

“E poi uscimmo a riveder le stelle”

Dante

INDICE

1. CAPITOLO I: Le Funzioni Cognitive	
1.1 Definizione di Funzioni Esecutive	9
1.2 Correlati anatomici delle Funzioni Esecutive	10
1.3 Componenti delle Funzioni Esecutive	11
1.4 Il ruolo delle Funzioni Esecutive nell'andatura	11
1.5 Attenzione	12
1.6 Componenti dell'attenzione	13
1.7 Memoria	13
2. CAPITOLO II: Dual Task e Cognitive-Motor Interference	
2.1 Definizione.....	15
2.2 Cognitive-Motor Interference	15
2.3 Teorie neuropsicologiche dell'interferenza Dual-Task: modalità di elaborazione	16
2.4 Correlazioni neuroanatomiche	17
2.5 Task prioritization	18
2.5.1 Le normali strategie di prioritizzazione	21
3. CAPITOLO III: Stroke	
3.1 Stroke: generalità	22
3.2 Stroke e Dual Task	22
3.3 Stroke cerebellare.....	22
3.3.1 Compromissione delle funzioni cognitive nello Stroke Cerebellare	23
4. CAPITOLO IV: Cervelletto	
4.1 Descrizione macroscopica	24
4.2 Struttura del cervelletto	24
4.3 Funzione del cervelletto	24
4.4 Sindrome Affettiva Cognitiva Cerebellare.....	26
5. CAPITOLO V: Caratteri e misure dell'interferenza Dual-Task	
5.1 Fattori che influiscono sul Dual Task	28
5.2 Misura dell'interferenza Dual-Task	28
6. CAPITOLO VI: Partecipanti e Metodi	
6.1 Criteri di eleggibilità	33
6.1.1 Criteri di inclusione	33
6.1.2 Criteri di esclusione	33
6.2 Partecipanti	33
6.3 Descrizione del protocollo	35
6.3.1 Booster session	35
6.4 Valutazioni	36

6.4.1	Valutazione cognitiva	36
6.4.2	Valutazione motoria	41
6.4.3	Valutazione della partecipazione	43
6.4.4	Valutazione della performance: TUGx5 Dual-Task e calcolo dell'indice.....	44
6.5	Descrizione del training Dual-Task	45
6.6	Esercizi cognitivi proposti	47
6.7	Esercizi motori proposti	49
7.	CAPITOLO VII: Risultati	
7.1	Caso Clinico 1: G.N.	52
7.1.1	Outcome cognitivi	53
7.1.2	Outcome motori	59
7.1.3	Outcome funzionale	63
7.1.4	Pattern di interferenza dual task durante le combinazioni proposte	65
7.1.5	Sintesi ed analisi dell'Indice Dual-Task	72
7.2	Caso Clinico 2: P.L.	
7.2.1	Outcome cognitivi	74
7.2.2	Outcome motori	82
7.2.3	Outcome funzionale.....	86
7.2.4	Pattern di interferenza dual task durante le combinazioni proposte	88
7.2.5	Sintesi ed analisi dell'Indice Dual-Task	95
7.3	Caso Clinico 3: A.O.	96
8.	CAPITOLO VIII: Discussione	
8.1	Outcome cognitivo	97
8.2	Outcome motorio	100
9.	CAPITOLO IX: Analisi dell'indice dei due soggetti (2020-2021)	103
10.	CAPITOLO X: Conclusioni	104
11.	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	106
12.	ALLEGATI	110

INDICE DELLE TABELLE:

Tabella 1: componenti delle Funzioni Esecutive	11
Tabella 2: Tipi di Attenzione	13
Tabella 3: Pattern d'interferenza.....	15
Tabella 4: fattori che influiscono sul Dual Task	28
Tabella 5: Partecipanti allo studio	34
Tabella 6: Test utilizzati per la valutazione cognitiva.....	36
Tabella 7: esercizi cognitivi proposti	48
Tabella 8: Variabili esplicative G.N.....	63
Tabella 9: valori indice Dual-Task.....	73
Tabella 10: P.L. Variabili esplicative.....	85
Tabella 11: Valori Indice Dual-Task P.L.	95

INDICE DELLE FIGURE:

Figura 1: interazione tra la riserva posturale (PR) e la stima del rischio (HE) nelle strategie di prioritizzazione.....	20
Figura 2: strategie di prioritizzazione in soggetti con riserva posturale e stima del rischio intatti ..	21
Figura 3: grafico di Interferenza Dual-Task.....	31
Figura 4: Pattern di interferenza Dual-Task pre e post-trattamento.....	32
Figura 5: G.N. Paced Auditory Serial Addition Test.....	53
Figura 6: G.N. Trail Making Test.....	53
Figura 7: G.N. Matrici Attentive.....	54
Figura 8: G.N. 15 Parole di Rey -Short Term.....	54
Figura 9: G.N. 15 Parole di Rey – Long Term.....	54
Figura 10: G.N. Digit Span.....	55
Figura 11: G.N. Test dei cubi di Corsi.....	56
Figura 12: G.N. Fluenza Fonemica.....	56
Figura 13: G.N. Torre di Londra.....	57
Figura 14:G.N. Stroop Color Word Interference Test.....	57
Figura 15: G.N. Wisconsin Card Sorting Test.....	58
Figura 16: G.N. Frontal Assessment Battery.....	58
Figura 17: G.N. Timed Up And Go (TUG).....	59
Figura 18: G.N. TUG COG.....	59
Figura 19:G.N. 6 Minute Walk Test.....	60
Figura 20: G.N. Mini BESTest.....	61
Figura 21: G.N. 10 Meter Walk Test.....	61
Figura 22: G.N. 9-Hole Peg Test.....	62
Figura 23: G.N. Box and Block.....	62
Figura 24: Grafico 1 G.N.	65
Figura 25: Grafico 2. G.N.	66
Figura 26: Grafico 3. G.N.	67
Figura 27: Grafico 4 G.N.	68
Figura 28: Grafico 5 G.N.	69
Figura 29: Grafico 6 G.N.	70
Figura 30: Grafico 7 G.N.	71
Figura 31: Indice Dual-Task G.N.....	73
Figura 32: Tempo di risposta Indice G.N.....	73
Figura 33: P.L. Paced Auditory Serial Addition Test.....	75
Figura 34: P.L. Trail Making Test.....	76

Figura 35: P.L. Matrici Attentive	76
Figura 36: P.L. 15 Parole di Rey - Short Term	77
Figura 37: P.L. 15 Parole di Rey-Long Term.....	77
Figura 38: P.L. Digit Span	77
Figura 39: Test dei Cubi di Corsi.....	78
Figura 40: P.L. Test di Fluenza Fonemica	79
Figura 41: P.L. Torre di Londra	79
Figura 42: P.L. Stroop Color Word Interference Test.....	80
Figura 43: P.L. Frontal Assessment Battery.....	80
Figura 44: P.L. Wisconsin Card Sorting Test	81
Figura 45: 6 Minute Walk Test	82
Figura 46: P.L. Timed Up and Go (TUG).....	82
Figura 47: P.L. Timed Up and Go Cognitivo.....	83
Figura 48: P.L. Mini BESTest.....	83
Figura 49: P.L. 10 Meters Walk Test.....	84
Figura 50: P.L. Nine-Hole Peg Test.....	84
Figura 51: P.L. Box and Block.....	85
Figura 52: Grafico 1: P.L.	88
Figura 53: Grafico 2: P.L.	89
Figura 54: Grafico 3: P.L.	90
Figura 55: Grafico 4: P.L.	91
Figura 56: Grafico 5: P.L.	92
Figura 57: Grafico 6: P.L.	93
Figura 58: Grafico 7: P.L.	94
Figura 59: Indice Dual-Task P.L.....	95
Figura 60: Tempo di risposta per ogni target	96
Figura 61: Digit Span Backward - 13 partecipanti.....	97
Figura 62: Trail Making Test (B-A) - 13 partecipanti allo studio.....	98
Figura 63: Fluenza Fonemica - 13 partecipanti allo studio	98
Figura 64: Frontal Assessment Battery - 13 partecipanti allo studio	99
Figura 65: Torre di Londra - Total Rule Score -13 partecipanti allo studio.....	99
Figura 66: Torre di Londra - Correct Score - 13 partecipanti allo studio.....	100
Figura 67: Timed Up And Go - 13 partecipanti allo studio	100
Figura 68: Mini BESTest - 13 partecipanti allo studio	101
Figura 69: 6 Minutes Walk Test - 13 partecipanti allo studio.....	101
Figura 70: 10 Meter Walk Test - 13 partecipanti	102

INTRODUZIONE

Da alcuni decenni stiamo assistendo ad un'accelerazione delle attività quotidiane.

Ci troviamo spesso nella necessità di affrontare compiti cognitivi e motori simultaneamente come ad esempio salire le scale e riconoscere nel mazzo di chiavi quella di casa o banalmente parlare mentre si cammina. Viviamo in ambienti caratterizzati da una molteplicità di stimoli visivi e uditivi che richiedono la nostra attenzione e il nostro controllo. Lo squillo del telefono o il miagolio del gatto riescono a catturare tutte le risorse di attenzione disponibili, che vengono pertanto a mancare per lo svolgimento di altri contemporanei segnali, stimoli e attività.

Molti anziani hanno difficoltà a gestire le situazioni di dual-tasking quotidiane, poiché le loro riserve cognitive con l'età diminuiscono.

Questo aumento delle richieste attentive e del compimento di azioni in contemporanea, mettono in maggiore difficoltà persone con disordini neurologici conseguenti ad ictus, rispetto ai soggetti in salute. Infatti a seguito di uno stroke, si può assistere alla comparsa di deficit neurologici che possono essere caratterizzati dalla riduzione o perdita del controllo motorio, da alterazioni della sensibilità, dalla compromissione di funzioni cognitive e del linguaggio.

Camminare è un processo complesso che necessita dei sistemi sensoriale e cognitivo. Non può essere assunto come una ripetizione meccanica di un pattern motorio poiché l'ambiente è variabile. Per "Dual-Task" si intende l'esecuzione simultanea di due compiti.

In soggetti affetti da esiti di ictus, si assiste al deterioramento della performance in uno dei due compiti o in entrambi.

Il fenomeno appena descritto si definisce Interferenza Cognitivo-Motoria (Cognitive-Motor Interference, CMI). Si verifica quando, durante l'esecuzione simultanea di un compito motorio e di un task cognitivo (es. camminare e parlare), l'elaborazione mentale è poco efficiente nella gestione dei processi competitivi.

I training tradizionali non prevedono una riabilitazione integrata cognitivo-motoria, ma una scomposizione in singoli aspetti.

Nel presente elaborato viene proposto un training mirato a potenziare i meccanismi che sottendono le performance in Dual-Task, in soggetti affetti da esiti di Stroke cerebrale e cerebellare.

Il Dual-Task training, che descriveremo in questa tesi, ha lo scopo di permettere al soggetto di adattarsi più efficacemente al mondo reale, incrementando l'autonomia e l'indipendenza funzionale nello svolgimento delle attività quotidiane e riducendo il rischio di cadute.

Verrà eseguita una valutazione della partecipazione per analizzare la ricaduta funzionale del Dual-task training nella vita quotidiana.

Al termine del presente elaborato, verranno riassunti i risultati raccolti presso la SOD Clinica di Neuroriabilitazione degli Ospedali Riuniti di Ancona durante il periodo di sperimentazione del training (2017-2021). Lo studio è stato condotto in collaborazione con il CdL di Fisioterapia.

CAPITOLO I

1. Le funzioni Cognitive

1.1 Definizione di Funzioni Esecutive

Le funzioni esecutive sono state definite da Owen nel 1997, come l'insieme di processi mentali atti all'elaborazione di schemi cognitivo-comportamentali adattivi, in risposta a condizioni ambientali nuove ed impegnative.

Le Funzioni Esecutive entrano in gioco in situazioni in cui, l'uso routinario di comportamenti, non è più sufficiente alla loro riuscita.

Le Funzioni Esecutive, sono composte da una varietà di processi cognitivi superiori che utilizzano e modificano le informazioni provenienti da molti sistemi corticali nelle regioni dell'emisfero anteriore e posteriore, con il fine di modulare il comportamento (Sheridan PL, Hausdorff JM, 2011) ¹.

Numerosi processi possono essere ricondotti alle Funzioni Esecutive: *attenzione, controllo degli impulsi, autoregolazione, iniziativa, memoria di lavoro, flessibilità cognitiva, pianificazione e problem solving.*

In letteratura sono stati proposti numerosi modelli del funzionamento esecutivo. Attualmente il modello teorico più accreditato è quello di Miyake et al. (2000) ² i quali hanno focalizzato la loro attenzione su tre aree principali:

- Capacità di monitorare in modo costante l'esecuzione di un compito e aggiornare le informazioni nella memoria di lavoro (*Updating*).

La memoria di lavoro consiste nell'abilità di mantenere in memoria le informazioni e manipolarle per brevi periodi di tempo.

Baddeley e Hitch nel 1974 ipotizzano la Memoria di Lavoro (ML) come una struttura a capacità limitata che mantiene ed elabora delle informazioni per un periodo di tempo limitato.

La Memoria di Lavoro, serve per l'immagazzinamento di nuove informazioni, alcune delle quali, andranno ad essere memorizzate nella memoria a lungo termine. L'abilità di mantenere le informazioni ci consente di ricordare i nostri programmi e altre istruzioni, di considerare alternative e di mettere in relazione un'idea o un'informazione con un'altra.

- Flessibilità cognitiva (*Shifting*): consiste nella capacità di modificare il proprio comportamento in relazione ad un cambiamento delle richieste ambientali, considerando prospettive e priorità diverse. Lo Shifting consiste nella capacità di passare in modo flessibile da un compito ad un altro.

¹ Sheridan PL, Hausdorff JM. The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer's disease 24(2): 125–137 doi: 10.1159/000105126

² Miyake et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. 41,49–100 doi:10.1006/cogp.1999.073

La flessibilità cognitiva, è sostenuta da processi attentivi che ci consentono di direzionare e allocare risorse in modo adattabile per selezionare la risposta comportamentale più efficace all'interno di un contesto in cui sono presenti numerosissimi e differenti stimoli sensoriali per cui è necessario modificare il piano d'azione precedentemente adottato sulla base di quest'ultimi (Rikhye, Gilra et Halassa, 2018)³.

Deficit in quest'area possono determinare una tendenza alla perseverazione: il soggetto ripropone continuamente la stessa risposta nonostante essa appaia chiaramente inappropriata.

- Inibizione (*Inhibition*): consiste nella capacità di ignorare deliberatamente gli stimoli distrattori, ovvero le informazioni irrilevanti, mantenendo lo scopo. Aiuta gli individui a regolare le loro emozioni e ad evitare di comportarsi in modo impulsivo. L'abilità di ignorare gli stimoli distrattori rende possibile l'attenzione selettiva e sostenuta. La capacità di inibire una forte inclinazione comportamentale rende possibili la flessibilità e il cambiamento, così come l'essere in grado di comportarsi in modo appropriato in contesti sociali. L'inibizione ci permette, dunque, di avere, in una certa misura, un controllo sulla nostra attenzione e le nostre azioni, invece di essere semplicemente controllati dagli stimoli esterni, dalle emozioni o da tendenze comportamentali radicate.

1.2 Correlati anatomici delle Funzioni Esecutive:

Il substrato neuroanatomico delle funzioni esecutive nell'uomo, è rappresentato dalle aree prefrontali e delle connessioni con le altre strutture cerebrali. Queste aree svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione della cognizione e del comportamento. Questa localizzazione anatomica è emersa in seguito all'osservazione del comportamento di pazienti con lesione dei lobi frontali.

Un esempio emblematico è quello di Phineas Gage.

Le aree prefrontali sono complesse dal punto di vista strutturale e funzionale.

Una suddivisione utile dal punto di vista didattico, distingue le regioni corticali che occupano le tre superfici laterale, orbitaria e mediale. Ciascuna delle tre zone può essere divisa in aree non omogenee dal punto di vista funzionale ossia dorsale e ventrale.

La corteccia prefrontale dorsolaterale è implicata nella flessibilità cognitiva, nella capacità di mantenere l'attenzione e nella capacità di giudizio. In pazienti con lesione di questa zona si ha una difficoltà evidente a gestire delle situazioni complesse. La corteccia orbitofrontale è implicata nei processi decisionali e nel problem solving. Infine, sebbene non faccia parte della corteccia prefrontale, anche la corteccia cingolata anteriore, ha il suo ruolo nei processi cognitivi.

³ Rajeev V. Rikhye, Aditya Gilra, Michael M. Halassa: Thalamic regulation of switching between cortical representations enables cognitive flexibility 21(12): 1753–1763 doi:10.1038/s41593-018-0269-z

Una lesione alla corteccia cingolata anteriore provoca inibizione di risposte precedentemente apprese e un deficit di controllo di interferenze relative a stimoli distraenti.

Recenti studi (Jeremy D.Schmahmann, 2018)⁴ hanno dimostrato che anche il *cervelletto* svolge la sua attività nelle Funzioni Esecutive. Esiste, infatti, la Sindrome Affettiva Cognitiva Cerebellare, caratterizzata da menomazioni nella funzione esecutiva di *pianificazione, set-shifting, ragionamento astratto, fluidità verbale e memoria di lavoro*. Tale sindrome deriva da un danno del lobo cerebellare posteriore.

1.3 Componenti delle Funzioni Esecutive

Lezak in uno studio sui processi cognitivi, ha diviso le Funzioni Esecutive in quattro componenti principali: *volontà, pianificazione, azione finalizzata e monitoraggio dell'azione* (Galit Yogev, Jeffrey M. Hausdorff, 2015)⁵. Altri includono anche esplicitamente l'inibizione cognitiva come componente delle funzioni esecutive.

1.4 Il ruolo delle Funzioni Esecutive nell'andatura

La compromissione di uno o più di queste componenti delle Funzioni Esecutive, può influire sulla capacità di camminare in modo efficiente e sicuro.

Una scarsa autoconsapevolezza dei limiti, potrebbe comportare un aumento del rischio di caduta.

Le capacità di pianificazione, se compromesse, potrebbero comportare la scelta di percorsi inefficienti o l'applicazione di sforzi inutili per arrivare ad una destinazione.

La Tabella 1 riassume le componenti principali delle Funzioni Esecutive e i loro potenziali effetti sull'andatura.

Tabella 1: componenti delle Funzioni Esecutive

Componenti Funzioni Esecutive	Descrizione della componente	Effetto sull'andatura
Volontà	Comportamento intenzionale per formulare un obiettivo o capacità di iniziare un'attività intenzionalmente.	La mancanza di volontà può essere scambiata per bradicinesia. Si ha una diminuzione della spinta interiore a muoversi.
Autoconsapevolezza	Capacità di collocarsi fisicamente e psicologicamente nella situazione in corso.	La mancanza di autoconsapevolezza comporta una stima inadeguata dei

⁴ Jeremy D.Schmahmann, The cerebellum and cognition- DOI: 10.1016/j.neulet.2018.07.005

⁵ Galit Yogev, Jeffrey M. Hausdorff. The Role of Executive Function and Attention in Gait DOI: 10.1002/mds.21720

		limiti fisico-ambientali che può aumentare il rischio di cadute.
Pianificazione	Consiste nell'identificazione della successione dei passaggi e delle azioni volte al raggiungimento di un obiettivo.	La mancata pianificazione delle azioni volte al raggiungimento di un obiettivo, comporta scelte inadeguate che portano ad uno spreco di risorse per raggiungere la meta.
Inibizione della risposta	Consente di ignorare gli input irrilevanti e focalizzarsi su un compito. Consente di eliminare le distrazioni. Serve per dare la giusta importanza e priorità alla funzione motoria del cammino.	È strettamente correlata con l'attenzione selettiva, il cui deficit potrebbe comportare distrazioni che vicariano l'attenzione dal compito, provocando cadute.
Monitoraggio della risposta	Consente di confrontare le azioni in corso con un piano interno al fine di rilevare gli errori.	In pazienti in cui manca questa componente, si ha un'andatura troppo veloce che non permette un monitoraggio efficace della risposta.
Attenzione/Dual Task	Consiste nella capacità di prestare attenzione a più compiti contemporaneamente.	

1.5 Attenzione

L'attenzione è la funzione che regola l'attività dei processi mentali, filtrando ed organizzando le informazioni provenienti dall'ambiente allo scopo di emettere una risposta adeguata (Ladavas e Berti, 1995).

L'attenzione può essere considerata come l'insieme dei dispositivi e meccanismi che consentono di concentrare e focalizzare le proprie risorse mentali su alcune informazioni piuttosto che altre, definendo ciò di cui siamo consapevoli in un dato momento.

Cioè, l'attenzione è il processo cognitivo che ci permette di orientarci agli stimoli rilevanti e di reagire di conseguenza.

Secondo Posner et al. (1995)⁶ l'attenzione consiste in una rete anatomica il cui scopo è quello di influenzare il funzionamento di altre reti cerebrali.

⁶ Lezak MD. Neuropsychological assessment. Oxford University Press, Inc.; New York: 1995

L'attenzione può essere considerata un esempio specifico di funzione esecutiva^{7 8}.

1.6 Componenti dell'attenzione:

L'arousal o attenzione generalizzata è un prerequisito dell'attenzione.

Predisporre l'organismo umano a ricevere gli input; può essere descritto come una reazione di orientamento, che implica cambiamenti comportamentali e fisiologici in risposta a nuovi stimoli⁹.

Consiste nel livello di preparazione fisiologica a ricevere stimolazioni esterne ed interne.

Le componenti dell'attenzione sono riportate nella tabella 2.

Tabella 2: Tipi di Attenzione

Attenzione sostenuta	Capacità di mantenere l'attenzione su una sequenza di stimoli specifici per un periodo prolungato di tempo.
Attenzione selettiva	Capacità di rispondere in maniera distinta a stimoli specifici, respingendo forme di distrazione.
Attenzione alternata (Shift-Attentivo)	Capacità di spostare rapidamente l'attenzione da un compito ad un altro
Attenzione divisa	Capacità di elaborare diverse informazioni simultaneamente, mantenendo l'applicazione su più compiti.

1.7 Memoria

La memoria è la capacità di immagazzinare le informazioni, alle quali attingere quando è necessario.

La memoria è il processo con cui si codificano, si immagazzinano e si recuperano le informazioni.

La codifica consente di registrare ciò che sentiamo o percepiamo attraverso un codice che può essere spaziale o fonologico.

La fase di immagazzinamento consente di conservare le informazioni nella memoria per un periodo di tempo più o meno lungo in maniera organizzata in modo da poter facilitarne il recupero.

Secondo Atkinson e Shiffrin la memoria è suddivisa in vari processi: *registro sensoriale*, *memoria a breve termine*, *memoria a lungo termine*, *processi di controllo*. Tale teoria è chiamata modale.

⁷ Stuss DT, Levine B. Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annu Rev Psychol.* 2002; 53: 401-433

⁸ Woodruff-Pak DS, Papka M. Theories of neuropsychology and aging. In: Bengston VL, Schaie KW, editors. *Handbook of theories of aging*. Springer; New York: 1999

⁹ Rosa Angela Fabio; Franco Angeli "L'attenzione. Fisiologia, patologie e interventi riabilitativi". 2001. Pag 20-21.

Il registro sensoriale conserva la traccia dell'informazione sensoriale per brevissimo tempo. Ha una capacità ampia, ma un rapido decadimento. L'informazione viene trattenuta fino al passaggio verso la memoria a breve termine (MBT), dove viene ricodificata ed elaborata.

La MBT viene suddivisa in due sottocomponenti essenziali: il deposito temporaneo a breve termine e la memoria di lavoro. Il deposito temporaneo a breve termine corrisponde alla capacità di SPAN. Lo SPAN di memoria consiste nella misurazione della capacità della MBT, viene misurata tramite il test di Span che consiste nella ripetizione seriale di una lista di stimoli. Il numero di stimoli che viene ripetuto correttamente il 50% delle volte corrisponde allo Span di memoria.

Ebbinghaus (1885) e poi Miller (1956) eseguirono dei test sul limite della capacità della MBT e Miller identificò che la capacità media della MBT è sette più o meno due.

La memoria di lavoro è la seconda componente della MBT. Baddeley e Hitch (1974, 1976), fecero diversi studi per capire se la MBT avesse un ruolo in compiti cognitivi complessi.

Terminati gli studi, Baddeley elaborò un modello multicomponenziale della Memoria di lavoro.

La memoria di lavoro (WM) è considerata un sistema attivo, caratterizzato da diverse componenti, che svolge la funzione di coordinare i processi di mantenimento e di elaborazione.

I sistemi operativi della MBT sono: il circuito articolatorio (o loop fonologico) e il taccuino visuo-spaziale. Queste due componenti sono guidate da un sistema supervisore definito Sistema Esecutivo Centrale. Il loop fonologico consente di conservare l'ordine in cui sono presentati gli items.

Alcuni studi di Miyake et al., 2000 hanno individuato tre fattori che potrebbero costituire le principali componenti del sistema esecutivo centrale. Essi sono: inibizione, traslazione e aggiornamento.

Le funzioni sono quindi di:

-*inibizione*: vengono inibiti dei contenuti irrilevanti per liberare spazio necessario ad altre operazioni,

-*spostamento*: l'attenzione viene spostata da un contenuto ad un altro quando è necessario un lavoro simultaneo.

-*aggiornamento*: i contenuti nella memoria vengono costantemente aggiornati al variare dei compiti o degli obiettivi.

Anche la memoria a lungo termine (MLT), può essere suddivisa in sottocomponenti.

Cohene e Squire hanno effettuato un'importante distinzione qualitativa tra due processi mnestici definiti memoria dichiarativa (o esplicita) e memoria procedurale (o implicita)¹⁰

Il termine memoria procedurale si riferisce ad abilità e abitudini motorie, percettive e cognitive¹¹.

¹⁰ Scrimani Tullio Neuroscienze e psicologia clinica. Dal laboratorio di ricerca al setting pag 67

¹¹ Mauro Mancia, Psicoanalisi e Neuroscienze pag 43

CAPITOLO II

2. Dual Task

2.1 Definizione

Per “Dual-Task” si intende l’esecuzione simultanea di due compiti che possono essere eseguiti anche singolarmente.

All’interno di un training in Dual-Task si va a misurare la performance dei due compiti quando vengono svolti singolarmente (Single-Task), e quando vengono eseguite simultaneamente (Dual-Task).

2.2 Cognitive-Motor Interference (CMI)

L’interferenza cognitivo-motoria (CMI) è evidente quando, durante l’esecuzione simultanea di un compito cognitivo e di un compito motorio, si ha un deterioramento delle prestazioni in una o entrambe le attività, rispetto alle prestazioni di ciascuna attività effettuata separatamente.

Una capacità ridotta per le prestazioni in Dual-Task può ridurre notevolmente la qualità della vita e ostacolare le attività di partecipazione sociale¹².

Dato che l’attenzione è una risorsa limitata, la divisione dell’attenzione tra due attività simultanee può comportare un decremento delle prestazioni in una o entrambe le attività, rispetto a quando ciascuna attività viene eseguita da sola (cioè, senza richieste attenzionali concorrenti) (Abenethy, 1988).

Alcuni studi (Zentgraf, 2019)¹³ hanno dimostrato che anche compiti posturali di base, richiedono la capacità di elaborazione centrale che è potenzialmente in competizione con compiti cognitivi concorrenti.

Nelle prestazioni in Dual Task, ci sono nove possibili scenari che riflettono il risultato delle prestazioni.

I possibili risultati sono riportati nella tabella 3:

Tabella 3: Pattern d’interferenza

1. No interference	l’esecuzione di entrambi i compiti non cambia rispetto alle prestazioni single-task
2. Gait-interference	le prestazioni cognitive rimangono stabili mentre le prestazioni motorie si deteriorano;
3. Cognitive-inteference	le prestazioni motorie rimangono stabili mentre le prestazioni cognitive si deteriorano

¹² Prudence Plummer Cognitive-Motor Interference During Functional Mobility After Stroke: State of the Science and Implications for Future Research, 2013;94:2565-74

¹³ Karen Zentgraf, Hermann Muller et al. Editorial: Cognitive-motor Interference in Multi-tasking Research doi:10.3389/fpsyg.2019.01744

4. Motor-Facilitation	le prestazioni cognitive rimangono stabili mentre le prestazioni motorie migliorano
5. Cognitive-Facilitation	la prestazione motoria rimane stabile mentre le prestazioni cognitive migliorano
6. Cognitive-priority trade off	le prestazioni cognitive migliorano mentre quelle motorie si deteriorano
7. Gait-priority trade off	Le prestazioni motorie migliorano mentre quelle cognitive si deteriorano
8. Mutal-Interference	Le prestazioni di entrambi i compiti peggiorano
9. Mutual Facilitation	La prestazione in entrambi i compiti migliora.

2.3 Teorie neuropsicologiche dell'interferenza Dual-Task: modalità di elaborazione.

La questione di come si verifichi l'interferenza a doppio compito rimane una questione di dibattito in corso. Tuttavia, ci sono due principali teorie concorrenti, ma correlate, riguardanti i meccanismi alla base dell'interferenza Dual-Task.

Il modello “*serial bottleneck*” proposto da Pashler, spiega che l'interferenza Cognitivo-Motoria sorga perché, il nostro organismo, può procedere ad una sola operazione di elaborazione delle informazioni alla volta (Pashler, 1984, 1994).

Al contrario, il *modello di condivisione della capacità* sostiene che l'elaborazione di più attività può procedere in parallelo, ma la capacità di elaborazione centrale per farlo è limitata.

Quando la capacità è limitata per eseguire due operazioni contemporaneamente, l'attenzione può essere assegnata a un'attività rispetto all'altra (Tomblin e Jolicoeur, 2003)¹⁴.

L'allocazione dell'attenzione in un compito rispetto ad un altro, può essere volontaria o influenzata dalle caratteristiche dei compiti.

A questo proposito, il modello di condivisione della capacità considera l'elaborazione seriale, come quella spiegata dal modello “*serial bottleneck*”, come una strategia adottata per gestire le due attività contemporanee (Meyer e Kieras, 1997; Tomblin e Jolicoeur, 2003; Miller et al., 2009).

L'idea di selezionare una particolare strategia per la prestazione in Dual-Task è coerente con il *modello di prioritizzazione del compito* (Yogev-Seligmann et al., 2012), il quale suggerisce che quando c'è competizione per le risorse attenzionali, la persona deve decidere come dare la priorità ad uno dei due compiti e che questa strategia di decisione, è determinata da fattori che riducono al minimo il pericolo e massimizzano il piacere¹⁵.

¹⁴ P.Plummer, G. Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 2015.

¹⁵ Prudence Plummer and Gail Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. DOI: 10.3389/fnhum.2015.00225

Ad esempio, se un individuo deve prestare maggiore attenzione alla postura e alla stabilità per evitare di cadere, le prestazioni sul compito cognitivo potrebbero essere compromesse; questo potrebbe non avvenire in un ambiente meno minaccioso o per una persona con maggiore riserva posturale.

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

Frank Tong e colleghi (Dux et al., 2009) hanno effettuato uno studio fMRI piuttosto innovativo, in cui la scansione dei partecipanti avveniva più volte nel corso di un periodo di 2 settimane in cui questi erano addestrati a eseguire due compiti simultaneamente (uno visivo-manuale e l'altro uditivo-vocale). Come previsto, i partecipanti hanno mostrato una notevole riduzione dei costi dovuti al doppio compito (tempi di reazione più veloci senza perdita di precisione) alla fine del periodo di addestramento. I ricercatori, quindi, hanno esaminato i pattern di connettività cerebrale, concentrandosi sulla corteccia frontale inferiore sulla base dei risultati di neuroimmagine precedenti che mostravano un'attivazione in questa regione durante il cambiamento del compito (*task switching*).

Questa regione ha mostrato una riduzione significativa dell'attività in virtù dell'addestramento.

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.

In seguito all'addestramento, il picco della risposta frontale diveniva più precoce ed era di durata minore: questa è la prova che i partecipanti sono diventati sempre più bravi ed efficienti a passare da un compito all'altro.

Questo studio suggerisce che, durante le attività in Dual-Task, non si svolgono compiti in parallelo ma si alternano rapidamente da un compito all'altro¹⁶.

2.4 Correlazione neuroanatomica

La base neurale dell'elaborazione in Dual-Task non è ancora chiara.

Gli studiosi si chiedono se esista un'area cerebrale che si attiva durante l'esecuzione in Dual-Task e non quando si esegue un'attività singolarmente.

Precedenti studi di neuroimaging hanno fornito risultati contrastanti; alcuni studi hanno suggerito che sia presente un'attività neurale associata a prestazioni in Dual-Task (D'Esposito et al., 1995; Koechlin et al., 1999; Herath et al., 2001; Dreher e Grafman 2003; Szameitat et al., 2002, 2006; Schubert e Szameitat 2003; Erickson et al., 2005; Dux et al., 2006; Wu e Hallett 2008; Hsieh et al.,

¹⁶ Michael Gazzaniga, Richard B Cognitive Neuroscience: the biology of the mind, 4th Edition. 1998

2009)^{17 18}, mentre altri studi, non hanno trovato prove dell'attivazione di queste aree cerebrali (Klingberg, 1998; Adcock et al., 2000; Bunge et al., 2000; Jiang 2004; Smith et al., 2000; Jiang 2004; Smith et al., 2001).

Alcuni studi hanno riscontrato una ridotta attività neurale associata a prestazioni in Dual-Task (Goldberg et al., 1998; Just et al., 2001, 2008; Jaeggi et al., 2003).

Altri articoli hanno specificato quali sono le aree cerebrali che si attivano durante i compiti in Dual-Task: la corteccia prefrontale laterale (D'Esposito et al., 1995; Goldberg et al., 1998; Dove et al., 2000; Herath et al., 2001; Szameitat et al., 2002), il solco frontale inferiore sinistro¹⁹ e la corteccia cingolata anteriore²⁰ o precuneus (Wenderoth et al., 2005; Mochizuki et al., 2007; Wu e Hallett 2008).

Un recente studio (Tao Wua et al., 2013) per la prima volta, ha identificato due sotto-regioni del *cervelletto* che sono implicate nel Dual Task: il lobulo sinistro e il verme destro.

La ricerca di queste diverse aree correlate al duplice compito suggerisce che l'attivazione cerebrale o cerebellare dipende dalle attività componenti il Dual-Task.

L'area prefrontale è fondamentale per i doppi compiti cognitivi (D'Esposito et al., 1995; Goldberg et al., 1998; Dove et al., 2000; Herath et al., 2001; Szameitat et al., 2002), mentre il cervelletto è importante per i compiti simultanei motori e cognitivi²¹.

2.5 Task prioritization

L'esecuzione simultanea di due compiti provoca una competizione delle risorse attentive. A fronte della loro capacità limitata, il nostro organismo deve decidere come dare priorità ai due task.

I soggetti in salute danno automaticamente priorità alla stabilità del cammino per minimizzare il danno e massimizzare il piacere²² ossia minimizzare la perdita di equilibrio e massimizzare la sicurezza e la prevenzione dei pericoli.

Diversi studi hanno messo in evidenza come i soggetti in salute diano priorità alla stabilità quando camminano ed eseguono simultaneamente un compito cognitivo²³.

¹⁷ D'Esposito M, Detre JA, Alsop DC, Shin RK, Atlas S, Grossman M. The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature*. 1995; 378:279–281. [PubMed: 7477346]

¹⁸ Koechlin E, Basso G, Pietrini P, Panzer S, Grafman J. The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature*. 1999; 399:148–151. [PubMed: 10335843]

¹⁹ Schubert T, Szameitat AJ. Functional neuroanatomy of interference in overlapping dual tasks: an fMRI study. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 2003; 17:733–746. [PubMed: 14561459]

²⁰ Dreher J, Grafman J. Dissociating the roles of the rostral anterior cingulate and the lateral prefrontal cortices in performing two tasks simultaneously or successively. *Cereb. Cortex*. 2003; 13:329–339. [PubMed: 12631562]

²¹ Tao Wua, Jun Liub, Mark Hallettc, Zheng Zhenga, and Piu Chana *Cerebellum and Integration of Neural Networks in Dual-Task Processing* DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.10.004

²² Prudence Plummer and Gail Eskes *Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice.* DOI: 10.3389/fnhum.2015.00225

²³ Schrodtt LA, Mercer VS, Giuliani CA, Hartman M. Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions 19: 279-287. 2004

Inoltre, si ipotizza che si dia maggiore priorità ai compiti di elevato ed immediato valore rispetto ai compiti meno determinanti ²⁴.

La popolazione più anziana tende a dare meno priorità al cammino rispetto ai soggetti in salute.

I soggetti in salute utilizzano la strategia “posture first”, mentre i soggetti più anziani utilizzano in modo inappropriato la strategia “posture second”.

Molto spesso questi pazienti non sono in grado di giudicare i rischi delle proprie azioni; in questo modo aumenta il rischio di cadute nelle situazioni di Dual-Tasking.

Yogev-Seligmann et al. hanno proposto un nuovo modello per spiegare le strategie inconsce di come quotidianamente viene data priorità ai compiti che si eseguono: *Integrated Model of Task Priorization* ²⁵.

È stato chiesto ai soggetti adulti di dare priorità al compito motorio; in questo modo è aumentata significativamente la velocità di andatura.

Quando, invece, è stato chiesto di dare priorità al compito cognitivo, la velocità dell'andatura è diminuita.

I soggetti di età più avanzata avevano un modello simile di prioritizzazione sebbene l'entità dell'effetto tendesse ad essere minore.

La velocità dell'andatura aumentava quando veniva chiesto di dare priorità all'andatura, mentre si assisteva ad una diminuzione non significativa della velocità in condizione di priorità cognitiva.

Secondo questo modello sono numerosi i fattori che influiscono il Task Priorization nel cammino come ad esempio le riserve funzionali, la capacità di compensazione, lo stato motorio e cognitivo del soggetto e la cosiddetta “postural reserve”, cioè la capacità individuale di rispondere in modo efficiente alle minacce posturali per evitare di cadere.

Nei soggetti giovani le risorse posturali sono adeguate ed efficienti e richiedendo una quota minore di attenzione per mantenere l'equilibrio. In particolari condizioni patologiche e in soggetti anziani, si manifesta il deterioramento dei sistemi sensitivi e motori, che può essere causa di instabilità.

In queste condizioni sarà necessario un dispendio maggiore di risorse attentive per mantenere la postura ed evitare di cadere. Un altro aspetto fondamentale del processo di *priorization* è lo stato cognitivo dell'individuo. In particolare è importante valutare l'*autoconsapevolezza* della malattia e dei limiti fisici (ad esempio le restrizioni derivate da una bassa riserva posturale) ²⁶.

Questa funzione cognitiva permette di stimare in modo ottimale i pericoli dell'ambiente nonché i limiti fisici ed è quindi fondamentale per ridurre il rischio di cadute (Lezak, 1995) ²⁷.

²⁴ Rapp MA, Krampe RT, Baltes PB. Adaptive task prioritization in aging: selective re source al location to postural control is preserved in Alzheimer disease. *Am J Geriatr Psychiatry* 14:52-61. 2006

²⁵ Yogev-Seligmann G, Rotem-Galili Y, Mirelman A et al. How does explicit prioritization alter walking during dual-task performance? Effects of age and sex on gait speed and variability. *Phys Ther.* 90:177-186.2010

²⁶ Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:93-108.

²⁷ Lezak MD. *Neuropsychological assessment*. New York: Oxford University Press. 1995

Definiamo quindi questo aspetto cognitivo come "stima del rischio".

Questa definizione è coerente con il suggerimento che l'uso della strategia "posture second" da parte di alcuni individui potrebbe essere attribuito a un cattivo giudizio e all'impulsività, che è un altro aspetto della funzione esecutiva²⁸.

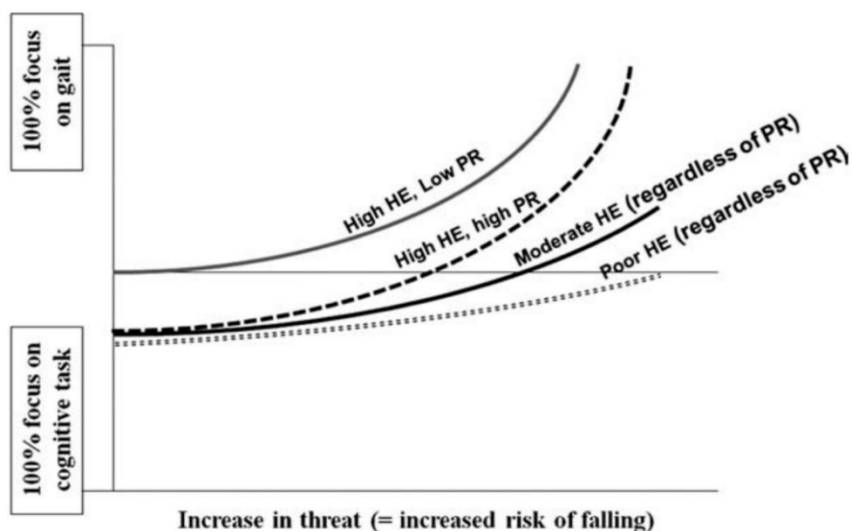


Figura 1: interazione tra la riserva posturale (PR) e la stima del rischio (HE) nelle strategie di prioritizzazione.

La figura 1 mostra come l'interazione tra la riserva posturale (PR) e la stima del rischio (HE) influisce sulle strategie di prioritizzazione dei compiti.

Quando la riserva posturale è intatta, il soggetto può concentrarsi sul compito cognitivo anche quando la minaccia posturale è considerevolmente alta.

I soggetti che sono cognitivamente intatti e quindi hanno un'alta stima del rischio, ma hanno una bassa riserva posturale, si concentreranno probabilmente sul compito posturale anche in condizioni di minaccia posturale relativamente bassa, essendo consapevoli dei propri limiti e dei rischi ambientali.

In alternativa, i soggetti con una riserva posturale alta o bassa, ma una scarsa stima del rischio, come i pazienti con deficit cognitivo o gli adulti più anziani, potrebbero mantenere la loro focalizzazione sul compito cognitivo anche quando la minaccia posturale aumenta, esponendosi al rischio di caduta. Altre caratteristiche dell'individuo, tra cui l'eccitazione e lo stato della personalità, possono influenzare le prestazioni a doppio compito e la strategia di prioritizzazione durante i compiti in dual-task. Sia i giovani che gli anziani sani, che hanno partecipato allo studio di Yogev-Seligmann²⁹,

²⁸ Bloem BR, Grimbergen YA, van Dijk JG, Munneke M. The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. *J Neurol Sci* 2006;248:196–204.

²⁹ Yogev-Seligmann G. "Do we always prioritize balance when walking? Towards an integrated model of tasks prioritization" doi: 10.1002

hanno dedicato maggiore attenzione all'andatura a scapito del compito cognitivo quando hanno camminato su una passerella stretta ed elevata, suggerendo che l'ansia altera l'allocatione dell'attenzione in situazioni a doppio compito. Da un'altra prospettiva, le persone che tendono a correre dei rischi reagiranno in modo diverso nelle situazioni di doppio compito cognitivo-motorio. In alcuni casi si verifica il fenomeno per cui il soggetto smette di parlare quando svolge il compito motorio. Si verifica maggiormente quando il task cognitivo inizia ad essere impegnativo e il soggetto dispone di scarse riserve posturali.

In questo caso il soggetto trasferisce tutta l'attenzione sul compito motorio per evitare di cadere. Questa idea spiega il concetto "stop talking when walking".

2.5.1 Le normali strategie di prioritizzazione

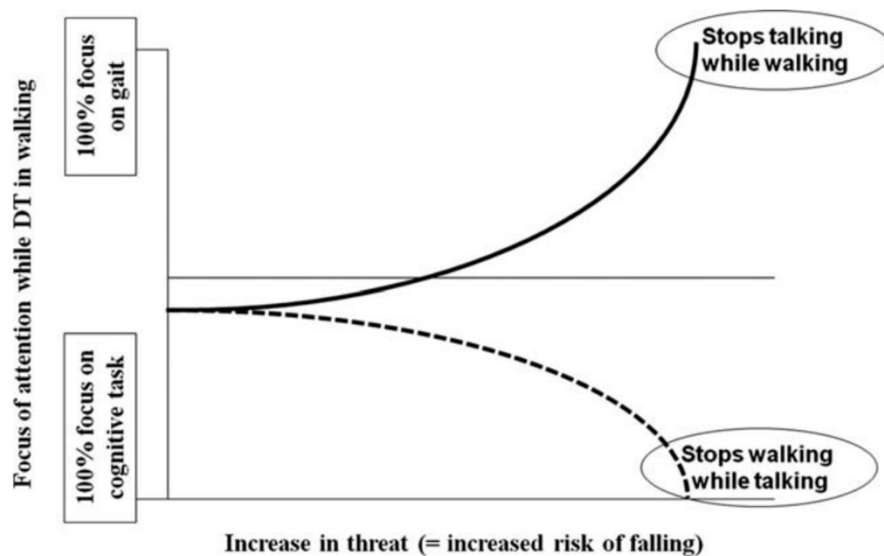


Figura 2: strategie di prioritizzazione in soggetti con riserva posturale e stima del rischio intatti

La figura 2 mostra quali sono le strategie di prioritizzazione che vengono utilizzate 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"). Questa situazione si verifica per esempio quando interrompiamo una conversazione per poter correre a prendere l'autobus.

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"). Quest'ultima è una condizione che si verifica, per esempio, durante un'importante telefonata di lavoro.

CAPITOLO III

3. Stroke

3.1 Stroke: generalità

Lo stroke è considerata la malattia neurologica più frequente la cui incidenza aumenta con l'età.

In base al meccanismo del danno possiamo identificare due categorie:

Si parla di *ictus ischemico* quando si ha un mancato afflusso di sangue al cervello, che comporta un'inadeguata perfusione del tessuto cerebrale o cerebellare;

Si parla di *ictus emorragico* quando si ha la rottura di un vaso arterioso con stravasamento di sangue.

In questo caso si ha un duplice problema. Il primo riguarda la mancata perfusione delle zone a valle rispetto al punto di rottura del vaso, il secondo riguarda problemi di ipertensione endocranica dovuti dall'ematoma che si è formato in seguito all'ictus emorragico.

3.2 Stroke e Dual-Task

Uno studio (Marco Yiu, Chung Pang et Coll, 2018) ha dimostrato che, durante le performance in Dual-Task, gli individui con esiti di ictus, mostrano decrementi più pronunciati nelle prestazioni cognitive, motorie o in entrambi i compiti, rispetto agli anziani sani³⁰.

Le cadute potrebbero non essere solamente il risultato di un deficit di equilibrio isolato, ma potrebbe essere dovuto all'incapacità di allocare l'attenzione in maniera efficace in contesti di Dual-Task³¹.

3.3 Stroke Cerebellare

Gli infarti cerebellari rappresentano circa il 2% (range 1,5-2,3%) di tutti gli infarti cerebrali³².

Ci sono molti potenziali processi che possono colpire il cervelletto ma gli strokes sono i più comuni.

Il cervelletto è irrorato principalmente da tre arterie: SCA (Arteria Cerebellare Superiore), AICA (Arteria Cerebellare Antero-Inferiore) e PICA (Arteria Cerebellare Infero-Posteriore).

La PICA, con i suoi due rami mediale e laterale, irroro il distretto mediale del cervelletto compreso il verme. L'AICA irroro la parte antero-inferiore del cervelletto, compreso il flocculo e il paraflocculo che hanno un ruolo importante nell'integrazione delle afferenze visive e vestibolari.

Oltre a irrorare il cervelletto, le arterie sopracitate, permettono la regolazione del flusso ematico ai distretti del tronco encefalo.

L'occlusione di un'arteria, può determinare un infarto cerebellare con o senza interessamento del tronco-encefalo.

³⁰Marco Yiu Chung Pang Dual-Task Exercise Reduces Cognitive-Motor Interference in Walking and Falls After Stroke

<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.022157>

³¹ Plumbee P, Eskes G, Wallace S., Giuffrida C. Et Al., American Congress of Rehabilitation Medicine Stroke Networking Group Cognition Task Force. Cognitive-motor interference during functional mobility After-stroke: state of the science and implicazioni for future research. Arch Phys Med Rehabil. 2013

32 Adams, Victor and Ropper. Principles of Neurology 6th edn, McGraw Hill, 1997

Il quadro clinico di una lesione cerebellare si manifesta con vertigine, associata a nausea e vomito. Troviamo inoltre asinergia, dismetria, ipotonia, disturbi della coordinazione, andamento atassico.

3.3.1 Compromissione delle funzioni cognitive nello Stroke Cerebellare

Usualmente i pazienti con Stroke Cerebellare utilizzano le informazioni che raccolgono in modo gerarchico. Tendono a costruire non più di una informazione alla volta. Hanno tipicamente difficoltà ad elaborare più informazioni contemporaneamente.

Il paziente con Stroke Cerebellare può presentare rigidità nella costruzione della ipotesi, di cui può mancare il confronto con la sensazione realmente sentita o rimanere fisso sulla sua idea.

Ha difficoltà a comprendere l'elemento informativo rilevante, soprattutto di fronte alla novità.

CAPITOLO IV

4. Il Cervelletto

4.1 Descrizione macroscopica

Il cervelletto occupa la fossa cranica posteriore, e si colloca inferiormente ai lobi occipitali degli emisferi cerebrali dai quali è separato per mezzo del tentorio del cervelletto.

È collegato al tronco encefalico mediante tre peduncoli cerebellari: quelli superiori, medi ed inferiori. Sulla linea mediana della faccia superiore, è presente un rilievo che prende il nome di verme superiore il quale è in continuità con una modesta sporgenza che prende il nome di verme inferiore. Il verme divide il cervelletto in due emisferi cerebellari³³.

Ci sono inoltre due fessure che permettono una suddivisione in lobi: la fessura primaria e la fessura posterolaterale.

Queste fessure danno origine ai lobi anteriore, posteriore e flocculonodulare.

Un'altra suddivisione riconosce nel cervelletto l'esistenza di tre zone: la zona del verme, la zona intermedia e la zona degli emisferi laterali.

Esiste poi una divisione del cervelletto in aree funzionali: il cerebro-cerebello, lo spino-cerebello e il vestibolo-cerebello.

4.2 Struttura del cervelletto:

Da un punto di vista filogenetico, il cervelletto può essere suddiviso in tre aree diverse: Archicerebello, Paleocerebello e Neocerebello.

L'archicerebello è connesso ai nuclei vestibolari dell'orecchio interno, il Paleocerebello si connette al midollo spinale e il Neocerebello è connesso alla corteccia cerebrale attraverso la via cortico-ponto-cerebellare.

La superficie del cervelletto, detta corteccia, è costituita da sostanza grigia stratificata, mentre, internamente, il centro midollare è costituito da sostanza bianca nel quale sono immersi i nuclei propri del cervelletto³⁴.

I nuclei sono quattro e sono: nucleo dentato, nucleo emboliforme, nucleo globoso e nucleo del tetto.

4.3 Funzione del cervelletto:

Il sistema nervoso centrale dispone di un gran numero di circuiti che gli permettono di esercitare un controllo retroattivo (feedback) sulla motricità. Ne sono alcuni esempi la regolazione del tono muscolare, quella dell'oculomozione e dell'equilibrio attraverso i nuclei vestibolari e il controllo del movimento volontario da parte della somestesia o della vista. Questi diversi controlli sono conservati in assenza del cervelletto, ma con una perdita di efficacia correlata allo sfasamento temporale.

³³ Castano e Donato, 2006; Chiarugi e Bucciante, 1972

³⁴ Castano e Donato, 2006

Il controllo cerebellare è di tipo diverso. Gli adattamenti posturali necessari per il mantenimento dell'equilibrio e la preparazione del movimento, così come il coordinamento delle sequenze che permettono di svolgere il movimento, sono soggetti ad un apprendimento in cui il cervelletto svolge un ruolo essenziale. Questo apprendimento consente al cervelletto, perfettamente informato dalle sue numerose afferenze del livello di attività delle vie efferenti e del programma motorio desiderato, di esercitare un controllo pre-programmato che anticipa il controllo retroattivo.

Tale tipo di controllo è particolarmente necessario quando sono in gioco movimenti bruschi, di tipo ballico, e per l'esecuzione di movimenti alternati rapidi.³⁵

Per più di un secolo i neurologi hanno osservato che i pazienti con lesioni al cervelletto, camminano oscillando e sono incapaci di eseguire semplici movimenti come toccarsi con un dito la punta del naso. Sembrava pertanto evidente che la funzione del cervelletto fosse solamente quella di aiutare il cervello a coordinare i movimenti.

Questo "dogma", sostenuto dalla maggior parte dei lavori condotti sia sull'animale che sull'uomo, è stato però messo in discussione nell'ultimo decennio da un crescente gruppo di ricercatori per i quali il cervelletto, prima ritenuto semplicemente una macchina deputata al controllo del movimento, partecipa a molte funzioni del cervello, compresa quella più importante: la *cognizione*.

L'ipotesi del coinvolgimento del cervelletto nelle funzioni superiori è resa plausibile dall'abbondanza di connessioni cortico-cerebellari ed è confermata da una mole di studi sempre più ampia.

Grazie soprattutto alla disponibilità di sempre più potenti strumenti di indagine offerti dalle varie tecniche di imaging cerebrale e dalla magnetoencefalografia, si stanno accumulando prove sperimentali a favore di una partecipazione del cervelletto all'organizzazione e al controllo di funzioni nervose superiori inerenti alla sfera cognitiva e affettiva e di un suo intervento nell'espressione di abilità linguistiche, di memoria, di immaginazione motoria e altri comportamenti decisamente "non motori" 36 37 38.

Studi recenti di Middleton e Strick con l'uso di traccianti transinaptici di origine virale, hanno evidenziato un circuito di controllo che collega la parte laterale degli emisferi cerebellari e del nucleo dentato con la porzione dorsale dell'area 46 e l'area 9 della corteccia prefrontale.

Entrambe queste aree sono associative e sono implicate in funzioni cognitive legate *al linguaggio, all'attenzione selettiva e alla memoria di lavoro*.

Il circuito di controllo cerebellare descritto sopra suggerisce un possibile ruolo del cervelletto nel processo di apprendimento del linguaggio in cui esso potrebbe intervenire sia negli aspetti cognitivi

³⁵ Jean Cambier Neurologia dodicesima edizione

³⁶ Ghelarducci B, Gemignani A. Le funzioni "non motorie" del cervelletto: storia nuova o evoluzione di un vecchio concetto? Riabil Apprend 1998;1:1-17.

³⁷ Ghelarducci B, Gemignani A, Sebastiani L. Meccanismi di controllo cerebellare: dal movimento alla dismetria del pensiero.

³⁸ Schmahmann JD, Caplan D. Cognition, emotion and the cerebellum. Brain 2006;129:290-2.

di scelta delle parole e della loro successione, sia negli aspetti più strettamente motori della loro articolazione.

A favore di questa interpretazione sono i risultati di studi con tecniche di neuroimmagine, come la PET che hanno mostrato attivazioni nella parte laterale dell'emisfero e del nucleo dentato durante compiti basati sulla generazione di associazioni cognitive tra parole, mentre l'attivazione si sposta nella parte più mediale dell'emisfero cerebellare e del nucleo dentato durante l'articolazione di parole.

Inoltre, utilizzando più accurati sistemi d'indagine neuropsicologica in pazienti con lesioni neocerebellari, è stato possibile cogliere deficit cognitivi e del linguaggio che erano sfuggiti a precedenti studiosi della fisiopatologia cerebellare 39 40 41 42.

I pazienti con danno cerebellare presentano tipicamente la sindrome cerebellare motoria caratterizzata da dismetria, disartria e atassia ma, le lesioni cerebellari possono anche comportare deficit delle funzioni superiori.

Queste osservazioni hanno rilevanza per la teoria della “dismetria del pensiero” (Schmahmann, 1991, 1996), che postula un ruolo del cervelletto nelle funzioni cognitive ed emotive in aggiunta a quello tradizionalmente riconosciuto nel controllo motorio.

Il sistema di circuiti neurali che collega la corteccia prefrontale, quella temporale, quella parietale posteriore e la corteccia limbica con il cervelletto spiegherebbe l'instaurarsi di tale sintomatologia, ad esempio, i deficit motori sono il risultato di lesioni che interrompono la comunicazione cerebellare con i sistemi motori, i deficit cognitivi sono il risultato di lesioni che interrompono la comunicazione cerebellare con le aree associative della corteccia cerebrale e, infine, i disturbi psichiatrici risultano da lesioni della linea mediana del verme cerebellare che interrompono la comunicazione con la neocorteccia e con il sistema limbico (Stoodley e Schmahmann 2010).

4.4 Sindrome Affettiva Cognitiva Cerebellare

La sindrome affettiva cognitiva cerebellare (CCAS), chiamata anche sindrome di Schmahmann, è una condizione che deriva da lesioni al cervelletto.

Si manifesta con deficit nei domini cognitivi della funzione esecutiva, della cognizione spaziale, del linguaggio e dell'affetto derivanti da danni al cervelletto.

³⁹ Bishop DV. Cerebellar abnormalities in developmental dyslexia: cause, correlate or consequence? *Cortex* 2002;38:491-8.

⁴⁰ Fiez JA, Raichle ME. Linguistic processing. In: Schmahmann JD, ed. *The Cerebellum and Cognition*. International Review of Neurobiology 1997;41:233-54.

⁴¹ Ito M. Bases and implications of learning in the cerebellum – adaptive control and internal model mechanism. *Prog Brain Res* 2005;148:95-109.

⁴² Leiner HC, Leiner A L, Dow RS. Cognitive and language functions of the human cerebellum. *Trends Neurosci* 1993;16:444-7.

I disturbi della funzione esecutiva includono *problemi con la pianificazione, il cambio di set, il ragionamento astratto, la fluidità verbale e la memoria di lavoro, e spesso ci sono perseverazione, distraibilità e disattenzione.*

I problemi di linguaggio includono *disprosodia, agrammatismo e lieve anomia.*

I deficit nella cognizione spaziale producono una *disorganizzazione visivo-spaziale* e una compromissione della memoria visivo-spaziale.

I cambiamenti di personalità si manifestano come smussamento degli affetti o comportamento disinibito e inappropriato. Questi disturbi cognitivi si traducono in un abbassamento generale della funzione intellettuale. Il CCAS sfida la visione tradizionale del cervelletto che è responsabile esclusivamente della regolazione delle funzioni motorie. Si ritiene ora che il cervelletto sia responsabile del monitoraggio delle funzioni motorie e non motorie. Si ritiene che i deficit non motori descritti nel CCAS siano causati da disfunzione nelle connessioni cerebellari alla corteccia cerebrale e al sistema limbico.

CAPITOLO V

5. Caratteri e misure dell'interferenza Dual-Task

5.1 Fattori che influiscono sul Dual-task

Ci sono dei fattori che influenzano la performance dual-task ed è importante considerarli per la valutazione e la strutturazione di un training in Dual Task.

I fattori che influenzano possono essere di natura estrinseca o intrinseca.

Alcuni esempi sono riportati nella tabella 4.

Tabella 4: fattori che influiscono sul Dual Task

Fattori estrinseci	Fattori intrinseci
Difficoltà del compito motorio o cognitivo ⁴³	Menomazione motoria
Presenza di distrazioni ambientali che potrebbero catturare l'attenzione del soggetto	Velocità usuale di andatura
Difficoltà del compito ⁴⁴	Riserva cognitiva
La modalità con cui vengono date le istruzioni (facilitando il soggetto sul compito da prioritizzare)	Sede lesionale
Tempo di reazione	
Tipologia di ambiente scelto (aperto o chiuso).	

Uno studio ⁴⁵ ha messo in evidenza come la menomazione motoria degli arti inferiori, influisca sulla performance in Dual-task.

La performance in Dual-Task si riduce quando la velocità usuale di andatura è bassa.

Il livello di istruzione sembra compensare gli effetti del Dual-Task nel compito cognitivo.

Nella pratica clinica, e in particolare durante il training che verrà descritto nel presente elaborato, occorre dare, al paziente, istruzioni chiare, adeguate. Bisogna accertarsi che il paziente abbia compreso la consegna del compito assegnato.

5.2 Misurazione dell'interferenza Dual-Task

La modalità per calcolare gli effetti dell'interferenza prendendo in considerazione l'interazione tra i due compiti è stata presentata in un articolo di Prudence Plummer e Gail Eskes⁴⁶.

⁴³ Plummer-D'Amato P., Altmann LJ. Relationships between motor function and gait-related dual-task interference after stroke: a pilot study. *Gait Posture*. Jan 2012;35(1):170-172

⁴⁴ Plummer-D'Amato P., Brancato B., Dantowitz M., Birken S., Bonke C., Fuery E. Effects of gait and cognitive task difficulty on cognitive-motor interference in aging. *J Aging Res*. 2012;2012:583894

⁴⁵ Plummer-D'Amato P., Altmann LJ. Relationships between motor function and gait-related dual-task interference after stroke: a pilot study. *Gait Posture*. Jan 2012;35(1):170-172

⁴⁶ P.Plummer, G. Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 9:225 2015.

L'interferenza Dual-task è quantificata calcolando un **DTE** (Dual task effect) per ognuno dei due compiti. La formula tradizionale per valutare il DTE in un particolare outcome di interesse (es. velocità di cammino o l'accuratezza) è data dal rapporto percentuale tra la differenza fra le prestazioni di velocità in doppio compito e compito singolo e la velocità rilevata durante il compito singolo.

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

Quando la performance in Dual Task ha un punteggio maggiore rispetto a quello ottenuto in Single Task, si inserisce, per convenzione, un segno negativo davanti al valore della DTE, poiché indica un peggioramento della performance in Dual Task, rispetto a quella in ottenuta in Single Task (Dual Task benefit)

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

Nella valutazione dell'interferenza dual-task un importante punto, ma spesso trascurato, è che l'interferenza dual-task comprende il DTE di entrambi i compiti⁴⁷, poiché se ad esempio si prendesse la misura della riduzione della velocità del cammino, si potrebbe ipotizzare un peggioramento della performance globale, quando invece possono esserci tre condizioni:

1. Un miglioramento Dual task nel compito cognitivo (interferenza motoria con beneficio cognitivo – Cognitive-priority trade off);
2. Nessun cambiamento del compito cognitivo relativo alla performance in Single task (interferenza motoria senza interferenza cognitiva);
3. Un peggioramento della performance cognitiva relativa al Single task (interferenza mutuale - Mutual interference)

La completezza della valutazione, dunque è fondamentale per non portare ad errori e conseguentemente ad informazioni apparenti, che potrebbero inficiare la stessa efficacia ed efficienza del trattamento.

Per interpretare accuratamente l'interferenza dual-task è cruciale che la performance in entrambi i compiti (cognitivi e motori) sia misurata sia in single-task che in dual-task così che il DTE relativo possa essere esaminato e che si possa interpretare la strategia attenzionale utilizzata.

Se venisse misurato solamente il DTE nel cammino, ignorando il DTE cognitivo, non sarebbe possibile differenziare i tre scenari appena descritti.

⁴⁷ Plummer P., Eskes G, Wallace S, Giuffrida C, Fraas M, Campbell G, et al. Cognitive-motor interference during functional mobility after stroke: state of the science and implications for future research. Arch. Phys.Med. Rehabil. 94;2574. 2013

Queste tre situazioni mostrano patterns e livelli di gravità molto differenti dell'interferenza Dual-Task con diverse interpretazioni.

Per esempio l'interferenza mutuale suggerisce che ci sono risorse attentive inadeguate per mantenere il livello di performance dei single-task in ogni compito quando eseguiti insieme. Entrambi i compiti, sia cognitivo che motorio, appaiono deteriorati.

L'interferenza nel compito motorio ma non in quello cognitivo, suggerisce risorse attentive inadeguate, ma, rispetto allo scenario precedente, si verifica un'apparente prioritizzazione del compito cognitivo (che rimane uguale alla performance in Single-Task) rispetto al compito motorio.

Il terzo scenario, ossia quello della "*Cognitive priority trade off*", suggerisce che ci siano risorse attenzionali inadeguate, dovute al fatto che si verifica una prioritizzazione del compito cognitivo a sfavore del compito motorio. La performance migliorata (rispetto alla performance in Single Task) nel compito cognitivo avviene con un costo nel compito motorio.

Quest'ultimo caso è considerato meno severo rispetto al declino dual-task (Mutual Interference) poiché le risorse attentive non sono insufficienti, ma allocate maggiormente nel compito cognitivo. È quindi importante valutare l'interazione reciproca tra i due compiti e le strategie di allocazione dell'attenzione nel caso di valutazioni delle performance dual-task prima e dopo la riabilitazione.

Misurare solo il DTE motorio, può portare a risultati ingannevoli; infatti, se dopo l'intervento il soggetto riduce il Dual-task cost motorio, non vuol dire che la performance in dual-task sia ottimale poiché, se è presente una concomitante riduzione della performance cognitiva, il DTE complessivo non è da ritenersi migliorato. Una valutazione completa della performance Dual-Task richiede una valutazione in single e dual-task di entrambi i compiti prima e dopo la riabilitazione⁴⁸.

Prudence Plummer et al, hanno approfondito l'analisi focalizzandosi sulla costruzione di un modello per facilitare la valutazione e la misurazione dei pattern d'interferenza, e in particolar modo per valutare i cambiamenti dell'interferenza Dual-Task nel tempo.

Il grafico rappresentato nella Figura 3, ripreso dallo studio di Plummer et al., risulta essere utile per comprendere i pattern di interferenza che si possono verificare nell'esecuzione di un'attività in Dual-Task.

La zona centrale è chiamata "zona di non interferenza" – No Interference".

I confini della regione di non interferenza, sono determinati dai valori di minima differenza tra la prestazione in Single-Task e quella in Dual-Task.

Nell'asse delle ascisse è rappresentata la performance cognitiva; nell'asse delle ordinate, quella motoria. I compiti motorio e cognitivo, vengono messi a confronto sull'asse cartesiano per vedere quanto la performance si discosta dal punto di non interferenza.

Gli assi e i quadranti vanno a raffigurare nove pattern d'interferenza.

⁴⁸ P.Plummer, G. Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 9:225 2015.

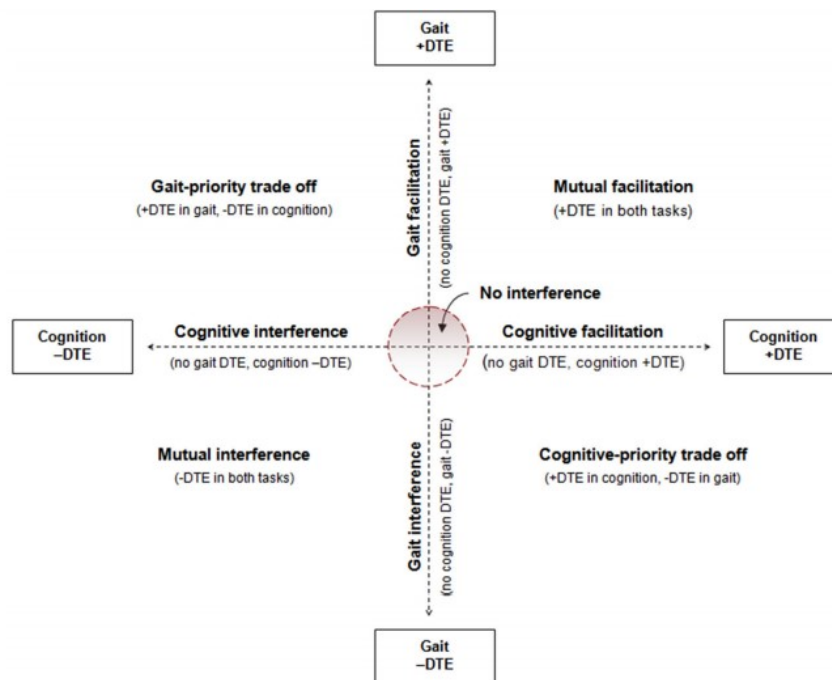


Figura 3: grafico di Interferenza Dual-Task

In ogni situazione di doppia attività cognitivo-motoria, sono state individuate diverse tipologie di esito della prestazione.

I nove scenari che possono verificarsi sono stati precedentemente elencati nella tabella 3.

Lo scenario cambia in relazione alla prestazione in Single-Task.

Per parlare di miglioramento ci dovrebbe essere una riduzione dell'interferenza nel cammino senza un concorrente aumento dell'interferenza cognitiva. Se la performance cognitiva peggiora, vuol dire che è stata adottata una nuova strategia di prioritizzazione e non un miglioramento della performance di cammino in Dual-Task.

Prudence Plummer et al, hanno presentato un grafico (figura 3) che permette di valutare i cambiamenti dell'interferenza Dual-Task, di capire le variazioni nell'allocazione delle risorse attentive nel tempo e di valutare le capacità complessive in Dual-Task.

La figura 4, rappresenta l'interferenza Dual-Task, pre e post trattamento.

Nella figura 4A, è rappresentata la performance di interferenza mutuale pre-trattamento. Nel post-trattamento, un miglioramento nel cammino in Dual-Task, si è verificato con un ridotto costo in uno dei due compiti.

Nella figura 4B, invece, il miglioramento del cammino in Dual-Task, si è verificato con un costo ridotto in entrambi i compiti.

Nella figura 4.C vediamo che inizialmente è presente un costo nel compito motorio durante a prestazione in Dual-Task con simultaneo beneficio cognitivo. Nel post-trattamento, invece, il costo del cammino diminuisce senza che le condizioni cognitive cambino.

Nel quarto quadro (fig. 4D), viene rappresentata la situazione in cui si ha un peggioramento della performance cognitiva e simultaneamente un miglioramento della performance motoria dopo il trattamento. In quest'ultimo caso, è cambiato il modo di allocare le risorse attentive tra i due compiti ma l'interferenza Dual-Task globale non è migliorata.

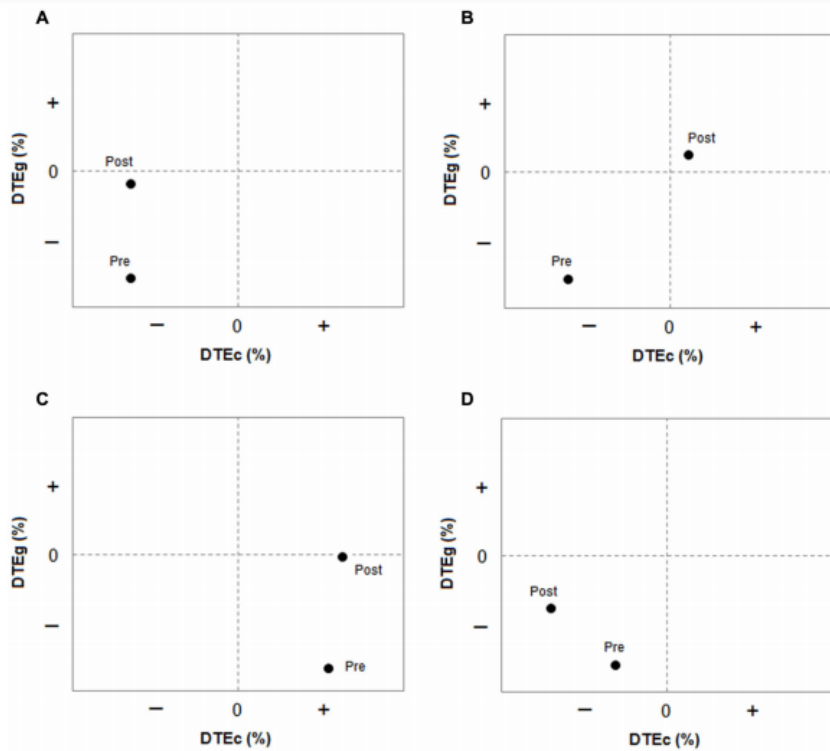


Figura 4: Pattern di interferenza Dual-Task pre e post-trattamento

Un'analisi di questo tipo è di fondamentale importanza perché l'abilità di cambiare le strategie di allocazione delle risorse attentive è un aspetto cruciale della performance in Dual-Task per garantire sicurezza nei movimenti quotidiani. Molti fattori possono influenzare le prestazioni del soggetto e di conseguenza l'interferenza cognitivo-motoria.

Ci sono fattori personali come capacità cognitive e motorie individuali, la localizzazione della lesione, l'equilibrio e la motivazione che possono avere un impatto su come vengono distribuite le risorse attentive nel caso in cui siano insufficienti.

Ci sono poi fattori estrinseci come la natura e la difficoltà del compito, la presenza di distrazioni ambientali e il modo in cui vengono date le istruzioni al soggetto.

CAPITOLO VI

6. Partecipanti e Metodi

Lo studio condotto ha avuto lo scopo di comprendere il funzionamento dell'interferenza cognitivo-motoria in pazienti con esiti di ictus cerebrale e cerebellare.

Sono stati studiati gli effetti di un training in Dual-Task sulle capacità motorie e cognitive.

Lo studio è stato svolto presso la SOD Clinica di Neuroriabilitazione dell'Azienda Ospedaliera Universitaria Ospedali Riuniti di Ancona per una durata complessiva di 4 anni. Nell'anno accademico 2017-2018 la sperimentazione è durata 9 mesi, nell'a.a. 2018-2019 8 mesi, nell'a.a. 2019-2020 4 mesi e infine nell'anno accademico 2020-2021, lo studio è stato condotto per 9 mesi.

Inizialmente è stata approfondita la letteratura in merito, successivamente, sulla base dei precedenti studi svoltisi gli anni precedenti, è stato rielaborato un protocollo di valutazione e riabilitazione che ha coinvolto 3 soggetti: uno con esiti di ictus cerebrale, due con esiti di ictus cerebellare.

L'applicazione del protocollo a pazienti con esiti di ictus cerebellare è una novità, che abbiamo deciso di introdurre, viste le peculiarità cognitive che ho descritto nel presente elaborato.

Lo studio è stato condotto in collaborazione con il CdL di Fisioterapia.

Nel quadriennio 2017-2021 sono stati trattati 15 pazienti in totale.

Tutti i pazienti avevano svolto un percorso riabilitativo tradizionale ed hanno aderito volontariamente allo studio.

6.1 Criteri di eleggibilità:

6.1.1 Criteri di inclusione:

- Aver ottenuto un punteggio pari o superiore a 18 nel test Mini Mental State Examination (MMSE).
- Aver ottenuto un punteggio pari o superiore a 3 nella scala Holden
- Corretto funzionamento dei sistemi visivo ed uditivo;
- Non essere sottoposto ad altri trattamenti concomitanti che potrebbero interferire con i risultati del trattamento.

6.1.2 Criteri di esclusione:

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

6.2 Partecipanti

L'età dei soggetti facenti parte dello studio, esclusi i casi Drop-out, è compresa tra 52 ed i 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 deviazione standard di $\pm 3,46$.

Nella tabella sottostante (Tabella 5) si mostrano le caratteristiche dei pazienti per età, sesso, scolarità, tipo e sede della lesione, distanza temporale dall'ictus ed anno del training.

Tabella 5: Partecipanti allo studio

	Età	Genere	Scolarità	Ictus	Tempo dall'evento	Anno del training
D.R.	72	M	17	Ictus ischemico capsule-lenticolare e cortico-sottocorticale temporale destro	1 anno	2017-2018
M.F.	61	M	11	Ictus ischemico emisferico cortico-sottocorticale destro	1 anno e 5 mesi	2017-2018
G.R.	68	M	9	Ictus emorragico capsule lenticolare destro	6 anni e 2 mesi	2017-2018
B.T.	65	F	8	Ictus ischemico destro	3 mesi	2017-2018
D.S.	53	M	11	Ictus ischemico destro	1 anno e 6 mesi	2017-2018
P.S.	66	M	13	Ictus emorragico capsulo-talamico sinistro	1 anno	2017-2018
M.C.	54	M	5	Ictus ischemico lacunare sinistro	5 mesi	2018-2019
A.V.	78	M	16	Ictus ischemico destro	2 mesi	2018-2019
S.G.	78	M	8	Ictus ischemico sinistro	6 mesi	2018-2019
S.M.	54	M	8	Ictus ischemico capsulo-nucleare destro	3 mesi	2018-2019
F.E.A.	52	F	13	Ictus emorragico temporo-occipitale destro	9 mesi	2019-2020
H.A.	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

G.N.	59	M	13	Esiti di ictus cerebellare bilaterale	1 anno e 6 mesi	2020-2021
P.L.	66	M	13	Ictus Emorragico intraparenchimale capsulo-lenticolare e talamico destro	9 mesi	2020-2021
A.O.	75	F	20	Esiti di ictus ischemico pontino destro	1 anno e 6 mesi (Drop-out)	2020-2021

A.O. rappresenta un caso Drop Out, in quanto, pur rientrando nei criteri di inclusione, non ha completato il training per motivi personali.

6.3 Descrizione del protocollo

Durante questo anno accademico è stata introdotta una Booster session ovvero una sessione di richiamo per i due soggetti trattati.

I soggetti hanno quindi svolto quattro valutazioni e due sessioni di training.

Le valutazioni cognitive e motorie, sono state eseguite all'inizio e alla fine del primo training, a due mesi dalla fine del primo training (Follow-up) ed alla fine del secondo training.

La prima sessione di training ha avuto una durata di 3 settimane con cadenza giornaliera (15 giornate di training), la Booster Session, ha avuto una durata di 3 settimane con cadenza trisettimanale (9 giornate di training).

La durata di ogni seduta è stata di un'ora.

I due cicli di training sono stati svolti a distanza di 4 mesi l'uno dall'altro.

6.3.1 Booster session

Abbiamo 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,⁴⁹ 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.

⁴⁹ 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.

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.

Ad esempio: per il dominio della velocità di elaborazione, il miglioramento percentuale con la sola sessione tradizionale è pari a 68; nei pazienti trattati anche con la sessione di richiamo, questo valore sale al 92%.

Un altro studio (Graham J et al.)⁵⁰ ha analizzato il beneficio di un trattamento sulla memoria su soggetti senza deterioramento cognitivo al fine di alterare il corso dei fenomeni nell'arco della vita. Ha lo scopo quindi di prevenire l'insorgenza di alterazioni di memoria in soggetti sani.

L'invecchiamento della popolazione rappresenta una sfida per l'assistenza sanitaria.

È stato riscontrato che un gruppo di soggetti sottoposto a sessioni di richiamo, ha mantenuto i risultati ottenuti durante il training iniziale, per un periodo di 7 anni.

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

6.4 Valutazioni:

6.4.1 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 6 sono riportati i test utilizzati per la valutazione cognitiva.

Tabella 6: Test utilizzati per la valutazione cognitiva

Funzione indagata	Test utilizzati
Attenzione	Paced Auditory Serial Addition Test (Ciaramelli et al.,2006) Test delle Matrici Attentive (Spinnler, Tognoni, 1987) Trail Making Test (TMT) (Giovagnoli et al., 1996)
Memoria	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)
Abilità esecutive	W.C.S.T. Wisconsin Card Sorting Test (Heaton R.K. et al. 2000)

⁵⁰ Cognitive Interventions Among Older Adults Graham J. McDougall Jr et al. doi: 10418659

	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)
Linguaggio	Test di Fluenza fonemica (AFS) (Carlesimo et al., 1996)

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.

6.4.2 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 Minutes Walking Test* (6MWT), il *10 Meters Walking Test* (10MWT), il *Mini Balance Evaluation System Test* (Mini BEST), il *Timed Up and Go Test* (TUG), il *9-Hole Peg Test* (9HPT) e il *Box and Block Test* (BBT).

Il *6 Minutes 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 Meters Walk Test* valuta, invece, la velocità del cammino; quando si somministra si chiede al soggetto di camminare lungo un percorso di 10 mt, mentre l'operatore cronometra il tempo, in secondi, necessario a portare a termine il compito. 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, camminare per tre metri, girare, tornare verso la sedia e sedersi. Si chiede al paziente di camminare. Il paziente inizia con la schiena appoggiata allo schienale e 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 3 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).

6.4.3 Valutazione della partecipazione

La valutazione della partecipazione è molto importante in soggetti con esiti di ictus poiché spesso si assiste a difficoltà nelle funzioni esecutive che possono limitare la partecipazione sociale e il reinserimento lavorativo. Le funzioni esecutive sono implicate negli aspetti di produzione di idee e pensieri, flessibilità mentale, capacità di programmare e pianificare, abilità di direzionare l'attenzione e di effettuare più compiti contemporaneamente.

La lentezza e la difficoltà di pianificazione, possono comportare problemi nell'organizzazione dei mezzi necessari a raggiungere il luogo di lavoro; la rigidità di pensiero può minacciare le relazioni.

La priorità, in soggetti affetti da esiti di ictus, è riacquistare il significato della propria vita.

Saranno proposti dei questionari, le cui domande sono volte a valutare le reali attività di vita quotidiana, le occupazioni e la socializzazione.

La focalizzazione sul riequilibrio delle attività di vita quotidiana è importante poiché è fonte di benessere psicologico e contrasta ansia, depressione e disordini del comportamento come rabbia e irritabilità (Ouellet, Morin, Lavoie, 2009)⁵¹

La valutazione di tale aspetto è importante anche per quanto concerne l'aspetto motorio poiché se il soggetto non si sente sicuro nel cammino, ridurrà le sue attività quotidiane e la partecipazione sociale. È importante quindi andare a riabilitare questi aspetti. Il training che descriverò non ha lavorato in modo specifico sul ritorno alle attività di vita quotidiana ma sono state somministrate alcune scale per analizzare se lo studio che abbiamo condotto provoca degli effetti ecologici sulla vita quotidiana del soggetto. Lo scopo è quello di analizzare se il training porta effetti di generalizzazione nella vita quotidiana. Le scale sono state sottoposte prima e dopo il trattamento riabilitativo.

Le scale utilizzate sono:

- ABC scale: la Activities specific Balance Confidence Scale è uno strumento sviluppato in Canada nel 1993 per valutare il rischio di caduta in pazienti anziani durante le attività di vita quotidiana. La scala è composta da 16 domande alle quali il soggetto deve rispondere dando un punteggio da 0 a 100 dove per 0 si indica che il soggetto non ha nessuna sicurezza, in 100 ha il massimo punteggio di equilibrio.
- Functional Status Questionnaire
- Motivational Index
- Questionario sull'effetto percepito dopo il trattamento.

⁵¹ Catagallo, Le funzioni esecutive Valutazione e riabilitazione. Carocci Faber.

6.4.4 Valutazione della performance: TUGx5 Dual-Task e calcolo dell'indice

Oltre alle misure di outcome motorie e cognitive, a ciascun soggetto è stata proposta un'attività a doppio compito in grado di fornire una misura quantitativa dell'esecuzione della performance in Dual-Task.

L'intento è stato quello di monitorare l'andamento delle prestazioni a doppio compito tramite un indice che fosse ripetibile.

Tale esecuzione è stata ripetuta sette volte: all'inizio del training (T0), a metà del primo ciclo di training (T1/2), alla fine del primo ciclo di training (T1), a due mesi (follow-up), all'inizio, metà e fine della Booster Session.

La prova prevedeva l'esecuzione simultanea del Time Up and Go test (TUG) ripetuto cinque volte e il Digit Span Backward. Al paziente veniva quindi chiesto, per il compito cognitivo, di ripetere al contrario una serie di quattro cifre che venivano dettate.

Inizialmente le prove venivano eseguite in Single-Task.

Quindi: si eseguiva il TUGx5 prendendo il tempo di esecuzione. In seguito, con il tempo raccolto durante l'esecuzione motoria, veniva chiesto di eseguire il compito cognitivo.

Dopo aver segnato il tempo e le risposte corrette delle prestazioni in Single-Task, si eseguiva la prestazione simultanea dei due compiti.

Per la prestazione motoria veniva raccolto un nuovo tempo di esecuzione, per vedere quanto risultava diverso dalla prestazione in Single-Task.

Il soggetto doveva alzarsi dalla sedia dopo aver sentito il primo numero, percorrere 5 metri, girare e tornare indietro sedendosi ogni volta per 5 giri totali; nel frattempo doveva rispondere all'operatore subito dopo aver sentito pronunciare ciascun span di 4 cifre. Poteva fermarsi allo stop dell'operatore il quale contava il termine dei 5 giri totali e registrava il tempo.

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

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

Esso consiste nel rapporto tra numero delle risposte corrette del compito cognitivo eseguito in Dual-Task e il tempo (in secondi) impiegato per completare il TUGx5 durante il doppio compito.

Lo scopo dell'indice è quello di monitorare l'andamento delle prestazioni; l'aumento dello stesso indica un miglioramento, una sua diminuzione segnala un peggioramento.

Con tutti i valori raccolti nelle sette ripetizioni, è stata costruita una rappresentazione grafica utile per presentare in maniera più immediata quelli che erano gli andamenti di ciascun soggetto.

Questa misurazione presenta però dei limiti che non possono essere trascurati.

In primo luogo non è una misura standardizzata; in secondo luogo non tiene conto delle risposte cognitive totali e questo può già fornirci un'informazione incompleta: un individuo infatti può

mantenere lo stesso numero di risposte corrette tra la prestazione solo cognitiva e in simultanea, ma il numero totale può essere variabile. Per fornire un esempio pratico vi è una sostanziale differenza tra rispondere correttamente a 5 risposte su 10 o a 5 risposte su 5, nel primo caso l'individuo infatti ha il 50% di errore mentre nel secondo caso gli errori sono nulli ma se si considera semplicemente 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'altra considerazione da fare riguarda il fatto che un individuo può avere una prestazione quasi ottimale all'inizio del training per la componente cognitiva che a T1 può diventare mediocre ma questo è dovuto al fatto che il tempo di esecuzione tra le due valutazioni può essersi ridotto.

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

6.5 Descrizione del training Dual-Task

Il training è stato svolto in due cicli; il primo della durata di tre settimane a cadenza giornaliera (15 sedute), il secondo della durata di tre settimane a cadenza trisettimanale (9 sedute).

La durata della seduta era pari ad un'ora.

Il trattamento ha implicato l'esecuzione di compiti cognitivi e motori simultaneamente.

Ogni attività è stata eseguita prima in Single Task e successivamente in Dual Task, come accade nell'esecuzione del test TUG x5 Dual Task descritto precedentemente.

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:

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

Nell'ambito dei compiti motori è stata eseguita una misurazione quantitativa del tempo impiegato nell'esecuzione del compito, annotando eventuali errori o imprecisioni.

Nel compito cognitivo sono stati analizzati da un lato gli errori commessi, dall'altro il tempo di risposta impiegato.

Il compito cognitivo veniva svolto da seduto durante la prestazione in Single-Task.

Inizialmente sono stati proposti esercizi semplici per poi aumentare la difficoltà in modo da stressare in modo equilibrato e consono entrambi gli ambiti, cognitivo e motorio.

Nella prima esecuzione solitamente si aveva un decremento di una delle due prestazioni, successivamente una prestazione sovrapponibile a quella in Single Task.

Quando veniva raggiunta la zona No Interference, si passava all'incremento graduale di difficoltà di uno dei due compiti mantenendo invariato l'altro.

La difficoltà degli esercizi veniva calibrata secondo la percentuale di errore calcolata con la seguente formula:

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

Un valore maggiore del 40% indica che il compito è troppo complesso.

Una percentuale inferiore al 15% indica che il compito è troppo semplice.

Le combinazioni di esercizi che risultavano calibrate per difficoltà, sono state ripetute due volte nell'arco della prima sessione e due volte durante la Booster Session, così da analizzare l'andamento delle prestazioni.

Il soggetto è stato lasciato libero di prioritizzare in maniera spontanea uno dei due compiti, trovando un equilibrio personale. Non sono state fornite istruzioni riguardo l'attenzione da investire nei due compiti.

Analisi del tempo di risposta:

E' 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:

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

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

6.6 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^{52 53 54 55 5657}.

I principali esercizi sono stati basati sul protocollo riabilitativo APT ideato da Sohlberg e Mateer (1986)⁵⁸ 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

⁵² 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.

⁵³ 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.

⁵⁴ 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.

⁵⁵ 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.

⁵⁶ 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. 2018-2019, Relatore: Dott.ssa Michela Coccia; Correlatore: Dott.ssa Laura Villani.

⁵⁷ Alessandra Nisi, training in dual-task cognitivo-motorio Applicati a soggetti adulti affetti da esiti di Ictus. Effetti sulla partecipazione sociale, il Cammino e l'equilibrio Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2018-2019, Relatore: Dott.ssa Marianna Capecci; Correlatore: Dott.ssa Paola Casoli.

⁵⁸ Sohlberg & Mateer, 1986; Sohlberg, Johnson, Paule Raskin & Mateer Attention Process Training, 1994.

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 7) sono riportati gli esercizi proposti durante i 4 anni di training (anni 2017-2021)

Tabella 7: esercizi cognitivi proposti

Compito	Tipologia di esercizio
APT-like	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
P.A.S.A.T.-like	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
Clock Task	30 stimoli
Spelling diretto o inverso di parole	3 lettere 4 lettere 5 lettere 6 lettere
Spelling diretto o inverso di non parole	3 lettere 4 lettere 5 lettere 6 lettere
Lettura inversa di parole	Parole a 4 lettere Parole a 5 lettere Parole a 6 lettere
Alpha Span	Lista di 3 parole Lista di 4 parole Lista di 5 parole Lista di 6 parole
Riordino di numeri o lettere	4 stimoli 5 stimoli 6 Stimoli

6.7 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. Gli esercizi proposti, sono stati adattati al singolo paziente considerando le problematiche e le esigenze di vita quotidiana di ognuno. Per tutte le prove, 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 i due 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.

Esercizi proposti:

- **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.

CAPITOLO VII

7. Risultati

Vengono descritti di seguito i casi clinici che sono stati trattati nell'anno accademico 2020-2021.

7.1 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-basilarie 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.

7.1.1 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.

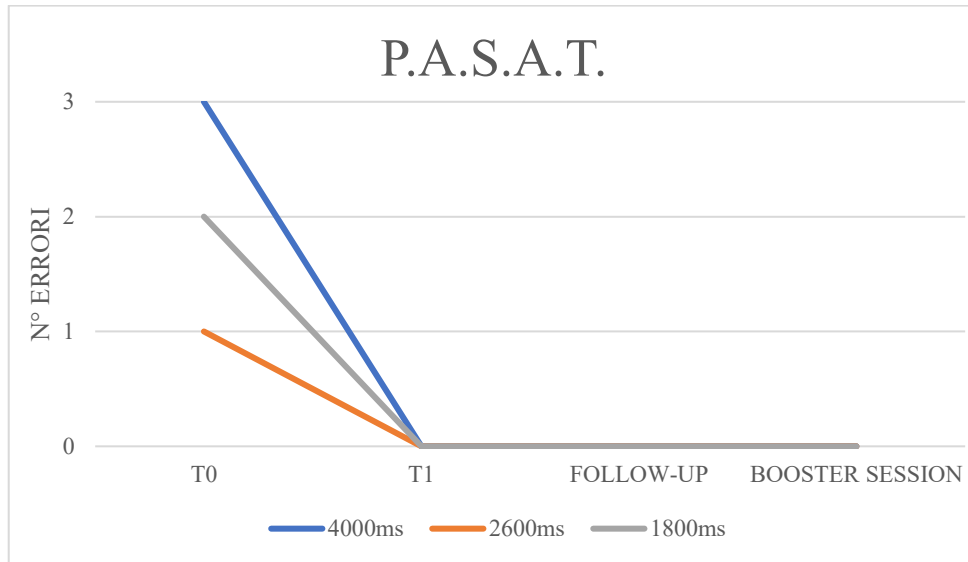


Figura 5: G.N. Paced Auditory Serial Addition Test

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

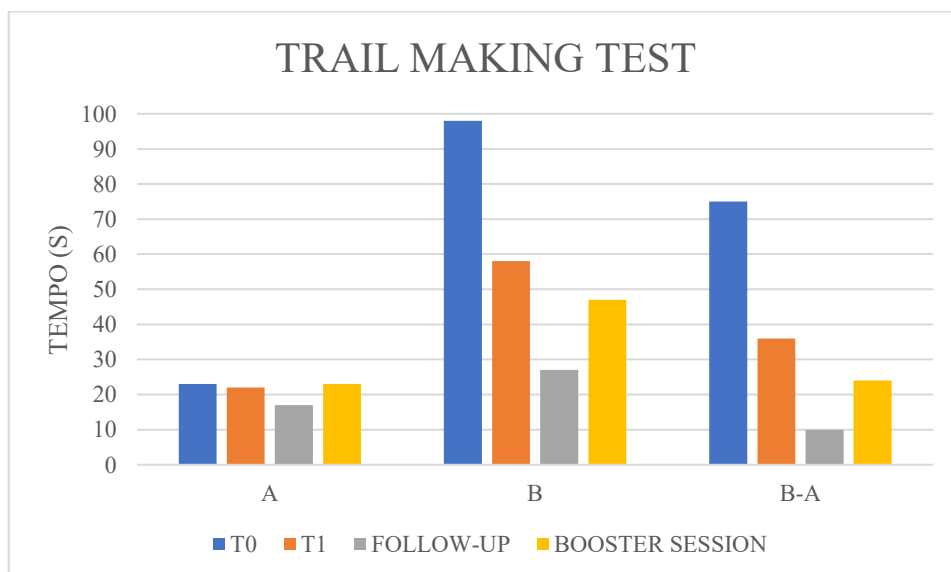


Figura 6: G.N. Trail Making Test

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 i 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

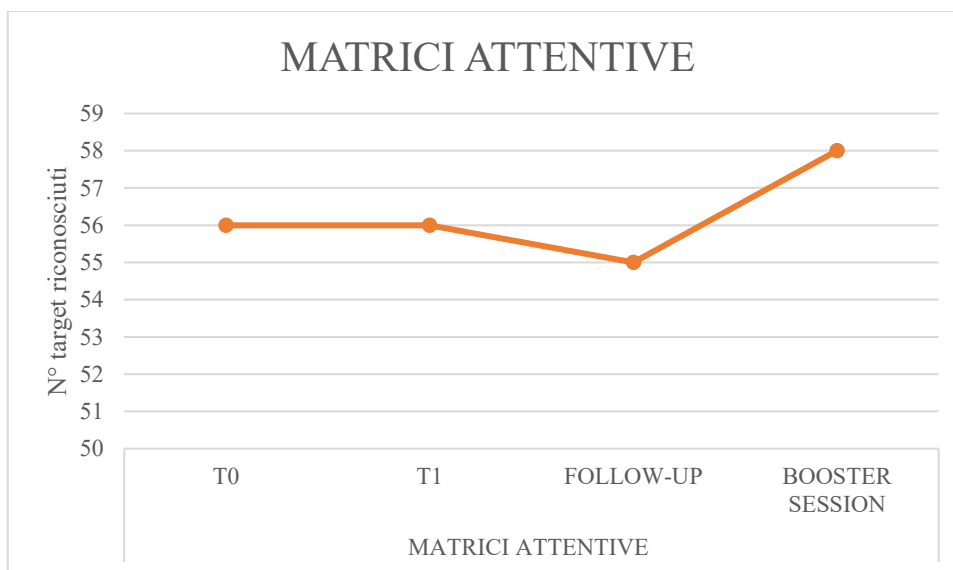


Figura 7: G.N. Matrici Attentive

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

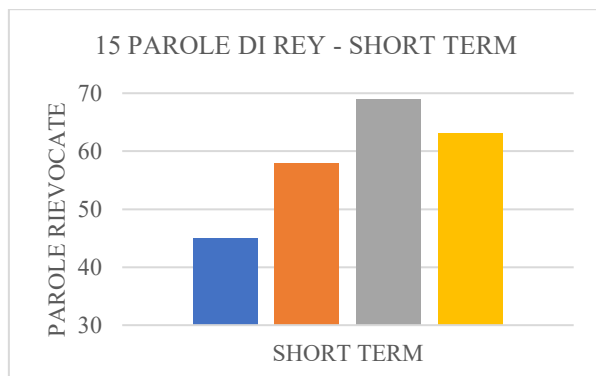


Figura 8: G.N. 15 Parole di Rey - Short Term

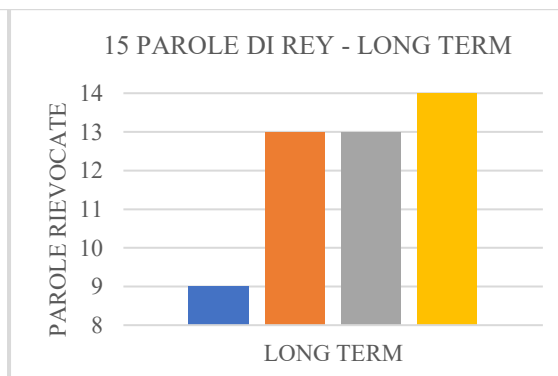


Figura 9: G.N. 15 Parole di Rey - Long Term

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 8) 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 9), 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

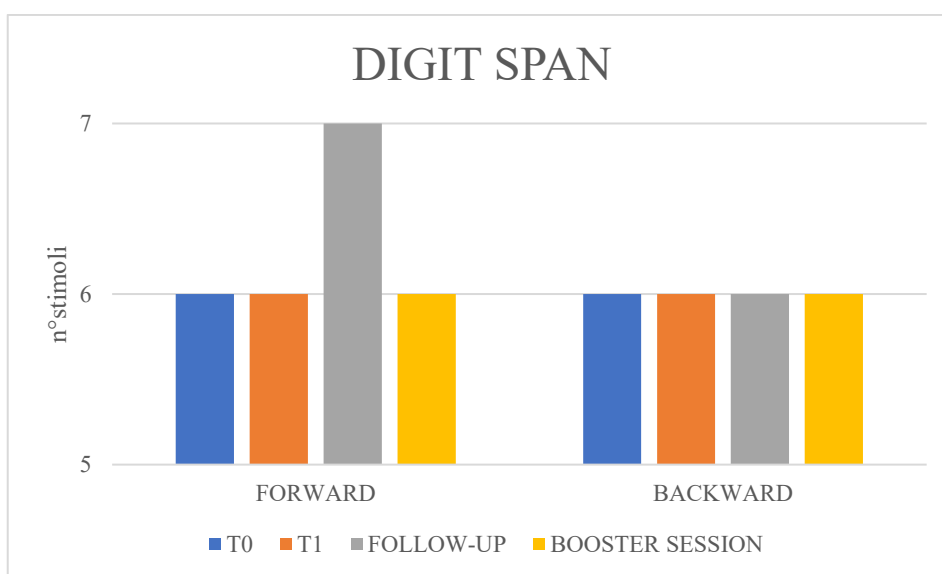


Figura 10: G.N. Digit Span

Il test Digit Span (Figura 10) 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

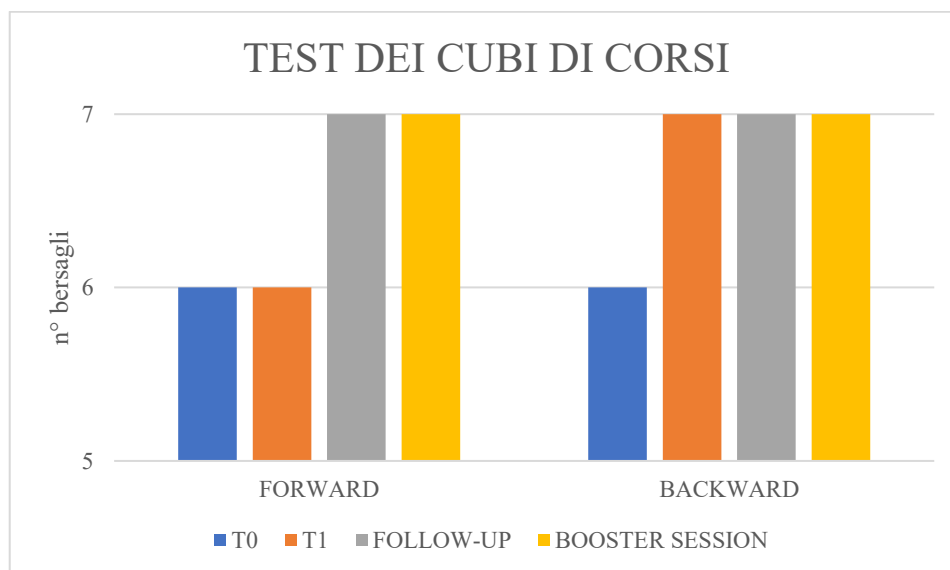


Figura 11: G.N. Test dei cubi di Corsi

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)

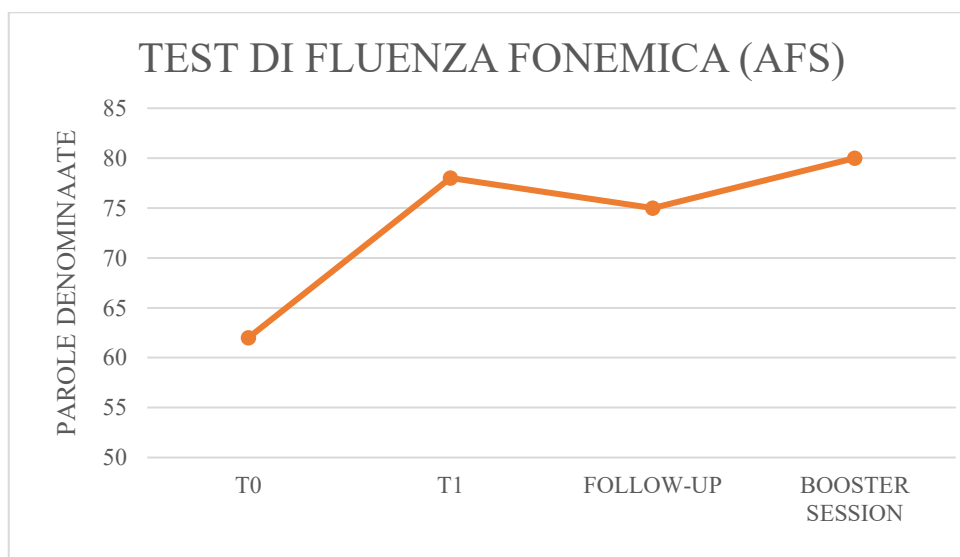


Figura 12: G.N. Fluenza Fonemica

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

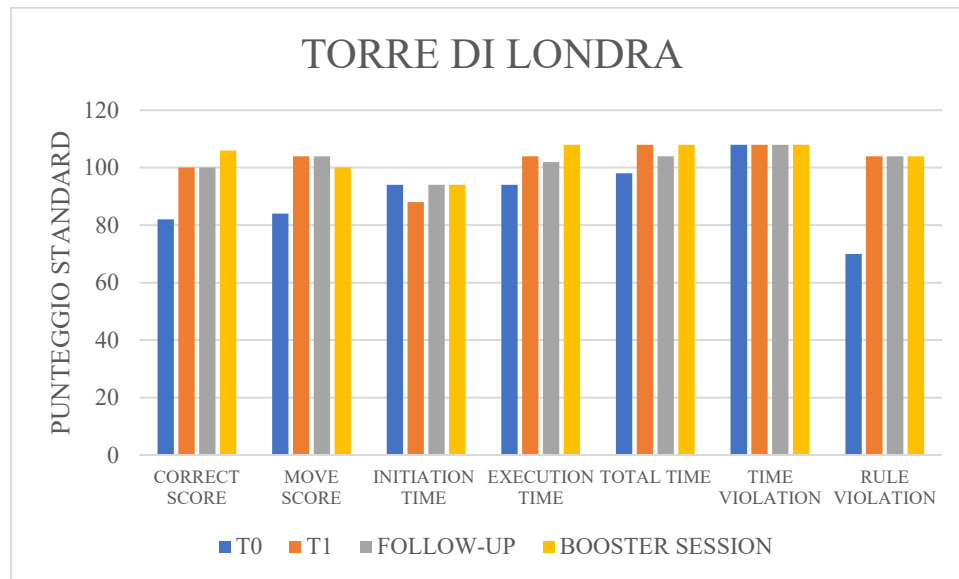


Figura 13: G.N. Torre di Londra

Nel test Torre di Londra (Figura 13) 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

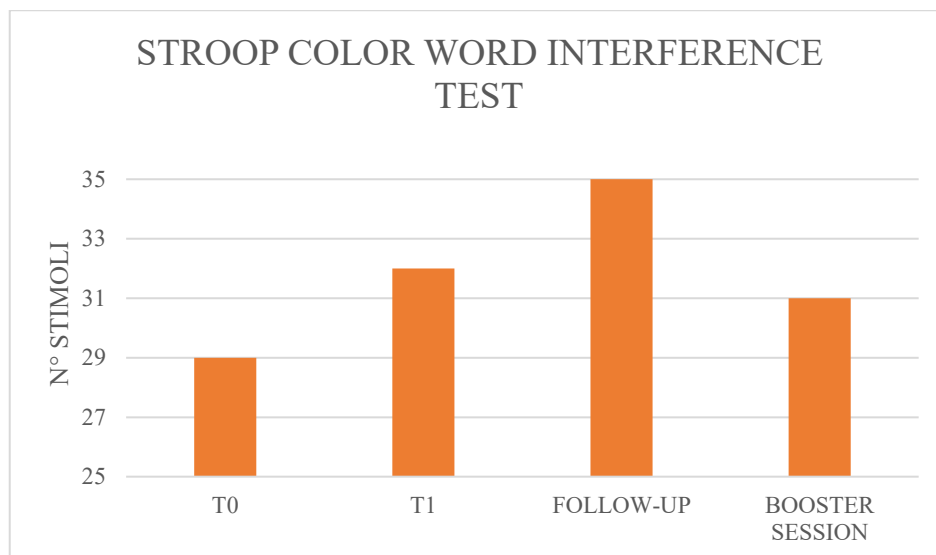


Figura 14: G.N. Stroop Color Word Interference Test

Allo Stroop Color Word Interference Test (Figura 14), 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

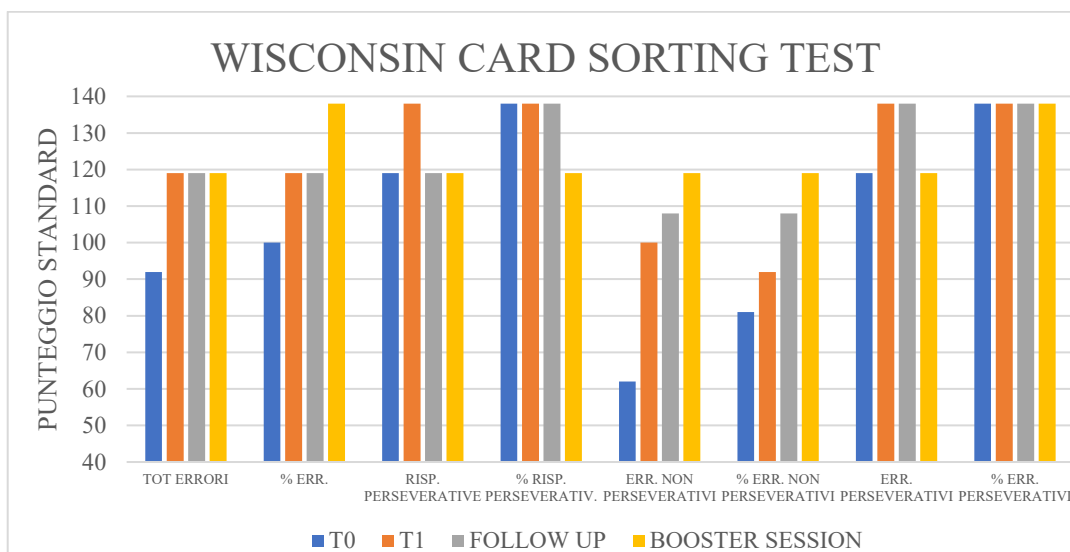


Figura 15: G.N. Wisconsin Card Sorting Test

Al Wisconsin Card Sorting Test (Figura 15), 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.)

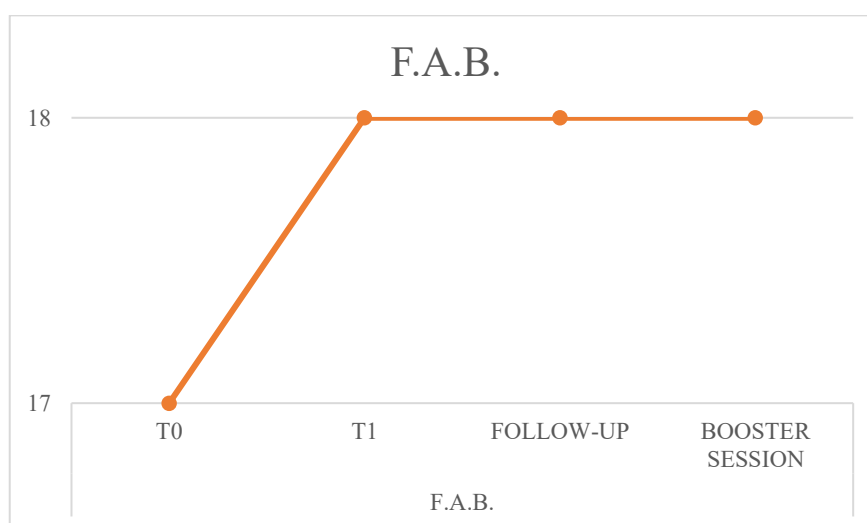


Figura 16: G.N. Frontal Assessment Battery

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.

7.1.2 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.

Timed Up And Go:

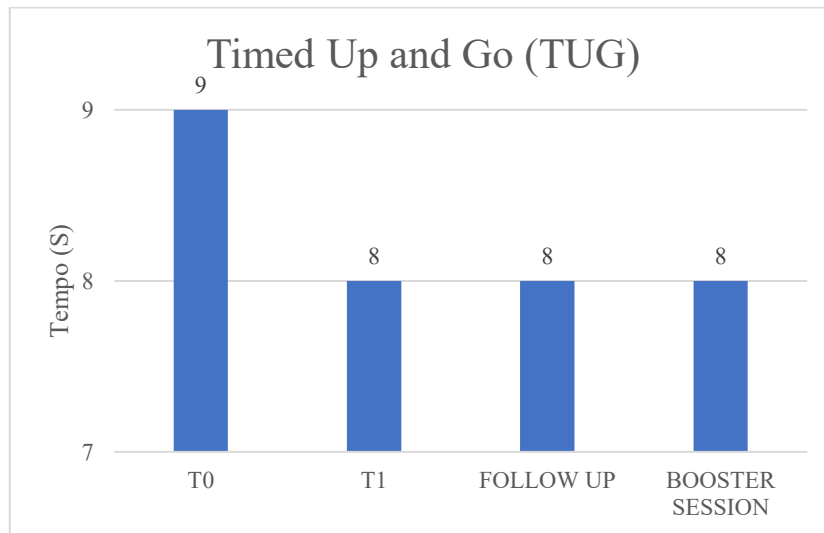


Figura 17: G.N. Timed Up And Go (TUG)

Al Timed Up and Go (figura 17), G.N. non mostra rilevanti cambiamenti: 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.

Timed Up And Go Cognitivo (TUG COG)

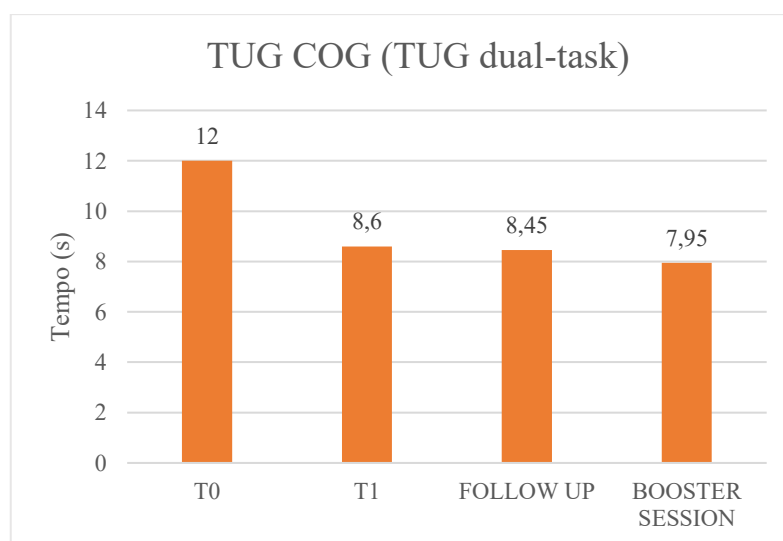


Figura 18: G.N. TUG COG

Al Timed Up and Go Cognitivo (TUG COG) in figura 18, 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.

6 Meters Walk Test:

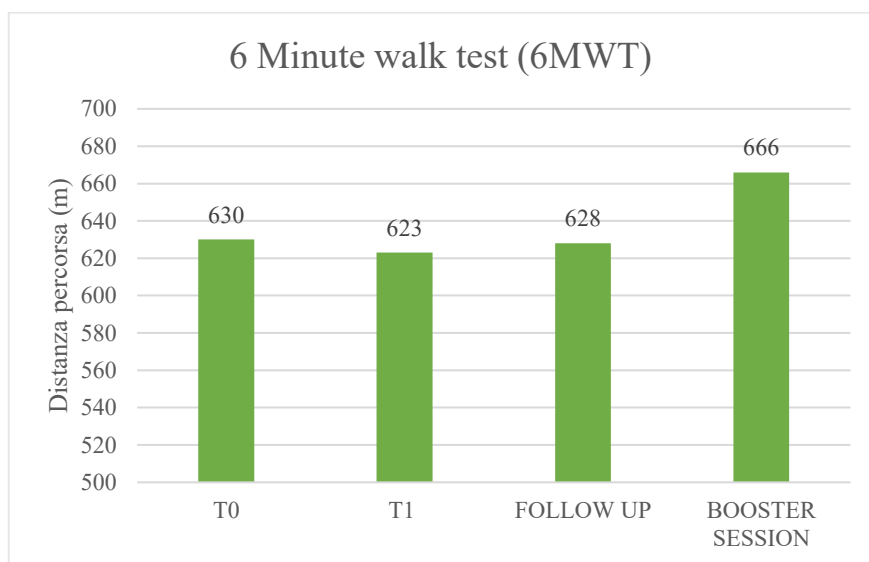


Figura 19: G.N. 6 Minute Walk Test

Analizziamo ora i risultati del 6 Minute Walking 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.⁵⁹ La MCID è il più piccolo cambiamento di risultato del test che può essere percepito come un miglioramento effettivo anche dal paziente nella vita quotidiana. Possiamo considerare, quindi, il miglioramento alla fine della booster session funzionalmente significativo.

⁵⁹ 6 Minute Walk Test, RehabMeasures Database (sralab.org)

Mini BESTest:

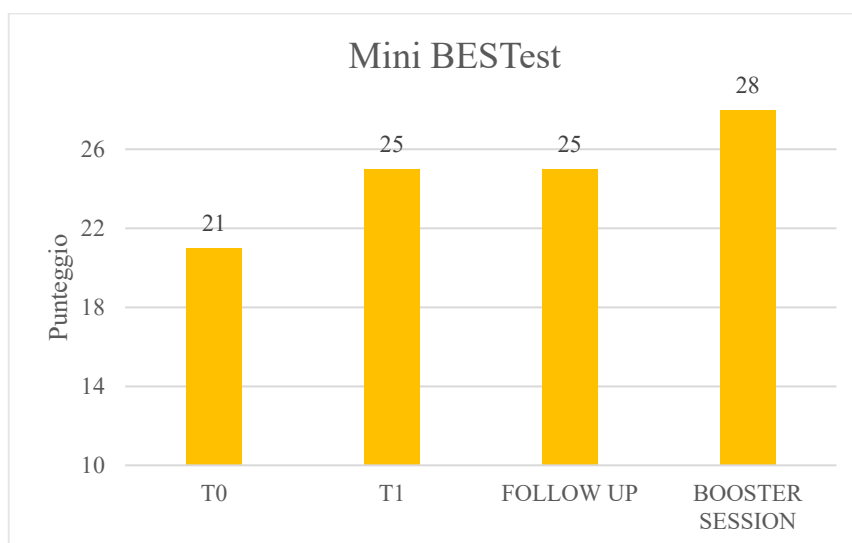


Figura 20: G.N. Mini BESTest

Anche nel Mini BESTest (figura 19) 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.

10 Meter Walk Test (10MWT)

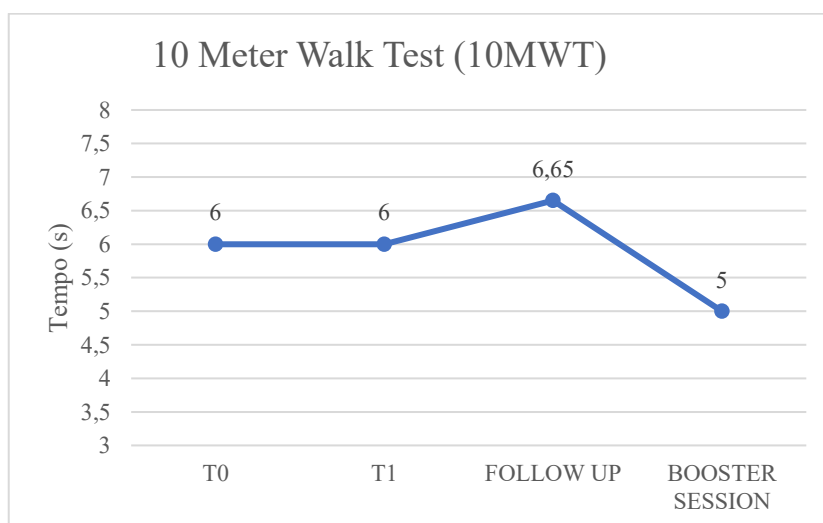


Figura 21: G.N. 10 Meter Walk Test

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.

Nine Hole Peg Test:

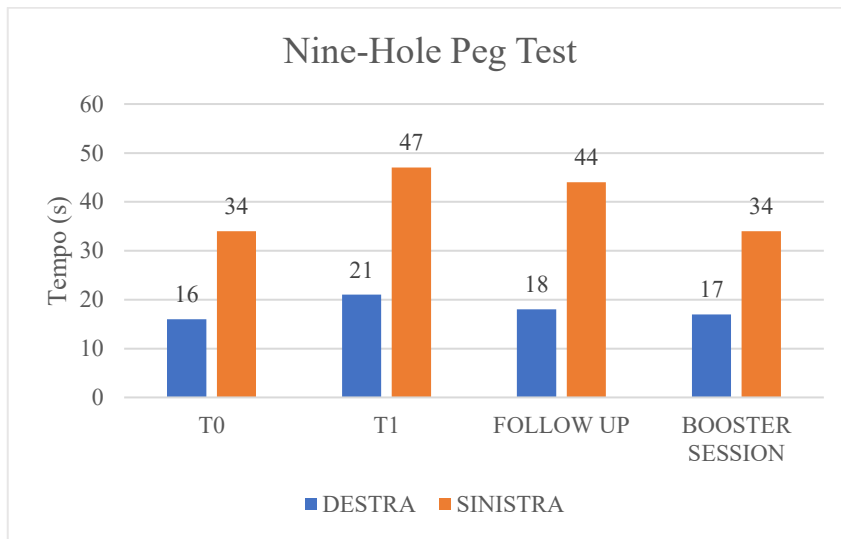


Figura 22: G.N. 9-Hole Peg Test

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.

Box and Block Test (BBT):

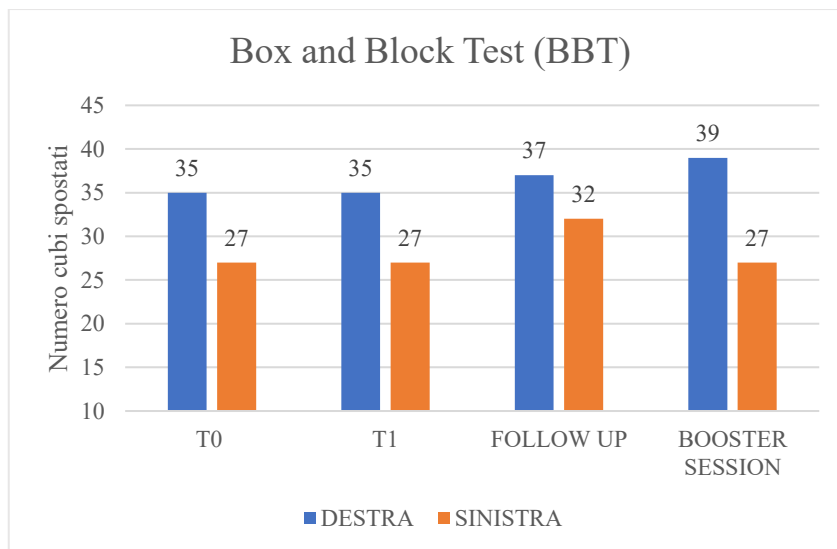


Figura 23: G.N. Box and Block

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.

Variabili esplicative a T0, T1, al follow up e alla fine della Booster session.

Riportiamo a scopo descrittivo (tabella 8) i punteggi delle variabili esplicative a T0, T1, al follow up e alla fine della Booster session. Non ci sono variazioni degne di nota.

Tabella 8: variabili esplicative G.N.

	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

7.1.3 Outcome funzionali:

Alcuni dei questionari per la valutazione della partecipazione sono stati effettuati prima, dopo il trattamento e al follow-up. Il questionario “effetto generale percepito”, è stato compilato solamente alla valutazione T1, e dopo il trattamento della Booster Session.

Questionario Activities Balance Confidence:

Al 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 dice 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 items 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 sul 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 calcio e camminare su sentieri disconnessi ed irregolari.

In conclusione, i questionari effettuati mettono in evidenza un risvolto positivo del trattamento nelle attività di vita quotidiana; infatti, il soggetto, a T0 esprime di non poter fare attività in cui è prevista la corsa, mentre, dopo la Booster Session dice di essere tornato a giocare a calcio.

Inizialmente il soggetto ci ha riferito di sentirsi insicuro nelle situazioni in cui capitava di portare il cane al guinzaglio; dopo il trattamento, G.N. non trova difficoltà ad eseguire questa azione.

7.1.4 Pattern di interferenza dual task durante le combinazioni proposte:

Grafico 1:

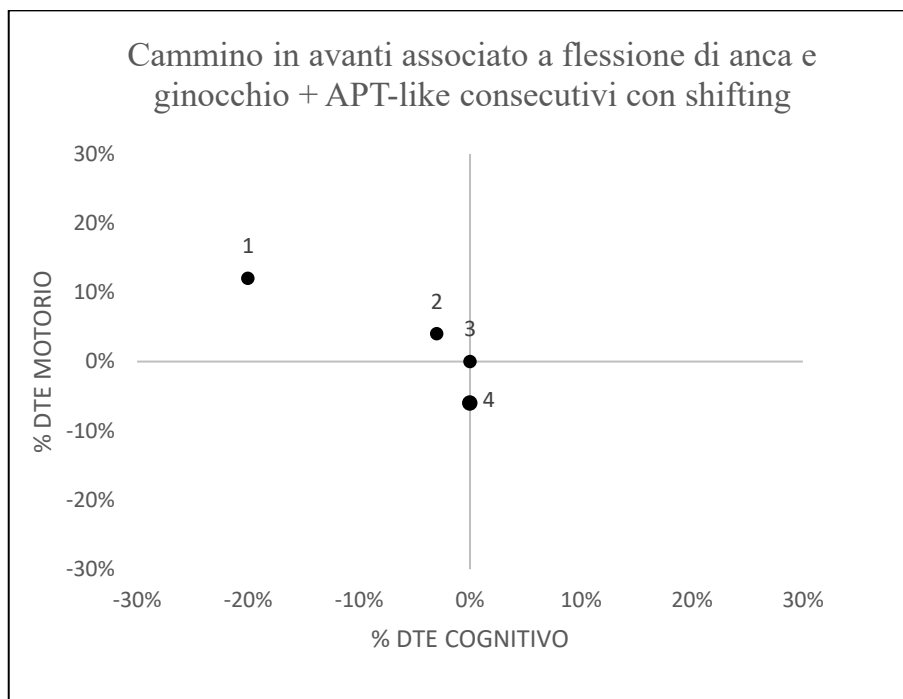


Figura 24: Grafico 1 G.N.

Il compito motorio di questa proposta di esercizi (figura 24) 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 monopodolica.

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:

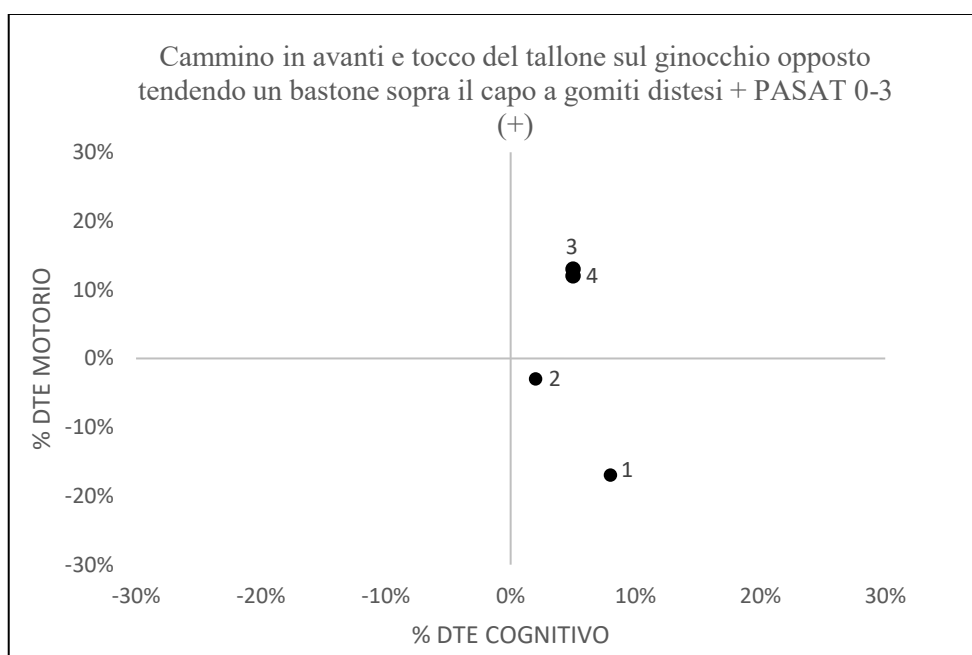


Figura 25: Grafico 2. G.N.

Questa seconda proposta (Figura 25) prevede un compito motorio in cui chiediamo al paziente di toccare con il tallone il ginocchio opposto, tenendo in mano un bastone a braccia distese sopra il capo 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:

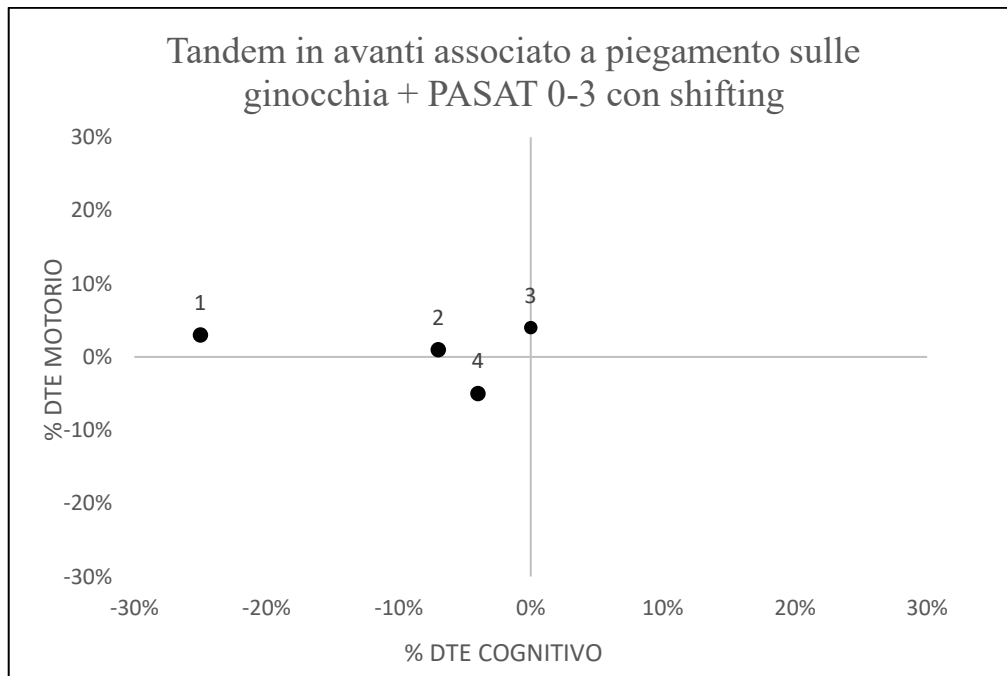


Figura 26: Grafico 3. G.N.

Questa combinazione (Figura 26) 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:

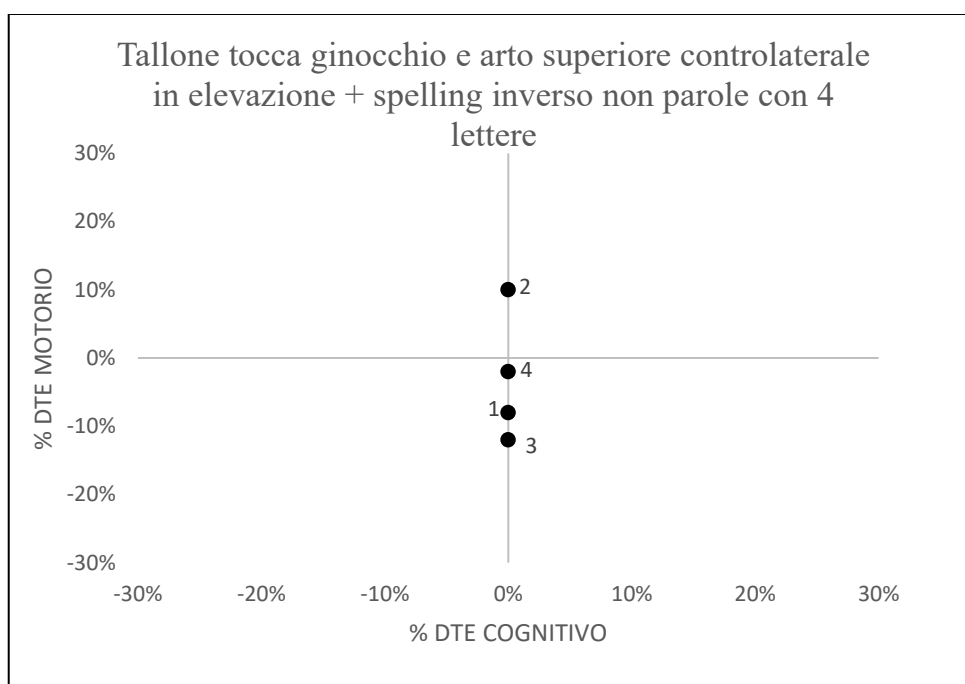


Figura 27: Grafico 4 G.N.

Al paziente viene chiesto (figura 27) 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:

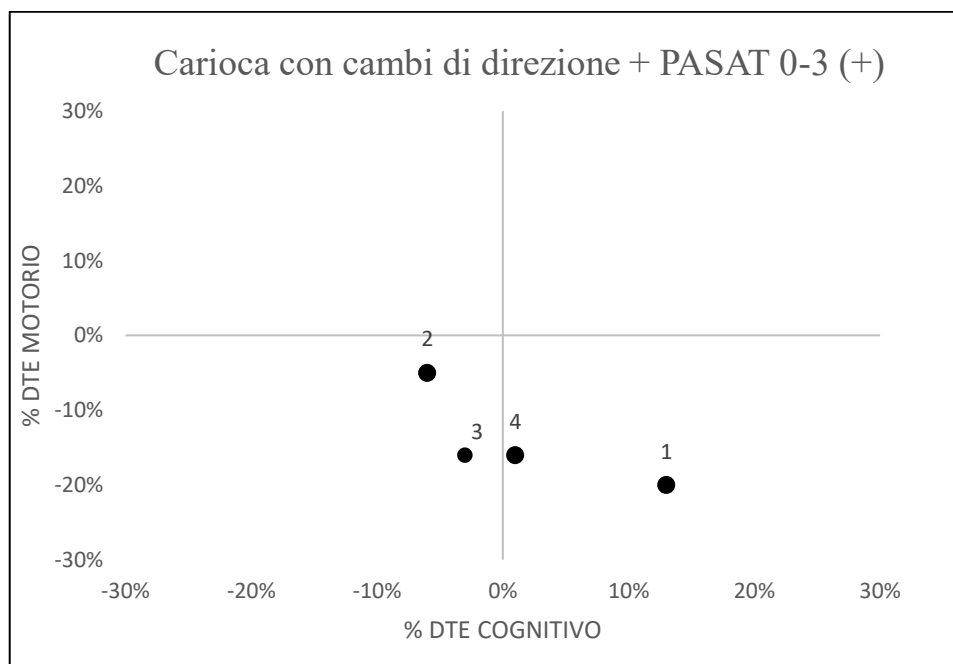


Figura 28: Grafico 5 G.N.

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:

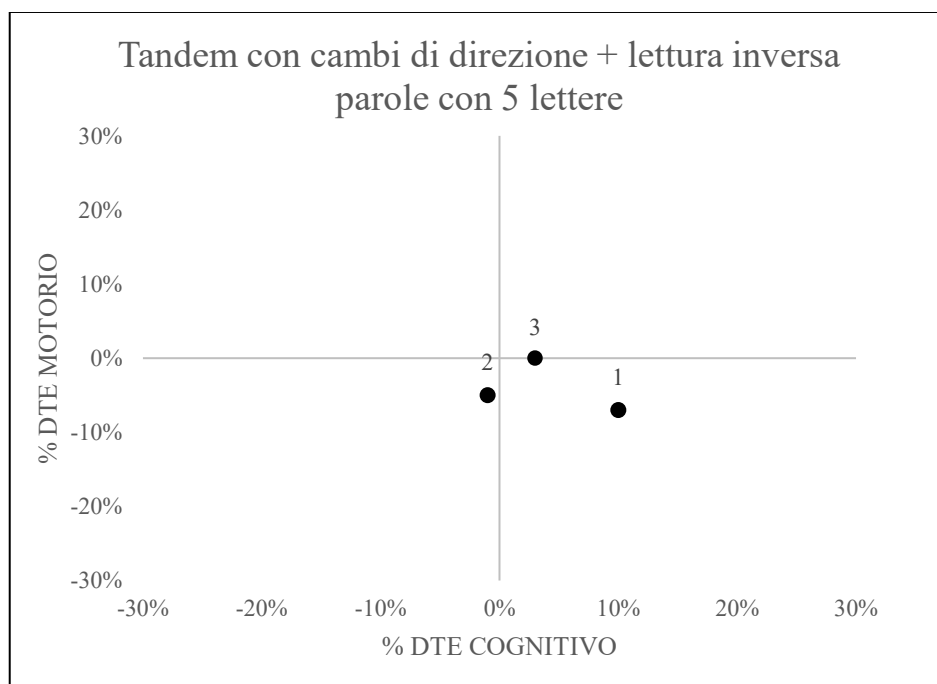


Figura 29: Grafico 6 G.N.

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 semiasse *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:

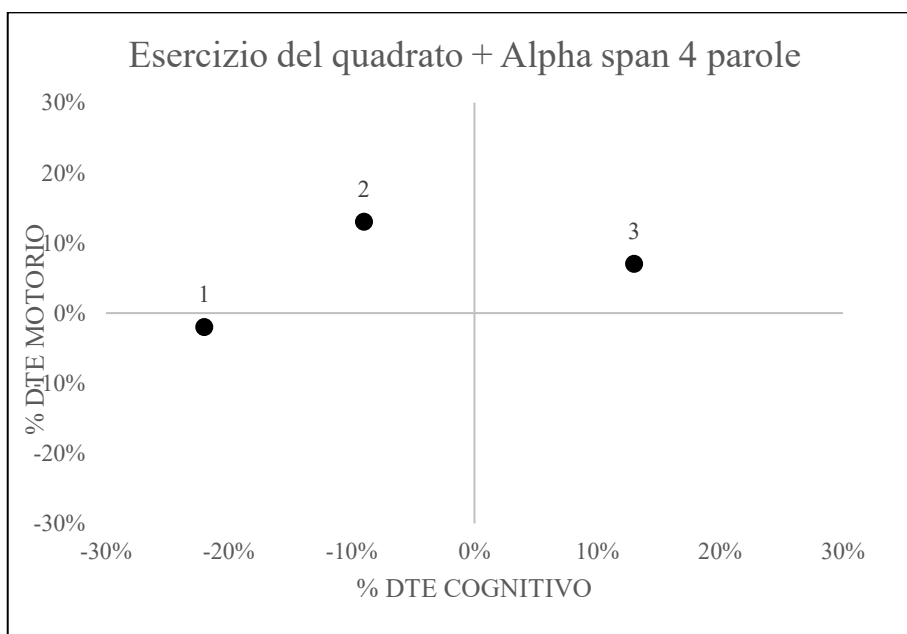


Figura 30: Grafico 7 G.N.

Il seguente compito (figura 30) 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.

7.1.5 Sintesi ed analisi dell'Indice Dual-Task

In conclusione, possiamo esporre quali sono gli ambiti che sono migliorati nel soggetto appena descritto.

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.

Il soggetto G.N. migliora in termini di resistenza del cammino e di equilibrio. I test motori, meno sensibili al cambiamento, sono quelli utilizzati per la valutazione della destrezza manuale fine e grossolana: il 9-Hole Peg Test e il Box and Block Test.

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.

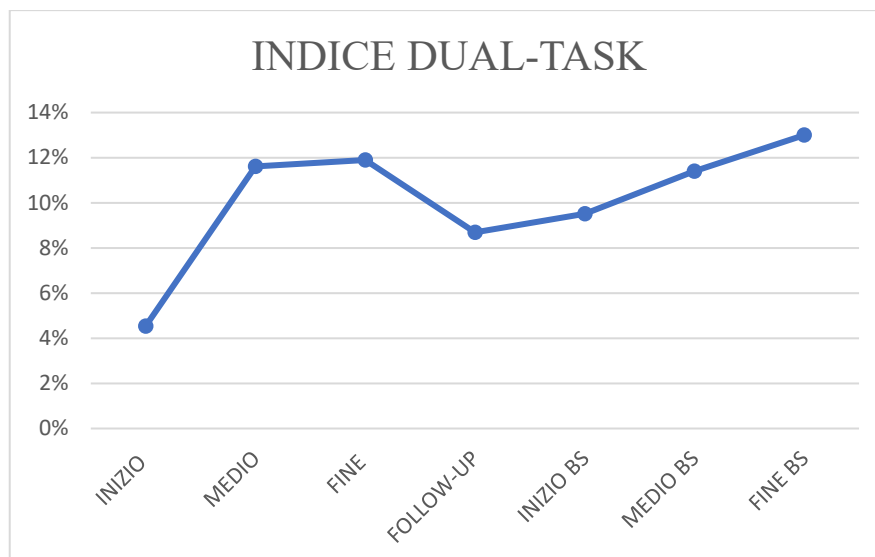


Figura 31: Indice Dual-Task G.N.

Tabella 9: valori indice Dual-Task

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

Sono riportate nel grafico (figura 31) le performance ottenute durante il training Dual-Task descritto nel presente elaborato.

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 subisce un decremento, ma poi il pattern aumenta.

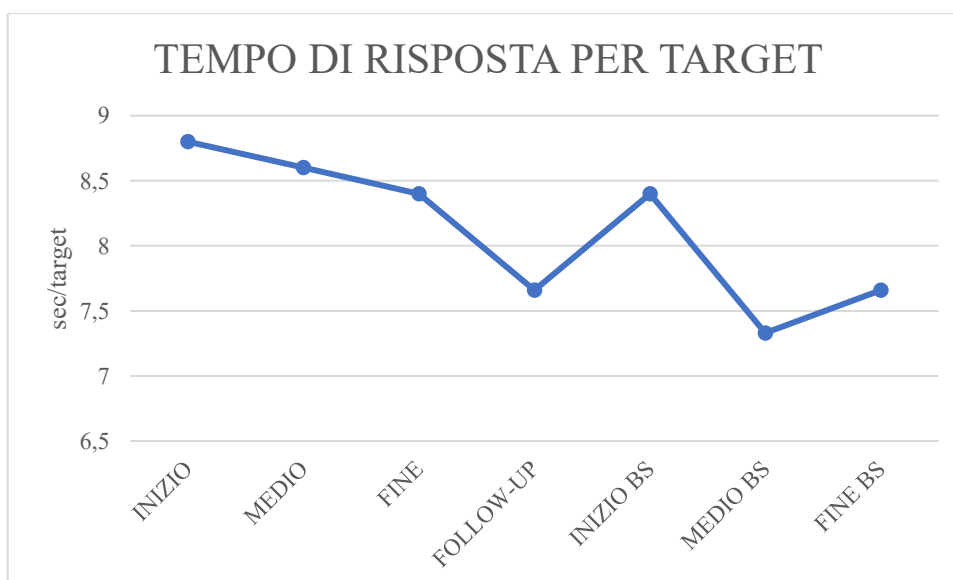


Figura 32: Tempo di risposta Indice G.N.

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.

7.2 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 il training riabilitativo e la Booster Session.

7.2.1 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.)

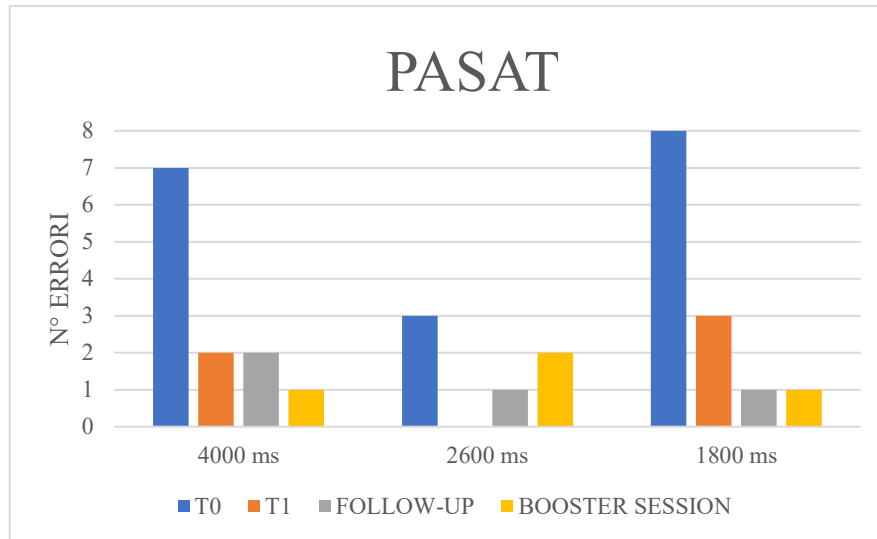


Figura 33: P.L. Paced Auditory Serial Addition Test

Dal grafico soprastante (figura 33) 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

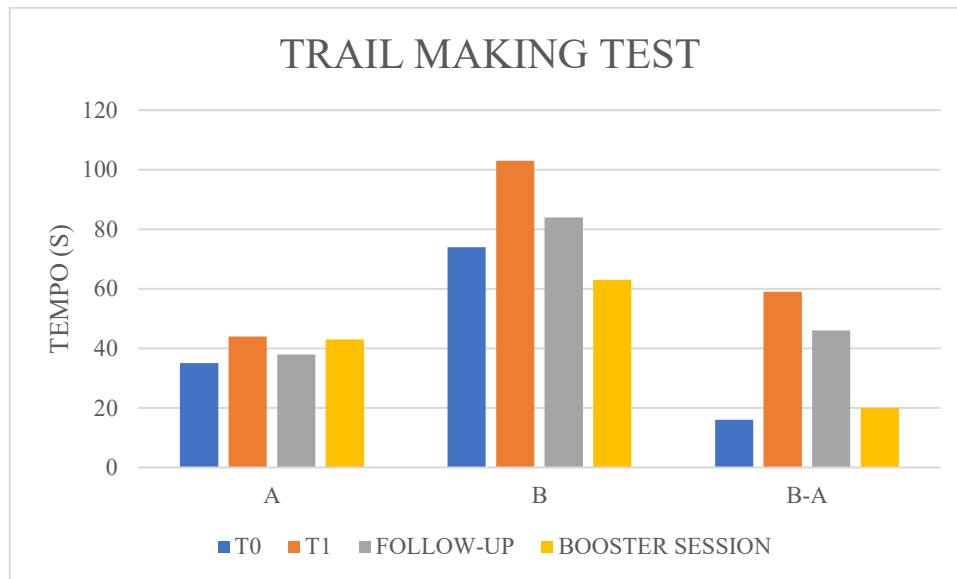


Figura 34: P.L. Trail Making Test

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

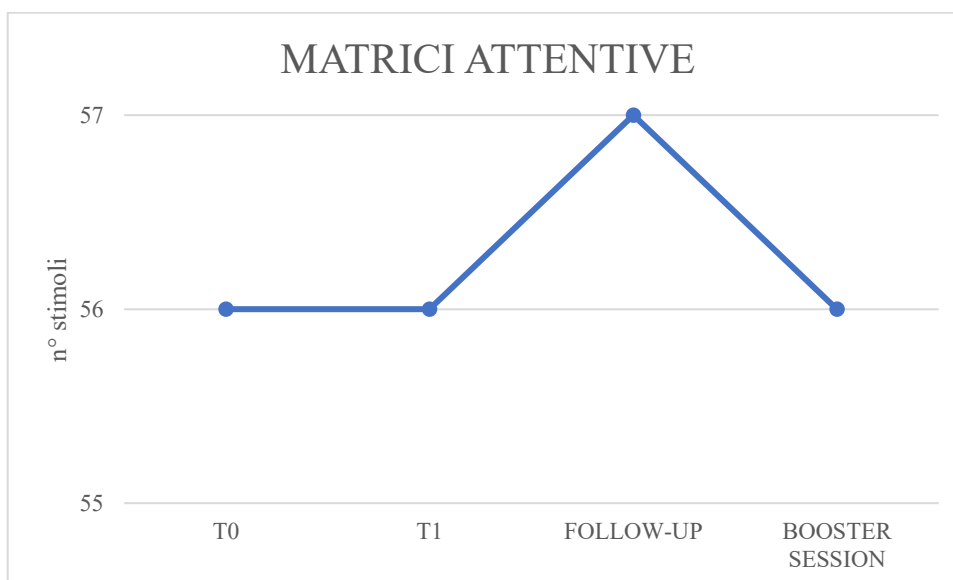


Figura 35: P.L. Matrici Attentive

Dal grafico rappresentato (figura 35), 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

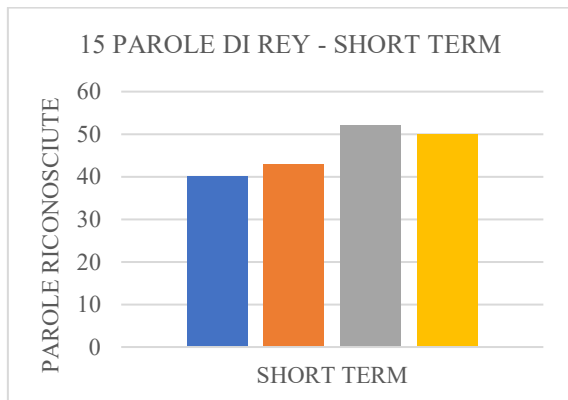


Figura 36: P.L. 15 Parole di Rey - Short Term

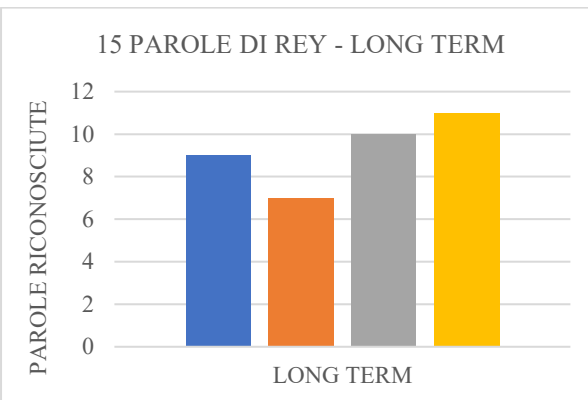


Figura 37: P.L. 15 Parole di Rey-Long Term

Il grafico in figura (figura 36-37) 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

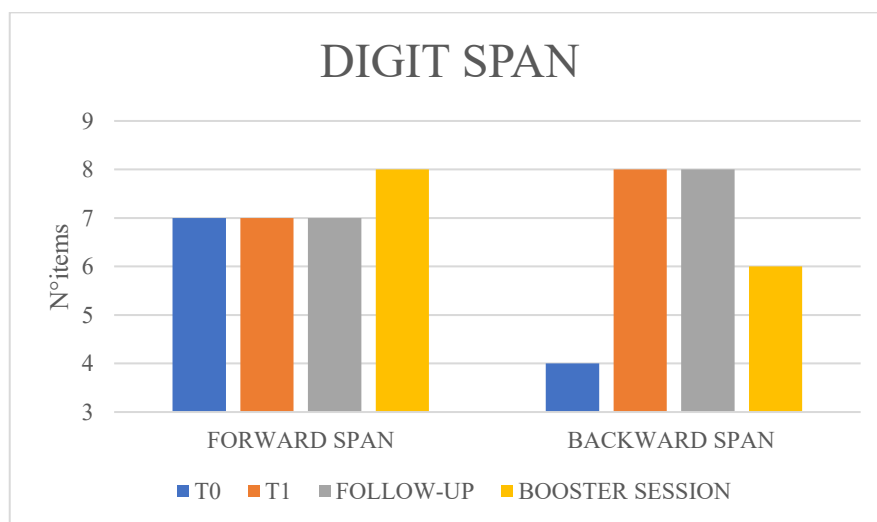


Figura 38: P.L. Digit Span

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

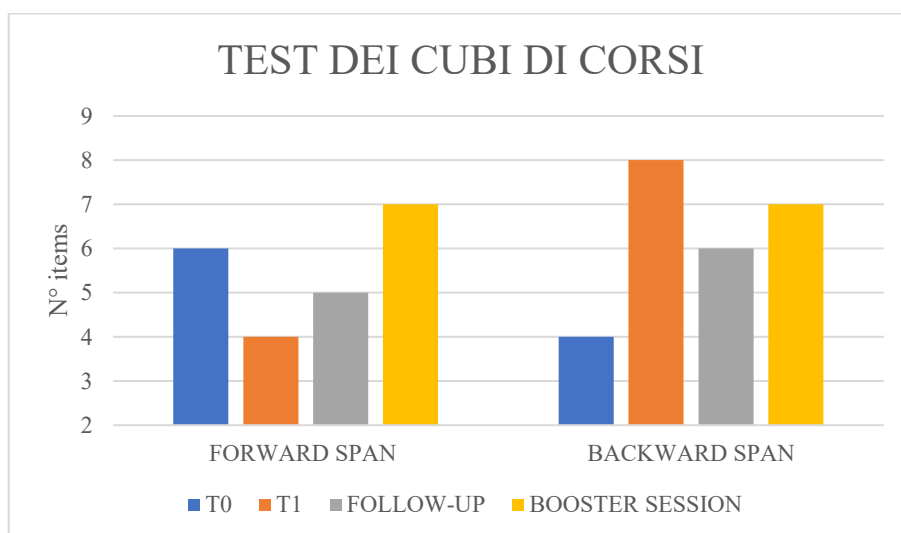


Figura 39: Test dei Cubi di Corsi

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)

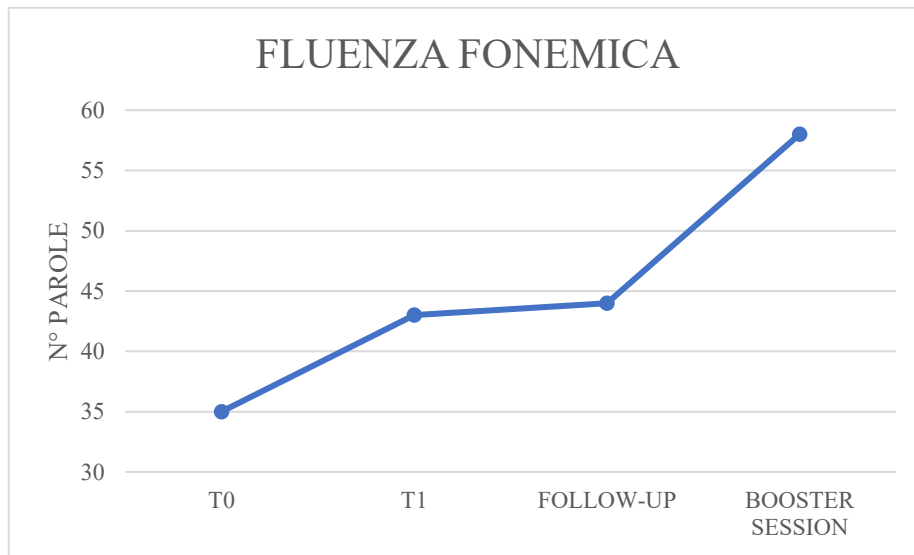


Figura 40: P.L. Test di Fluenza Fonemica

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

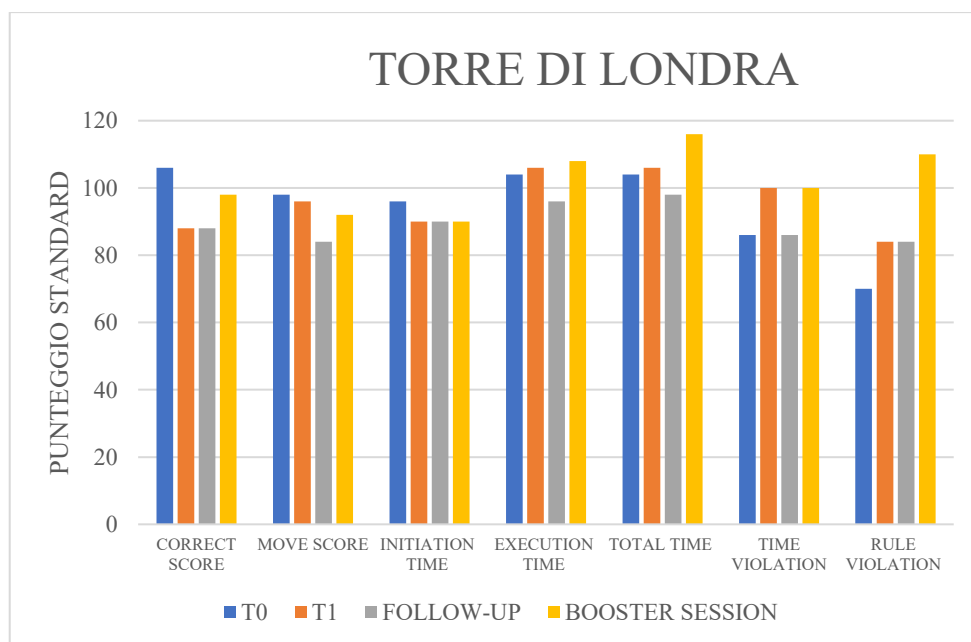


Figura 41: P.L. Torre di Londra

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

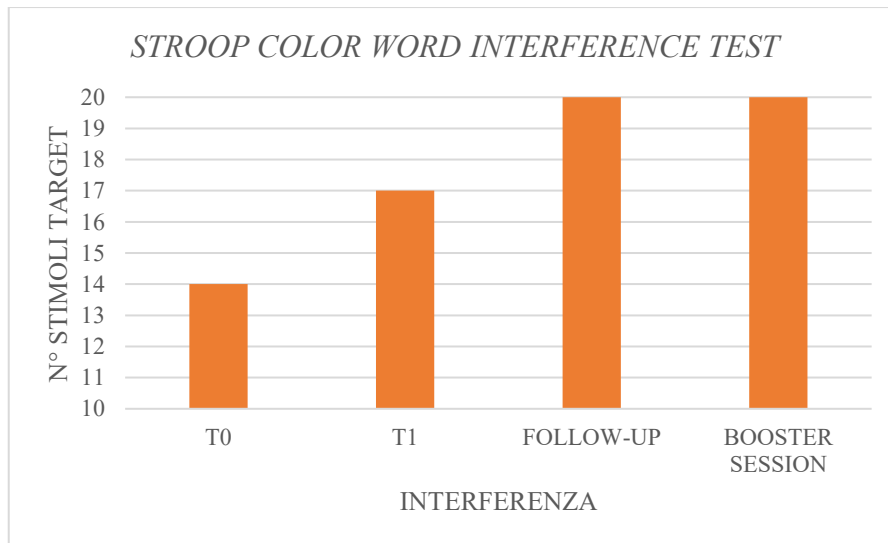


Figura 42: P.L. Stroop Color Word Interference Test

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.)

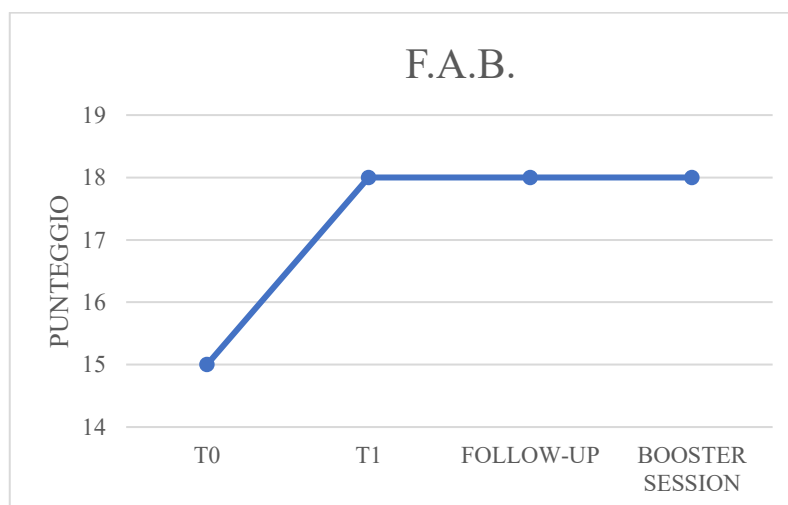


Figura 43: P.L. Frontal Assessment Battery

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.)

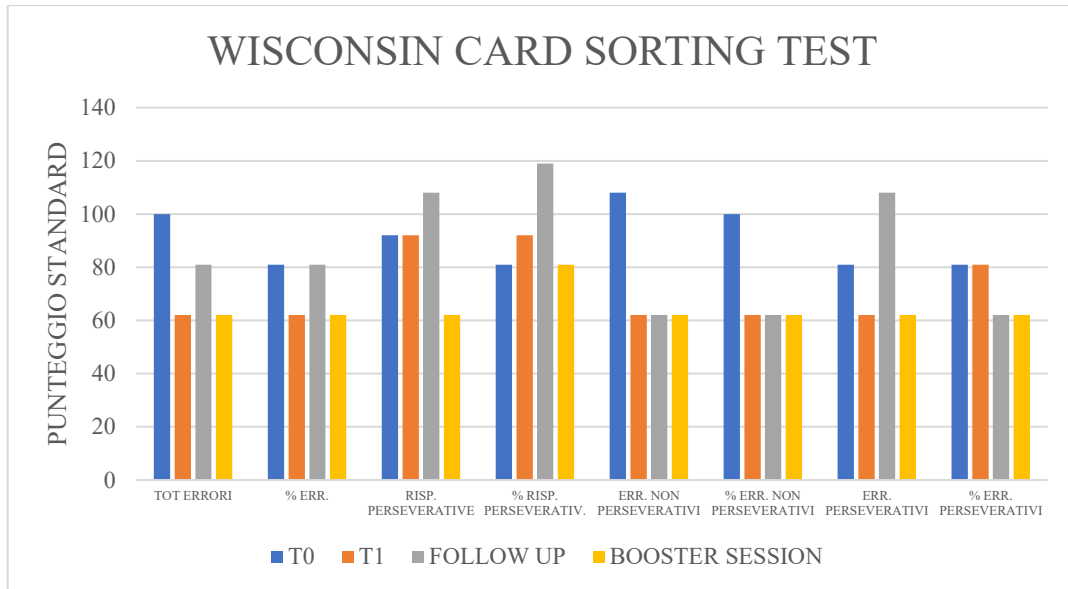


Figura 44: P.L. Wisconsin Card Sorting Test

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.

7.2.2 Outcome motori

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

6 Minutes Walk Test:

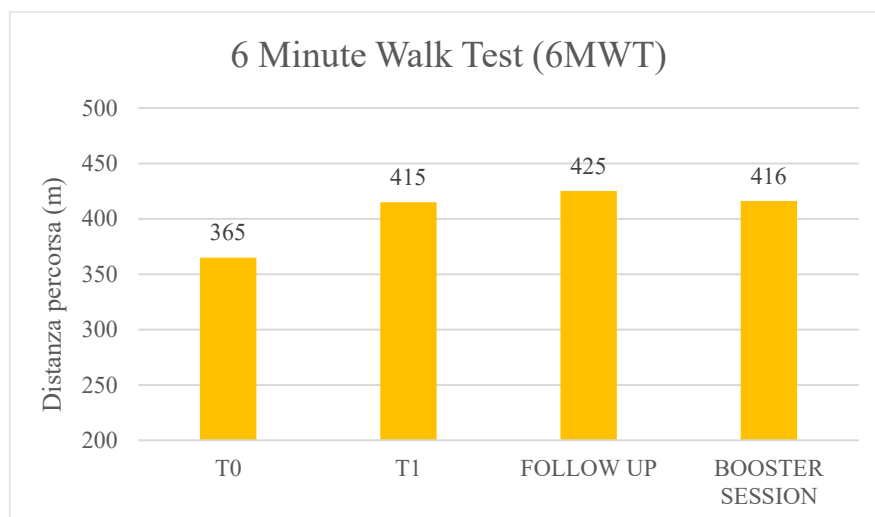


Figura 45: 6 Minute Walk Test

Al 6 Minutes 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.

Timed Up and Go:

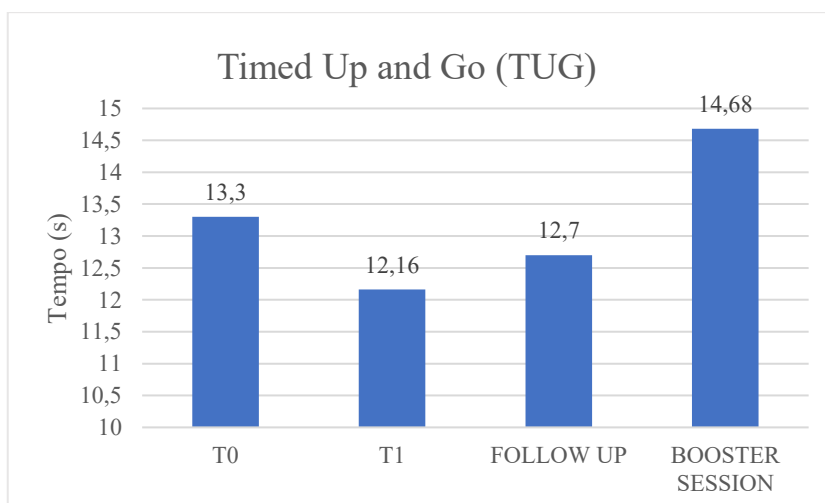


Figura 46: P.L. Timed Up and Go (TUG)

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.

Timed Up and Go Cognitivo (TUG COG):

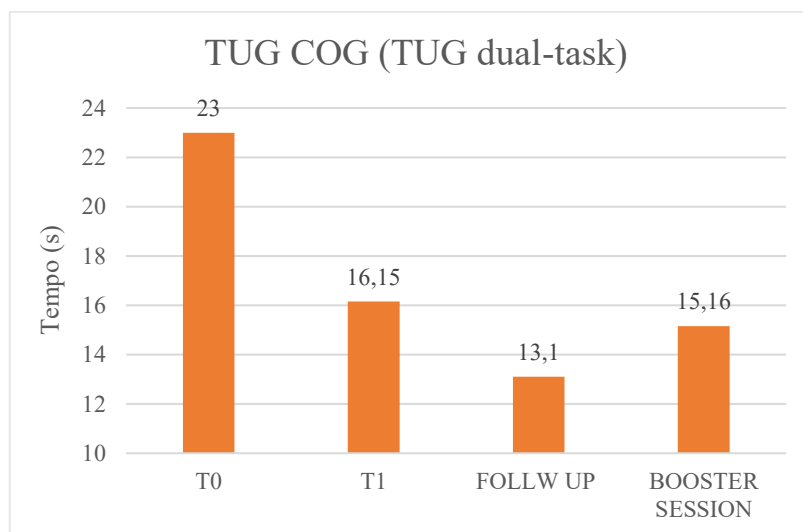


Figura 47: P.L. Timed Up and Go Cognitivo

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).

Mini BESTest:

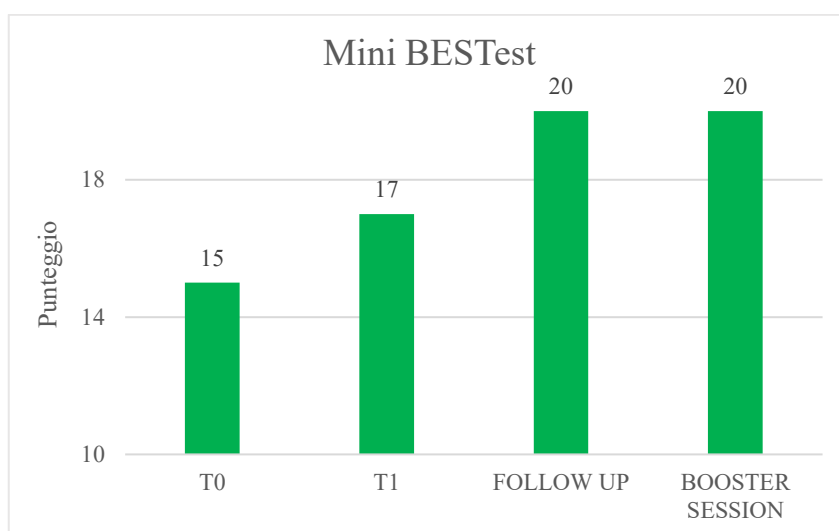


Figura 48: P.L. Mini BESTest

Al Mini BESTest (figura 48) 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.

10 Meters Walk Test:

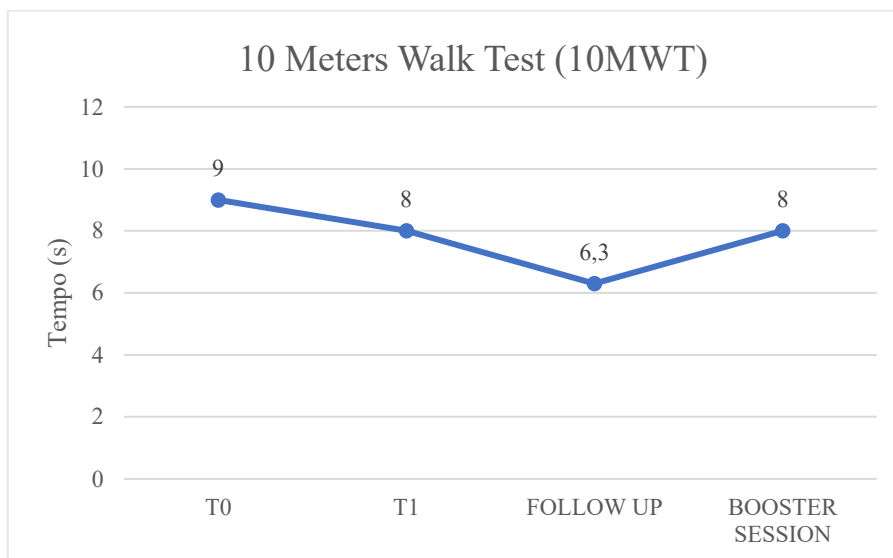


Figura 49: P.L. 10 Meters Walk Test

Al 10 Meters 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.

9 Hole Peg Test:

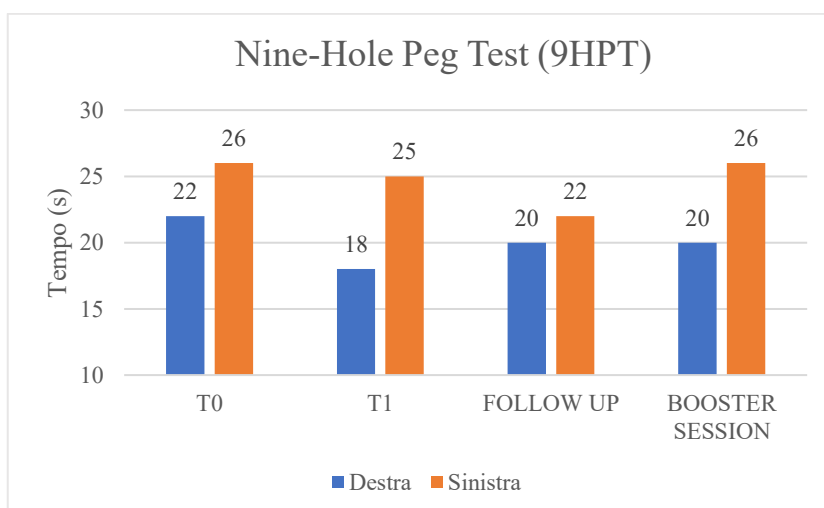


Figura 50: P.L. Nine-Hole Peg Test

Il 9 Hole Peg Test non mostra miglioramenti degni di nota, il tempo di esecuzione rimane pressoché 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.

Box and Block:

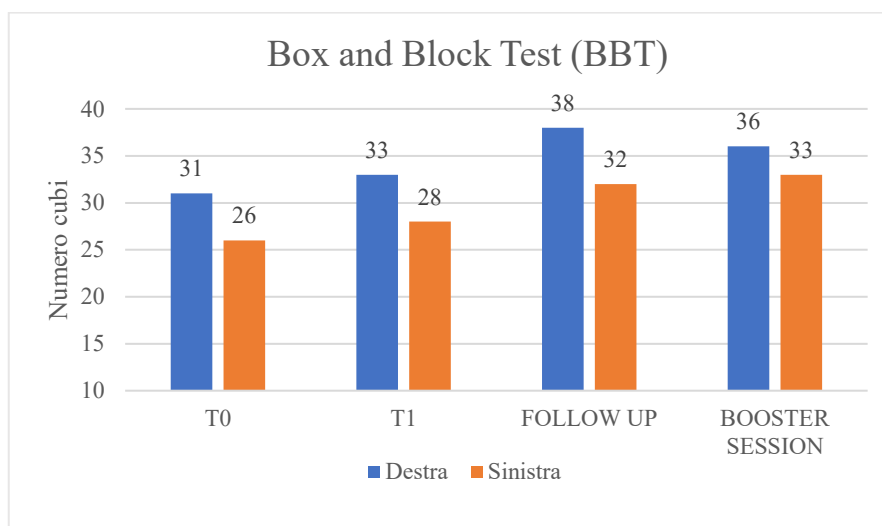


Figura 51: P.L. Box and Block

Il Box and Block Test (figura 48) 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.

Variabili esplicative:

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).

Tabella 10: P.L. Variabili esplicative

Scala di valutazione:	T0	T1	Follow-up	Booster session
VARIABILI ESPLICATIVE:				
FIM	120	120	121	121
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

7.2.3 Outcome funzionali

Alcuni dei questionari per la valutazione della partecipazione sono stati effettuati prima, dopo il trattamento e al follow-up. Il questionario “effetto generale percepito”, è stato compilato solamente alla valutazione T1, e dopo il trattamento della Booster Session.

Questionario Activities Balance Confidence:

Al 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 P.L. risponde in maniera positiva a tutti gli items sebbene dice di essere sicuro solo al 70% se capita di camminare in un viale affollato, se capita di camminare tra la folla resistendo agli urti, di sollevarsi sulla punta di piedi, di salire su una sedia, di 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 totale che ottiene è pari a 80/100.

Lo stesso questionario, è stato eseguito 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 totale che ottiene alla valutazione T1 è pari a 82,5/100.

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 molto tempo, depresso e triste un po' di tempo e felice per molto del tempo.

Negli altri items ha risposto positivamente.

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, P.L. esprime gli stessi risultati sottolineando il fatto che la sua motivazione a partecipare al trattamento non sia diminuita.

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: camminare tra la folla, alzarsi da una seduta bassa, mentre afferma che guidare richiede ancora un impegno, in termini attentivi, maggiore rispetto a prima dell'evento acuto. 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 di iniziativa, alla vita sociale arrivando a ricoprire il ruolo di presidente all'interno di un'associazione di volontariato.

7.2.4 Pattern di interferenza dual task durante le combinazioni proposte

Grafico 1:

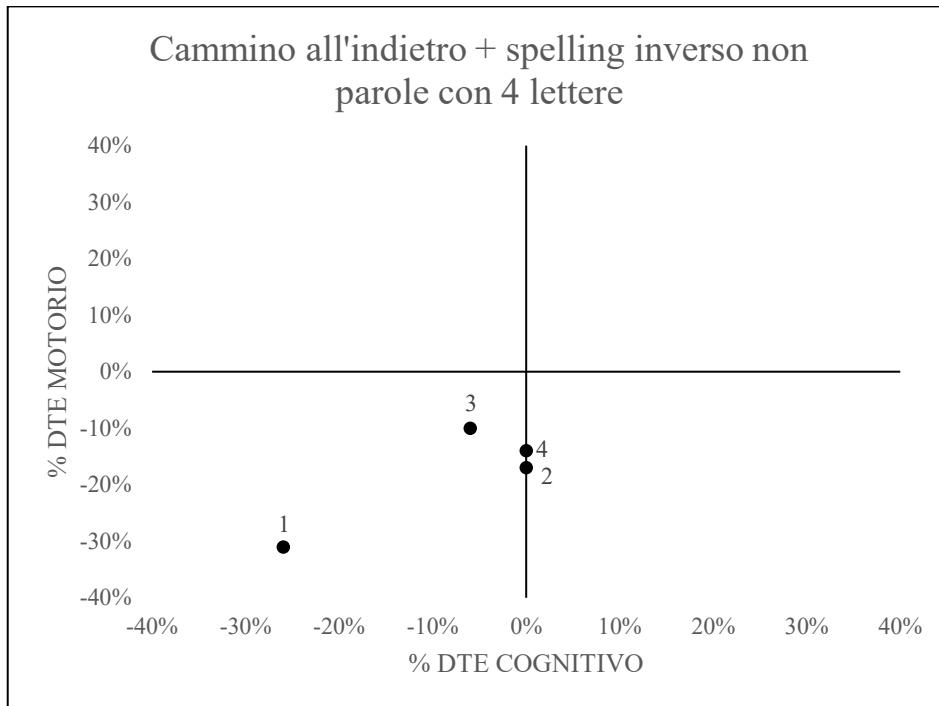


Figura 52: Grafico 1: P.L.

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:

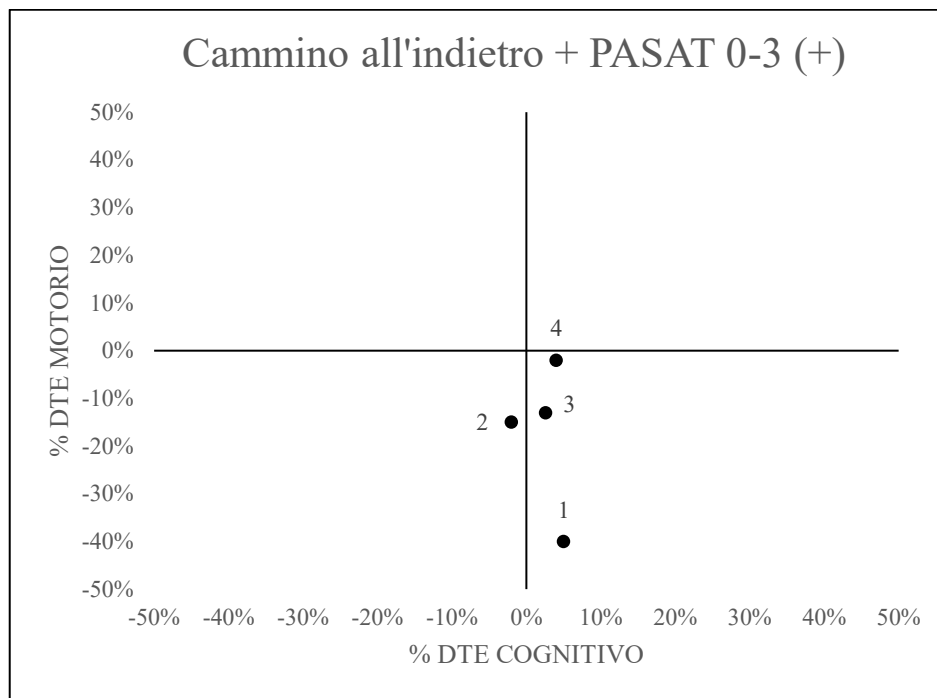


Figura 53: Grafico 2: P.L.

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:

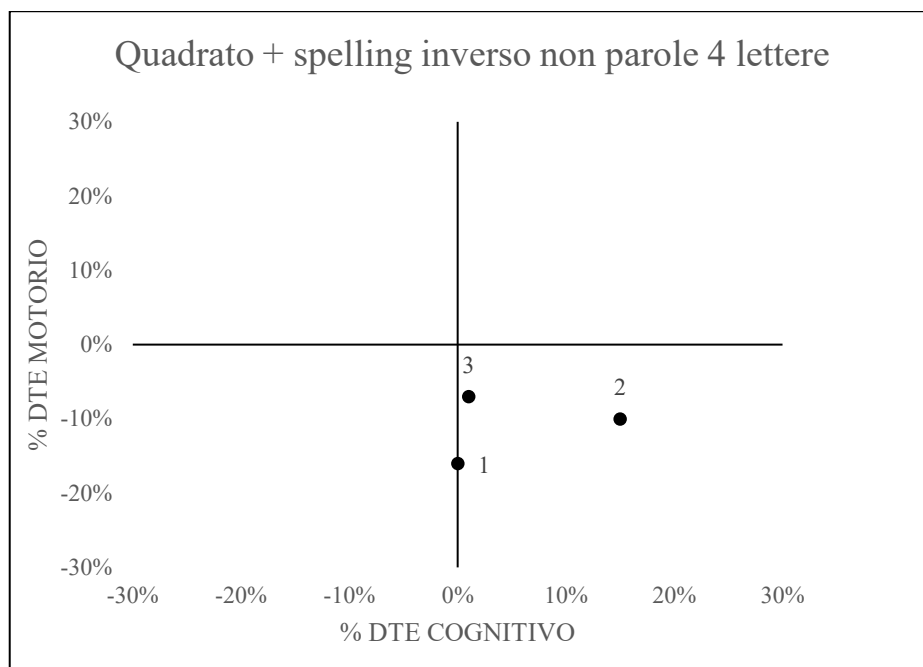


Figura 54: Grafico 3: P.L.

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:

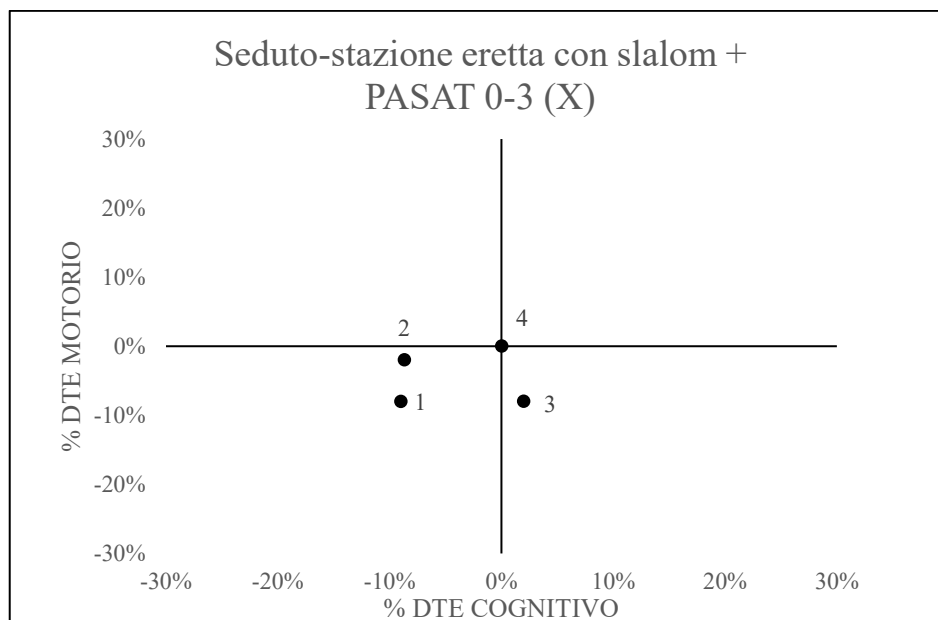


Figura 55: Grafico 4: P.L.

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:

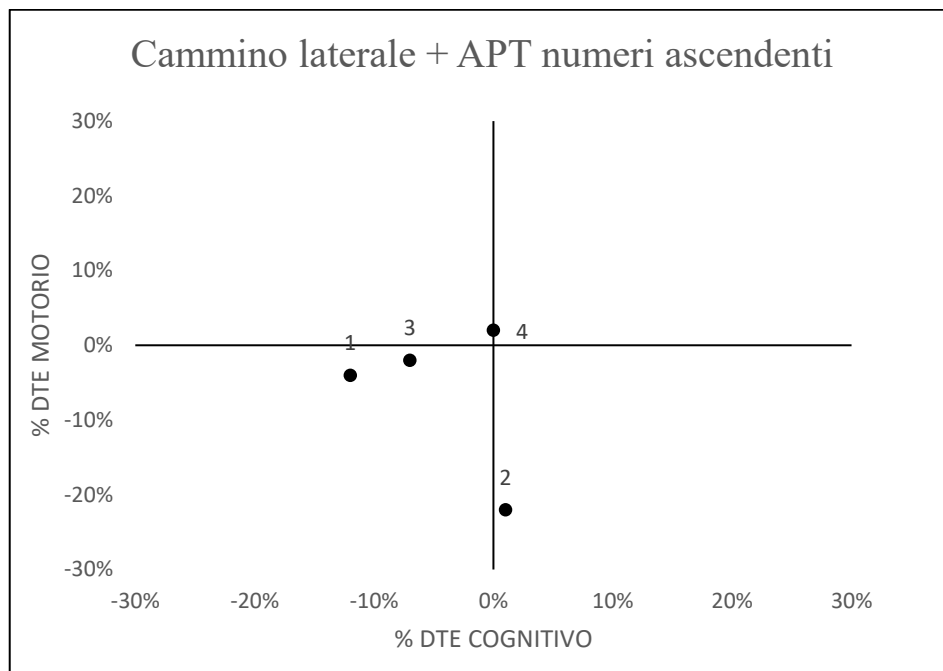


Figura 56: Grafico 5: P.L.

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:

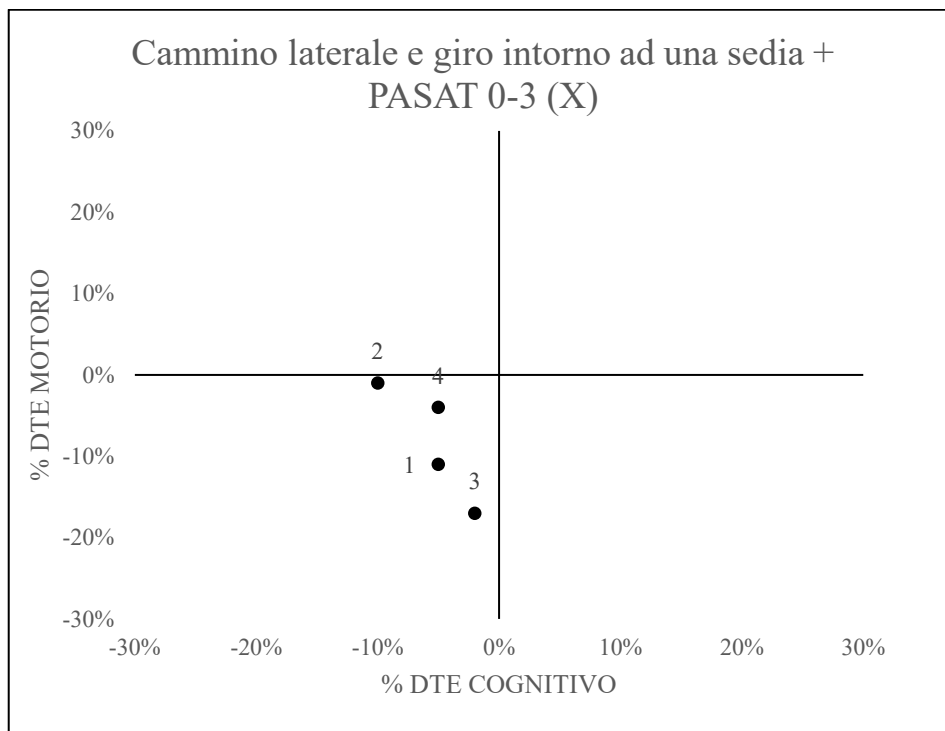


Figura 57: Grafico 6: P.L.

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:

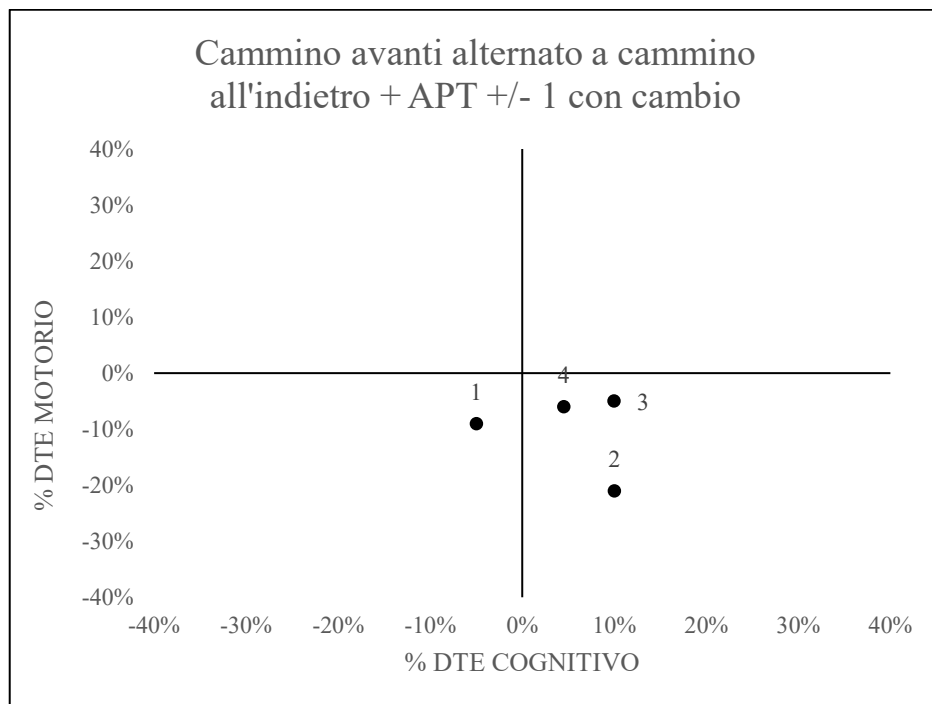


Figura 58: Grafico 7: P.L.

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).

7.2.5 Sintesi ed analisi dell'Indice Dual-Task

Il soggetto mostra miglioramenti evidenti, dopo il trattamento, nei seguenti test alla valutazione cognitiva: F.A.B., Stroop Color Word Interference Test, Torre di Londra (Rule Violation), Test di Fluenza Fonemica, P.A.S.A.T., Test delle 15 Parole di Rey, Digit Span.

Analizzando la componente motoria, P.L. migliora la performance nei seguenti test: 6 Minute Walk Test, Timed Up and Go Cognitivo, 10 Meter Walk Test e nel Mini BESTest.

Si riporta il grafico con l'andamento dell'indice Dual-Task.

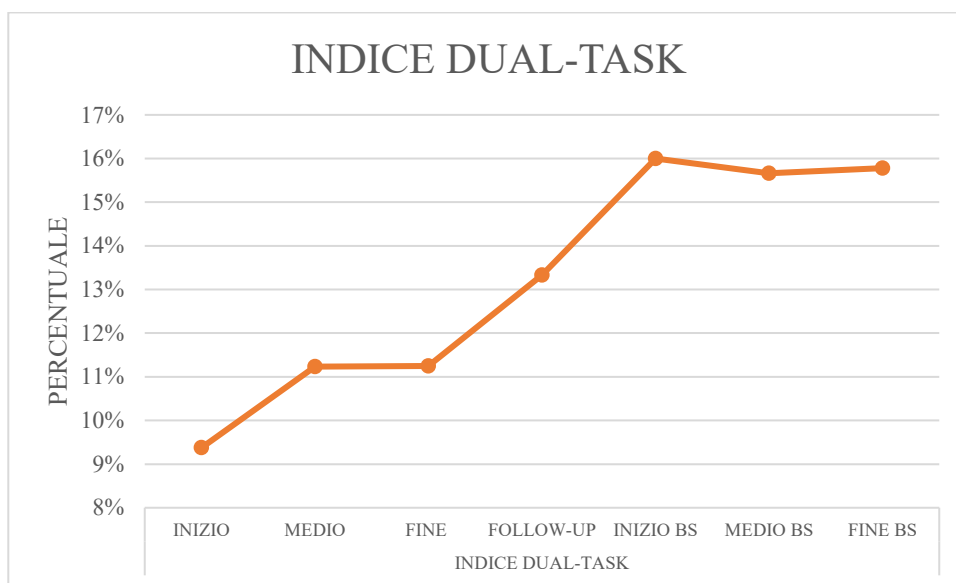


Figura 59: Indice Dual-Task P.L.

Tabella 11: Valori 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

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:

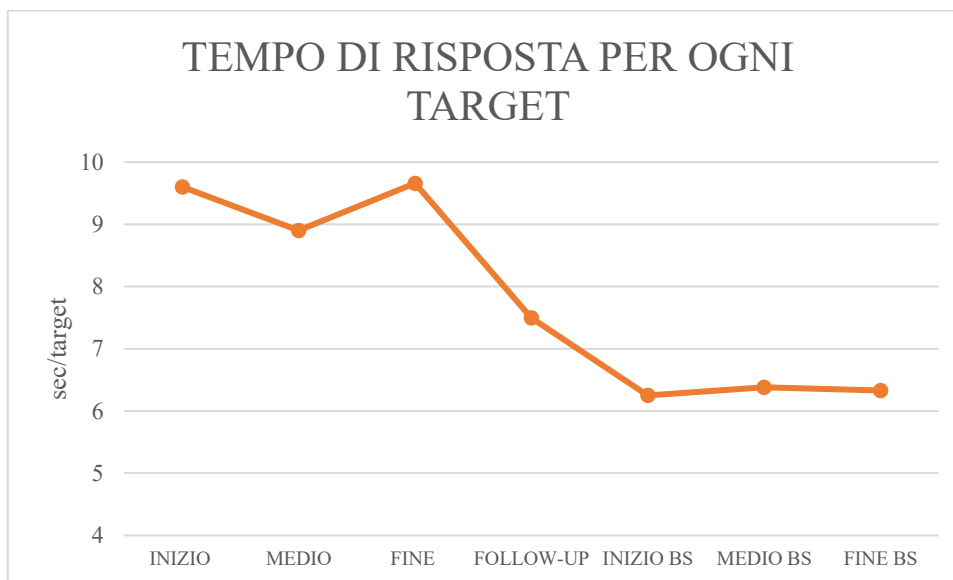


Figura 60: Tempo di risposta per ogni target

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.

7.3 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.

CAPITOLO VIII

8. Discussione

Al termine di questo elaborato è opportuno sintetizzare i dati raccolti mettendo a confronto le misure di outcome includendo i 13 soggetti con esiti di ictus che hanno preso parte allo studio dal 2017 ad oggi.

8.1 Outcome cognitivi

Di seguito verranno riportati i risultati dei 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

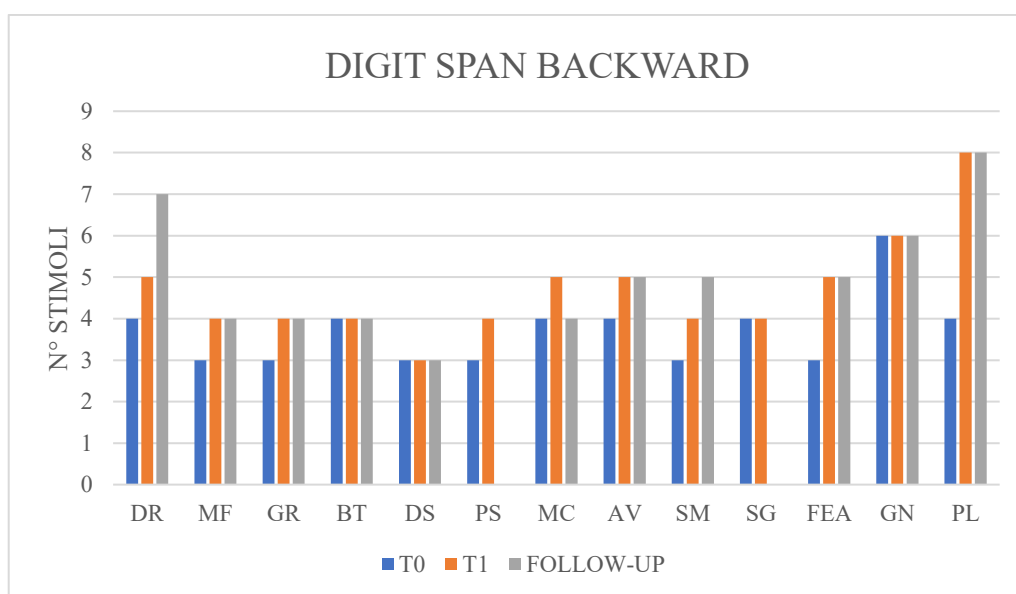


Figura 61: Digit Span Backward - 13 partecipanti

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)

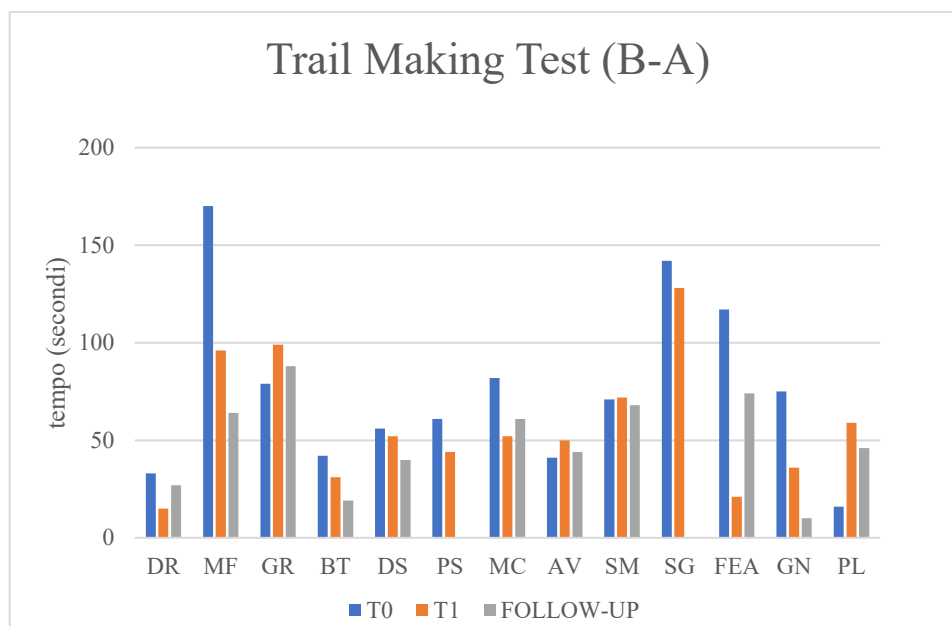


Figura 62: Trail Making Test (B-A) - 13 partecipanti allo studio

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)

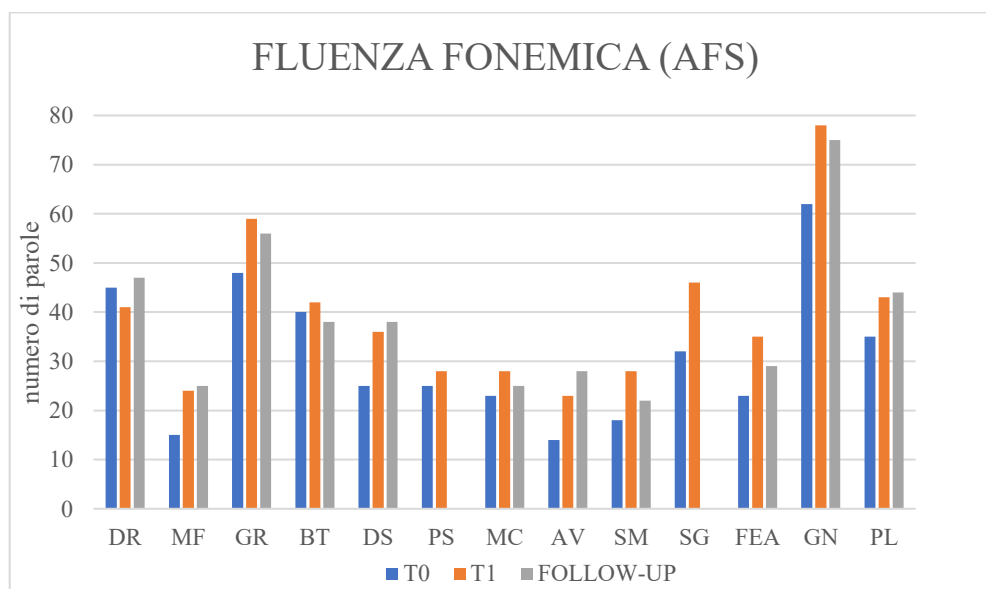


Figura 63: Fluenza Fonemica - 13 partecipanti allo studio

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

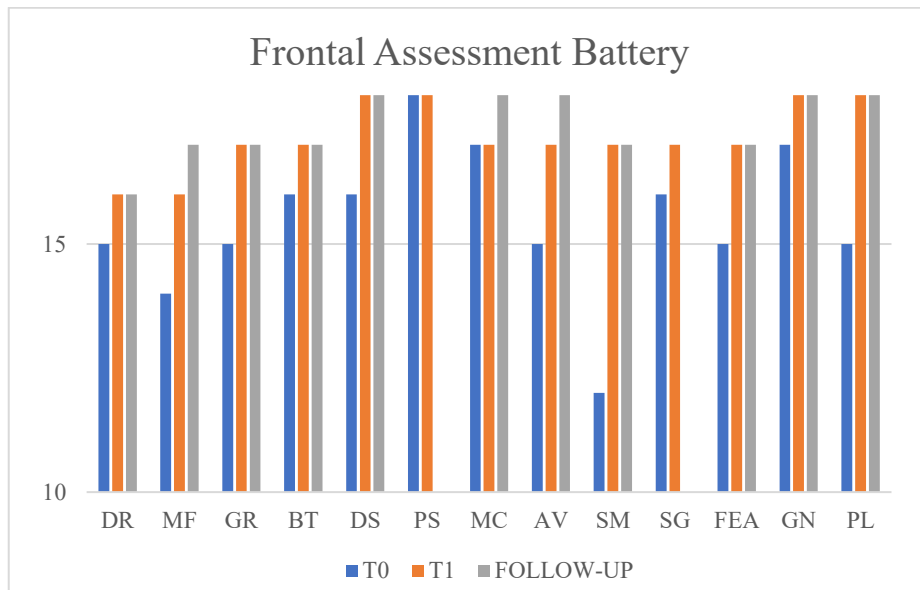


Figura 64: Frontal Assessment Battery - 13 partecipanti allo studio

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

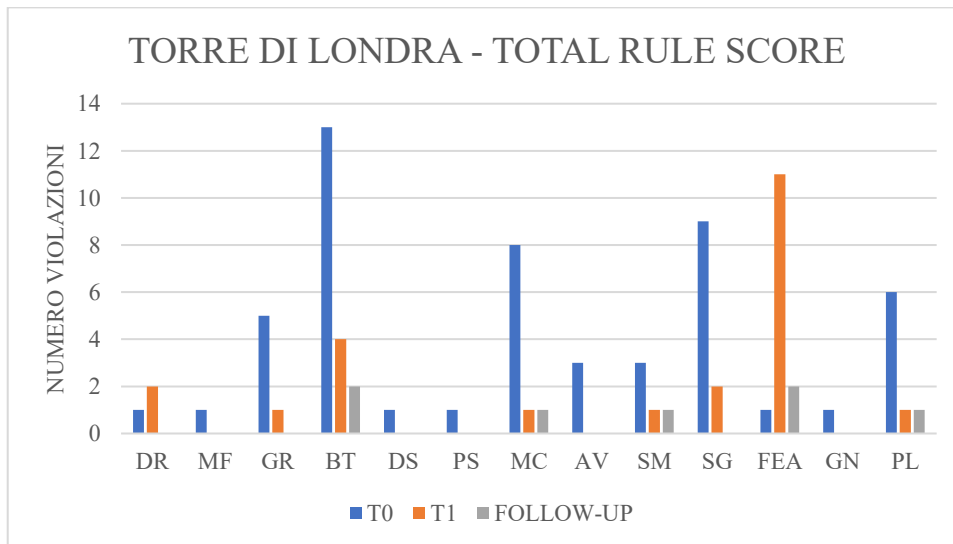


Figura 65: Torre di Londra - Total Rule Score -13 partecipanti allo studio

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

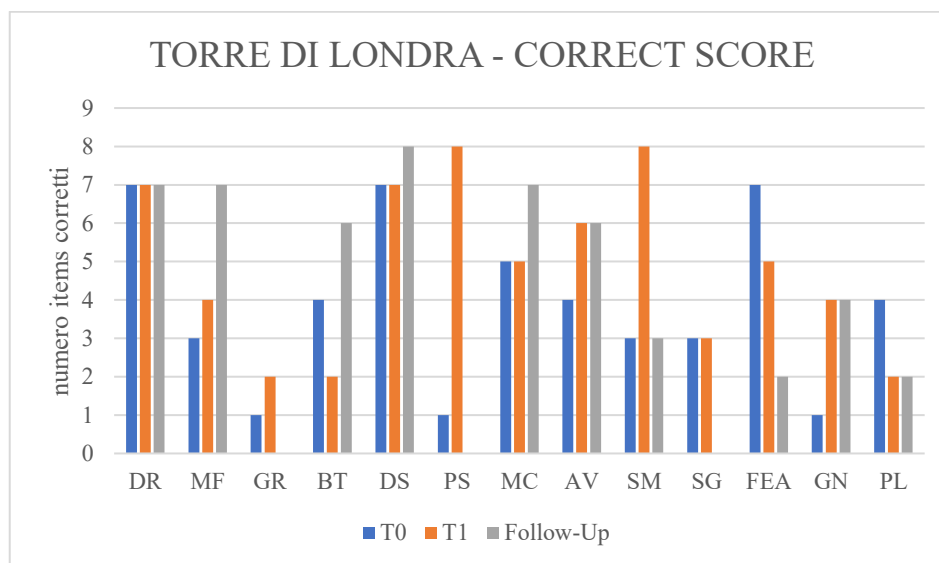


Figura 66: Torre di Londra - Correct Score - 13 partecipanti allo studio

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.

8.2 Outcome motori

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

Timed Up and Go:

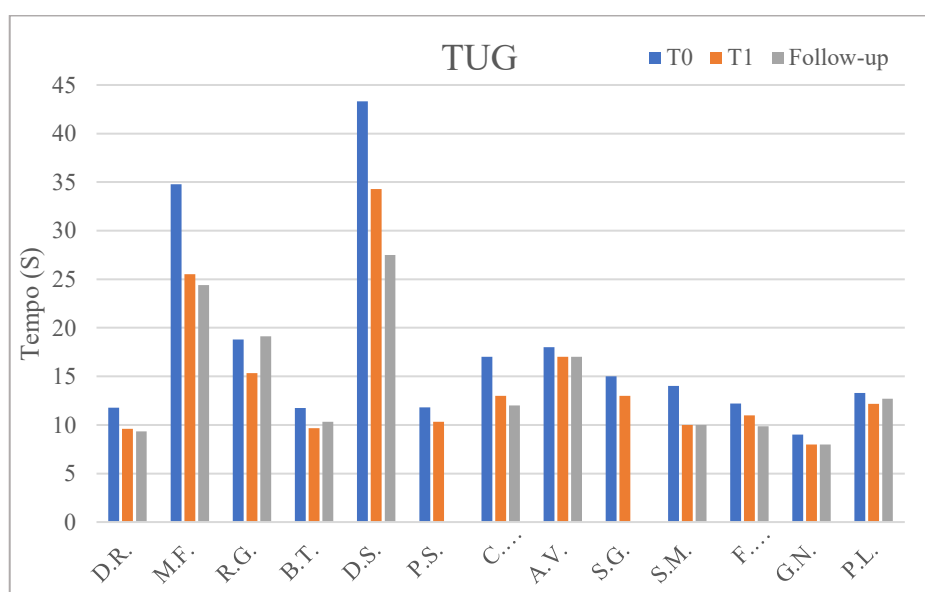


Figura 67: Timed Up And Go - 13 partecipanti allo studio

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

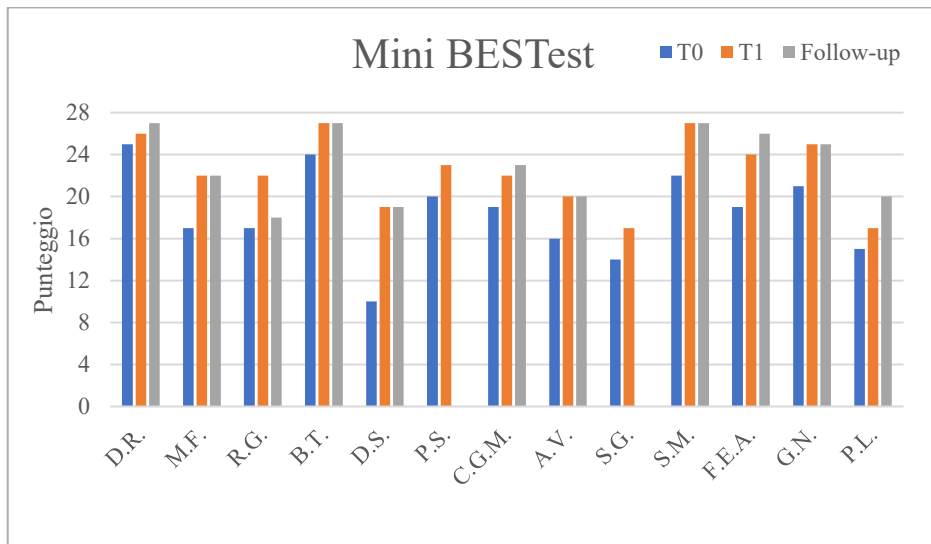


Figura 68: Mini BESTest - 13 partecipanti allo studio

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

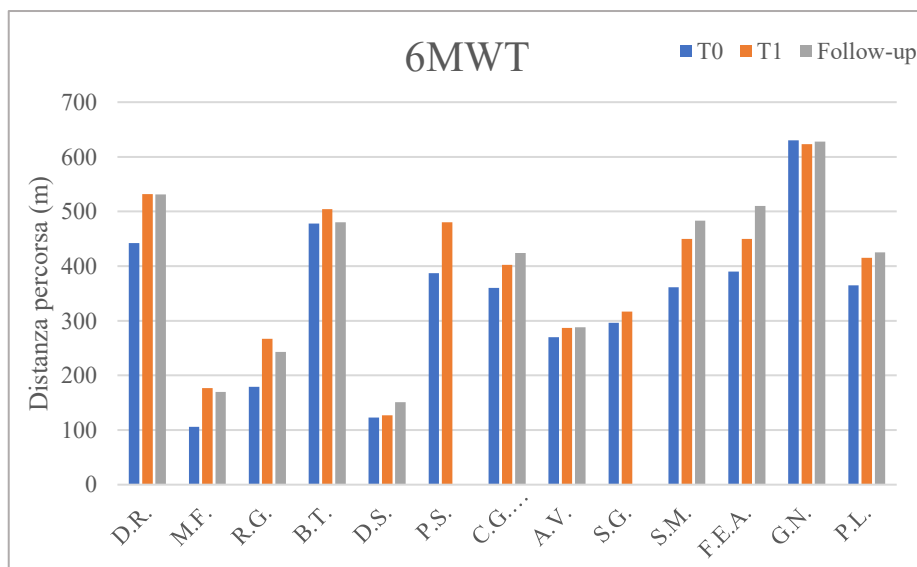


Figura 69: 6 Minutes Walk Test - 13 partecipanti allo studio

Dal grafico si può notare come al 6 MWT tutti i partecipanti migliorino, aumentando la distanza percorsa a fine trattamento (T1), rispetto a T0. 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

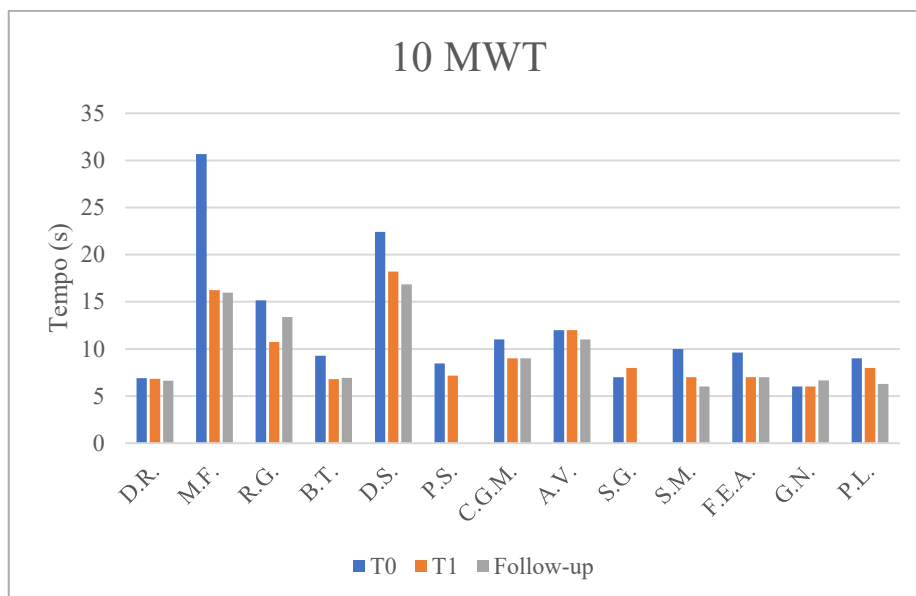


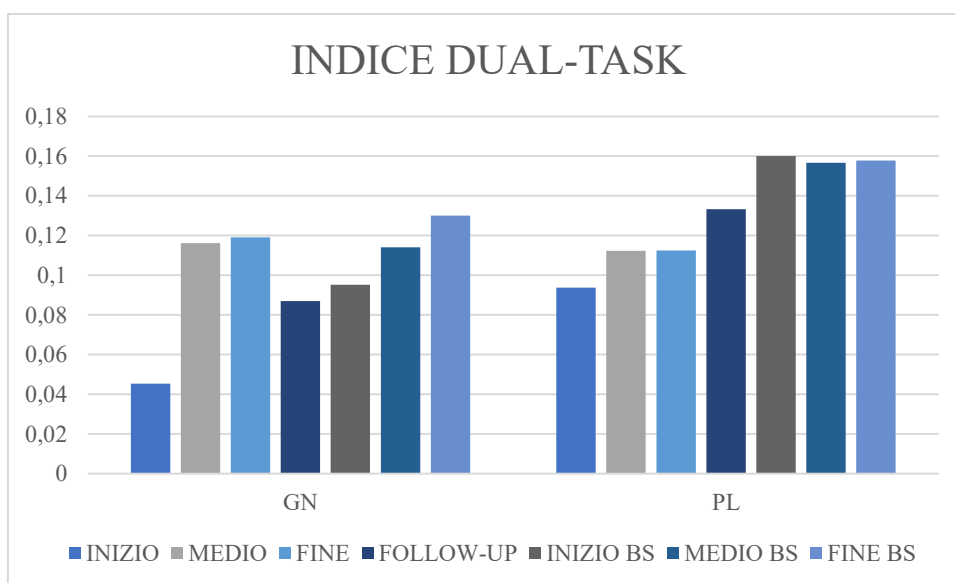
Figura 70: 10 Meter Walk Test - 13 partecipanti

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 una 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.

CAPITOLO IX

9. Analisi dell'indice dei due soggetti (2020-2021)



Il grafico rappresentato in figura, mette a confronto gli indici Dual-Task che abbiamo registrato nei due soggetti che hanno preso parte allo studio dell'anno 2020-2021.

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.

CAPITOLO X

10. Conclusioni

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 durante lo 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 multitasking⁶⁰ 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 a 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.

⁶⁰ 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

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 descriva, qualitativamente e quantitativamente, le prestazioni e 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.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. Sheridan PL, Hausdorff JM. The role of higher-level cognitive function in gait: executive dysfunction contributes to fall risk in Alzheimer's disease 24(2): 125–137 doi: 10.1159/000105126
2. Miyake et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: a latent variable analysis. 41,49–100 doi:10.1006/cogp.1999.073
3. Rajeev V. Rikhye, Aditya Gilra, Michael M. Halassa: Thalamic regulation of switching between cortical representations enables cognitive flexibility 21(12): 1753–1763 doi:10.1038/s41593-018-0269-z
4. Jeremy D.Schmahmann, The cerebellum and cognition- DOI: 10.1016/j.neulet.2018.07.005
5. Galit Yogev, Jeffrey M. Hausdorff. The Role of Executive Function and Attention in Gait DOI: 10.1002/mds.21720
6. Lezak MD. Neuropsychological assessment. Oxford University Press, Inc.; New York: 1995
7. Stuss DT, Levine B. Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annu Rev Psychol.* 2002; 53: 401-433
8. Woodruff-Pak DS, Papka M. Theories of neuropsychology and aging. In: Bengtson VL, Schaie KW, editors. *Handbook of theories of aging.* Springer; New York: 1999
9. Rosa Angela Fabio; Franco Angeli “L’attenzione. Fisiologia, patologie e interventi riabilitativi”. 2001. Pag 20-21.
10. Scrimani Tullio, *Neuroscienze e psicologia clinica. Dal laboratorio di ricerca al setting.*
11. Mauro Mancia, *Psicoanalisi e Neuroscienze* pag 43
12. Prudence Plummer, *Cognitive-Motor Interference During Functional Mobility After Stroke: State of the Science and Implications for Future Research*, 2013;94:2565-74
13. Karen Zentgraf, Hermann Muller et al. Editorial: Cognitive-motor Interference in Multi-tasking Research doi:10.3389/fpsyg.2019.01744
14. P.Plummer, G. Eskes *Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice.* *Frontiers in human neuroscience*, 2015.
15. Prudence Plummer and Gail Eskes, *Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice.* DOI: 10.3389/fnhum.2015.00225
16. Michael Gazzaniga, Richard B., *Cognitive Neuroscience: the biology of the mind*, 4th Edition 1998
17. D’Esposito M, Detre JA, Alsop DC, Shin RK, Atlas S, Grossman M. The neural basis of the central executive system of working memory. *Nature.* 1995; 378:279–281. [PubMed: 7477346]
18. Koechlin E, Basso G, Pietrini P, Panzer S, Grafman J. The role of the anterior prefrontal cortex in human cognition. *Nature.* 1999; 399:148–151. [PubMed: 10335843]
19. Schubert T, Szameitat AJ. Functional neuroanatomy of interference in overlapping dual tasks: an fMRI study. *Brain Res. Cogn. Brain Res.* 2003; 17:733–746. [PubMed: 14561459]

20. Dreher J, Grafman J. Dissociating the roles of the rostral anterior cingulate and the lateral prefrontal cortices in performing two tasks simultaneously or successively. *Cereb. Cortex.* 2003; 13:329– 339. [PubMed: 12631562]
21. Tao Wua , Jun Liub, Mark Hallettc , Zheng Zhenga, and Piu Chana, *Cerebellum and Integration of Neural Networks in Dual-Task Processing* DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.10.004
22. Prudence Plummer and Gail Eskes, *Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice.* DOI: 10.3389/fnhum.2015.00225
23. Schrodtt LA, Mercer VS, Giuliani CA, Hartman M. Characteristics of stepping over an obstacle in community dwelling older adults under dual-task conditions 19: 279-287. 2004
24. Rapp MA, Krampe RT, Baltes PB. Adaptive task prioritization in aging: selective resource allocation to postural control is preserved in Alzheimer disease. *Am J Geriatr Psychiatry* 14:52-61. 2006
25. Yogev-Seligmann G, Rotem-Galili Y, Mirelman A et al. How does explicit prioritization alter walking during dual-task performance? Effects of age and sex on gait speed and variability. *Phys Ther.* 90:177-186.2010
26. Alexander NB. Postural control in older adults. *J Am Geriatr Soc* 1994;42:93–108.
27. Lezak MD. *Neuropsychological assessment.* New York: Oxford University Press. 1995
28. Bloem BR, Grimbergen YA, van Dijk JG, Munneke M. The “posture second” strategy: a review of wrong priorities in Parkinson’s disease. *J Neurol Sci* 2006;248:196–204.
29. Yogev-Seligmann G. “Do we always prioritize balance when walking? Towards an integrated model of tasks prioritization” doi: 10.1002
30. Marco Yiu Chung Pang, *Dual-Task Exercise Reduces Cognitive-Motor Interference in Walking and Falls After Stroke* <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.022157>
31. Plumbee P, Eskes G. Wallace S., Giuffrida C. Et Al., American Congress of Rehabilitation Medicine Stroke Networking Group Cognition Task Force. Cognitive-motor interference during functional mobility After-stroke: state of the science and implicazionis for future research. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013
32. Adams, Victor and Ropper. *Principles of Neurology* 6th edn, McGraw Hill, 1997
33. Castano e Donato, 2006; Chiarugi e Bucciante, 1972
34. Castano e Donato, 2006
35. Jean Cambier *Neurologia dodicesima edizione*
36. Ghelarducci B, Gemignani A. Le funzioni “non motorie” del cervelletto: storia nuova o evoluzione di un vecchio concetto? *Riabil Apprend* 1998;1:1-17.
37. Ghelarducci B, Gemignani A, Sebastiani L. Meccanismi di controllo cerebellare: dal movimento alla dismetria del pensiero.
38. Schmahmann JD, Caplan D. Cognition, emotion and the cerebellum. *Brain* 2006;129:290-2.

39. Bishop DV. Cerebellar abnormalities in developmental dyslexia: cause, correlate or consequence? *Cortex* 2002;38:491-8.
40. Fiez JA, Raichle ME. Linguistic processing. In: Schmahmann JD, ed. *The Cerebellum and Cognition. International Review of Neurobiology* 1997;41:233-54.
41. Ito M. Bases and implications of learning in the cerebellum – adaptive control and internal model mechanism. *Prog Brain Res* 2005;148:95-109.
42. Leiner HC, Leiner A L, Dow RS. Cognitive and language functions of the human cerebellum. *Trends Neurosci* 1993;16:444-7.
43. Plummer-D'Amato P., Altmann LJ. Relationships between motor function and gait-related dual-task interference after stroke: a pilot study. *Gait Posture*. Jan 2012;35(1):170-172
44. Plummer-D'Amato P., Brancato B., Dantowitz M., Birken S., Bonke C., Fuery E. Effects of gait and cognitive task difficulty on cognitive-motor interference in aging. *J Aging Res.* 2012;2012:583894
45. Plummer-D'Amato P., Altmann LJ. Relationships between motor function and gait-related dual-task interference after stroke: a pilot study. *Gait Posture*. Jan 2012;35(1):170-172
46. P.Plummer, G. Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 9:225 2015.
47. Plummer P., Eskes G, Wallace S, Giuffrida C, Fraas M, Campbell G, et al. Cognitive-motor interference during functional mobility after stroke: state of the science and implications for future research. *Arch. Phys.Med. Rehabil.* 94;2574. 2013
48. P.Plummer, G. Eskes Measuring treatment effects on dual-task performance: a framework for research and clinical practice. *Frontiers in human neuroscience*, 9:225 2015.
49. 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.
50. Cognitive Interventions Among Older Adults Graham J. McDougall Jr et al. doi: 10418659
51. Catagallo, Le funzioni esecutive Valutazione e riabilitazione. Carocci Faber.
52. 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.
53. 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.
54. 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.

55. 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.
56. 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. 2018-2019, Relatore: Dott.ssa Michela Coccia; Correlatore: Dott.ssa Laura Villani.
57. Alessandra Nisi, training in dual-task cognitivo-motorio Applicati a soggetti adulti affetti da esiti di Ictus. Effetti sulla partecipazione sociale, il Cammino e l'equilibrio Università Politecnica delle Marche, Facoltà di Medicina e Chirurgia, A.A. 2018-2019, Relatore: Dott.ssa Marianna Capecci; Correlatore: Dott.ssa Paola Casoli.
58. Sohlberg & Mateer, 1986; Sohlberg, Johnson, Paule Raskin & Mateer, Attention Process Training 1994.
59. 6 Minute Walk Test, RehabMeasures Database (sralab.org)
60. 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

Functional Status Questionnaire

Sezione funzioni fisiche

Durante il mese passato ha avuto difficoltà per:

ADL di base

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

ADL intermedie

- 1) Camminare per molti isolati
- | | |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni | <input type="checkbox"/> |
-
- 2) Camminare per un isolato o salire una rampa di scale
- | | |
|--|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto molte difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per motivi di salute | <input type="checkbox"/> |
| Di solito non lo ho fatto per altre ragioni | <input type="checkbox"/> |
- 3) Fare lavori intorno a casa come pulire, fare leggeri lavori da cortile o la manutenzione della casa
- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| Generalmente non ho avuto difficoltà | <input type="checkbox"/> |
| Ho avuto alcune difficoltà | <input type="checkbox"/> |

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

Sezione funzioni psicologiche

Durante il mese passato:

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

	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
4) Sei stata una persona felice	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
5) Ti senti così abbattuto che nessuna cosa potrebbe metterti di buon umore	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
Sezione funzioni sociali		
Se hai lavorato <i>durante il mese passato</i> , come è stata la tua performance lavorativa		
1) Hai svolto la stessa attività lavorativa di altri in lavori simili	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
2) Hai lavorato per brevi periodi di tempo o hai fatto frequenti pause a causa della tua salute	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
3) Hai lavorato per un numero regolare di ore	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
4) Hai svolto la stessa attività lavorativa con la stessa cura ed accuratezza di altri in lavori simili	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
5) Hai paura di perdere il tuo lavoro a causa del tuo stato di salute		

Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
Mai	<input type="checkbox"/>

Sezione attività sociali

Durante l'ultimo mese:

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

Sezione qualità delle interazioni sociali

Durante l'ultimo mese:

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

	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
3)	Si è comportato in modo irritato con le persone che la circondano?	
	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
4)	Ha fatto richieste assurde a familiari ed amici?	
	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
5)	E' andato d'accordo con le altre persone?	
	Tutto il tempo	<input type="checkbox"/>
	Molto del tempo	<input type="checkbox"/>
	Una buona parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Per un po' di tempo	<input type="checkbox"/>
	Per una minima parte del tempo	<input type="checkbox"/>
	Mai	<input type="checkbox"/>
Quale delle seguenti affermazioni descrive meglio la tua situazione lavorativa nell'ultimo mese?		
	Ho lavorato a tempo pieno	<input type="checkbox"/>
	Ho lavorato part-time	<input type="checkbox"/>
	Disoccupato in cerca di lavoro	<input type="checkbox"/>
	Disoccupato a causa della mia salute	<input type="checkbox"/>
	Ritirato dal lavoro a causa della mia salute	<input type="checkbox"/>
	Ritirato dal lavoro per altre cause	<input type="checkbox"/>
<i>Nel mese passato</i> 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	<input type="checkbox"/>
	Soddisfacenti	<input type="checkbox"/>
	Non tanto soddisfacenti	<input type="checkbox"/>

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Insoddisfacenti | <input type="checkbox"/> |
| Molto insoddisfacenti | <input type="checkbox"/> |
| Non ho avuto relazioni sessuali | <input type="checkbox"/> |

Come ti senti in relazione al tuo stato di salute

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| Molto soddisfatto | <input type="checkbox"/> |
| Soddisfatto | <input type="checkbox"/> |
| Non tanto soddisfatto | <input type="checkbox"/> |
| Insoddisfatto | <input type="checkbox"/> |
| Molto insoddisfatto | <input type="checkbox"/> |

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 | <input type="checkbox"/> |
| Diverse volte a settimana | <input type="checkbox"/> |
| Circa una volta a settimana | <input type="checkbox"/> |
| Due o tre volte al mese | <input type="checkbox"/> |
| Circa una volta al mese | <input type="checkbox"/> |
| Mai | <input type="checkbox"/> |

ACTIVITIES BALANCE CONFIDENCE (ABC)

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

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

0 = alla mancanza completa di sicurezza.

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

Non sicuro

Completamente sicuro

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

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

2) Camminare per casa;

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

3) Salire/scendere dalla macchina;

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

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

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

5) Camminare attraverso un'area di parcheggio;

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

6) Spazzare il pavimento;

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

7) Salire/scendere le scale;

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

8) Recuperare una pantofola da terra;

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

9) Camminare i un viale affollato;

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

10) Salire /scendere una rampa;

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

11) Camminare tra la folla resistendo agli urti;

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

12) Usare le scale mobili tenendosi al corrimano;

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

13) Sollevarsi sulla punta dei piedi;

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

14) Salire su una sedia per prendere qualcosa;

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

15) Usare le scale mobili senza tenersi al corrimano;

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

16) Camminare su un marciapiede ghiacciato.

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

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

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 indicare 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
---	---	---	---	---

ALLEGATI

G.N.

	T0		T1		Follow-up		Booster session	
	P.G.	P.C.	P.G.	P.C.	P.G.	P.C.	P.G.	P.C.
Test delle matrici	56	51	56	51	55	50	58	53
P.A.S.A.T.								
- 4000 ms	3		0		0		0	
- 2600 ms	1		0		0		0	
-1800 ms	2		0		0		0	
Stroop Test (versione lunga)								
- Denominazione colori (30'')	60		50		60		55	
- Tempo di interferenza	29	33,5	32	36,5	35	39,5	31	35,5
Digit Span Forward	6	5,83	6	5,83	6	5,83	7	6,83
Digit Span Backward	6	5,79	6	5,79	6	5,79	6	5,79
Corsi Span Forward	6	5,81	6	5,81	7	6,81	7	6,81
Corsi Span Backward	6	5,79	7	6,79	7	6,79	7	6,79
Trail Making Test								
- A	23	14	22	13	17	8	23	14
- B	98	72	58	32	27	1	47	21
- B-A	75	58	36	19	10	-7	24	7
F.A.B.	17	16,5	18	17,5	18	17,5	18	17,5
AFS	62	58,3	78	74,3	75	71,3	80	76,3
Torre di Londra								
-Total Correct Score	1	82	4	100	4	100		106
-Total Move Score	50	84	27	104	26	104		100
-Total Initiation time	30	94	13	88	31	94		94
-Total Execution Time	262	94	188	104	207	102		108
-Total Problem Solving Time	292	98	201	108	238	104		108
-Total Time Violations	0	108	0	108	0	108		108
-Total Rule Violations	1	70	0	104	0	104		104
W.C.S.T.								
- n° di prove somministrate	128		85		80		88	
- n° totale di risposte corrette	93		73		70		79	
- % errori	27	100	14	119	12	119	10	138
- % risposte perseverative	5	138	1	138	6	138	8	119
- % errori perseverativi	5	138	1	138	5	138	7	138
- % errori non perseverativi	22	81	13	92	8	108	3	119
Parole di Rey								
-Short Term	45	44,6	58	57,6	69	68,6	63	62,6
-Long Term	9	9	13	13	13	13	14	14

P.L.

	T0		T1		Follow-up		Booster session	
	P.G.	P.C.	P.G.	P.C.	P.G.	P.C.	P.G.	P.C.
Test delle matrici	56		56		57		56	52,25
P.A.S.A.T.								
- 4000 ms	7		2		2		1	
- 2600 ms	3		0		1		2	
-1800 ms	8		3		1		1	
Stroop Test (versione lunga)								
- Denominazione colori (30'')	39	44,6	40	45,6	36	41,6	38	43,6
- Tempo di interferenza	14	18,6	17	21,6	20	24,6	20	24,6
Digit Span Forward	7	7,02	7	7,02	7	7,02	8	8,02
Digit Span Backward	4	3,97	8	7,97	8	7,97	6	5,97
Corsi Span Forward	6	6	4	4	5	5	7	7
Corsi Span Backward	4	4,06	8	8,06	6	6,06	7	7,06
Trail Making Test								
- A	35	22	44	31	38	25	43	30
- B	74	37	103	66	84	47	63	26
- B-A	16	-8	59	35	46	22	20	-4
F.A.B.	15	14,7	18	17,7	18	17,7	18	17,7
AFS	35	31,9	43	39,9	44	40,9	58	54,9
Torre di Londra								
-Total Correct Score	4	106	2	88	2	88	3	98
-Total Move Score	42	98	45	96	56	84	48	92
-Total Initiation time	39	96	28	90	28	90	26	90
-Total Execution Time	261	104	246	106	323	96	223	108
-Total Problem Solving Time	300	104	274	106	351	98	197	116
-Total Time Violations	2	86	1	100	2	86	1	100
-Total Rule Violations	6	70	1	84	1	84	0	110
W.C.S.T.								
- n° di prove somministrate	64		128		128		128	
- n° totale di risposte corrette	30		44		69		42	
- % errori	45	81	66	62	46	81	67	62
- % risposte perseverative	45	81	23	92	10	119	46	81
- % errori perseverativi	36	81	23	81	8	119	40	62
- % errori non perseverativi	9	100	43	62	38	62	27	62
Parole di Rey								
-Short Term	40	41,3	43	44,3	52	53,3	50	51,3
-Long Term	9	9,6	7	7,6	10	10,6	11	11,6

RINGRAZIAMENTI

Con gli occhi pieni di gioia posso dire di essere arrivata alla fine di questo percorso, faticoso ma estremamente motivante e carico di emozioni. Un percorso che difficilmente dimenticherò. Questi tre anni sono stati difficili, costellati da perdite importanti, che mi hanno fatto pensare che non ce l'avrei fatta, ma eccomi qui, grazie a tutte le persone che mi hanno aiutato a credere in me e mi hanno dato la forza di ricominciare a sognare. Devo un pezzettino di questo traguardo a tutti voi.

Grazie alla *Relatrice Michela Coccia*, per avermi guidata nella stesura di questo elaborato. Grazie per essere stata sempre presente e disponibile in ogni fase; dalla sperimentazione alla stesura.

Alla *correlatrice Laura Villani* per il costante supporto che mi ha fornito in questi nove mesi, ma soprattutto per avermi trasmesso la passione per questo ambito della Logopedia.

A *Paola Casoli* per essere stata una guida, per avermi fornito tante nozioni riguardo l'aspetto motorio, fondamentale nella vita.

A *mamma e papà*, l'essenza di tutto ciò che sono. Grazie per avermi insegnato a lottare per le cose in cui credo e per aver dato spazio ai miei sogni. Grazie per essere una presenza continua ed instancabile.

A mio *fratello Simone*, la mia spalla destra.

Grazie per avermi amato dal primo istante che mi hai visto, e per continuare ad essere il fratello che tutti vorrebbero! Grazie per essermi stato vicino anche quando era difficile. Sei stato una presenza fondamentale nella mia vita e nel percorso universitario.

Ai nonni *Anna, Mario, Livia*, i miei più grandi sostenitori, stelle che illuminano il mio cammino. Siete stati le colonne portanti della mia vita. Spero che lassù abbiate trovato la pace che meritate. Mi auguro di avervi reso orgogliosi della persona che sono e del traguardo raggiunto.

A *nonno Paolo* che in silenzio mi ha insegnato i valori della vita e che mi ha accompagnato durante questo percorso con gioia e positività.

A *Simone*, per l'amore incondizionato e per essere stato una presenza attiva nel mio percorso universitario. Grazie per aver creduto sempre in me e nelle mie capacità, anche quando non ci credevo neanche io.

A *Daniela e Gabriele*, per aver gioito insieme a me ad ogni traguardo raggiunto e per avermi consolato ad ogni fallimento. Grazie per avermi spronato a dare il meglio di me stessa.

A *Elisa*, la sorellina che non ho mai avuto. Grazie per avermi sempre sostenuto. Grazie per essere sempre così presente nella mia vita. Ti auguro il meglio.

A tutta la mia famiglia, *zii e cugini* per la presenza costante nella mia vita e per i preziosi consigli che mi avete dato.

A *Maria Giulia*, oltre che collega, è stata per me una grande amica. Buona fortuna per tutto!

A *Ilaria*, per essere stata al mio fianco ed avermi dato il benvenuto a casa, quando avevamo pochi mesi di vita.

A *Raffaele*, grazie per aver seguito, con ironia, tutto il percorso universitario. Grazie per essermi stato vicino in ogni momento bello o brutto.

A *Beatrice ed Andrea*, amici di una vita. Grazie per essere presenti anche a chilometri di distanza.

A *Giulia*, una coinquilina speciale! Grazie per avermi aiutato a superare le mie paure.

A *Francesco, Jacopo, Mate, Matteo*. Mi riempie di orgoglio sapere di aver raggiunto questo obiettivo sempre con voi al mio fianco. Grazie per tutti i consigli e per la vicinanza continua.

A *Rachele*, la mia più grande compagna di viaggio. Grazie per esserci stata in ogni momento di questo percorso. Senza il tuo supporto non sarebbe stata la stessa cosa.

A *tutte le compagne di corso* ed in particolare Emma, Adriana, Melissa, Noemi, Eleonora grazie per aver condiviso tutti i momenti insieme.

A *tutti gli amici* che non ho nominato, ma che sono comunque nel mio cuore, per avermi supportato e sopportato durante questi 3 anni.

A *G.N. E P.L.*, i due protagonisti di questo elaborato. Grazie per la fiducia, la passione, la forza di volontà che avete investito nella realizzazione del training. Grazie per le risate, che hanno in qualche modo alleggerito il lavoro. È stato davvero emozionante.

A *tutti i pazienti*, grandi e piccoli, che mi hanno confermato di giorno in giorno che la Logopedia è la strada giusta per me.

A *tutte le guide di tirocinio* che ho incontrato durante il mio percorso universitario, grazie per avermi dato fiducia e per avermi fatto crescere professionalmente.

Alle persone che mi hanno cresciuto; in particolare *Ugo e Gigi* e ai *professori* che mi hanno seguito al liceo, in particolare Lucilla, Nazzarena, Annalisa e Luca, sarete nel mio cuore sempre.

“Per Aspera ad Astra”