

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Psicologia Generale**

**Corso di laurea triennale in Scienze psicologiche  
cognitive e psicobiologiche (L-24)**

**Elaborato finale**

**Valutazione del neglect tramite multitasking  
computerizzato. Uno studio longitudinale in  
un paziente cronico.**

**Assessment of neglect by computerized multitasking. A  
longitudinal study in a chronic patient.**

***Relatore***

Prof. Mario Bonato

***Correlatrice***

Dr.ssa Maria Silvia Saccani

Laureanda: Elena Bonavigo

Matricola: 1238298

Anno Accademico 2021-2022



# Indice

<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITOLO 1. ELABORAZIONE SPAZIALE E DEFICT AD ESSA LEGATI: NEGLECT.....</b>	<b>1</b>
1.1 Elaborazione spaziale caratteristiche.....	1
1.1.1 Fattori che influenzano l'elaborazione spaziale.....	2
1.2 Negligenza spaziale unilaterale (o neglect).....	3
1.2.1 Decorso temporale del neglect.....	5
1.2.2 Vari tipi di neglect.....	5
1.3 Test diagnostici carta e matita.....	7
1.3.1 Test più sensibili nel rilevare il neglect in fase cronica: test computerizzati.....	10
<b>CAPITOLO 2. CASO SINGOLO.....</b>	<b>12</b>
2.1 Introduzione.....	12
2.1.1 Dettagli del caso singolo.....	12
2.1.2 Ipotesi dello studio.....	12
2.1.3 Strumenti per la valutazione neuropsicologica e la diagnosi di neglect...	13
2.1.4 Stimoli e procedura sperimentale.....	14
2.1.5 Gruppo di controllo.....	19
2.1.6 Risultati.....	20
2.1.7 Discussione e Conclusioni.....	26
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>28</b>



## **Introduzione:**

La negligenza spaziale unilaterale, o eminegligenza (neglect), è un deficit di attenzione selettiva visuo-spaziale che è causato da una lesione in determinate aree del cervello. L'attenzione selettiva permette di orientare l'attenzione verso specifiche informazioni presenti nell'ambiente che sono salienti o potenzialmente rilevanti. I pazienti con questa patologia, infatti, non riescono a processare stimoli collocati nella parte di spazio opposta (controlaterale) rispetto a quella in cui ha sede la lesione. I test specifici solitamente utilizzati per diagnosticare tale disturbo sono i test carta e matita. Questi test sono però insensibili nel rilevare il neglect in fase cronica e per tale motivo vengono spesso utilizzati dei compiti al computer per individuare possibili deficit residui. L'elaborato, nella sua seconda parte, affronta un caso singolo di un utente di 65 anni che ha sofferto due ictus oltre cinque anni fa. Vengono da noi analizzati i suoi sintomi tramite multitasking computerizzato. A differenza della maggior parte delle ricerche sul neglect, che analizzano soggetti aventi tale disturbo da pochi mesi o anni, lo studio da noi proposto testa un utente che soffre di questa patologia da molti anni.

## **Capitolo 1. Elaborazione spaziale e deficit ad essa legati**

### **1.1 Elaborazione spaziale e caratteristiche**

Siamo quotidianamente chiamati ad elaborare le informazioni presenti nell'ambiente che ci circonda. L'elaborazione spaziale è una funzione cognitiva non verbale molto importante che consiste nella rilevazione e integrazione di informazioni presenti in una specifica posizione dello spazio. Questo è possibile perché il nostro cervello è in grado di creare delle rappresentazioni spaziali della realtà. Tramite le coordinate spaziali (*Frame of Reference, FoR*) è possibile lavorare sulle rappresentazioni stesse. Il sistema di elaborazione però presenta limiti energetici, di tempo e di spazio e per questo motivo esistono numerosi processi e meccanismi che consentono che l'elaborazione avvenga. Particolarmente importante in questo contesto è l'attenzione. L'attenzione, infatti, può essere considerata come una funzione mentale che filtra e organizza le informazioni

provenienti dall'ambiente al fine di emettere una risposta adeguata (Làdavas & Berti, 2020). L'attenzione, dunque, seleziona le informazioni in ingresso in base alla loro potenziale importanza e significato per l'organismo. Il significato di questi stimoli per il soggetto è determinato da due fattori principali: obiettivi e impulsi biologici o bisogni. L'attenzione permette di elaborare determinati stimoli potenzialmente importanti ignorandone altri.

### **1.1.1 Fattori che influenzano l'elaborazione spaziale**

La capacità di elaborazione spaziale è influenzata da diversi fattori, tra cui l'attenzione sostenuta o vigilanza, il livello di attivazione (o *arousal*), l'attenzione selettiva, i livelli di affaticamento e la deprivazione del sonno. Con il termine *arousal* si indica il livello di prontezza fisiologica del soggetto a ricevere stimolazioni interne ed esterne che determina la velocità e l'adeguatezza della sua risposta. Questo livello di attivazione varia lungo un continuum che va dal sonno all'iperattivazione o eccitazione. L'attenzione sostenuta o vigilanza è la capacità di mantenere un buon livello di attenzione costante per un periodo di tempo prolungato (Làdavas & Berti, 2020). Entrambi questi fattori sembrano essere mediati e controllati dall'emisfero destro. Per far fronte ai limiti del sistema di elaborazione di informazioni è fondamentale l'abilità di contrastare la distrazione e di focalizzare, dirigere e orientare l'attenzione verso specifiche informazioni presenti nell'ambiente migliorandone l'elaborazione; questa capacità va sotto al nome di attenzione selettiva. La forma di attenzione selettiva più investigata è quella visuo-spaziale. L'attenzione selettiva è in grado di influenzare sia l'accuratezza che la velocità di risposta nell'elaborazione di particolari informazioni. Quando uno stimolo viene presentato nella parte di campo visivo dove è focalizzata la nostra attenzione si nota un aumento della scarica dei neuroni della corteccia visiva primaria (V1), con un conseguente aumento della componente P100, che non si verifica se lo stesso stimolo è presentato in una zona di campo visivo dove l'attenzione non è rivolta (Làdavas & Berti, 2020). Inoltre, un particolare paradigma sperimentale noto come paradigma di Posner (*Posner Cueing Paradigm*) ha dimostrato che quando uno stimolo viene presentato in una posizione prevista, ovvero tramite un indizio (*cue*) prima della comparsa dello stimolo target, la sua elaborazione sarà più rapida rispetto a quando uno stimolo viene presentato in una posizione inaspettata, ovvero senza un indizio che preceda la successiva comparsa del target (Posner, 1980). Esistono due sistemi attenzionali diversi, uno posteriore e uno

anteriore. Il Sistema Attenzionale Posteriore (PAS, *Posterior Attentional System*) consente di orientare e dirigere l'attenzione verso diverse sorgenti di stimolazione e posizioni spaziali. Questo sistema comprende svariate aree cerebrali, in particolare coinvolge la corteccia parietale posteriore e i nuclei talamici quali il pulvinar, il nucleo reticolare e i collicoli superiori. Il Sistema Attenzionale Anteriore (AAS, *Anterior Attentional System*) analizza gli attributi dello stimolo target rilevato dal sistema PAS (forma, colore, ecc...) e determina se lo stimolo rilevato dal sistema posteriore corrisponde effettivamente alle caratteristiche dello stimolo che si sta cercando. Questo sistema comprende aree della corteccia prefrontale mediale, incluse la corteccia cingolata anteriore e l'area supplementare motoria (Làdavas & Berti, 2020). L'azione coordinata di questi due sistemi permette il corretto funzionamento dell'attenzione selettiva.

## **1.2 Negligenza spaziale unilaterale (o neglect)**

La negligenza spaziale unilaterale è un disturbo dell'attenzione selettiva visuo-spaziale che può insorgere a seguito di una lesione in specifiche aree cerebrali. Il neglect è caratterizzato dall'incapacità di segnalare o di rispondere a persone od oggetti presenti nel lato opposto (controlaterale) rispetto a quello della lesione. Autori diversi hanno proposto definizioni leggermente differenti di neglect. Il neglect, per esempio, viene definito come "Un fallimento nel riportare, rispondere o orientare l'attenzione verso gli stimoli controlaterali che non è causato da un deficit sensorimotorio elementare" (Heilman et al., 2000). Roberto Cubelli (2017) definisce il neglect nel seguente modo: "Il neglect indica un'asimmetria consistente ed esagerata nel processamento delle informazioni nello spazio corporeo e/o extracorporeo a causa di una lesione cerebrale acquisita". Il neglect, dunque, è un disturbo neurocomportamentale invalidante indotto da lesioni causate da infarti cerebrali, emorragie, tumori, traumi o malattie degenerative. Per fare diagnosi di neglect devono essere esclusi deficit visivi o percettivi elementari. I campi visivi e la percezione in generale devono essere normali, infatti, se il problema non è attentivo ma è visivo si possono osservare gli stessi sintomi ma la causa non sarebbe l'attenzione. Inoltre, devono essere esclusi deficit motori elementari e questo anche perché esiste una forma motoria di neglect. I pazienti con neglect spesso presentano menomazioni anche in caratteristiche non spaziali, come, per esempio, una ridotta attenzione sostenuta (o vigilanza). Questi deficit potrebbero essere causati dalla presenza di disturbi cognitivi più gravi. Il neglect è presente soprattutto dopo un danno all'emisfero

destro (Bowen et al., 1999). Questa asimmetria che caratterizza il neglect può essere spiegata da rappresentazioni attenzionali asimmetriche dello spazio e del corpo. Infatti, è stato scoperto che mentre l'emisfero sinistro presta attenzione soprattutto al lato destro, l'emisfero destro presta attenzione ad entrambi i lati e direzioni dello spazio (Heilman & Van Den Abell, 1980; Pardo et al., 1991). Inoltre, l'emisfero sinistro prepara le azioni verso destra mentre l'emisfero destro può prepararle in entrambe le direzioni (Heilman & Van Den Abell, 1979). Prendendo in considerazione una lesione avvenuta nell'emisfero destro si vede come in realtà i pazienti con neglect ignorano non solo gli stimoli presentati nel campo visivo controlaterale ma anche quelli presentati nel campo visivo intatto (ipsilesionale – stesso lato in cui c'è la lesione) che occupano la posizione relativa sinistra rispetto ad altri stimoli. Questo è in linea con l'ipotesi di Kinsbourne secondo cui ogni emisfero è responsabile dello spostamento dell'attenzione in una direzione contraria, sia nella metà ipsilaterale che in quella controlaterale dello spazio (Làdavav & Berti, 2020). Per tale motivo i pazienti con neglect mostrano un bias attenzionale che dirige l'attenzione alla posizione più ipsilesionale del campo visivo. Nello studio di Làdavav et al. (1990) sono stati confrontati i tempi di reazione dei pazienti di controllo e di quelli con neglect destro nel rispondere a stimoli che venivano presentati nelle posizioni relative sinistra e destra all'interno del campo visivo intatto. Si è trovato che i pazienti con neglect erano più veloci dei controlli nel rispondere allo stimolo di destra, mentre erano più lenti dei controlli nel rispondere allo stimolo sinistro. Inoltre, nella posizione relativa destra i pazienti con neglect hanno mostrato una maggiore sensibilità rispetto ai controlli. Il neglect è solitamente associato a lesioni che coinvolgono il lobo parietale inferiore destro (IPL) e la giunzione parieto-temporale. Tuttavia, la lesione di altre aree può indurre neglect. Queste includono le regioni frontali premotorie, i lobi frontali dorsolaterali, i lobi frontali mesiali compreso il giro cingolato, la formazione reticolare talamica e mesencefalica, i gangli della base, i nuclei posteriori del talamo e i fasci di sostanza bianca (Heilman et al., 2000). L'eminegligenza si associa di solito a emiparesi e ad anosognosia. Molti pazienti con neglect hanno una grave emiparesi sinistra che solitamente coinvolge sia l'arto superiore che quello inferiore. L'emiparesi consiste nella perdita parziale dell'attività motoria della metà del corpo controlaterale alla lesione. L'anosognosia si riferisce alla mancanza di consapevolezza (*insight*) delle menomazioni; per tale motivo i pazienti che soffrono di questo disturbo possono ignorare la presenza

della paralisi oppure possono avere una conoscenza limitata di come l'eminegligenza influenzi la loro capacità di svolgere le attività quotidiane. A volte può essere presente la somatoparafrenia che è un disturbo della consapevolezza corporea con connotazioni deliranti. Il paziente può non riconoscere l'arto paretico come suo e credere che esso appartenga ad un altro individuo. In assenza di questi altri segni molto debilitanti il neglect può non essere notato (Làdavas & Berti, 2020).

### **1.2.1 Decorso temporale del neglect**

Le caratteristiche dell'eminegligenza cambiano nel tempo, infatti i deficit diventano sempre meno evidenti. Poco dopo che si è verificata una lesione la presenza di neglect è spesso chiara in quanto gli occhi deviano verso lo spazio ipsilesionale. Con il tempo questa deviazione tende a diminuire (Bonato, 2012b). In fase acuta, nei casi più gravi, i pazienti trascurano completamente l'informazione proveniente dalla metà controlesionale dello spazio. In fase cronica (3-6 mesi dopo che la lesione è avvenuta) i deficit attentivi più severi vengono superati e insorgono prima l'alloestesia e poi l'estinzione. L'alloestesia è il fenomeno per cui un paziente cerebroleso destro è in parte consapevole degli stimoli presentati nella parte sinistra dello spazio, ma li riporta come se fossero presentati a destra. Con il termine estinzione si fa riferimento al fatto che i pazienti possono non rispondere agli stimoli controlaterali alla lesione solo quando entrambi i lati dello spazio sono stimolati allo stesso tempo (ma sono in grado di rilevare stimoli controlaterali isolati) (Làdavas & Berti, 2020). L'estinzione può dissociarsi dal neglect. Per valutare la presenza di estinzione è solito usare una procedura di confronto con le dita (*finger confrontation procedure*).

### **1.2.2 Vari tipi di neglect**

Esistono diversi tipi di neglect che differiscono sia in termini di modalità attraverso cui il comportamento è suscitato (sensoriale, motorio, o rappresentazionale) che per la distribuzione del comportamento anormale (personale o spaziale) (Plummer et al., 2003). Lo spazio è rappresentato da un sistema di coordinate (o *Frame of Reference, FoR*). Esistono sistemi spaziali differenti: il sistema egocentrico e quello allocentrico. Il neglect può colpirli entrambi. Nel sistema egocentrico il punto di riferimento è la persona stessa e quindi essa ignora tutto ciò che sta dal lato controlesionale (es: tutto ciò che sta alla sua sinistra se la lesione si trova a destra). Invece, il punto di riferimento nel sistema

allocentrico è l'oggetto e quindi si neglige, per esempio, la parte sinistra di un oggetto nel caso di lesioni destre (Cubelli, 2017). Il neglect sensoriale (anche detto neglect disattentivo) viene definito come: "Il diventare inconsapevoli degli stimoli sensoriali collocati nella parte opposta di spazio o di corpo rispetto alla lesione" (Bowen et al., 1999; Plummer et al., 2003). Questo tipo di neglect può essere ulteriormente classificato secondo la modalità con cui si presenta: neglect visivo, neglect uditivo e neglect tattile. Nel neglect sensoriale l'attenzione viene magneticamente catturata dal lato ipsilesionale. Per verificare la presenza di questo tipo di neglect possono venire o meno presentati stimoli al paziente, sia dal lato controlesionale che ipsilesionale (in ordine casuale). Si ha evidenza di neglect sensoriale nel momento in cui il paziente compie un maggior numero di errori dal lato controlesionale. Alcuni pazienti con eminegligenza sono consapevoli degli stimoli controlesionali, ma non riescono ad agire su di essi. Il neglect motorio (anche detto neglect intenzionale) viene descritto come: "Il fallimento nel generare un movimento al fine di rispondere a uno stimolo controlaterale anche quando la persona è consapevole di esso" (Plummer et al., 2003). Questo fallimento non può essere spiegato da un deficit motorio primario. Esistono diverse forme di neglect motorio tra cui l'acinesia, l'ipocinesia, l'ipometria, la bradicinesia e l'impersistenza motoria. Il termine acinesia indica un'assenza di movimento o una considerevole diminuzione di movimento fino ad arrivare anche alla paralisi. L'ipocinesia è la condizione nella quale è presente un ritardo nell'iniziare un movimento e spesso per testarla si misura il tempo di reazione. Un paziente presenta ipometria se ha una riduzione dell'ampiezza dei movimenti degli arti, degli occhi o della testa. La bradicinesia è la condizione in cui è presente un'irragionevole lentezza nell'esecuzione dei movimenti. L'impersistenza motoria è l'incapacità di mantenere un movimento o una postura per un dato periodo di tempo (Heilman et al., 2000). I deficit del neglect possono colpire anche spazi 'non fisici' (neglect immaginativo o rappresentazionale). Questo tipo di eminegligenza è presente se una persona trascura la metà controlesionale di immagini generate internamente (Plummer et al., 2003). Il neglect rappresentazionale è stato dimostrato chiedendo a dei pazienti di immaginare e descrivere un luogo a loro familiare, per esempio la Piazza del Duomo di Milano, secondo specifiche prospettive. Per prima cosa gli è stato chiesto di immaginare sé stessi guardando la facciata della cattedrale dal lato opposto della piazza; successivamente è stato chiesto di descrivere la prospettiva inversa (Bisiach & Luzzatti, 1978). In entrambi i compiti i

pazienti hanno omesso nella loro descrizione i dettagli collocati a sinistra. Gli elementi presenti nella parte destra della scena descritti in una prima istanza sono poi stati omessi nel momento in cui sono diventati elementi presenti a sinistra a causa della prospettiva inversa. Il neglect spaziale viene definito da Bisiach et al. (1986) come: “Un fallimento nel riconoscere uno stimolo nella parte di spazio controlesionale”. Questo tipo di neglect può essere diviso in neglect peripersonale ed extrapersonale. Il neglect peripersonale si ha quando il paziente presenta un deficit nello spazio d’azione (spazio vicino). Un esempio di questo è quando il paziente mangia solo il cibo alla sinistra o destra (meno raramente) del piatto. Per quanto riguarda il neglect extrapersonale i deficit si verificano per lo spazio lontano e questo può dare problemi alla navigazione. Il paziente con neglect extrapersonale destro, per esempio, tende a girare solo a destra quando naviga nell’ambiente esterno. Il termine neglect spaziale non è specifico in quanto può comprendere sia il neglect sensoriale che quello motorio. Il neglect personale viene definito come una mancanza di esplorazione o consapevolezza della parte di corpo opposta a una lesione cerebrale; per tale motivo i pazienti che soffrono di questo deficit possono vestire solo metà del loro corpo. È stato stimato che l’incidenza dell’eminegligenza spaziale in pazienti con lesioni all’emisfero destro, tre mesi dopo l’ictus, sia del 59% (Beschin & Robertson, 1997).

### **1.3 Test diagnostici carta e matita**

I pazienti possono avere un tipo di neglect o la combinazione di diversi tipi di neglect. Sono dunque necessari molteplici compiti per identificare con precisione il deficit di cui soffre la persona. Nei setting clinici è tipico usare i test carta e matita per valutare il neglect. Questi test sono facili e veloci da somministrare ma presentano anche potenziali limiti, tra cui una validità ecologica limitata (Plummer et al., 2003). Esistono diversi test carta e matita, tra cui i più importanti sono: test di bisezione, test di cancellazione, copia di figure e disegno rappresentativo. Il test di bisezione di linee richiede alla persona di indicare su un foglio di carta il punto medio di una linea orizzontale. Per valutare la performance si misura la deviazione in millimetri della bisezione fatta dal paziente (punto medio soggettivo) dal vero centro della linea e si prende nota anche del lato della deviazione. Il risultato del paziente è patologico se la deviazione del punto medio soggettivo è maggiore del 10%. Nel test di cancellazione il paziente deve cercare e segnare degli specifici targets presenti nel foglio. Esistono diversi tipi di questo test, tra

cui quello di cancellazione di stelle, di lettere, di linee, di numeri, di forme e di campane. Se una persona è afflitta da neglect probabilmente non cancellerà gli stimoli presenti nel lato del foglio opposto alla lesione. La performance in questi test è direttamente proporzionale alla presenza di distrattori, ovvero di stimoli che devono essere ignorati dal paziente (Plummer et al., 2003). Nella copia di figure vengono posti di fronte al paziente fogli contenenti a sinistra tre stimoli da copiare. Il paziente deve copiarli nel modo più accurato possibile nella parte destra dei fogli e viene valutata la completezza dei disegni. Nel disegno rappresentativo (disegno libero) il paziente deve disegnare a mano libera su un foglio tre stimoli nominati dal neuropsicologo. Per la valutazione di questo test viene considerata la completezza dei disegni eseguiti dal paziente. Se la persona non riesce a disegnare spontaneamente un lato dell'oggetto quasi certamente avrà un neglect rappresentazionale. Per valutare l'emeleggenza esistono poi una serie di scale che sono più ecologicamente valide dei convenzionali test carta e matita. Le più rilevanti sono: *Catherine Bergego Scale (CBS)* e *Behavioural Inattention Test (BIT)*. Il BIT convenzionale è una batteria di test cartacei che comprende tre test di cancellazione, la bisezione di linee, la copia di figure e il disegno rappresentativo. Il BIT è limitato a misurare l'emeleggenza nello spazio peripersonale. Prendendo invece in considerazione il BIT non convenzionale esso include anche 9 compiti comportamentali, oltre ai 6 precedenti test carta e matita. Tra i test comportamentali si ha, ad esempio, la composizione di un numero al telefono, la lettura di un menu, la copia di indirizzi e frasi e l'uso di una mappa. Questi compiti comportamentali vengono anche detti ecologici in quanto richiamano delle situazioni di vita quotidiana (Wilson et al., 1987). La Catherine Bergego Scale (CBS) ad oggi è probabilmente lo strumento di valutazione comportamentale più utilizzato dato che è molto sensibile nel rilevare qualsiasi cambiamento durante la riabilitazione (Azouvi, 2017). Questa scala è formata da una lista di controllo standardizzata composta da 10 items che il terapeuta completa durante l'osservazione del paziente. La lista ha lo scopo di valutare la gravità del neglect in una serie di attività quotidiane. Essa include anche un questionario di autovalutazione che il paziente compila per indagare la sua consapevolezza delle difficoltà incontrate nelle attività quotidiane (punteggio di anosognosia). Il questionario autovalutativo richiede al partecipante di valutare se stesso su ciascuno dei 10 items. Il punteggio di anosognosia correla significativamente con la gravità dell'emeleggenza. Azouvi et al. (1996) hanno

trovato che il punteggio globale della CBS era significativamente correlato con l'indipendenza funzionale del paziente. Lo svantaggio principale delle scale ecologiche è che permettono solo di quantificare la disabilità in compiti facili, ma non sono in grado di cogliere una sottile eminegligenza in attività complesse della vita quotidiana, e mancano di punteggi relativi alle prestazioni nel caso di doppio compito. Esistono pochi test specifici per indagare l'eminegligenza personale, tra cui quello di pettinarsi i capelli, mettersi gli occhiali, radersi o truccarsi (Zoccolotti & Judica, 1991). Beschin & Robertson (1997) hanno sviluppato "*the Comb and Razor/Compact test*". Questo test comprende tre compiti: il compito del pettine, quello del rasoio e quello del trucco. Per quanto riguarda il compito del pettine, ai pazienti è chiesto di svolgerlo per un determinato periodo di tempo finché lo sperimentatore non dice di fermarsi e viene conteggiata la proporzione di colpi di pettine fatti su ogni lato della testa e anche eventuali colpi ambigui. La stessa procedura viene utilizzata anche per il test del rasoio e per quello del trucco. Il problema di queste attività è che si concentrano solo sul volto del soggetto e non forniscono informazioni sul resto del corpo. Per ovviare a questo problema Cocchini et al. (2001) hanno ideato il *Fluff Test* che consiste in un'esplorazione del proprio corpo ad occhi chiusi. Quando il paziente è bendato e seduto vengono attaccati sui suoi vestiti 24 cerchi identici in velcro. Il paziente non sa quanti stimoli vengono applicati e gli viene chiesto di rimuoverli tutti. In totale ci sono 15 stimoli target sul lato controlesionale e 9 su quello ipsilesionale. Questo test richiede delle capacità implicite di rappresentazione del proprio corpo. Dato che ci sono diverse quantità di target attaccati a sinistra e a destra del corpo, si calcola la percentuale di target staccati da ciascun lato. La performance è considerata normale quando un paziente toglie almeno 13 stimoli su 15 sul lato controlesionale e almeno 8 stimoli su 9 sul lato ipsilesionale (Cocchini & Beschin, 2020). In genere viene somministrato il *Montreal Cognitive Assessment (MoCA)* o altri test simili. Il MoCA permette una valutazione affidabile per esaminare il danneggiamento cognitivo post-ictus e contiene una serie di sottotest che valutano otto domini cognitivi: funzioni visuo-spaziali/esecutive, denominazione, memoria, attenzione, linguaggio, astrazione, richiamo differito e orientamento. Il punteggio totale varia da 0 a 30 ed è presente una compromissione della cognizione se si ottiene meno di 26 (Nasreddine et al., 2005). Il deterioramento cognitivo è comune dopo l'ictus e per questo è solito far eseguire al paziente dei test neuropsicologici che indagano vari domini. Questo serve per escludere

che eventuali deficit osservati siano dovuti a problemi non direttamente legati all'eminegligenza.

### **1.3.1 Test più sensibili nel rilevare il neglect in fase cronica: test computerizzati.**

Dopo la fase acuta del neglect spesso i pazienti iniziano a sviluppare delle strategie compensative per far fronte ai loro deficit. Per esempio, i pazienti con neglect sinistro quando esplorano lo spazio attorno a sé possono iniziare a rivolgere l'attenzione prima a sinistra e solo successivamente a destra. Grazie all'utilizzo di questa ed altre strategie i pazienti in fase cronica riescono a svolgere bene i test carta e matita e sono in grado di rilevare anche gli obiettivi più controlesionali. Bonato et al. (2010, 2013) hanno scoperto che utilizzando dei particolari test al computer riemerge il neglect che, secondo i test carta e matita, era scomparso. In questi studi i pazienti come compito principale dovevano dire in che parte dello spazio appariva un dato target (a destra, a sinistra o da entrambe le parti) e nelle condizioni di doppio compito, i pazienti dovevano eseguirne anche un altro, che poteva essere visivo o uditivo. Si è trovato che quando le risorse attentive venivano consumate da attività simultanea (condizione di doppio compito), indipendentemente dalla sua natura (visiva vs uditiva), i pazienti che riuscivano bene nei test carta e matita, spesso mostravano un deficit di consapevolezza controlesionale. Questo accade perché i pazienti, nelle condizioni di doppio compito, non hanno risorse attentive sufficienti per utilizzare attivamente le strategie compensative. L'apparente assenza di neglect nei test carta e matita è quindi solo data dalla disponibilità di risorse attenzionali sufficienti per mettere in atto strategie compensatorie (Bonato et al., 2010, 2012a, 2013). I doppi compiti sono dunque metodi molto più sensibili per rilevare sottili compromissioni rispetto ai convenzionali test diagnostici (Blini et al., 2016, Bonato et al., 2019). Per massimizzare la sensibilità dei test al computer è necessario utilizzare degli stimoli brevi e dei compiti impegnativi. Lo studio di Bonato (2015), per esempio, ha ridotto progressivamente il diametro del target (da 8 mm a 3 mm) per incrementare ulteriormente la sensibilità di questi compiti. Questo stesso studio ha anche dimostrato che il recupero spontaneo dei deficit del neglect ha una lunga durata. I classici test carta e matita dimostravano, invece, un recupero iniziale e veloce della eminegligenza che si stabilizzava in gravità, o scompariva, entro pochi mesi dopo una lesione cerebrale. Questi risultati erano però influenzati dall'uso di strumenti insensibili. I compiti basati su computer, dunque, mostrano la presenza di eminegligenza anche diversi anni dopo la

lesione. Le prestazioni in questi compiti comunque tendono a migliorare nel tempo a causa della riorganizzazione cerebrale e del perfezionamento delle strategie. I test al computer permettono di dedurre le prestazioni in contesti quotidiani e di rilevare qualsiasi cambiamento di performance in seguito alla riabilitazione della eminegligenza (Bonato et al., 2010). Inoltre, le procedure computerizzate permettono di registrare i tempi di reazione, i tassi di omissione e l'accuratezza (che va da 0 a 1) nell'esecuzione del compito. Questo è un vantaggio importante perché i pazienti con danni cerebrali senza eminegligenza secondo i test carta e matita, sono lenti a rilevare obiettivi controlesionali presentati al computer. I test al computer hanno inoltre la possibilità di modificare e controllare facilmente le caratteristiche degli stimoli (Bonato, 2012b). Nonostante i notevoli vantaggi, i test al computer non sono quasi mai utilizzati per la diagnosi di neglect e di estinzione (Bonato, 2012b). Lo svantaggio principale di questi test consiste nella possibilità di esaminare la presenza di eminegligenza solo nello spazio peripersonale. Tuttavia, questo limite è condiviso anche dai test carta e matita.



## **Capitolo 2. Caso singolo**

### **2.1 Introduzione**

Avendo svolto il tirocinio presso un centro disabili motori mi sono imbattuta in un caso clinico di un utente che, a seguito di due ictus avvenuti 6 anni fa, ha sviluppato negligenza spaziale unilaterale. Tuttavia, il paziente attualmente non presenta neglect secondo i classici test carta e matita. Questo è in accordo con i risultati di molti studi che sostengono che i test carta e matita sono poco sensibili nel rilevare il neglect in fase cronica in quanto i pazienti tendono a sviluppare delle strategie compensative per far fronte ai loro deficit (Blini et al., 2016; Bonato et al., 2010, 2012a, 2012b, 2013, 2015, 2019). Per analizzare i deficit residui in questo utente gli sono stati somministrati svariati compiti. Si è utilizzato il *Behavioural Inattention Test (BIT)* convenzionale, il *Fluff Test* con e senza carico cognitivo, la bisezione di linee con e senza carico cognitivo, il *Montreal Cognitive Assessment (MoCA)* e infine due particolari compiti al computer. Il fatto che qualche difficoltà spaziale fosse ancora presente è risultato evidente a seguito della somministrazione dei due specifici compiti al computer: *Dual Task Spaziale* e *Dual Task Sound Induced Flash Illusion (SIFI)*. I risultati ottenuti dal paziente nel compito del Dual Task Spaziale sono stati confrontati con la performance di 4 controlli sani, destrimani e di età simile alla sua.

#### **2.1.1 Dettagli del caso singolo**

L'utente è un uomo destrimane di 65 anni con 13 anni di scolarità. A seguito di due ictus emorragici avvenuti nel 2016, ha iniziato a soffrire di neglect per lo spazio sinistro. Il primo ictus ha coinvolto il nucleo capsulare destro e successivamente ha avuto un'emorragia intraparenchimale in sede pontina. Il paziente ha inoltre un'emiplegia del lato sinistro del corpo. Una TAC eseguita 5 anni fa evidenzia come ci sia un'estesa area ipodensa del nucleo capsulare e frontale destro e questa è presente anche in sede pontina. Il paziente non presenta deficit della forza destra.

#### **2.1.2 Ipotesi dello studio**

Essendo il paziente nella fase cronica della patologia ci aspettiamo che egli non presenti deficit nei test convenzionalmente utilizzati per rilevare la negligenza spaziale unilaterale. Per quanto riguarda invece i compiti al computer, ipotizziamo che il paziente presenti

delle difficoltà, anche lievi, quando gli stimoli sono presentati bilateralmente e nella parte di spazio opposta alla lesione, soprattutto nelle condizioni di doppio compito. Numerosi studi hanno infatti mostrato una chiara modulazione dell'attenzione spaziale in funzione dell'aumento del carico cognitivo, con un conseguente aggravamento dei sintomi (Blini et al., 2016; Bonato et al., 2013). Ci aspettiamo, inoltre, che la performance peggiori in concomitanza della riduzione del raggio del target lateralizzato.

### **2.1.3 Strumenti per la valutazione neuropsicologica e la diagnosi di neglect**

Sono stati utilizzati diversi strumenti e test per indagare la presenza di specifici deficit di attenzione selettiva visuo-spaziale. Tutti i test sono stati somministrati all'utente in presenza presso il Centro Disabili Motori (CDM) di Camposampiero. Il soggetto è stato sottoposto a 4 sessioni di testing distanziate l'una dall'altra da circa due/tre mesi. La prima sessione è avvenuta a dicembre 2021, la seconda a febbraio 2022, la terza a maggio 2022 e infine l'ultima a luglio 2022. L'ordine in cui l'utente ha svolto i test carta e matita è stato il seguente: nella prima sessione gli è stato somministrato il BIT convenzionale. Successivamente, nella seconda sessione, ha svolto la bisezione di linee con e senza carico cognitivo (load), il MoCA, e il Fluff Test senza load; infine, nella terza sessione, ha eseguito nuovamente la bisezione di linee con e senza load e il Fluff Test con e senza load. Per valutare la presenza di un eventuale deterioramento cognitivo al paziente è stata somministrata una breve batteria (MoCA) che comprende varie prove che indagano nello specifico 8 funzioni cognitive (Nasreddine et al., 2005). È stato poi chiesto al paziente di svolgere il BIT convenzionale, una batteria cartacea formata da 6 test che permettono di indagare la presenza di neglect: cancellazione di linee, cancellazione di lettere, cancellazione di stelline, copia di figure, disegno rappresentativo e bisezione di linee (Wilson et al., 1987). Per testare la presenza di neglect personale è stato chiesto all'utente di eseguire il Fluff Test sia con che senza carico cognitivo. Nella condizione senza load il paziente deve semplicemente rimuovere tutti i cerchietti in velcro che sono stati attaccati dallo sperimentatore sui suoi vestiti; mentre nella condizione con load il paziente, contemporaneamente allo svolgimento di questo compito, deve anche contare all'indietro a voce alta. In particolare, l'utente deve sottrarre di volta in volta 3 a partire da 999. Questa condizione di doppio compito permette di indagare la capacità di memoria di lavoro verbale del paziente. Il Fluff Test è stato eseguito inizialmente con un numero di stimoli corrispondente a 24 (Cocchini et al., 2001, 2020) e successivamente con un

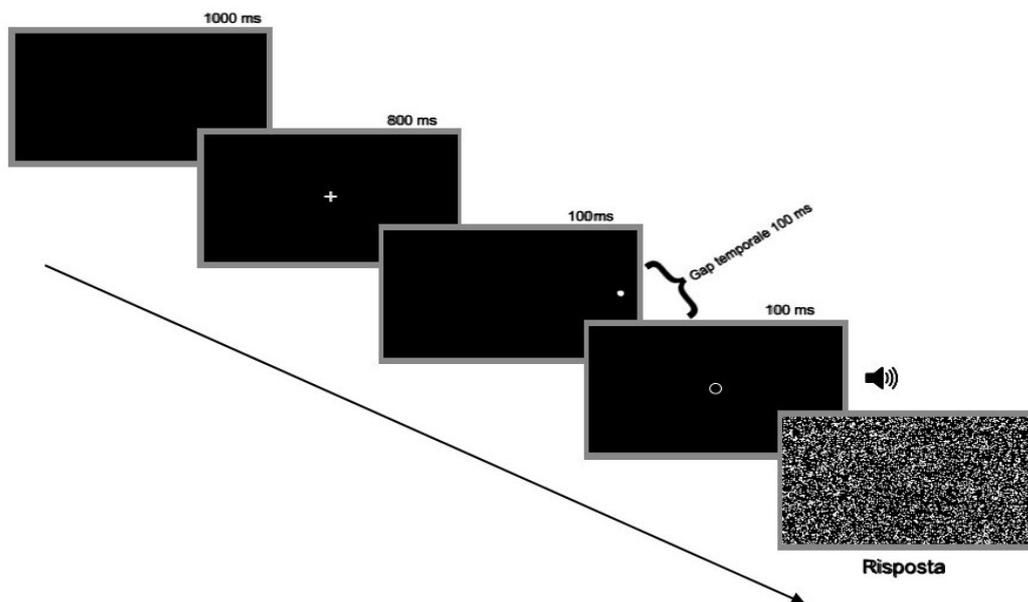
numero di stimoli diverso (26 targets) dato che il paziente è divenuto a conoscenza del numero esatto di stimoli utilizzati. Inoltre, è stata somministrata la bisezione di linee con e senza carico cognitivo. In questo compito il paziente ha davanti a sé un foglio con in mezzo una linea orizzontale spessa circa 3 millimetri e lunga 20 centimetri. Nella condizione senza load il paziente deve fare un segno in modo tale che il segmento venga diviso in due metà esatte. Invece, nella bisezione con carico cognitivo il paziente deve anche sottrarre progressivamente 3 a partire da 1000. Ciascuna condizione è stata eseguita per 10 volte e si sono calcolati i centimetri a cui è stato bisezionato ogni segmento. Una bisezione perfetta corrisponde a un valore di 10 centimetri, mentre un valore inferiore a 10 indica un bias verso sinistra e viceversa per un valore maggiore di 10. Infine, sono stati somministrati due compiti al computer per evidenziare la possibile presenza di lievi deficit che i test carta e matita non sono in grado di rilevare. I due compiti al computer sono il *Dual Task Spaziale* e il *Dual Task Sound Induced Flash Illusion (SIFI)*.

#### **2.1.4 Stimoli e procedura sperimentale**

Sia il doppio compito spaziale che quello dell'illusione del flash indotta dal suono sono stati programmati utilizzando JsPsych, ovvero una libreria Javascript che fornisce un framework flessibile per la creazione di esperimenti comportamentali e di laboratorio, che possono essere eseguiti anche online (de Leeuw, 2015). È stato poi utilizzato Jatos che è un server utile per la gestione dei partecipanti e la raccolta dei dati (Lange et al., 2015). La raccolta dei dati non è stata web-based, ma il server Jatos è stato utilizzato in locale. In entrambi i compiti l'utente è seduto in una stanza silenziosa e poco illuminata ad una distanza di circa 55-60 cm dal monitor di un computer da 15 pollici. Il suo sguardo deve essere perpendicolare al centro dello schermo e deve guardare la croce di fissazione. Per essere sicuri che l'utente non sposti lo sguardo dal punto di fissazione uno sperimentatore si mette davanti a lui per segnalare eventuali movimenti degli occhi. Il Dual Task Spaziale è un compito di attenzione spaziale con carico cognitivo formato da tre condizioni sperimentali: condizione di compito singolo, condizione di doppio compito visivo e condizione di doppio compito uditivo. In questo compito spaziale è stato progressivamente ridotto, di sessione in sessione, il diametro del target in modo che potessero essere rilevati anche deficit molto sottili. Sono state eseguite due sessioni con target avente raggio di  $0.8^\circ$  (1° sessione svolta a dicembre 2021 e 2° a luglio 2022: 214 giorni di distanza tra le due sessioni), due con target con raggio di  $0.3^\circ$  (1° sessione

eseguita a febbraio 2022 e 2° a luglio 2022: 146 giorni di distanza tra le due sessioni) e due con target con raggio di  $0.1^\circ$  (entrambe le sessioni fatte a maggio 2022). L'intero compito è formato da 3 blocchi, corrispondenti alle tre differenti condizioni sperimentali del compito, per un totale di 108 trials, 36 per ogni condizione. Il Dual Task Spaziale inoltre è composto da tre blocchi di pratica (uno per condizione) presentati precedentemente a ciascun blocco sperimentale. Le prove di pratica sono 36 nella condizione di compito singolo mentre solo 4 nella condizione di doppio compito visivo e uditivo. A seguito di ciascuna prova (trial) di pratica viene dato un feedback sulla correttezza della risposta. Il feedback appare di colore verde se la risposta è corretta, al contrario in rosso se è sbagliata. A seguito di ciascuna prova sperimentale, invece, non viene fornito al partecipante alcun feedback. Ciascun blocco è preceduto da delle istruzioni scritte in bianco su sfondo nero e viene sottolineato che l'accuratezza è più importante della velocità. Per quanto riguarda la strutturazione del compito e il tempo di presentazione degli stimoli si è fatto riferimento, in gran parte, alla procedura sperimentale utilizzata in Blini et al., (2016). Ogni prova è iniziata con una schermata nera della durata di 1000 ms, seguita da una croce di fissazione bianca larga circa 1 cm e presentata al centro dello schermo per 800 ms. La croce lampeggiava per circa 200 ms prima della presentazione del target per portare l'attenzione al centro del monitor. Il target lateralizzato è un disco bianco su uno sfondo nero la cui presentazione dura 100 ms. Il target può avere un diametro diverso (8 mm, 3 mm o 1 mm) a seconda della sessione sperimentale a cui si sta facendo riferimento. Il target può apparire in diverse posizioni spaziali: a destra, a sinistra, bilateralmente oppure può non apparire. La distanza laterale dal punto di fissazione al punto in cui possono apparire i targets è di 170 millimetri. I trials in cui nessun target viene presentato sono chiamati anche prove di "cattura (catch)": queste obbligano il partecipante a rimanere vigile e aiutano a comprendere quando il soggetto sta rispondendo in modo casuale. Il target può apparire con la stessa probabilità nelle 4 diverse posizioni spaziali (ognuna ha il 25% di probabilità di venire presentata) e queste condizioni vengono presentate in ordine casuale. Dopo un gap temporale di 100 ms dalla presentazione del target lateralizzato, vengono presentate contemporaneamente, sempre per la durata di 100ms, una forma geometrica al centro dello schermo (un triangolo, un quadrato o un cerchio) e un suono (un treno, un campanello o un martello). Quando i 100 ms sono passati viene presentata una maschera fino all'inizio del trial

successivo al fine di minimizzare l'immagine retinica postuma (vedi Fig. 1). Ci sono dunque tre condizioni sperimentali con stimoli identici ma istruzioni diverse. Le istruzioni e l'ordine delle attività sono le seguenti: nella condizione di Single Task, la posizione del target (cioè "destra", "sinistra", "entrambi" o "nessuno target") deve essere segnalata, ignorando la forma geometrica centrale e il suono udito. Nella condizione di Dual Task Visivo il suono deve essere ignorato e la forma geometrica presentata centralmente riportata, dopo aver detto in che posizione è apparso il target lateralizzato. Nella condizione di Dual Task Uditivo la forma geometrica centrale deve essere ignorata e il paziente, dopo aver riportato la posizione del target, deve dire che suono ha udito. Le risposte sono state fornite verbalmente dal paziente e lo sperimentatore le ha codificate tramite l'utilizzo di una seconda tastiera posizionata di fianco allo schermo. A seconda delle risposte orali date dall'utente lo sperimentatore preme determinati tasti sulla tastiera. Per quanto riguarda la posizione del target lateralizzato, se il partecipante dice "destra" lo sperimentatore preme la freccia a destra, se dice "sinistra" preme la freccia a sinistra, se dice "entrambi" preme la freccia in basso, mentre, nel caso in cui non veda alcun target lateralizzato viene premuta la freccia in alto. Per ciò che concerne la forma, lo sperimentatore pigia 1 se il partecipante dice "quadrato", 2 se dice "cerchio" e 3 se dice "triangolo". Infine, per quanto riguarda il suono, lo sperimentatore preme 1 se il partecipante riporta di aver udito il rumore di un treno, 2 se ha sentito un martello e 3 se ha udito un campanello. In tutte e tre le condizioni sperimentali, se l'utente risponde "non so" oppure non risponde lo sperimentatore preme il numero 9.

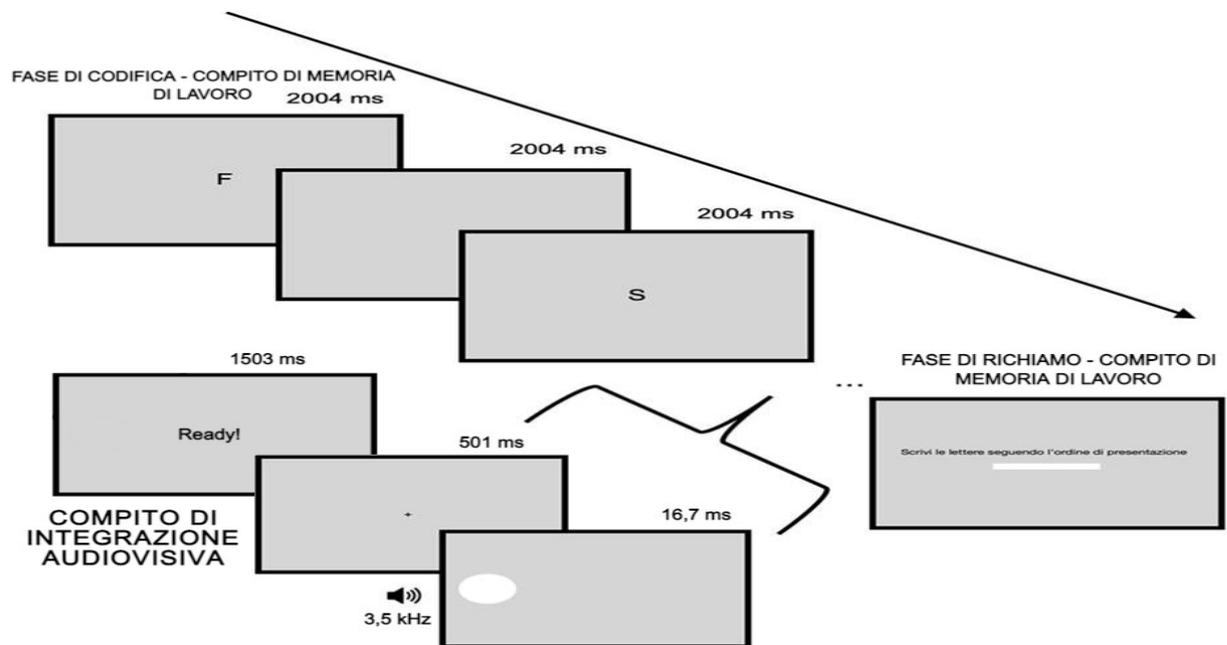


**Fig. 1.** Struttura e tempo di presentazione degli stimoli nel compito del Dual Task Spaziale.

Il Dual Task Sound Induced Flash Illusion (SIFI) è un compito formato da tre diverse condizioni sperimentali che vengono presentate al paziente nel seguente ordine: compito di integrazione audiovisiva, compito di integrazione audiovisiva e compito di memoria di lavoro a basso carico (condizione di doppio compito a basso carico), compito di integrazione audiovisiva e compito di memoria di lavoro ad alto carico (condizione di doppio compito ad alto carico). Questo compito è stato eseguito dall'utente nella sessione di testing di febbraio 2022. La procedura è formata da 3 blocchi corrispondenti ai tre compiti. Ogni blocco è formato da 5 macro-prove. A causa del tempo ridotto e della stanchezza del paziente, sono state eseguite solo 3 macro-prove nella condizione di doppio compito ad alto carico, mentre, per quanto riguarda le altre due condizioni, si sono eseguite tutte e 5 le macro-prove. Prima di ogni blocco sperimentale viene effettuata una pratica con una macro prova che, se necessario, viene ripetuta. Le istruzioni vengono ripetute all'inizio di ogni blocco e viene sottolineato che l'accuratezza è più importante della velocità. Ciascuna macro-prova del compito di integrazione audiovisiva è formata da 16 prove. L'esperimento somministrato all'utente è quindi composto da 208 trials di integrazione audiovisiva. Al paziente viene presentata la scritta nera "Ready!" su uno sfondo grigio per 1503 ms ad indicare l'inizio del compito di integrazione audiovisiva. Successivamente appare una croce di fissazione nera su sfondo grigio di  $0.5^\circ$  e della durata di 501 ms. Nel compito di integrazione audiovisiva vengono presentati simultaneamente uno o due flash a destra o a sinistra dello schermo e uno o due suoni binaurali e il paziente deve riferire il numero di flash percepiti. I flash lateralizzati sono costituiti da dischi bianchi su uno sfondo grigio con un diametro di  $4^\circ$  e un'eccentricità di  $8^\circ$  che possono essere presentati singolarmente, per una durata di 16,7 ms oppure in coppia, con un intervallo tra i due flash di 50,1 ms (ISI- Inter-stimulus interval). Contemporaneamente al/ai flash viene/vengono presentato/i uno/due suono/i binaurale/i con una forma d'onda sinusoidale di 3,5 kHz per una durata di 7 ms. Dunque, nel compito di integrazione audiovisiva il soggetto deve prestare attenzione solo ai flash e ignorare i suoni. Il paziente deve dire verbalmente il numero di flash che ha visto e lo sperimentatore deve premere una volta la barra spaziatrice nel caso di percezione di un flash e due volte nel caso di percezione di due flash. Lo sperimentatore deve premere 11 se il soggetto

sposta lo sguardo dalla croce di fissazione mentre 99 se il soggetto non sa rispondere. La percezione del numero di flash è influenzata in modo illusorio dal numero di suoni presentati. Conseguentemente di solito la precisione nel riportare il numero di flash percepiti è maggiore quando il numero di flash e di suoni è congruente (prove 1 flash e 1 suono e prove 2 flash e 2 suoni), mentre scende quando è incongruente poiché i suoni influenzano la percezione dei flash in modo illusorio (prove 1 flash e 2 suoni e prove 2 flash e 1 suono) (Keil, 2020). Le prove con 1 flash e 2 suoni (prove 1F2S) possono portare a scindere il percetto visivo e a segnalare due flash (illusione di fissione), mentre le prove con 2 flash e 1 suono (prove 2F1S) possono indurre a fondere i percetti visivi e a riportare un solo flash (illusione di fusione) (Shams et al., 2000, 2002). I tipi di prove di integrazione audiovisiva sono bilanciati e randomizzati all'interno di ogni macro-prova. Per quanto riguarda le due condizioni di doppio compito, ciascuna macro-prova del compito di integrazione audiovisiva è preceduta da una fase di codifica caratterizzata dalla presentazione di due (compito di memoria di lavoro a basso carico) o di sette (compito di memoria di lavoro ad alto carico) consonanti. Le consonanti si devono memorizzare per poi riportarle, esattamente nello stesso ordine, nella fase di richiamo. Le consonanti sono scritte in carattere Arial e hanno una dimensione di 50 pixel, inoltre sono posizionate al centro dello schermo e sono colorate di nero. La presentazione di ogni consonante dura 2004 ms ed è preceduta da una schermata grigia di 2004 ms (vedi Fig.2). Nessuna consonante viene ripetuta all'interno di una sequenza. Nel compito di memoria di lavoro, dunque, il soggetto deve memorizzare sequenze di consonanti. Ci sono in totale 8 prove di memoria di lavoro, di cui 5 di memoria di lavoro a basso carico e 3 di memoria di lavoro ad alto carico. Il paziente, durante la fase di richiamo, dice verbalmente le lettere ricordate e lo sperimentatore le digita utilizzando una tastiera. Inoltre, lo sperimentatore inserisce 9 per ogni lettera che il soggetto non sa e 1 per ogni lettera dalla quale il soggetto aveva spostato lo sguardo in fase di codifica. L'illusione del flash indotta dal suono è un fenomeno di integrazione multisensoriale. L'integrazione multisensoriale è un processo percettivo fondamentale attraverso il quale le informazioni che arrivano da diversi sensi sono combinate in una percezione unificata (Keil, 2020). Questa illusione è stata scoperta da Shams et al. (2000) e mostra come la percezione visiva possa essere influenzata da altre modalità sensoriali e in questo caso da quella uditiva. La ricerca empirica mostra che il SIFI è tollerante alle asincronie entro  $\pm 100$  ms tra stimoli visivi e uditivi (Shams

et al., 2002). L'illusione percettiva è invece assente quando aumenta ulteriormente l'intervallo di tempo tra la presentazione del primo stimolo uditivo e l'inizio del secondo. C'è una grande variabilità interindividuale nella suscettibilità all'illusione. La sensibilità all'illusione SIFI aumenta con l'età e il declino dello stato cognitivo; infatti, gli anziani presentano SOA (Stimulus onset asynchrony- asincronia dell'inizio dello stimolo) più lunghi.



**Fig. 2.** Struttura e durata del compito di memoria di lavoro e di quello di integrazione audiovisiva.

### 2.1.5 Gruppo di controllo

I risultati ottenuti dal paziente nel compito del Dual Task Spaziale sono stati confrontati con quelli ottenuti da 4 controlli sani, destrimani e di età simile alla sua nel medesimo compito con target avente raggio di 0.1°. La media dell'età dei vari controlli è leggermente maggiore di quella del paziente. Per essere sicuri che i partecipanti fossero tutti destrimani è stato somministrato loro l'*Edinburgh Handedness Inventory (EHI)*, che è una scala utilizzata per valutare la dominanza della mano destra o sinistra di una persona in una serie di attività quotidiane (Oldfield, 1971). Tali soggetti sono stati testati nelle stesse condizioni in cui è stato testato il paziente, ovvero: in presenza, seduti in una stanza silenziosa e poco illuminata ad una distanza di circa 55-60 cm dal monitor di un computer e chiedendo loro di dare risposte vocali con uno sperimentatore che inserisce le risposte

tramite l'utilizzo di una tastiera posizionata di fianco allo schermo (in modo da non infastidire la visuale).

### **2.1.6 Risultati**

La performance del paziente è risultata nella norma in tutti i test carta e matita. Nel MoCA l'utente ha ottenuto un punteggio di 27 su 30 e ha avuto difficoltà principalmente nei compiti che indagano le capacità di richiamo differito e di attenzione. Nel BIT convenzionale l'utente ha avuto un punteggio di 146 su 146. Per quanto riguarda la Bisezione e il Fluff Test sono state confrontate la performance dell'utente nella condizione senza load con quella nella condizione con load. Nel Fluff Test si sono misurate l'accuratezza, il tempo necessario per rimuovere ciascuno stimolo e il tempo dall'inizio della prova. L'accuratezza è la capacità di trovare e rimuovere uno stimolo. Il tempo necessario per rimuovere ciascuno stimolo è il tempo trascorso dalla rimozione dello stimolo precedente alla rimozione dello stimolo corrente. Si è trovato che l'accuratezza è uguale tra le due condizioni sia per gli stimoli posizionati a destra che a sinistra rispetto alla linea mediana del corpo [Accuratezza media no load=1 vs Accuratezza media load=1]. Il paziente, però, ci ha messo più tempo ad eseguire la prova nella condizione con load [Tempo no load= 169 secondi vs Tempo load= 264 secondi]. Per ciò che concerne la bisezione si è valutata sia l'accuratezza che il tempo necessario per effettuare ciascuna bisezione. L'accuratezza sono i centimetri a cui è stato bisezionato ciascun segmento. Il tempo è il tempo trascorso dalla bisezione precedente alla bisezione corrente. Confrontando la performance tra la condizione con load e quella senza load, si nota che l'accuratezza è pressochè uguale [Accuratezza media no load=10 cm vs Accuratezza media load= 10,04 cm], mentre il tempo trascorso dalla bisezione precedente a quella corrente aumenta nella condizione con load [Tempo medio no load= 3,73 secondi vs Tempo medio load= 4,95 secondi]. Per quanto riguarda i compiti al computer ci siamo focalizzati solo sul Dual Task Spaziale e si sono eseguite delle analisi statistiche. In questo compito sperimentale si è misurata l'accuratezza dell'utente nel rilevare gli stimoli presentati. La performance del paziente in questo compito è stata confrontata con quella ottenuta da 4 controlli sani tramite l'utilizzo del test di Crawford (Crawford & Garthwaite 2005; Crawford et al., 2010). Per eseguire questo test si è utilizzato il programma "RSDT\_ES.exe", che permette di applicare il Revised Standardized Difference Test (RSDT), per verificare se la differenza tra i punteggi standardizzati di un individuo su due

compiti (X e Y) è significativamente diversa dalle differenze osservate in un campione di controllo. I 4 controlli hanno avuto un'accuratezza pressoché ottimale nel riportare la posizione del target lateralizzato in tutte e tre le condizioni sperimentali del Dual Task Spaziale; per tale motivo, i dati riguardanti il campione di controllo da immettere nel programma sono sempre i medesimi (vedi Tab. 1) e cambiano solo i dati che si riferiscono alla performance del paziente nel test X e nel test Y.

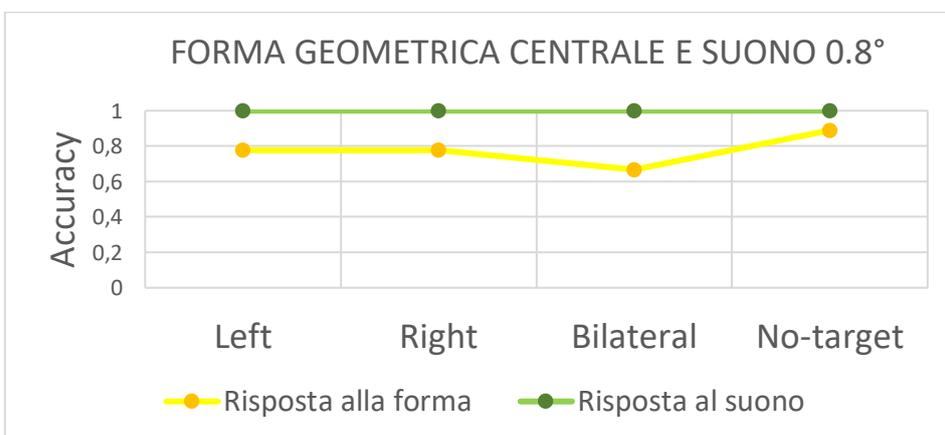
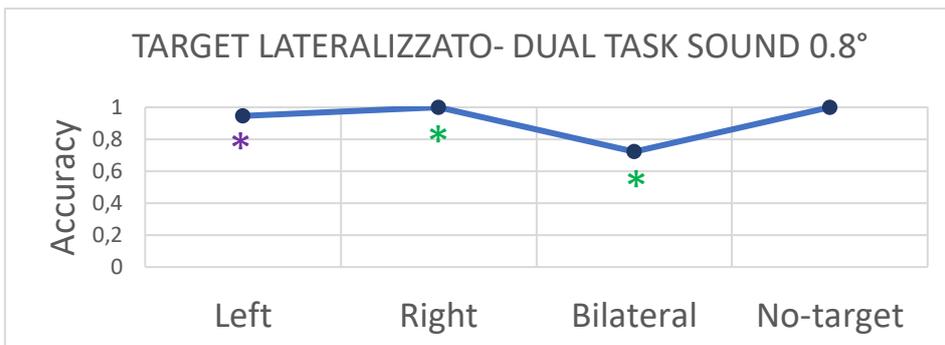
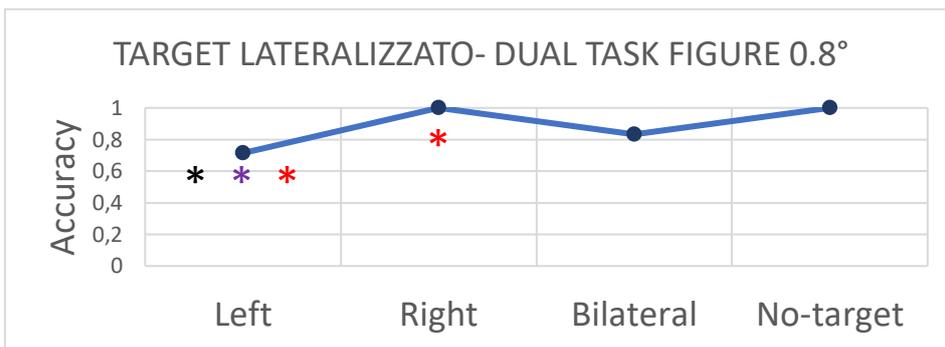
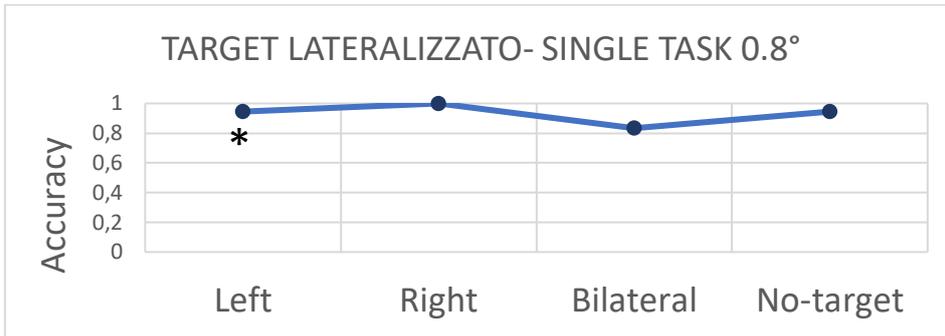
<b>Mean of the control or normative sample on Test X</b>	1
<b>Standard deviation for the control sample on Test X</b>	0.1
<b>Mean of the control or normative sample on Test Y</b>	1
<b>Standard deviation for the control sample on Test Y</b>	0.1
<b>Correlation between Tests X and Y in control sample</b>	0.9
<b>Sample size of the control sample</b>	4

**Tab. 1.** Dati di input da immettere nel programma “RSĐT\_ES.exe” riguardanti il campione di controllo.

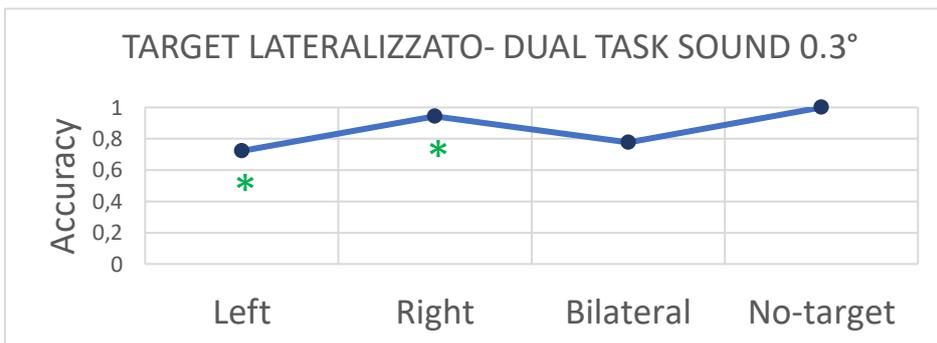
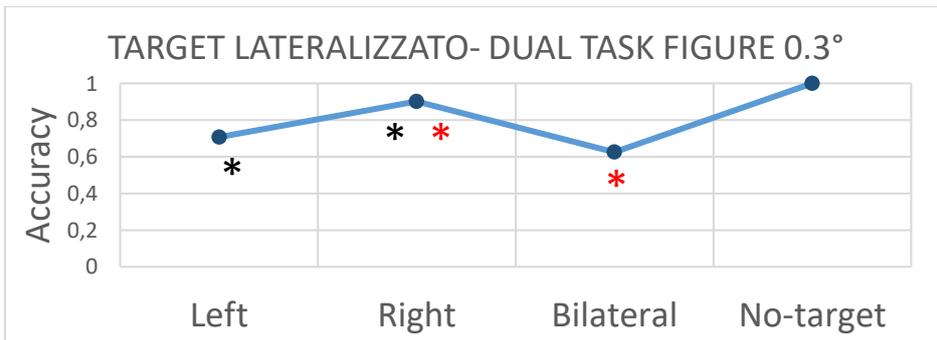
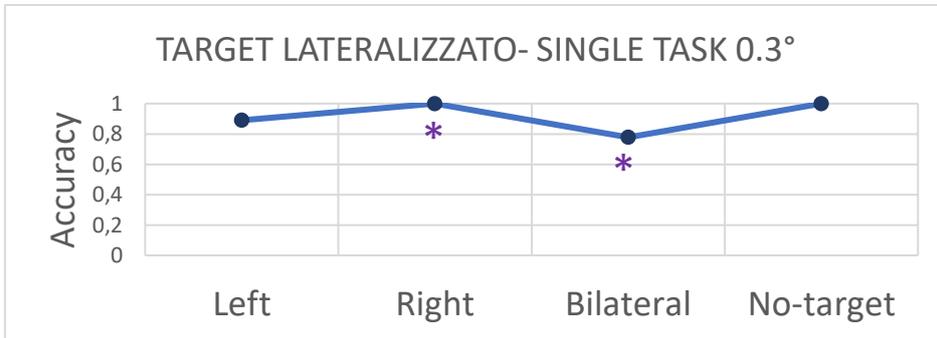
Si sono eseguiti in tutto 36 confronti, di cui 18 con variazione della posizione del target lateralizzato (sinistra, destra e bilaterale) ma mantenendo fissi la condizione sperimentale e il raggio del target e altrettanti con variazione della condizione sperimentale (Single Task, Dual Task Figure e Dual Task Sound) ma mantenendo lo stesso raggio e posizione del target. Tutti i confronti sono stati svolti con i dati puliti, ovvero eliminando i trial in cui la risposta al compito secondario ha accuratezza 0. Per quanto riguarda i confronti con variazione della posizione del target lateralizzato con raggio  $0.8^\circ$  si è trovato che la differenza tra right e left non è significativa nel Single Task e nel Dual Task Sound ma è significativa nel Dual Task Figure [p one tail= 0,02251, p two tail= 0,04503,  $p < 0.05$ ]. La differenza tra right e bilateral, invece, risulta significativa solo nel Dual Task Sound [p one tail= 0,024, p two tail= 0,048,  $p < 0.05$ ]. Con variazione della condizione sperimentale sono risultate significative, solo nel caso di una coda, le differenze tra Single Task e Dual Task Figure [p one tail=0,03429,  $p < 0.05$ ] e tra Dual Task Figure e Dual Task Sound [p one tail= 0,03429,  $p < 0.05$ ] quando il target è a sinistra (vedi Fig.3). Le analisi eseguite con raggio di  $0.3^\circ$  hanno dato risultati simili a quelle eseguite con raggio di  $0.8^\circ$ . Per ciò che concerne i confronti con variazione della posizione del target lateralizzato con raggio  $0.3^\circ$  si è trovato che la differenza tra right e left non è significativa nel Single Task ma è

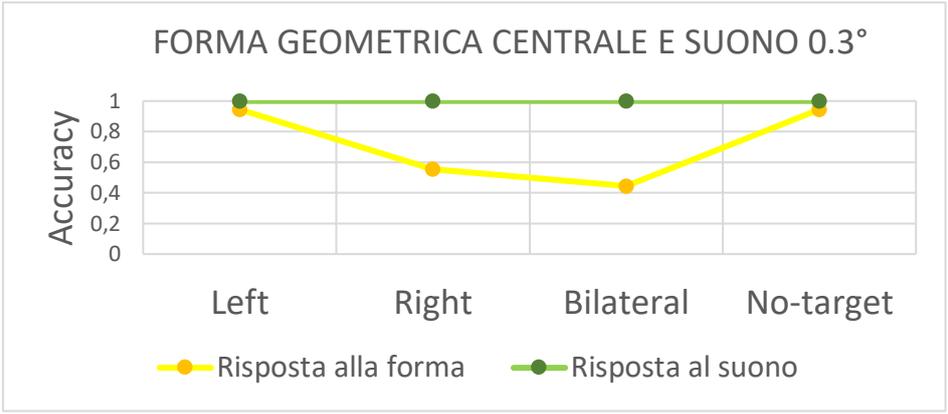
significativa, solo nel caso di una coda, sia nel Dual Task Figure [p one tail= 0,04820, p< 0.05] che nel Dual Task Sound [p one tail= 0,03714, p< 0.05]. La differenza tra right e bilateral risulta significativa, solo con una coda, sia nel Single Task [p one tail= 0,03714, p<0.05] che nel Dual Task Figure [p one tail= 0,02564, p<0.05] (vedi Fig.4). Con variazione della condizione sperimentale, invece, non è risultato significativo alcun confronto. Per quanto riguarda i confronti con variazione della posizione del target lateralizzato con raggio 0.1° si è trovato che la differenza tra right e left risulta significativa sia nel Single Task [p one tail= 0,0178, p two tail= 0,0356, p<0.05] che nel Dual Task Figure [p one tail= 0,01258, p two tail= 0,02515, p>0.05], ma non nel Dual Task Sound. La differenza tra right e bilateral risulta significativa nel Single Task [p one tail= 0,01379, p two tail= 0,02758, p<0.05] e, solo nel caso di una coda, anche nel Dual Task Figure [p one tail= 0,02949, p<0.05]. Con variazione della condizione sperimentale sono risultati significativi, solo con una coda, i confronti tra Single Task e Dual Task Sound [p one tail= 0,03714, p<0.05] e tra Dual Task Figure e Dual Task Sound [p one tail= 0,03429, p<0.05] con target posizionato a sinistra (vedi Fig.5). Quando il target ha raggio 0.1° si verifica un annullamento dell'effetto load nel senso che il doppio compito non fa più peggiorare la prestazione del paziente. Infatti, confrontando l'accuratezza del paziente nel compito singolo con quella nel doppio compito, si nota che con raggio 0.8° e 0.3° il paziente ha un'accuratezza inferiore nel compito doppio rispetto al singolo [0.8°-Accuratezza media Single Task-Left= 0.94 vs 0.8°-Accuratezza media Dual Task Figure-Left=0.71] [0.3°-Accuratezza media Single Task-Left= 0.89 vs 0.3°-Accuratezza media Dual Task Figure-Left=0.71], mentre lo stesso non si verifica con raggio di 0.1° [0.1°-Accuratezza media Single Task-Left= 0.61 vs 0.1°-Accuratezza media Dual Task Sound-Left=0.83]. In generale, dai grafici risulta evidente che la performance del paziente tende a peggiorare se si diminuisce il diametro del target, specialmente quando il target si trova a sinistra o bilateralmente. La prestazione del paziente però è sempre buona quando il target è a destra e questo è vero anche con raggio di 0.1°. I grafici sottostanti mostrano l'accuratezza della risposta del paziente al target lateralizzato, alla forma centrale o al suono e gli asterischi presenti indicano significatività. Gli asterischi dello stesso colore suggeriscono che la differenza tra quelle due specifiche condizioni è significativa. Per esempio, se due asterischi dello stesso colore si trovano sopra alla parola "left" allora vuol dire che è risultato significativo quel determinato confronto tra quelle due determinate

condizioni sperimentali quando il target lateralizzato si trova in quella specifica posizione spaziale.

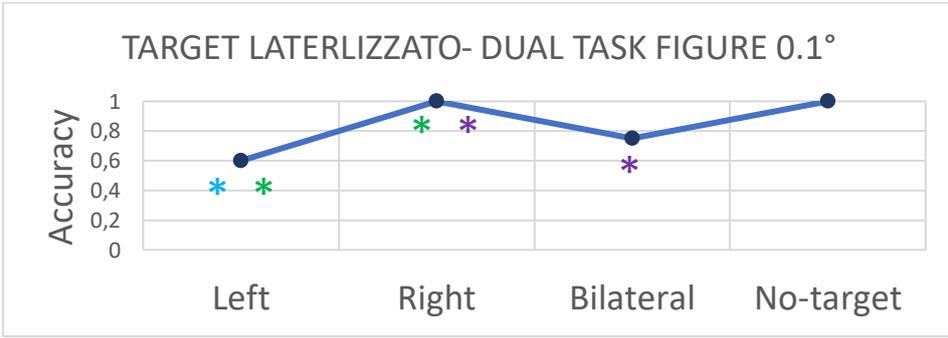
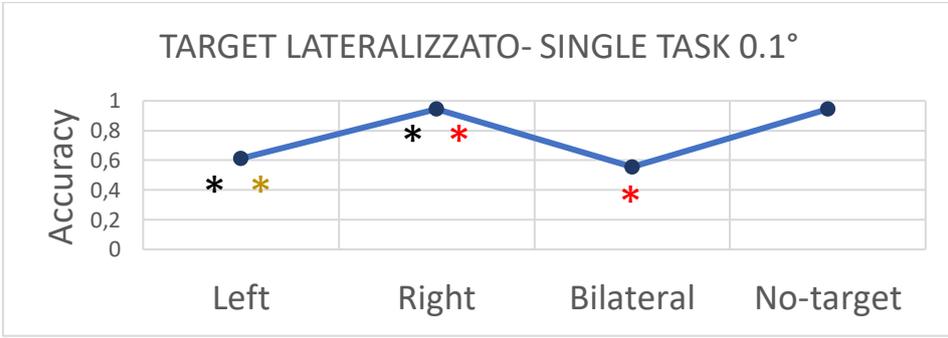


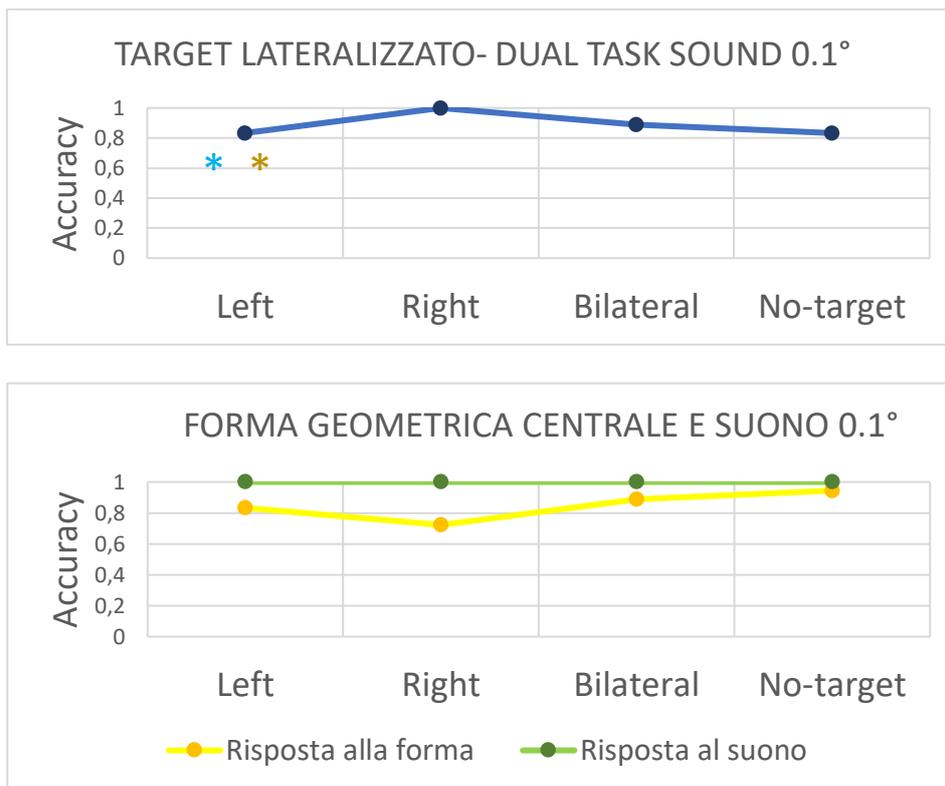
**Fig. 3.** Accuratezza della risposta del paziente al target lateralizzato, alla forma geometrica centrale o al suono in base alle diverse posizioni spaziali del target lateralizzato con raggio di 0.8°. Gli \* indicano significatività e quelli dello stesso colore suggeriscono che la differenza tra quelle due specifiche condizioni è significativa.





**Fig. 4.** Accuratezza della risposta del paziente al target lateralizzato, alla forma geometrica centrale o al suono in base alle diverse posizioni spaziali del target lateralizzato con raggio di 0.3°. Gli \* indicano significatività e quelli dello stesso colore suggeriscono che la differenza tra quelle due specifiche condizioni è significativa.





**Fig. 5.** Accuratezza della risposta del paziente al target lateralizzato, alla forma geometrica centrale o al suono in base alle diverse posizioni spaziali del target lateralizzato con raggio di  $0.1^\circ$ . Gli \* indicano significatività e quelli dello stesso colore suggeriscono che la differenza tra quelle due specifiche condizioni è significativa.

### 2.1.7 Discussione e Conclusioni

Come da ipotesi l'utente ha ottenuto una performance normale in tutti i test carta e matita. Nonostante ciò, se si osserva dettagliatamente il comportamento e l'esplorazione dello spazio che il soggetto ha avuto nel test di cancellazione di linee si nota una cosa particolare: il paziente è partito da destra. In un test di cancellazione solitamente le persone destrimane, senza alcun problema di attenzione selettiva visuo-spaziale, iniziano l'esplorazione da sinistra e procedono in modo sistematico, verticalmente od orizzontalmente. Al contrario, i pazienti afflitti da neglect cercano i targets partendo da destra e proseguono in modo disorganizzato (Plummer et al., 2003). Grazie all'utilizzo di alcuni particolari compiti al computer che implicano carico cognitivo si vede che il neglect riemerge. Come ci aspettavamo, nel Dual Task Spaziale, c'è una differenza significativa tra right e left quando il target ha raggio di  $0.8^\circ$  e di  $0.3^\circ$  nel doppio compito

ma non nel singolo, mentre nello 0.1° la differenza è significativa già a partire dal compito singolo. Questo accade perché con target piccolo il compito risulta molto più difficile. Nello 0.3° la differenza tra right e bilateral aumenta di molto, se paragonata a quella con raggio di 0.8°, tanto che risulta significativa anche nella condizione di compito singolo. Questo risultato può derivare dal fatto che con 0.8° l'estinzione è compensata mentre con 0.3° non lo è più. È inoltre risultata significativa con raggio di 0.8° e di 0.1°, ma non con raggio di 0.3°, la differenza tra compito singolo e doppio e quella tra i due compiti doppi quando il target si trova a sinistra. Nel Dual Task Spaziale c'è un pattern chiaro che si mantiene indipendentemente dal diametro del target: il paziente ha difficoltà soprattutto nel rilevare il target lateralizzato quando si trova a sinistra o bilateralmente. Questo è in linea con il disturbo di cui soffre. I grafici che rappresentano l'accuratezza in base alla risposta alla forma geometrica centrale mostrano che quando lo stimolo è a destra o bilateralmente il paziente fa più fatica a riportare la forma centrale in quanto è attratto a destra; mentre quando lo stimolo è a sinistra egli svolge bene il compito perché il target non cattura la sua attenzione come lo stesso stimolo a destra. L'accuratezza nel rispondere al suono è invece a soffitto [Accuratezza media Sound=1], ma questo potrebbe essere dovuto ad un effetto della pratica dato che questa condizione viene sempre eseguita per ultima. Questo studio, dunque, conferma i risultati di molte ricerche che sostengono che i test carta e matita sono poco o per nulla sensibili nel rilevare il neglect in fase cronica. I compiti al computer, invece, sono sensibili nel rilevare il neglect anche molti anni dopo che una lesione è avvenuta.

## Bibliografia

Azouvi, P. (2017). The ecological assessment of unilateral neglect. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 186-190.

<https://doi.org/10.1016/j.rehab.2015.12.005>

Azouvi, P., Marchel, F., Samuel, C., et al. (1996). Functional consequences and awareness of unilateral neglect: study of an evaluation scale. *Neuropsychological Rehabilitation*, 6(2), 133-150. <https://doi.org/10.1080/713755501>

Benedetto, S., Pedrotti, M., Bremond, R., & Baccino, T. (2013). Leftward attentional bias in a simulated driving task. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 20, 147–153. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.07.006>

Beschin, N., & Robertson, I.H. (1997). Personal versus extrapersonal neglect: A group study of their dissociation using a reliable clinical test. *Cortex*, 33, 379–384.

[https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70013-3](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70013-3)

Bisiach, E., & Luzzatti, C. (1978). Unilateral neglect of representational space. *Cortex*, 14(1), 129-133. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(78\)80016-1](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(78)80016-1)

Bisiach, E., Perani, D., Vallar, G., & Berti, A. (1986). Unilateral neglect: personal and extra-personal. *Neuropsychologia*, 24(6), 759-767.

[https://doi.org/10.1016/0028-3932\(86\)90075-8](https://doi.org/10.1016/0028-3932(86)90075-8)

Blini, E., Romeo, Z., Spironelli, C., Pitteri, M., Meneghello, F., Bonato, M., & Zorzi, M. (2016). Multi-tasking uncovers right spatial neglect and extinction in chronic left-hemisphere stroke patients. *Neuropsychologia*, 92, 147–157.

<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.02.028>

Bonato, M. (2012b). Neglect and extinction depend greatly on task demands: a review. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 195.

<https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00195>

Bonato, M. (2015). Unveiling residual, spontaneous recovery from subtle hemispatial neglect three years after stroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 413.

<https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00413>

- Bonato, M., Priftis, K., Marenzi, R., Umiltà, C., & Zorzi, M. (2010). Increased attentional demands impair contralesional space awareness following stroke. *Neuropsychologia*, *48*(13), 3934–3940. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.08.022>
- Bonato, M., Priftis, K., Marenzi, R., Umiltà, C., & Zorzi, M. (2012a). Deficits of contralesional awareness: A case study on what paper-and-pencil tests neglect. *Neuropsychology*, *26*(1), 20–36. <https://doi.org/10.1037/a0025306>
- Bonato, M., Priftis, K., Umiltà, C., & Zorzi, M. (2013). Computer-based attention-demanding testing unveils severe neglect in apparently intact patients. *Behavioural Neurology*, *26*(3), 179–181. <https://doi.org/10.3233/BEN-2012-129005>
- Bowen, A., McKenna, K., & Tallis, R. C. (1999). Reasons for variability in the reported rate of occurrence of unilateral spatial neglect after stroke. *Stroke*, *30*(6), 1196-1202. <https://doi.org/10.1161/01.str.30.6.1196>
- Cocchini, G., & Beschin, N. (2020). The Fluff test: Improved scoring system to account for different degrees of contralesional and ipsilesional personal neglect in brain damaged patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, *32*(1), 69-83. <https://doi.org/10.1080/09602011.2020.1797828>
- Cocchini, G., Beschin, N., & Jehkonen, M. (2001). The Fluff Test: A simple task to assess body representation neglect. *Neuropsychological Rehabilitation*, *11*(1), 17-31. <https://doi.org/10.1080/09602010042000132>
- Crawford, J. R., & Garthwaite, P. H. (2005). Testing for suspected impairments and dissociations in single-case studies in neuropsychology: evaluation of alternatives using monte carlo simulations and revised tests for dissociations. *Neuropsychology*, *19*(3), 318–331. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.3.318>
- Crawford, J. R., Garthwaite, P. H., & Porter, S. (2010). Point and interval estimates of effect sizes for the case-controls design in neuropsychology: rationale, methods, implementations, and proposed reporting standards. *Cognitive neuropsychology*, *27*(3), 245–260. <https://doi.org/10.1080/02643294.2010.513967>

Cubelli, R. (2017). Definition: Spatial neglect. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 92, 320–321.

<https://psycnet.apa.org/doi/10.1016/j.cortex.2017.03.021>

De Leeuw, J. R. (2015). jsPsych: A JavaScript library for creating behavioral experiments in a Web browser. *Behavior Research Methods*, 47(1), 1–12.

<https://doi.org/10.3758/s13428-014-0458-y>

Heilman, K. M., & Van Den Abell, T. (1979). Right hemispheric dominance for mediating cerebral activation. *Neuropsychologia*, 17(3-4), 315-331.

[https://doi.org/10.1016/0028-3932\(79\)90077-0](https://doi.org/10.1016/0028-3932(79)90077-0)

Heilman, K. M., & Van Den Abell, T. (1980). Right hemispheric dominance for attention: the mechanisms underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). *Neurology*, 30(3), 327-330. <https://doi.org/10.1212/wnl.30.3.327>

Heilman, K. M., Valenstein, E., & Watson, R. T. (2000). Neglect and related disorders. *Seminars in neurology*, 20(4),463-470. <https://doi.org/10.1055/s-2000-13179>

Keil, J. (2020). Double Flash Illusions: Current Findings and Future Directions.

*Frontiers in Neuroscience*, 14(April), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00298>

Làdavas, E. & Berti, A. (2020), *Neuropsicologia Bologna: Il Mulino*

Làdavas, E., Petronio, A., & Umiltà, C. (1990). The deployment of visual attention in the intact field of hemineglect patients. *Cortex*, 26(3), 307-317.

[https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(13\)80083-4](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(13)80083-4)

Lange, K., Kühn, S., & Filevich, E. (2015). “Just another tool for online studies” (JATOS): An easy solution for setup and management of web servers supporting online studies. *PLoS ONE*, 10(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130834>

Naert, L., Bonato, M., Miatton, M., Hemelsoet, D., Leyman, A., Helin, B., de Burck, E., Boon, P., & Wim, F. (2018). Asymmetric spatial processing under cognitive load: not only in neglect patients, but also in healthy participants. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 8(January). <https://doi.org/10.3389/conf.fnagi.2016.03.00035>

- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., et al. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4),695-699. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x>
- Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(71\)90067-4](https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4)
- Pardo, J. V., Fox, P. T., & Raichle, M. E. (1991). Localization of a human system for sustained attention by positron emission tomography. *Nature*, 349 (6304), 61-64. <https://doi.org/10.1038/349061a0>
- Plummer, P., Morris, M. E., & Dunai, J. (2003). Assessment of unilateral neglect. *Physical Therapy*, 83(8), 732-740. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.732>
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 32(1), 3–25 <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2000). What you see is what you hear. *Nature*, 408(6814), 788-788. <https://doi.org/10.1038/35048669>
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2002). Visual illusion induced by sound. *Cognitive brain research*, 14(1), 147-152. [https://doi.org/10.1016/s0926-6410\(02\)00069-1](https://doi.org/10.1016/s0926-6410(02)00069-1)
- Wilson, B., Cockburn, J., & Halligan, P. (1987). Development of a behavioral test of visuospatial neglect. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 68(2), 98–102.
- Zoccolotti, P., & Judica, A. (1991). Functional evaluation of hemineglect by means of a semistructured scale: personal extrapersonal differentiation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1(1), 33-44. <https://doi.org/10.1080/09602019108401378>