la sua prestazione da T0 a T1, passando da uno span visuospatiale inverso di 4, ad uno span di 8.

Al Follow-up, tale risultato risulta peggiorato, ma comunque migliore rispetto alla valutazione iniziale. Dopo la Booster session la prestazione migliora.

### Test di Fluenza Fonemica (AFS)

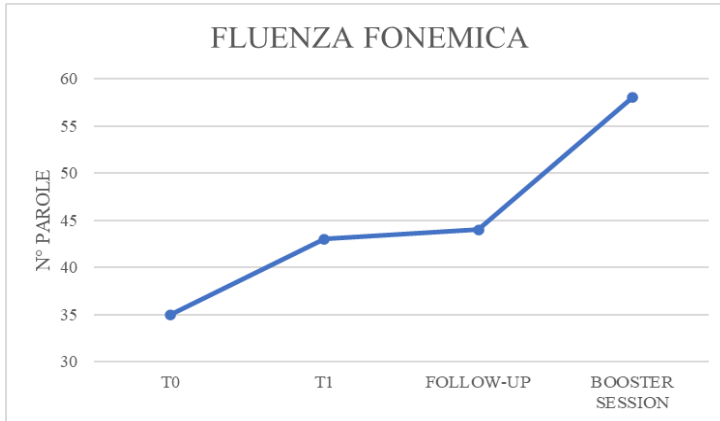


Figura 46: Test di Fluenza Fonemica

Il grafico rappresenta la prestazione ottenuta al test di Fluenza Fonemica.

Negli studi degli anni precedenti è stato riscontrato un aumento dell'abilità di Fluenza.

Anche il soggetto da noi trattato mostra questo risultato.

Maggiore è il numero di parole dette, migliore è la prestazione.

Inizialmente, il soggetto riesce a elencare solamente 35 parole.

Ad ogni valutazione questo dato aumenta, fino alla valutazione finale (booster session) in cui elenca 58 parole.

### Torre di Londra

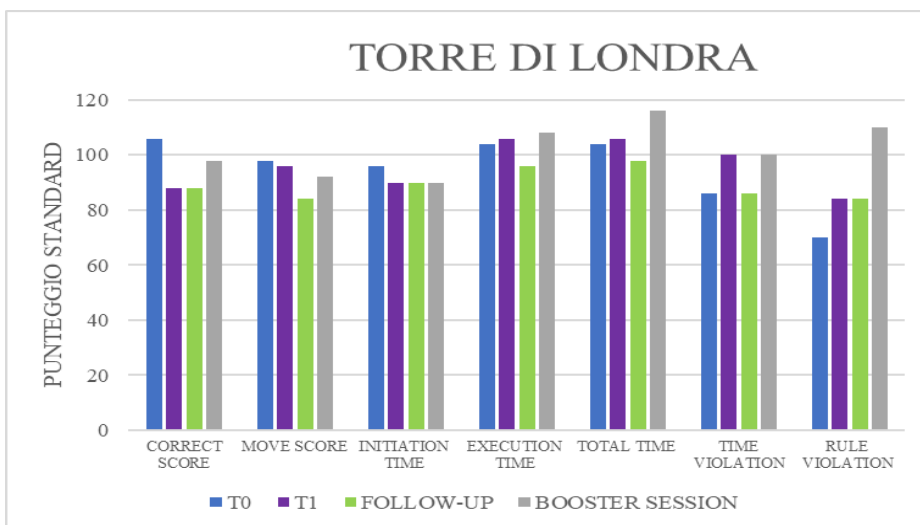


Figura 47: Torre di Londra

Il grafico rappresentato mostra i punteggi ottenuti al test Torre di Londra.

Nel passaggio dalla valutazione iniziale (T0) a quella finale (T1), si nota un miglioramento nei seguenti sub-test: “Execution Time”, “Total Time”, “Time Violation” e “Rule Violation”.

Alla valutazione dopo la Booster session migliorano i seguenti sub-test: “Execution Time”, “Total Time”, “Rule Violation”.

Il sub-test “Rule Violation” assume un andamento peculiare; infatti, inizialmente compie sei violazioni di regola, mentre alla valutazione finale ne compie zero.

### Stroop Color Word Interference Test

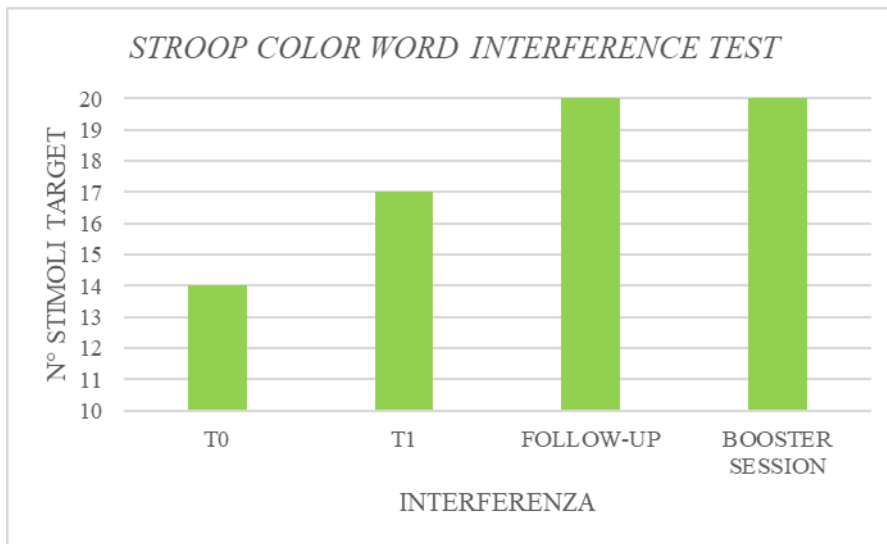


Figura 48: Stroop Color Word Interference Test

Allo Stroop Test, che indaga la capacità di inibizione, il soggetto mostra un miglioramento della prestazione ad ogni valutazione, che rimane costante tra la valutazione Follow-up e la booster session.

## Frontal Assessment Battery (F.A.B.)

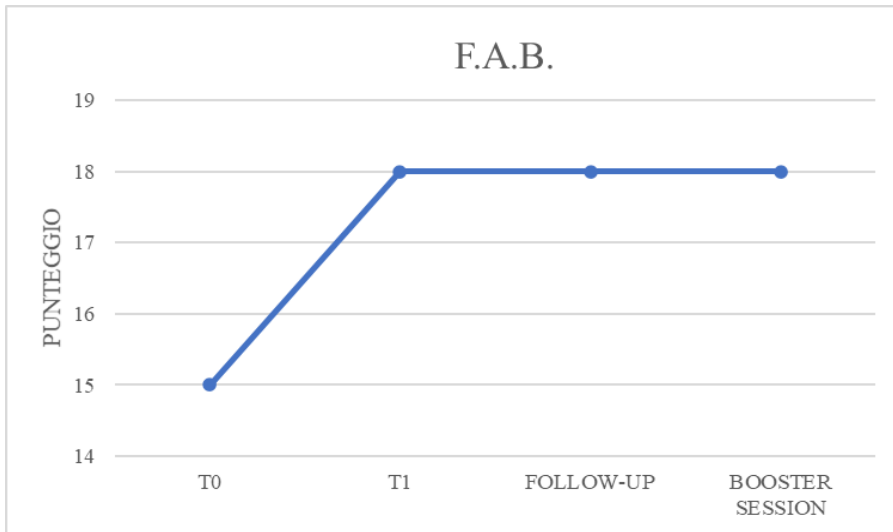


Figura 49: Frontal Assessment Battery

Al test F.A.B., il soggetto mostra un notevole miglioramento dalla valutazione iniziale (T0) a quella finale (T1), dove raggiunge il punteggio massimo, che poi mantiene alla valutazione follow-up e quella successiva (booster session).

## Wisconsin Card Sorting Test (W.C.S.T.)

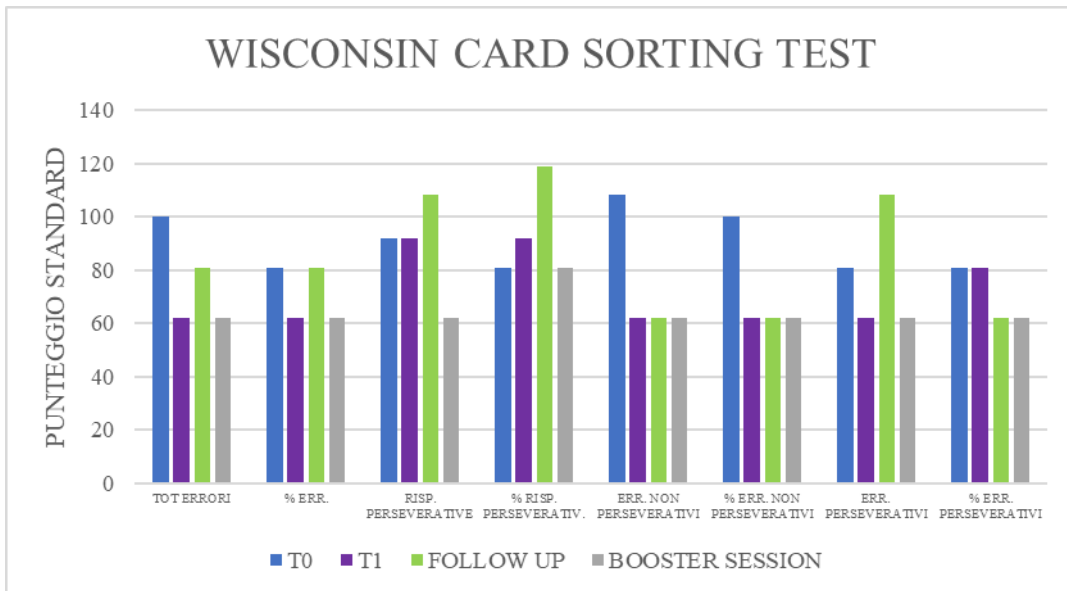


Figura 50: Wisconsin Card Sorting Test

Come possiamo notare dal grafico, il soggetto mostra miglioramenti durante la valutazione Follow-up. Analizzando l'item "risposte perseverative", la prestazione rimane costante dalla valutazione iniziale a quella finale; migliora alla valutazione

Follow-up e decresce alla valutazione Booster session. Analizzando invece la percentuale delle risposte perseverative, si nota che alla sessione di richiamo la prestazione raggiunge lo stesso livello della performance iniziale.

### **6.2.3 Partecipazione sociale**

Nel questionario Activities Balance Confidence (ABC), al soggetto viene chiesto di dare un punteggio da 0% a 100% alla sua condizione di sicurezza o instabilità durante alcune attività che svolge nella vita quotidiana. Alla valutazione effettuata prima del trattamento (T0), il soggetto P.L. risponde in maniera positiva a tutti gli items sebbene dica di essere sicuro solo al 70% se capita di camminare in un viale affollato, camminare tra la folla resistendo agli urti, sollevarsi sulla punta di piedi, salire su una sedia o salire le scale mobili senza reggersi al corrimano. Si sentirebbe sicuro solo al 40% camminando su un marciapiede ghiacciato.

Tra le azioni in cui P.L. si sente sicuro, in alcune ha fornito un punteggio di 80, altre 90 e altre ancora 100%. Il punteggio finale che ottiene è pari a 80/100.

Lo stesso questionario è stato compilato dopo il trattamento (T1). Il soggetto dichiara di essere sicuro in tutte le situazioni elencate, eccetto le situazioni in cui capita di camminare nella folla resistendo agli urti, salire su una sedia per prendere qualcosa, in cui esprime di sentirsi sicuro al 70%. Nell'item "camminare sopra un marciapiede ghiacciato" esprime di essere sicuro solo al 40%. Il punteggio finale che ottiene alla valutazione T1 è pari a 82,5/100. Alla fine della Booster session il paziente esprime di essere sicuro all'80% di camminare tra la folla resistendo agli urti, per gli altri items il punteggio espresso rimane invariato.

Functional Status Questionnaire: durante la valutazione iniziale T0, relativamente alle ADL di base, il soggetto esprime di non avere avuto difficoltà. Nella sezione ADL intermedie, P.L. dice di avere qualche difficoltà a camminare per molti isolati e a svolgere attività fisiche impegnative come correre, sollevare oggetti pesanti o fare sport estremi. Nella sezione delle funzioni psicologiche, il soggetto esprime di sentirsi nervoso per una parte del tempo, calmo e sereno una minima parte del tempo, di essere triste per una buona parte del tempo e di essere felice per po' di tempo. Nella sezione attività sociali, P.L. esprime di non aver avuto difficoltà in nessun ambito.



Durante la valutazione dopo il trattamento (T1), P.L. esprime di non aver più difficoltà a camminare per molti isolati. In tutti gli items delle ADL intermedie, il soggetto dice di non aver avuto difficoltà. Il risultato più evidente riguarda le funzioni psicologiche poiché, dopo il trattamento, il soggetto risponde di essere nervoso una piccola parte del tempo, calmo e sereno una buona parte del tempo, depresso e triste un po' di tempo e felice per molto del tempo. Negli altri items ha risposto positivamente. Questi risultati sono stati confermati nella valutazione della booster session.

Motivational Index: durante la valutazione a T0, il soggetto risponde di essere motivato e stimolato dal trattamento riabilitativo e di svolgerlo per una sua volontà. Dice di poter imparare cose nuove che può generalizzare al di fuori della pratica riabilitativa.

Alla valutazione T1 e alla Booster session, P.L. esprime gli stessi risultati sottolineando il fatto che la sua motivazione a partecipare al trattamento non sia diminuita.

Effetto generale percepito: il questionario è stato compilato dopo la prima sessione di training (T1) e dopo la sessione di richiamo. Nella valutazione T1, il soggetto ritiene che siano migliorati i seguenti aspetti: camminare tra la folla e alzarsi da una sedia bassa, mentre afferma che guidare richiede ancora un impegno, in termini attentivi, maggiore rispetto a prima dell'ictus. Quest'ultimo aspetto risulta leggermente migliorato nella valutazione dopo la booster session.

In conclusione, i questionari effettuati mettono in evidenza un risvolto positivo del trattamento nelle attività di vita quotidiana e nella partecipazione. Le ricadute positive più evidenti sono evidenziabili nelle funzioni psicologiche.

Il soggetto riferisce un miglioramento del tono dell'umore già dopo la prima sessione di training e afferma di essere tornato a partecipare, con entusiasmo e spirito d'iniziativa, alla vita sociale arrivando a ricoprire il ruolo di presidente all'interno di una associazione di volontariato.

#### **6.2.4 Pattern di interferenza dual-task durante le combinazioni proposte**

Si illustrano i grafici dei pattern di interferenza dual-task del soggetto P.L.

Grafico 1:

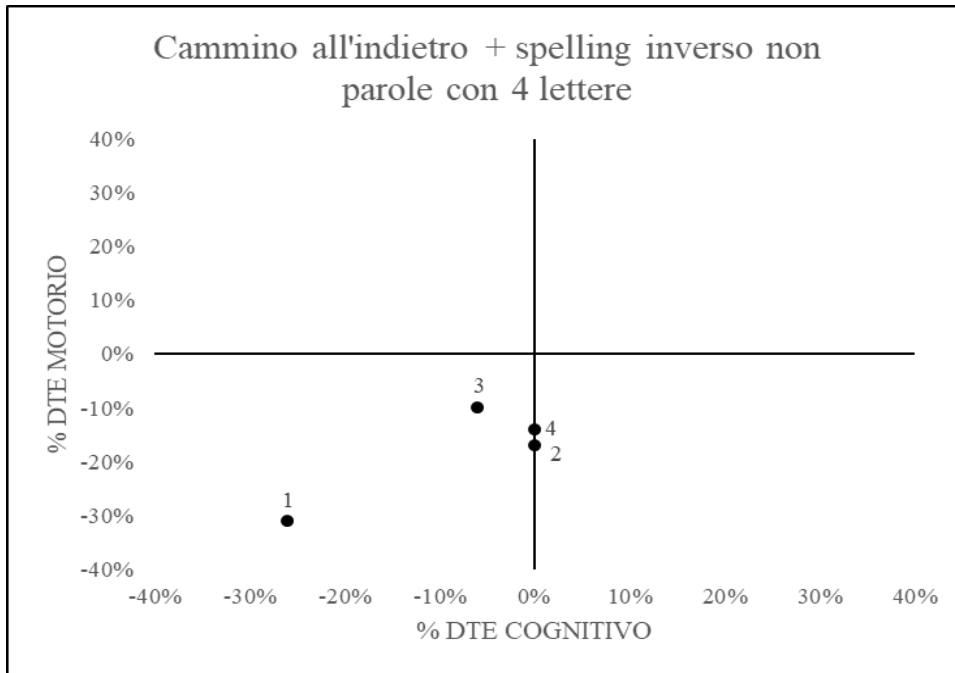


Figura 51: grafico 1 P.L.

Nella seguente combinazione, al soggetto viene chiesto di camminare all'indietro per 20 metri e contemporaneamente eseguire lo spelling inverso di non parole con 4 lettere.

La prima prestazione (1) si colloca nel quadrante di Mutual Interference (-DTE motorio, -DTE cognitivo) quindi si ha un peggioramento sia della prestazione cognitiva, sia della prestazione motoria in Dual-Task rispetto alla prestazione in Mono-Task.

Nella seconda ripetizione (2) si instaura un pattern di Gait Interference (no DTE cognitivo, - DTE motorio): la prestazione cognitiva in dual-task eguaglia quella in single-task, migliora anche la prestazione motoria rispetto alla prima ripetizione pur rimanendo con un DTE negativo.

La terza combinazione (3) (la prima della Booster session) il pattern si colloca di nuovo nella zona di Mutual Interference: l'interferenza nel compito motorio migliora, mentre decresce leggermente la performance cognitiva rispetto alla prestazione 2. Nell'ultima ripetizione (4) si raggiunge di nuovo il pattern di Gait-Interference con un lieve peggioramento della prestazione motoria e una prestazione cognitiva Dual-task che eguaglia quella in mono-task.

Analisi del tempo di risposta:

analizzando il tempo di risposta, possiamo notare che il soggetto, durante l'ultima prestazione (4), risponde più lentamente agli stimoli forniti. Infatti, nella situazione in

Mono-Task, impiega 3,58 secondi per rispondere ad un target; nella situazione in Dual-Task, impiega 4,9 sec/target.

Grafico 2:

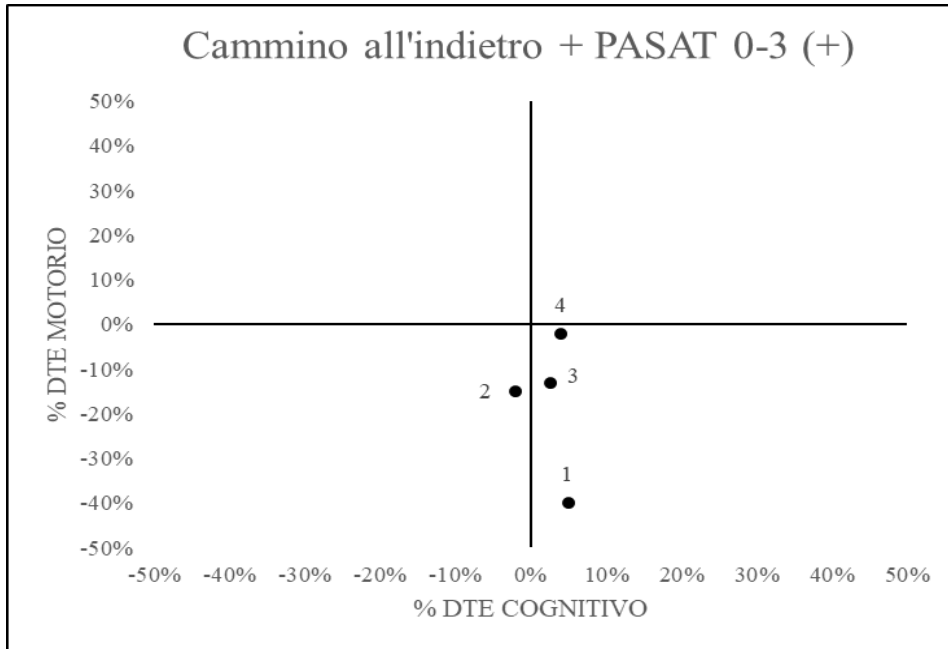


Figura 52: grafico 2 P.L.

In questa combinazione al paziente è stato chiesto di camminare all'indietro per 20 metri su un percorso rettilineo e contemporaneamente eseguire il compito cognitivo PASAT-like (0-3) in cui doveva fare la somma degli ultimi due numeri ascoltati.

La prima prestazione (1) si colloca nel quadrante di Cognitive-priority trade off (- DTE motorio, +DTE cognitivo): viene prioritizzato il compito cognitivo, ma con un costo elevato nel compito motorio.

Nella seconda prova (2) si ha il passaggio nel quadrante di Mutual Interference (-DTE motorio, -DTE cognitivo), ma con una riduzione significativa dell'interferenza motoria rispetto alla prima prova.

In entrambe le due ripetizioni della Booster session (3, 4) la prestazione del paziente si colloca nel quadrante Cognitive-priority trade off, in particolare, nella prima l'interferenza motoria è più elevata mentre l'ultima prestazione è vicina alla zona di No Interference.

Nel pattern appena descritto, infatti, migliora l'esecuzione del compito motorio in quanto la prestazione dual-task si avvicina a quella mono-task, migliora ulteriormente la performance cognitiva in dual-task.

L'esecuzione del cammino all'indietro migliora qualitativamente sia durante la prima sessione di training che durante la booster session: il paziente acquisisce sicurezza e i passi destro e sinistro risultano più simmetrici nelle ultime prestazioni.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta notiamo che il soggetto impiega lo stesso tempo di risposta se esegue il compito cognitivo in mono-task, o insieme al compito motorio. È un dato importante se analizziamo l'ultima ripetizione poiché il pattern si trova vicino alla zona di No Interference; il soggetto non solo gestisce i due compiti come se non ci fosse interferenza, ma non aumenta neanche il tempo di risposta.

Grafico 3:

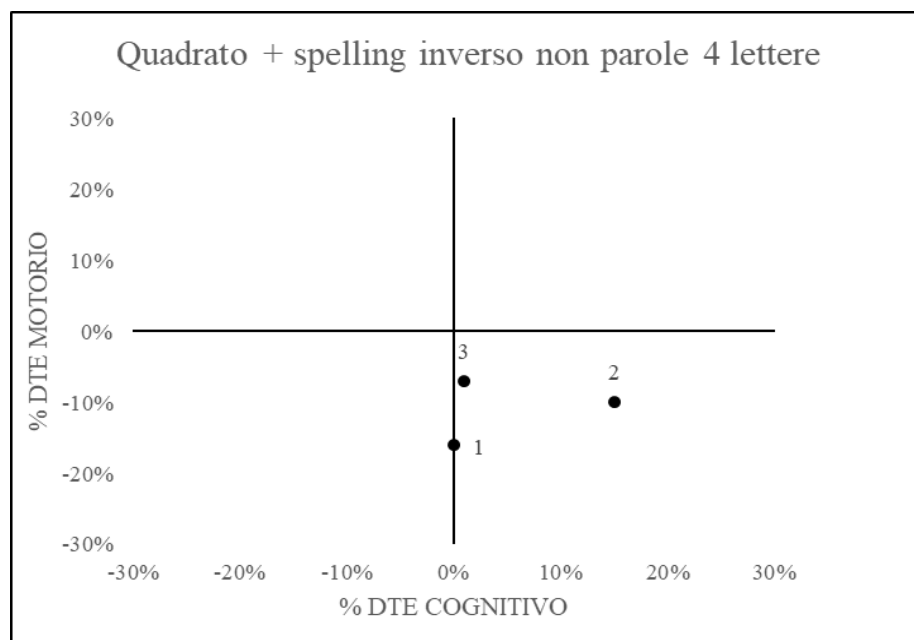


Figura 53: grafico 3 P.L.

Questa combinazione prevede un esercizio motorio in cui il paziente deve svolgere una sequenza di passi in avanti, lateralmente verso destra, indietro e lateralmente verso sinistra per un totale di quattro ripetizioni ai lati di un quadrato disegnato sul pavimento. A questo esercizio è stato associato lo spelling inverso di non parole di quattro lettere. La prima prestazione (1) si colloca sul semiasse di Gait interference (no DTC cognitivo,

-DTE motorio), il paziente prioritizza l'esercizio cognitivo aumentando l'interferenza motoria.

La seconda esecuzione (2) si colloca nel quadrante di Cognitive-priority trade off (+DTE cognitivo, -DTE motorio), con una facilitazione dual-task nella performance cognitiva a cui è associato un miglioramento dell'interferenza nel compito motorio, rispetto alla ripetizione 1, pur rimanendo con un DTE negativo.

La prestazione della booster session (3) si colloca nel quadrante Cognitive priority trade-off, ma il paziente dimostra una differente distribuzione dell'attenzione in quanto il DTE cognitivo si avvicina di nuovo allo zero, mentre migliora l'interferenza motoria rispetto alla seconda esecuzione.

Si è apprezzato un miglioramento del compito motorio dal punto di vista qualitativo: l'esecuzione nelle ultime prove risulta più precisa e il passo più sicuro.

Analisi del tempo di risposta:

Durante la ripetizione (3), il soggetto impiega meno tempo a rispondere agli stimoli cognitivi quando esegue i compiti in contemporanea, rispetto a quando esegue solo il compito cognitivo. Nel primo caso, infatti, il soggetto impiega 5,25 secondi per rispondere ad un target, nel secondo caso ne impiega 5,36 sec/target.

Grafico 4:

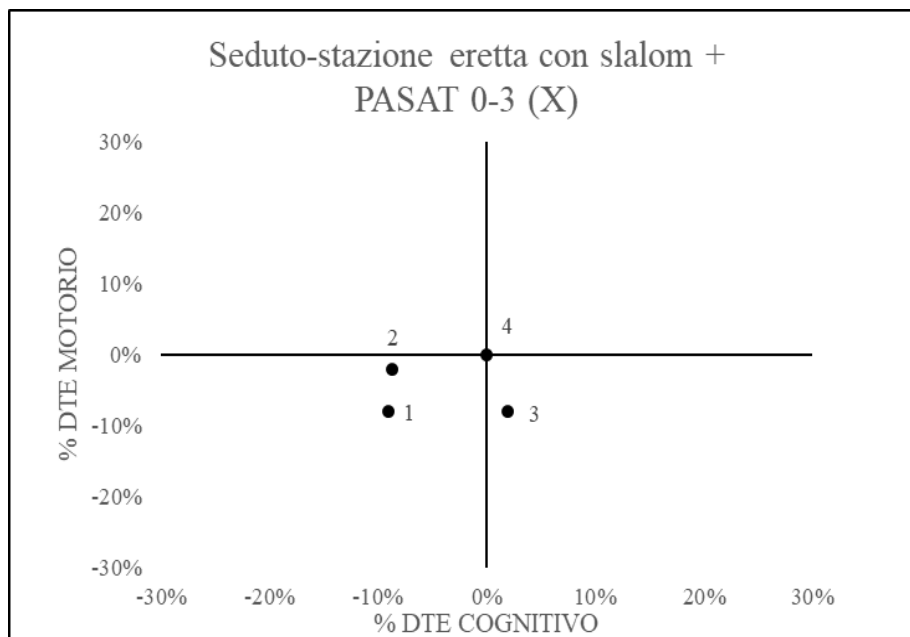


Figura 54: grafico 4 P.L.

In questa proposta di esercizi si chiede al paziente di fare lo slalom tra quattro birilli posti su una linea retta e di sedersi su una sedia posizionata alla fine del percorso di dieci metri per poi alzarsi e ripetere lo slalom al ritorno, il tutto per due giri.

L'esercizio cognitivo proposto è il PASAT-like (0-3) in cui il paziente deve moltiplicare gli ultimi due numeri ascoltati. Le prime due prestazioni (1, 2) presentano un pattern di Mutual Interference (-DTE motorio, -DTE cognitivo), nella seconda migliora l'interferenza motoria mentre quella cognitiva rimane pressoché invariata.

La prima prestazione (3) della booster session si colloca invece nel quadrante Cognitive-priority trade off (+ DTE cognitivo, - DTE motorio): l'interferenza nel compito motorio rimane invariata mentre il DTE cognitivo diventa positivo (la prestazione in dual-task è migliore rispetto a quella mono-task). L'ultima ripetizione (4) si colloca nel punto di non interferenza, il che denota un complessivo miglioramento delle performance in dual-task.

Analisi del tempo di risposta:

Durante l'ultima ripetizione (4) che si colloca nel punto di No Interference, il soggetto impiega lo stesso tempo a rispondere ai target cognitivi quando proposti in mono-task e quando proposti in contemporanea al compito motorio.

Grafico 5:

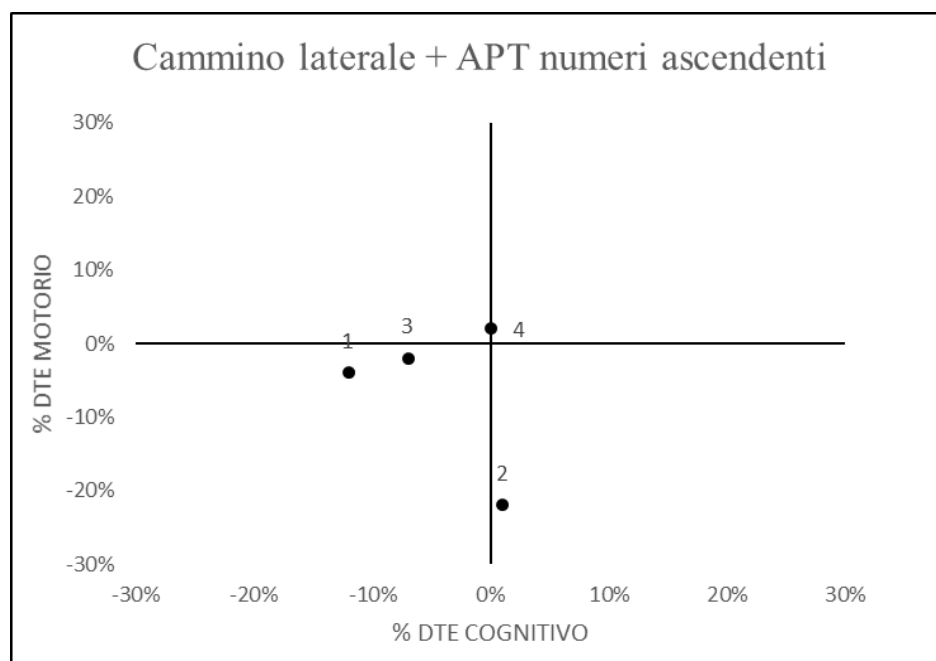


Figura 55: grafico 5 P.L.

Questa combinazione di esercizi riguarda l'esecuzione contemporanea del cammino laterale su una linea retta per 20 metri e del compito cognitivo APT-like con numeri ascendenti.

Durante questa attività, il soggetto deve rispondere "sì" ogni volta che sente un numero consecutivo ascendente rispetto a quello precedente. Prima è stata svolta in mono-task, successivamente integrata al compito motorio.

Durante la prima ripetizione (1), la prestazione del soggetto si colloca nel quadrante Mutual Interference ossia uno svantaggio per entrambi i compiti quando eseguiti contemporaneamente.

Nella seconda presentazione (2), il pattern si colloca nel quadrante Cognitive-priority trade off ossia il soggetto prioritizza il compito cognitivo peggiorando la prestazione motoria.

Nella terza ripetizione, eseguita durante la booster session (3) la prestazione del soggetto si colloca nel quadrante Mutual Interference, ma i valori permettono di collocarla vicino alla zona No Interference.

Alla seconda ripetizione della booster session (4), la prestazione del soggetto non subisce l'interferenza quando svolta in dual-task, rispetto a quando svolta singolarmente.

Analisi del tempo di risposta:

L'ultima presentazione si colloca vicino alla zona di No Interference. Analizzando il tempo di risposta, notiamo che rimane pressochè invariato.

Grafico 6:

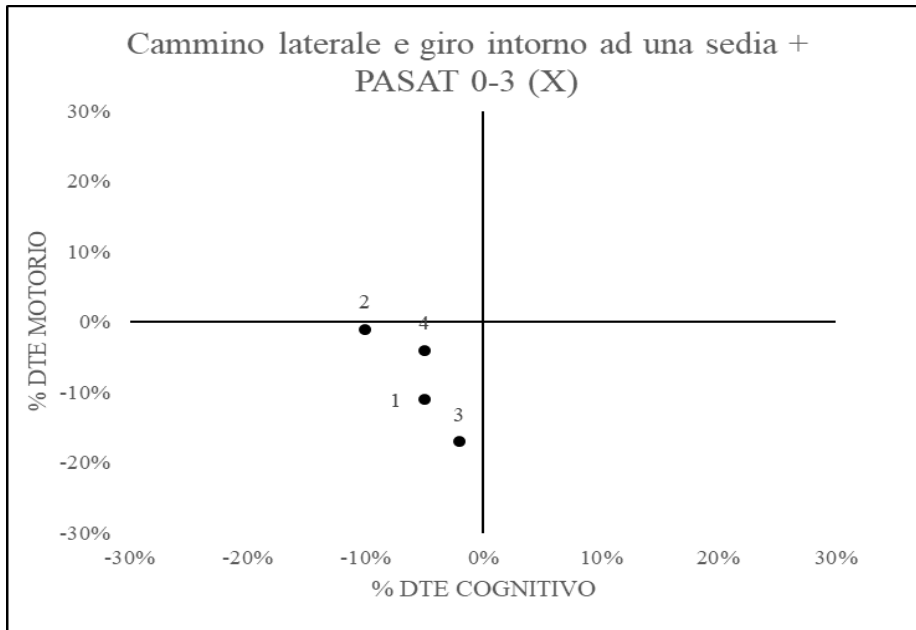


Figura 56: grafico 6 P.L.

In questa combinazione il paziente deve effettuare un cammino laterale, girare intorno ad una sedia posta a 10 metri, tornare al punto di partenza quindi raggiungere di nuovo la sedia, sempre con il cammino laterale. Simultaneamente all'esercizio motorio viene eseguito il PASAT-like (0-3): il soggetto deve moltiplicare gli ultimi due numeri ascoltati. La prima esecuzione (1) si colloca nel quadrante di Mutual Interference (-DTE motorio, -DTE cognitivo), nella seconda prestazione (2) il soggetto migliora l'interferenza dual-task nel compito motorio, eguagliando quasi la prestazione mono-task, ma a costo di un peggioramento del compito cognitivo rispetto al mono-task.

Anche le prestazioni 3 e 4 della booster session si collocano nel quadrante di Mutual Interference: nella seconda (4) il miglioramento dell'esecuzione motoria dual-task si verifica senza una riduzione del dual task cost in nessuno dei due compiti (zona No Interference).

L'esecuzione del compito motorio migliora qualitativamente, risultando più precisa, durante il training.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo che il soggetto impiega a rispondere ai target cognitivi, notiamo che durante l'ultima performance, il tempo di risposta aumenta leggermente. Il soggetto, infatti, impiega 1,9 secondi a rispondere ad ogni target cognitivo quando esegue il



compito in Mono-Task, mentre impiega 2,02 secondi quando lo esegue insieme al compito motorio.

Grafico 7:

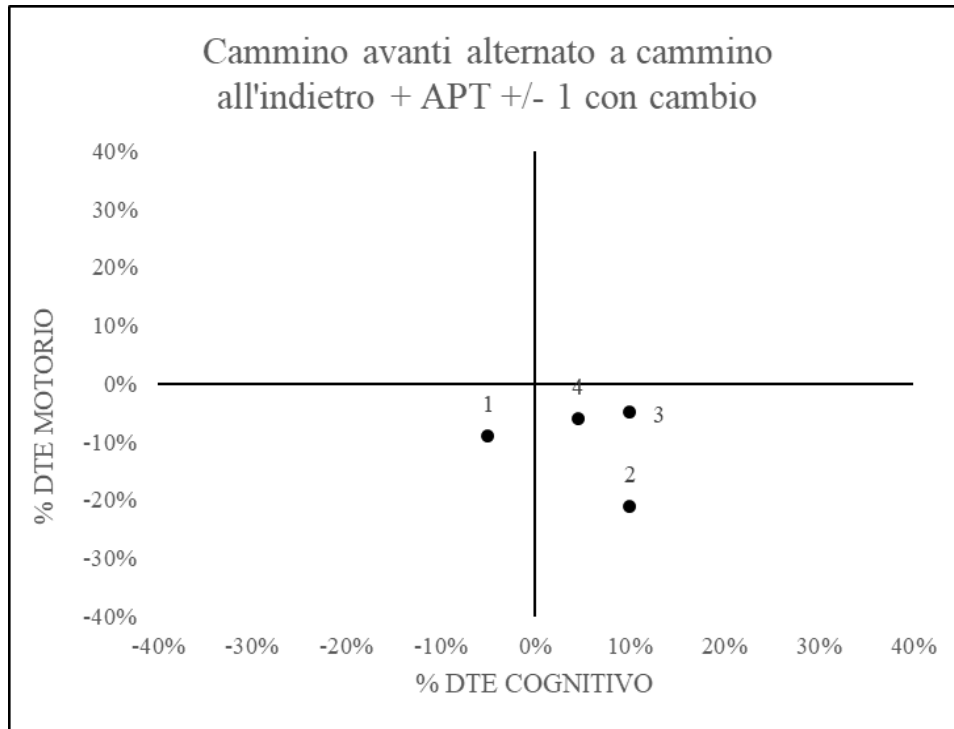


Figura 57: grafico 7 P.L.

In questa proposta di esercizi il paziente deve camminare in avanti fino ai 10 metri e tornare al punto di partenza camminando all'indietro, per due giri e contemporaneamente svolgere un esercizio cognitivo APT-like +/- 1 con shifting.

La prima prestazione si colloca nel quadrante di Mutual Interference (-DTE motorio, -DTE cognitivo) il che suggerisce che ci sono risorse attentive inadeguate. Il pattern della seconda esecuzione è quello di Cognitive-priority trade off (+DTE cognitivo, -DTE motorio) quindi c'è una prioritizzazione del compito cognitivo, mentre il compito motorio peggiora in Dual task.

Nella terza esecuzione la prestazione cognitiva migliora senza un costo per la performance motoria il cui DTE rimane invariato.

La quarta prestazione (effettuata nella booster session) rimane nel quadrante Cognitive-priority trade-off e denota un lieve aumento del dual-task cost nel cammino e un DTE cognitivo che rimane positivo.

Analisi del tempo di risposta:

Analizzando il tempo di risposta notiamo che il tempo di latenza tra la proposta del target rimane pressochè invariato dalla prestazione in mono-task (in cui impiega 1,05 sec/target) a quella in Dual-Task (in cui impiega 1,07 sec/target).

### 6.2.5 Sintesi ed analisi dell'indice dual-task

Per il soggetto i miglioramenti più importanti si riscontrano nel 6 Minute Walk Test, nel Timed Up and Go Cognitivo, nel 10 Meter Walk Test e nel MiniBESTest. Quindi P.L. migliora nella resistenza e nella velocità del cammino, nell'equilibrio e nell'abilità di eseguire il cammino in dual-task come si evince anche dall'indice.

Si riporta il grafico con l'andamento dell'indice dual-task.

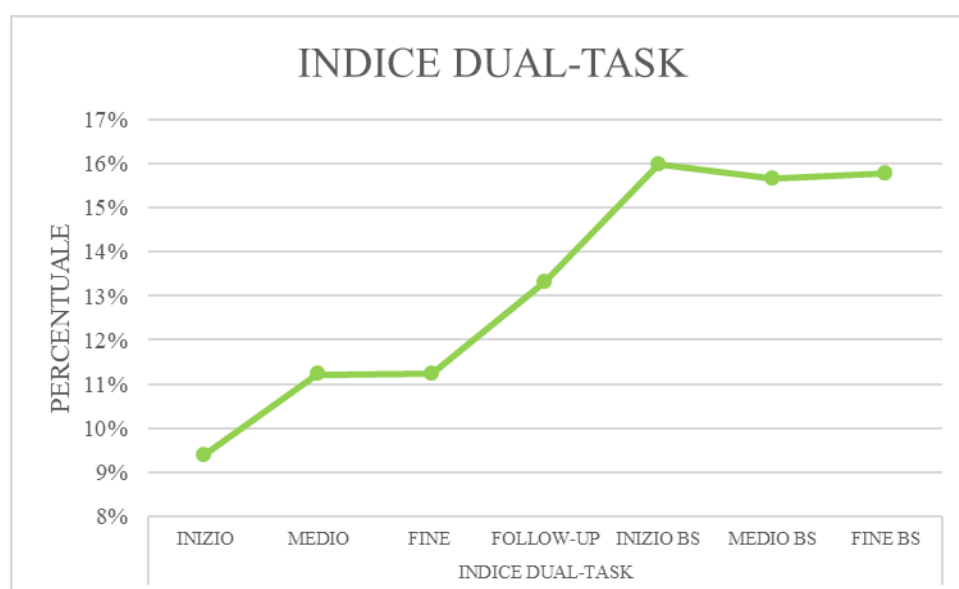


Figura 58: grafico Indice dual-task P.L.

INDICE DUAL-TASK						
INIZIO	MEDIO	FINE	FOLLOW-UP	INIZIO BS	MEDIO BS	FINE BS
0,09375	0,1123	0,1125	0,1333	0,16	0,1566	0,1578

Figura 59: valori Indice dual-task P.L.

Nel caso di P.L. si assiste ad un incremento dell'indice dual-task dalla valutazione iniziale (T0) alla valutazione post-trattamento (T1). Al follow-up, a distanza di due mesi, si assiste ad un ulteriore incremento dell'indice.

All'inizio della booster session l'indice è ancora in aumento e questo valore si mantiene stabile fino alla valutazione finale di questa sessione di training. Possiamo ipotizzare che il paziente abbia raggiunto la sua prestazione dual-task ottimale che si mantiene quindi invariata alla valutazione finale della booster session.

Si registrano: una diminuzione del tempo di percorrenza del tragitto, l'incremento del numero di risposte corrette nelle prestazioni dual-task e la diminuzione della differenza tra il tempo di percorrenza in mono-task e quello in dual-task.

Infatti, il soggetto, a T0 impiega 75 secondi in mono-task e 96 secondi in dual-task, nella valutazione finale della booster session si registrano 75 secondi nel mono-task e 76 secondi nel dual-task.

Analisi della velocità di risposta:

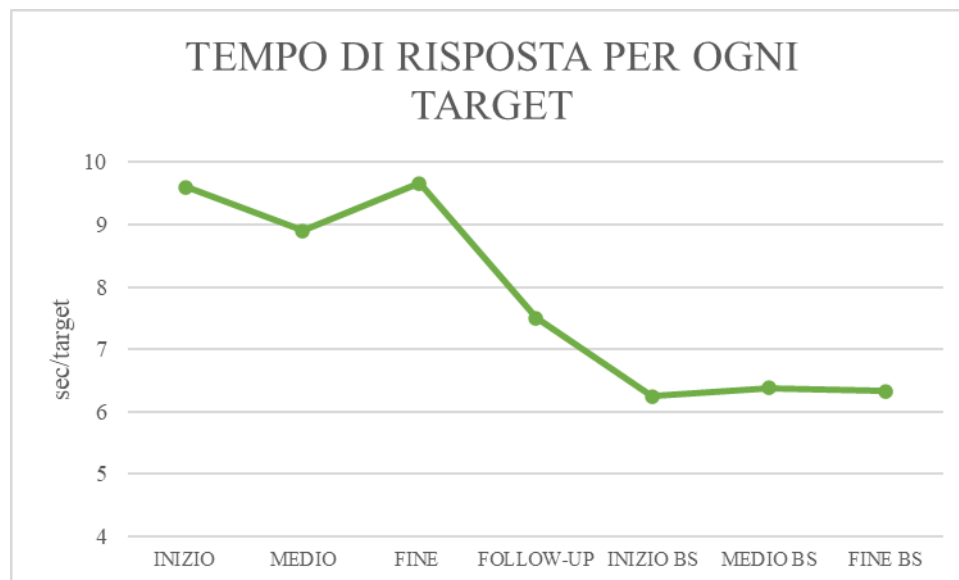


Figura 60: grafico tempo di risposta P.L.

Analizzando il tempo di risposta notiamo un decremento del tempo impiegato a rispondere, nonostante sia presente un incremento delle prestazioni.

Inizialmente il soggetto impiegava 9,6 secondi per rispondere ad un target; alla valutazione Follow-up, il soggetto aveva una velocità di risposta pari a 7,50 secondi/item.

Alla fine della booster session, il tempo impiegato era pari a 6,33 secondi per item.

È un risultato positivo poiché il soggetto da un lato migliora la performance in dual-task, dall'altro impiega meno tempo a rispondere.

### 6.3 Caso clinico 3: A.O.

Il soggetto A.O. ha effettuato, durante il suo percorso riabilitativo, due valutazioni (T0 e T1) e una sessione di training. La frequenza al trattamento non è stata intensiva per motivi personali, perciò rappresenta un drop-out dallo studio.

## 7. DISCUSSIONE

Al termine di questo elaborato, si ritiene opportuno mettere a confronto le misure di outcome analizzate includendo i soggetti che hanno partecipato allo studio negli anni precedenti.

Di seguito si riportano i grafici degli outcome motori e si descrive l'andamento dei risultati dei tredici pazienti.

*Timed Up and Go:*

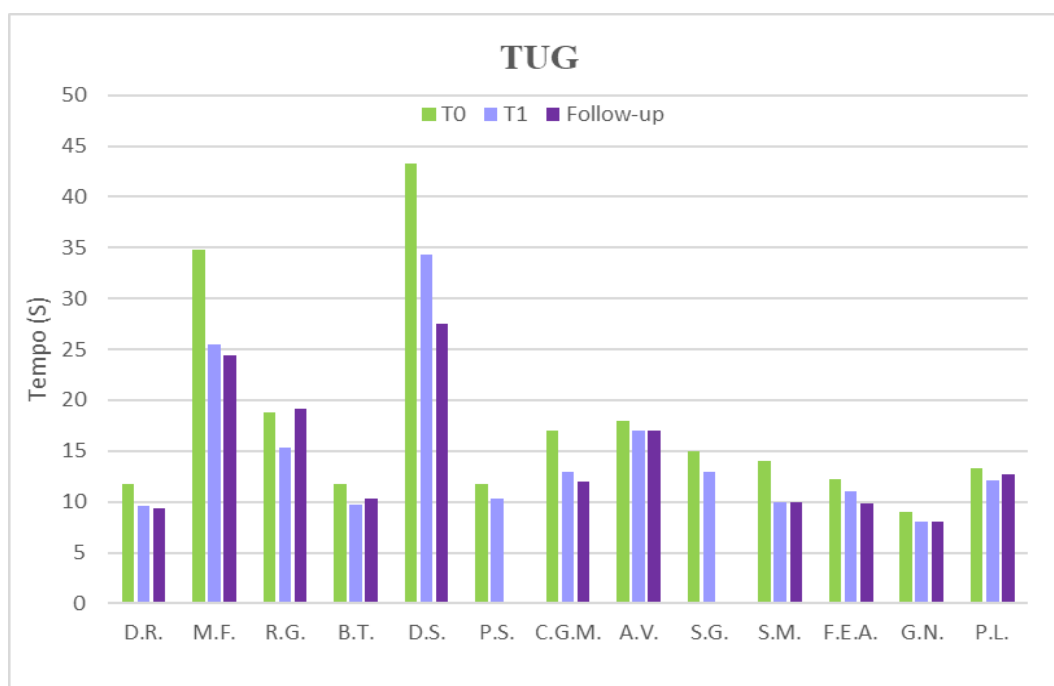


Figura 61: risultati TUG a T0, T1 e follow up dei 13 partecipanti allo studio

Il grafico mostra come per tutti e tredici i partecipanti si sia registrata una diminuzione del tempo nel TUG, quindi un miglioramento nell'esecuzione del test, tra la valutazione pre-trattamento (T0) e quella a fine trattamento (T1). Questo risultato positivo è stato mantenuto, e in alcuni casi ulteriormente migliorato, a distanza di due mesi da tutti i soggetti ad eccezione di R.G. che al follow up ritorna al valore di T0.

### Mini BESTest

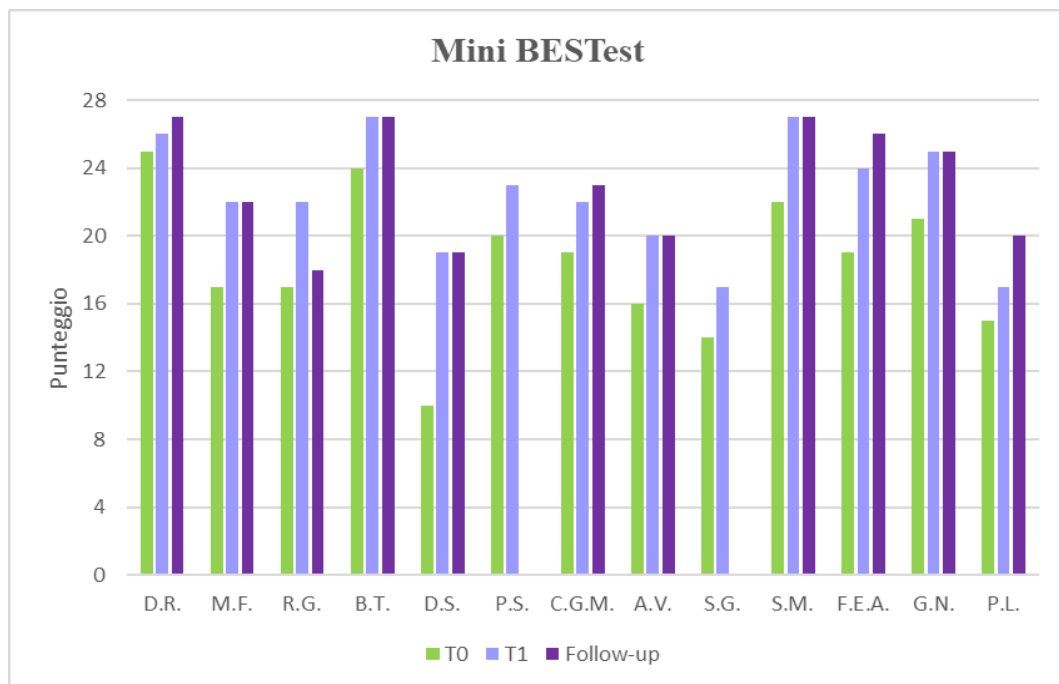


Figura 62: punteggio Mini BESTest a T0, T1 e follow up dei 13 partecipanti allo studio

Dal grafico del Mini BESTest si può notare come tutti i partecipanti migliorino da T0 a T1. Questo incremento nel punteggio viene mantenuto da tutti i soggetti, ad eccezione di R.G., anche al follow up; in alcuni casi il punteggio è ulteriormente aumentato.

## 6 Minute Walk Test

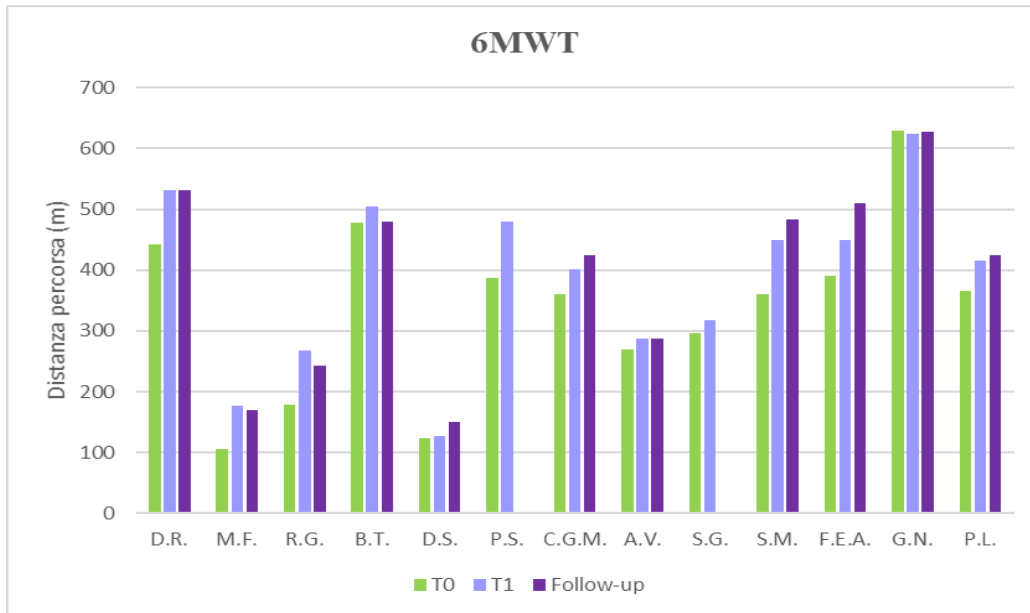


Figura 63: andamento del 6MWT a T0, T1 e follow up dei 13 partecipanti allo studio

Dal grafico si può notare che al 6 MWT 12 partecipanti migliorano, aumentando la distanza percorsa a fine trattamento (T1), rispetto a T0; G.N. rimane stabile. Al follow up cinque soggetti aumentano ulteriormente la loro resistenza al cammino, tre rimangono stabili, altri tre diminuiscono la distanza percorsa (la variazione non è significativa). Per due soggetti il dato è mancante.

## 10 Meter Walk Test

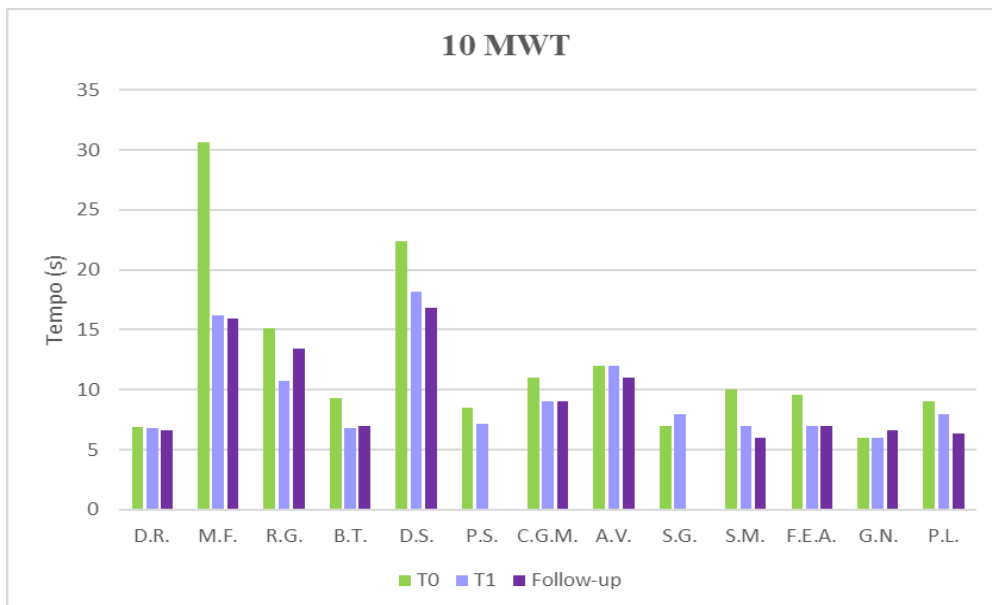


Figura 64: andamento del 10MWT a T0, T1 e follow up dei 13 partecipanti allo studio

Per quanto riguarda il 10 MWT, nove pazienti migliorano nell'esecuzione del test a T1, rispetto a T0; tre rimangono stabili, S.G. non migliora. Al follow up D.S., A.V., S.M. e P.L. diminuiscono ulteriormente il tempo di esecuzione del test; il resto dei pazienti rimane stabile o peggiora.

In merito alle scale di valutazione per l'arto superiore, nei primi due anni dello studio soltanto due pazienti su dieci avevano mostrato punteggi migliori rispetto a T0, mentre alcuni di essi presentavano un'emiplegia tale da non poter permettere l'esecuzione dei test. Negli ultimi due anni si registra un trend di miglioramento nel Box and Block Test per due pazienti (F.E.A. e P.L.). I cambiamenti ottenuti al 9 Hole Peg Test, invece, non sono risultati significativi.

Di seguito vengono riportati anche i test cognitivi che si sono dimostrati sensibili al trattamento dual-task e che quindi mostrano un miglioramento per la maggioranza dei soggetti.

#### *Digit Span Backward*

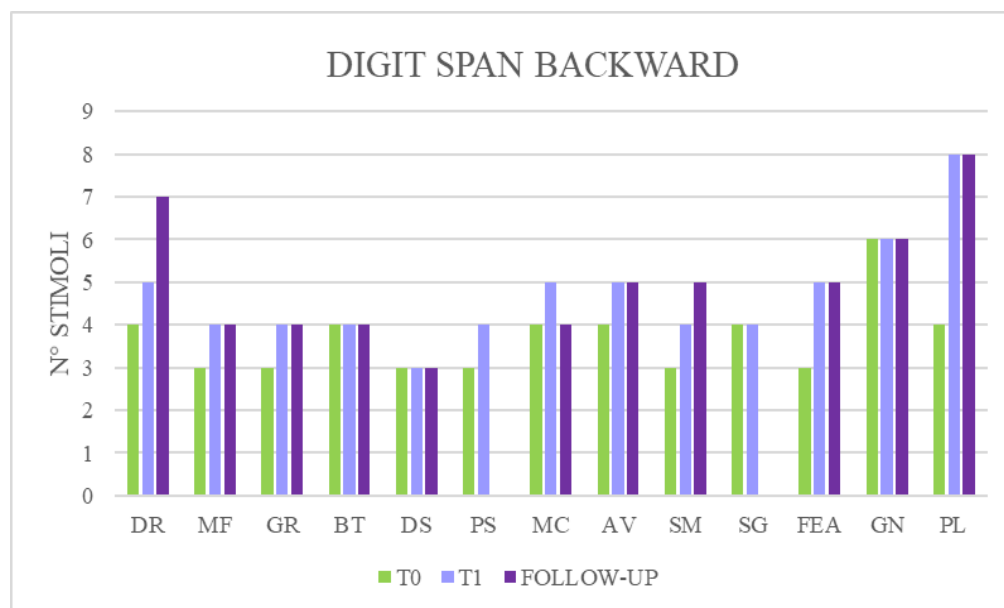


Figura 65: Digit Span Backward - 13 partecipanti

Facendo un'analisi complessiva dei risultati ottenuti nei soggetti trattati durante i quattro anni dello studio (2017-2021), si può notare un miglioramento complessivo della Working Memory, testata attraverso il Digit Span Backward.

In 9 pazienti (DR, MF, GR, PS, MC, AV, SM, FEA, PL) si ha un miglioramento della capacità di Span inverso, nei restanti 4 soggetti (BT, DS, SG, GN) la prestazione rimane costante.

### Trail Making Test (B-A)

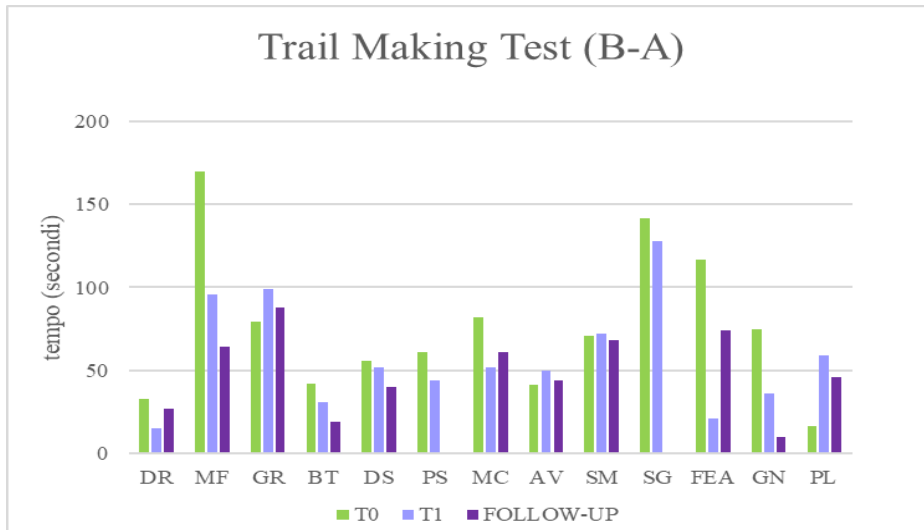


Figura 66: Trail Making Test - 13 partecipanti

Al test Trail Making Test si assiste ad una riduzione del tempo impiegato a svolgere la prova in 10 soggetti (DR, MF, BT, DS, PS, MC, SM, SG, FEA, GN) su 13.

Complessivamente risulta un test sensibile al cambiamento nel training cognitivo-motorio.

### Fluenza Fonemica (AFS)

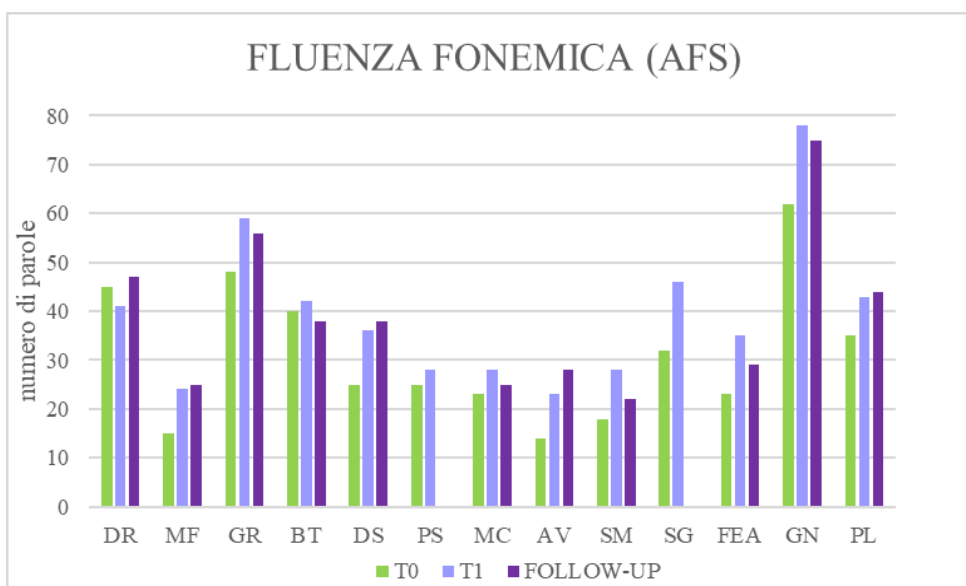


Figura 67: Fluenza Fonemica - 13 partecipanti



La capacità di Fluenza Fonemica è migliorata in tutti i 13 soggetti trattati (DR, MF, GR, BT, DS, PS, MC, AV, SM, SG, FEA, GN, PL). L'aumento del punteggio nel test AFS indica un miglioramento nella ricerca rapida di parole nel lessico interno.

### Frontal Assessment Battery

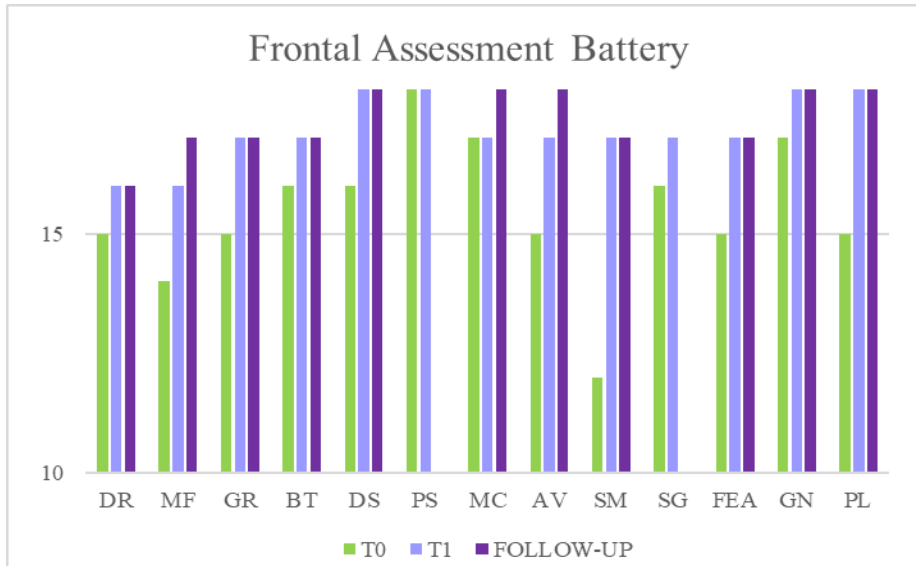


Figura 68: Frontal Assessment Battery - 13 partecipanti

Al test Frontal Assessment Battery, 12 soggetti (DR, MF, GR, BT, DS, MC, AV, SM, SG, FEA, GN, PL) su 13 migliorano la performance. Il soggetto PS mostra il massimo punteggio già alla prima valutazione.

### Torre di Londra – Total Rule Score

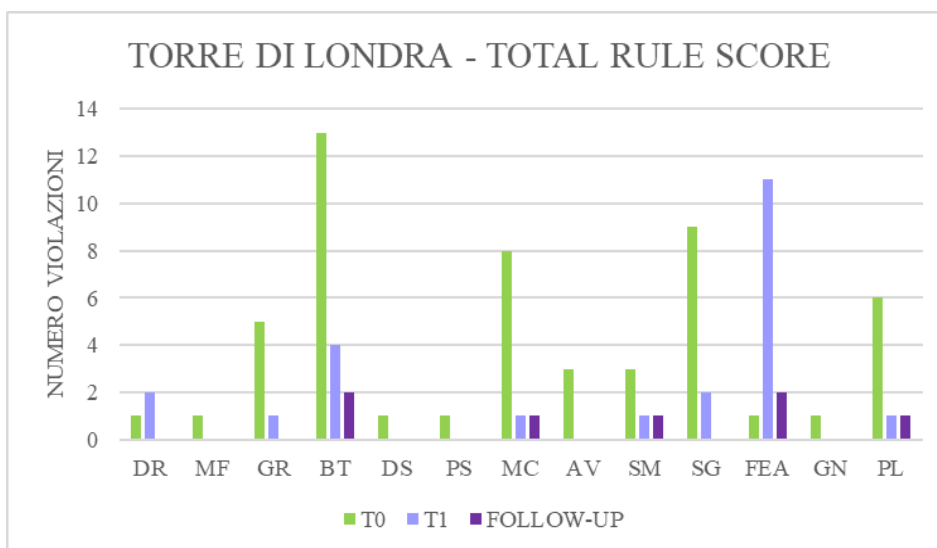


Figura 69: Torre di Londra - 13 partecipanti

Un test sensibile al cambiamento durante i quattro anni di training è stato quello della Torre di Londra, in particolare nella sezione “Rule Violation”.

Si può notare che, per molti soggetti (MF, BT, DS, PS, MC, AV, SM, SG, GN, PL), si ha un decremento del numero di violazioni. In alcuni si assiste ad un azzeramento del numero.

In alcuni soggetti il numero di violazioni di regole aumenta (DR, FEA).

#### *Torre di Londra – Correct Score*

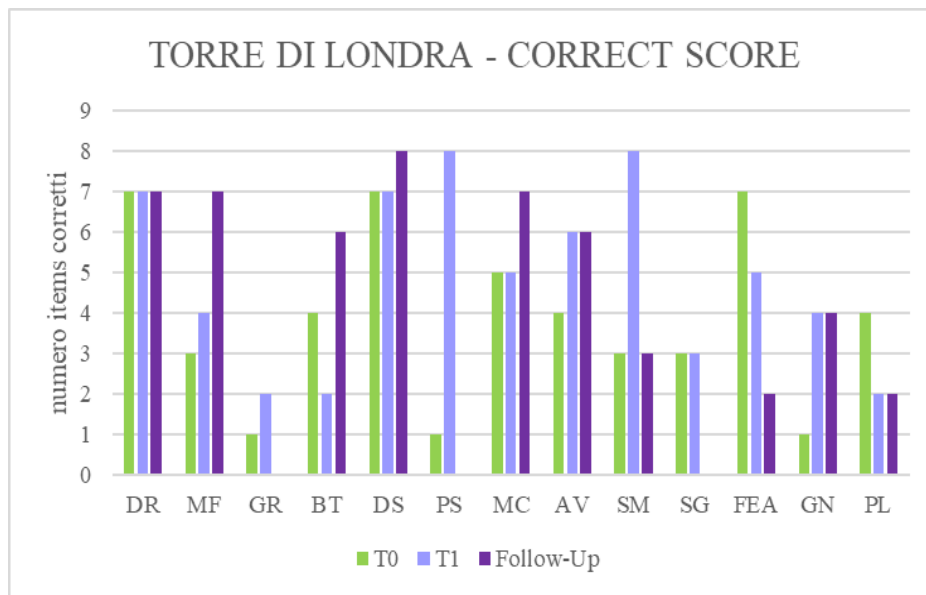


Figura 70: Torre di Londra - 13 partecipanti

Come si può notare dal grafico, il sub-test “Correct Score” mostra un pattern sensibile al cambiamento durante il training. Il pattern risulta migliorato in 9 soggetti (MF, GR, BT, DS, PS, MC, AV, SM, GN). Due soggetti (DR, SG) mostrano un pattern stabile tra le valutazioni.

Un soggetto (PL) riesce a completare correttamente un minor numero di items.

Infine, riteniamo opportuno confrontare gli Indici Dual-Task dei due partecipanti allo studio nell’anno 2021.

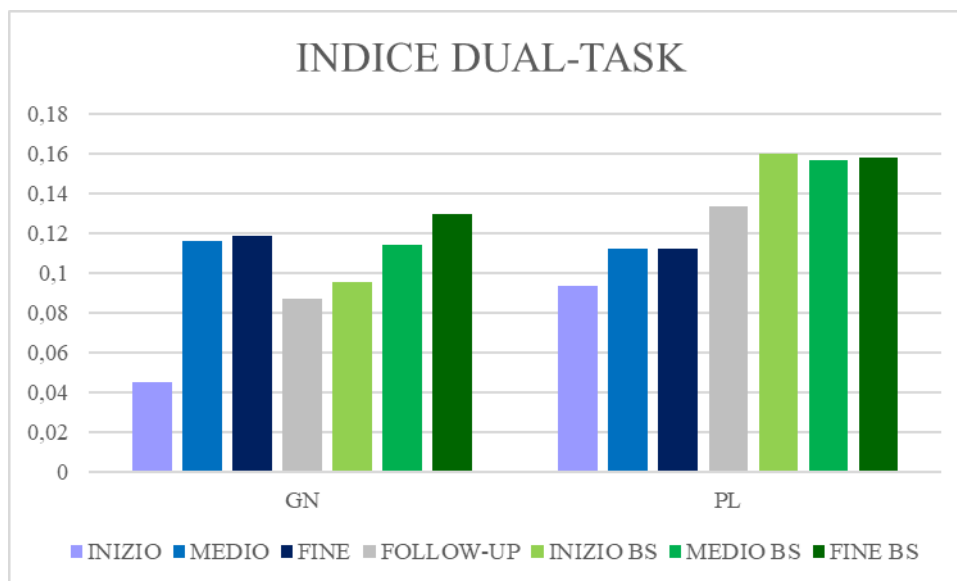


Figura 71: Indice dual-task G.N. e P.L. a confronto

Dal grafico possiamo notare come, in entrambi i soggetti, l'indice dual-task sia aumentato nonostante abbiamo esiti lesionali di regioni neuroanatomiche diverse.

Possiamo notare che G.N. triplica il suo valore di indice dual-task che passa da un valore di 0,0454 (all'inizio del trattamento) ad un valore di 0,13.

Il soggetto P.L. parte, alla valutazione iniziale, da un indice alto che cresce ad ogni valutazione, fino ad arrivare stabile al valore di circa 0,16.

L'indice calcolato risulta sensibile al cambiamento in seguito al trattamento cognitivo-motorio, sebbene abbia delle criticità che abbiamo spiegato nei precedenti capitoli.

Complessivamente l'intervento riabilitativo è stato ben tollerato da entrambi i soggetti in termini di disponibilità. Nessun paziente è peggiorato.

## 8. CONCLUSIONE

Analizzando gli outcome cognitivi e motori e l'andamento dell'indice dual-task nel corso dei 4 anni di training (2017-2021), si possono registrare risultati positivi. Nei 13 soggetti (12 con esiti di ictus cerebrale e uno con esiti di ictus cerebellare), le valutazioni in ambito motorio hanno registrato miglioramenti in termini di equilibrio, di trasferimenti posturali e un aumento della resistenza e della velocità del cammino. I pazienti a cui è stata sottoposta la scala ABC riferiscono un aumento della sicurezza nell'equilibrio nello svolgimento di attività come camminare tra la folla resistendo agli urti o salire/scendere dalla macchina. Analogamente, le valutazioni in ambito cognitivo hanno visto miglioramenti che coinvolgono le abilità attentive e le funzioni esecutive. In particolare, si sono osservati progressi nelle abilità di task-switching. Ciò è coerente con recenti studi di fMRI sul multitasking <sup>[39]</sup> dai quali è emerso che la capacità di svolgere più compiti simultaneamente è strettamente legata alla velocità di task-switching, quindi all'efficienza del sistema attentivo nel passaggio rapido da un compito all'altro. Il training ha riportato notevoli effetti di generalizzazione rilevati mediante prove volte ad indagare la working memory, la capacità di inibire stimoli interferenti e la flessibilità mentale.

Dall'anno accademico 2019-2020 è stata introdotta la valutazione della memoria con rievocazione immediata e differita di liste di parole. In tutti i soggetti (FEA, GN, PL) che sono stati valutati con test volti ad indagare il funzionamento della memoria verbale, sono stati riscontrati importanti miglioramenti sia a breve che lungo termine.

Analizzando le prestazioni, ossia le combinazioni di esercizi cognitivi e motori, descritte nel presente elaborato, possiamo affermare che l'allenamento alla gestione di più compiti simultanei porta ad una progressiva riduzione dell'interferenza cognitivo-motoria, obiettivo di questo studio.

Altrettanto, analizzando l'indice dual-task, che riflette le combinazioni di esercizi svolti durante il training, si evidenzia, in tutti i soggetti trattati, una riduzione del Dual-Task Cost cognitivo-motorio, ossia un miglioramento della capacità di gestire attività "motorie e cognitive" svolte simultaneamente.

Le prestazioni raggiunte al termine del training (T1) non sono state mantenute a distanza di due mesi (follow-up) da tutti i soggetti. Ciò ha suggerito la necessità di ripetere il training a distanza di tempo, allo scopo di sostenere i risultati ottenuti.

Nell'anno 2020-2021 è stata introdotta la booster session, proposta a distanza di quattro mesi dalla fine del primo training.

Nel caso di G.N. l'indice dual-task, diminuito al follow up rispetto al valore ottenuto alla fine del training (T1), aumenta dopo la booster session tanto da superare il valore raggiunto alla fine della prima sessione di training (T1).

Il Test Dual-Task, eseguito per ottenere il calcolo dell'indice, si è dimostrato sensibile ai cambiamenti delle prestazioni in doppio compito cognitivo-motorio; si ritiene auspicabile la validazione di questo strumento su un ampio campione tratto dalla popolazione sana, così da garantire una possibilità di confronto normativo.

Un aspetto molto importante da sottolineare è l'effetto positivo del training sulle attività di vita quotidiana e sulla partecipazione sociale. I soggetti che hanno preso parte allo studio hanno riferito, in maniera qualitativa attraverso i questionari, notevoli benefici nelle attività che svolgono abitualmente sperimentando una maggiore dimestichezza in situazioni definite problematiche prima del trattamento.

In conclusione, si sottolinea l'importanza, all'interno del setting riabilitativo, di un approccio integrato logopedico-fisioterapico che miri a ridurre l'interferenza cognitivo-motoria osservabile nel soggetto affetto da esiti di ictus, ponendosi come obiettivo cardine la generalizzazione dei progressi ai contesti di vita quotidiana in termini di ricaduta funzionale e benessere percepito; si ritiene, altresì, auspicabile, l'ampliamento del numero dei partecipanti allo studio al fine di raggiungere risultati argomentabili in termini di significatività statistica.

## 9. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- [1] P. Plummer and G. Eskes. (2015). Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Front. Hum. Neurosci.*, vol 9, n.225.
- [2] E. Al-Yahya et al. (2010). «Cognitive motor interference while walking: A systematic review and meta-analysis». *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, vol. 35, n. 3, pp. 715-728.
- [3] An, H. J., Kim, J. I., Kim, Y. R., Lee, K. B., Kim, D. J., Yoo, K. T., & Choi, J. H. (2014). 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(8), 1287–1291.
- [4] Valter Santilli, *Linee guida ed evidenze scientifiche in medicina fisica e riabilitativa*. VS Centro Stampa- Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.
- [5] C. Loeb, E. Favale (2003). *Neurologia di Fazio Loeb*, IV.
- [6] A. Matsunaga et al. (1997). Prediction of locomotion function at one month after stroke. *Journal of Physical Therapy Science*, vol. 9, 93-7.
- [7] F. Tamburella et al. (2019). Influences of the biofeedback content on robotic post-stroke gait rehabilitation: electromyographic vs joint torque biofeedback. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, vol. 16, n. 95.
- [8] Al-Yahya E et al. (2016). Prefrontal Cortex Activation While Walking Under Dual-Task Conditions in Stroke: A Multimodal Imaging Study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*.

- [9] Li J, Zhong D, Ye J, et al. (2019). Rehabilitation for balance impairment in patients after stroke: a protocol of a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open*.
- [10] A. Hugues et al. (2019). Limited evidence of physical therapy on balance after stroke: A systematic review and meta-analysis. *PLOS ONE*, vol. 14, n. 8.
- [11] Shylie F. Mackintosh et al. (2006). Balance Score and a History of Falls in Hospital Predict Recurrent Falls in the 6 Months Following Stroke Rehabilitation, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Volume 87.
- [12] Rogers, J.M., Duckworth, J., Middleton, S. et al. (2019). Elements virtual rehabilitation improves motor, cognitive, and functional outcomes in adult stroke: evidence from a randomized controlled pilot study. *J NeuroEngineering Rehabil* 16, 56.
- [13] Carmela Leone et al. (2017). Cognitive-motor dual-task interference: A systematic review of neural correlates, *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, Volume 75.
- [14] S. A. Bridenbaugh e R. W. Kressig. (2015). Motor cognitive dual tasking. Early detection of gait impairment, fall risk and cognitive decline. *Zeitschrift fur Gerontologie und Geriatrie*, vol. 48, n. 1, pp. 15-21.
- [15] A. J. Szameitat et al. (2002). Localization of Executive Functions in Dual-Task Performance with fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, vol. 14, n. 8, pp. 1184-1199.
- [16] G. Yogev-Seligmann, J. M. Hausdorff e N. Giladi. (2008). The Role of Executive Function and Attention in Gait. *Movement Disorders*, vol. 23, n. 3, pp. 329-342.
- [17] F. Collette, M. Hogge, E. Salmon, M. Van der Linden. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging, *Neuroscience*, Volume 139, Issue 1, Pages 209-221.
- [18] G. Yogev-Seligmann et al. (2008). The Role of Executive Function and Attention in Gait.,» *Movement Disorders*, vol. 23, n. 3, pp. 329-342.

- [19] Simona Spaccavento et al. (2019). Attention Deficits in Stroke Patients: The Role of Lesion Characteristics, Time from Stroke, and Concomitant Neuropsychological Deficits. *Behavioural Neurology*.
- [20] Mazzucchi A. La riabilitazione neuropsicologica. Premesse teoriche e applicazioni cliniche. Milano. Edra Masson (pag. 149;150;176-177;370).
- [21] J. M. Povroznik et al. (2018). Executive (dys)Function after Stroke: Special Considerations for Behavioral Pharmacology. *Behavioural Pharmacology*, vol. 29, n. 7, pp. 638-653.
- [22] Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D, Fox E, Behrman AL, Marsiske M. (2008). Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: a dual task study. *Gait Posture*.
- [23] M. S. Gazzinga et al. (2017). *Neuroscienze cognitive*. Quarta edizione. Traduzione italiana, pp. 560-561.
- [24] Vervoort D et al. (2019). Effects of Aging and Task Prioritization on Split-Belt Gait Adaptation. *Front. Aging Neurosci*.
- [25] G. Yogev-Seligmann et al. (2012). Do We Always Prioritize Balance When Walking Towards an Integrated Model of Task Prioritization. *Movement Disorders*, vol. 27, n. 6.
- [26] P. Plummer, L. Altmann, J. Feld, L. Zukowski, B. Najafi, C. Giuliani. (2020). Attentional prioritization in dual-task walking: Effects of stroke, environment, and instructed focus, *Gait & Posture*, Volume 79, Pages 3-9.



- [27] Ohzuno e S. Usuda. (2019). Cognitive-motor interference in post-stroke individuals and healthy adults under different cognitive load and task prioritization conditions. *Journal of Physical Therapy Science*, vol. 31, n. 3, pp. 255-260.
- [28] Plummer P, Eskes G, Wallace S, Giuffrida C, Fraas M, Campbell G, Lee Clifton K, Skidmore ER. (2013). Cognitive-Motor Interference during Functional Mobility after Stroke: State of the Science and Implications for Future Research, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*.
- [29] 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.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 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 Capecci; Correlatore: Dott.ssa Paola Casoli.
- [33] Francesco Nicolini. Dual-task training: Proposta di una riabilitazione integrata per il trattamento dell'interferenza cognitivo-motoria negli esiti di ictus (tesi di Laurea); Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2019-2020, Relatore: Dott.ssa Michela Coccia; Correlatore: Dott.ssa Laura Villani.

[34] Nisi Alessandra: Training in Dual-Task cognitivo-motorio applicati a soggetti adulti affetti da esiti di ictus. Effetti sulla partecipazione sociale, il cammino e l'equilibrio (Tesi di laurea); Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2019-2020; Relatore: Dott.ssa Marianna Capecci; Correlatore: Dott.ssa Paola Casoli.

[35] Karlene Ball, PhD, Daniel B. Berch, PhD, Karin F. Helmers. Effects of cognitive training interventions with older adults: A Randomized Controlled Trial. 288(18): 2271–2281.

[36] Rehabilitation Measures | Shirley Ryan AbilityLab (sralab.org)

[37] Attention Process Training Sohlberg & Mateer, 1986; Sohlberg, Johnson, Paule Raskin & Mateer, 1994.

[38] 6 Minute Walk Test | RehabMeasures Database (sralab.org)

[39] 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.

## 10. ALLEGATI

### 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

Ho avuto alcune difficoltà

Ho avuto molte difficoltà

Di solito non lo ho fatto per motivi di salute

Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

2) Trasferirsi o alzarsi da un letto o da una sedia

Generalmente non ho avuto difficoltà

Ho avuto alcune difficoltà

Ho avuto molte difficoltà

Di solito non lo ho fatto per motivi di salute

Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

3) Muoversi dentro o intorno casa

Generalmente non ho avuto difficoltà

Ho avuto alcune difficoltà

Ho avuto molte difficoltà

Di solito non lo ho fatto per motivi di salute

Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

***ADL intermedie***

1) Camminare per molti isolati

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà
- Di solito non lo ho fatto per motivi di salute
- Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

2) Camminare per un isolato o salire una rampa di scale

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà
- Di solito non lo ho fatto per motivi di salute
- Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

3) Fare lavori intorno a casa come pulire, fare leggeri lavori da cortile o la manutenzione della casa

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà
- Di solito non lo ho fatto per motivi di salute
- Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

4) Fare commissioni, come andare a fare la spesa

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà

Di solito non lo ho fatto per motivi di salute

Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

5) Guidare una macchina o utilizzare i mezzi pubblici

Generalmente non ho avuto difficoltà

Ho avuto alcune difficoltà

Ho avuto molte difficoltà

Di solito non lo ho fatto per motivi di salute

Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

6) Fare attività fisiche impegnative come correre, sollevare oggetti pesanti o partecipare a sport estremi

Generalmente non ho avuto difficoltà

Ho avuto alcune difficoltà

Ho avuto molte difficoltà

Di solito non lo ho fatto per motivi di salute

Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

***Sezione funzioni psicologiche***

*Durante il mese passato:*

1) Sei stata una persona molto nervosa

Tutto il tempo

Molto del tempo

Una buona parte del tempo

Per un po' di tempo

Per una minima parte del

	tempo	
	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	<input type="checkbox"/>
	tempo	
	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	<input type="checkbox"/>
	tempo	
	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	<input type="checkbox"/>
	tempo	
	Mai	<input type="checkbox"/>
5) Ti senti così abbattuto che nessuna cosa potrebbe metterti di buon umore		

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

***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
- Molto del tempo
- Per un po' di tempo
- Mai

2) Hai lavorato per brevi periodi di tempo o hai fatto frequenti pause a causa della tua salute

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Per un po' di tempo
- Mai

3) Hai lavorato per un numero regolare di ore

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Per un po' di tempo
- Mai

4) Hai svolto la stessa attività lavorativa con la stessa cura ed accuratezza di altri in lavori simili

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Per un po' di tempo
- Mai

5) Hai paura di perdere il tuo lavoro a causa del tuo stato di salute

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- Per un po' di tempo
- Mai

***Sezione attività sociali***

*Durante l'ultimo mese:*

1) Hai avuto difficoltà nell'andare a trovare parenti o amici

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà
- Di solito non lo ho fatto per motivi di salute
- Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

2) Hai avuto difficoltà nel partecipare ad attività sociali come servizi religiosi, attività sociali o di Volontariato

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà
- Di solito non lo ho fatto per motivi di salute
- Di solito non lo ho fatto per altre ragioni



3) Ha avuto difficoltà nel prendersi cura delle altre persone o dei membri della sua famiglia?

- Generalmente non ho avuto difficoltà
- Ho avuto alcune difficoltà
- Ho avuto molte difficoltà
- Di solito non lo ho fatto per motivi di salute
- Di solito non lo ho fatto per altre ragioni

**Sezione qualità delle interazioni sociali**

*Durante l'ultimo mese:*

1) Si è isolato dalle 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

2) Si è comportato in modo affettuoso nei confronti degli altri?

- Tutto il tempo
- Molto del tempo
- 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 in 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.....

## EFFETTO GENERALE PERCEPITO (SOLO POST)

Indicare l'effetto del trattamento sugli obiettivi indicati nella scheda (punto di vista del paziente): assegnare un punteggio da 1 a 7 per ciascun obiettivo.

- "Ritiene che\* ....., dopo il trattamento sia..."

- 1) Mai stata peggio
- 2)Peggiorata
- 3)Leggermente peggiorata
- 4)Invariata
- 5)Leggermente migliorata
- 6) Migliorata
- 7)Miglioratissima

[\*Inserire il nome dell'obiettivo n° 1 rilevato nella scheda di tassonomia]

- "Ritiene che\* ....., dopo il trattamento sia..."

- 1) Mai stata peggio
- 2)Peggiorata
- 3)Leggermente peggiorata
- 4)Invariata
- 5)Leggermente migliorata
- 6) Migliorata
- 7)Miglioratissima

[\*Inserire il nome dell'obiettivo n°2 rilevato nella scheda di tassonomia]

- "Ritiene che\* ....., dopo il trattamento sia..."

- 1) Mai stata peggio
- 2)Peggiorata
- 3)Leggermente peggiorata
- 4)Invariata
- 5)Leggermente migliorata
- 6) Migliorata
- 7)Miglioratissima

[\*Inserire il nome dell'obiettivo n°3 rilevato nella scheda di tassonomia]

## 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	Né d'accordo né 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 è quello che i medici e i terapisti 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 cose utili che potrò utilizzare fuori dalla pratica riabilitativa

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