

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
GENOVA**

SCUOLA DI SCIENZE MEDICHE E FARMACEUTICHE



Scuola Di Specializzazione In Medicina Fisica E Riabilitativa

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

TESI DI LAUREA

Test di Albert digitalizzato: un case report

RELATRICE

Dott.ssa Marina Simonini

CORRELATRICE

Prof.ssa Laura Mori

CANDIDATA : Dott.ssa Roberta Amella

INDICE

INTRODUZIONE.....	pag. 3
1.0 IL NEGLECT SPAZIALE UNILATERALE.....	pag. 4
1.1 ASPETTI CLINICI.....	pag. 6
1.2 VALUTAZIONE DEL NEGLECT.....	pag. 8
1.3 REMOVES E TEST di Albert	pag. 11
2.0 CASE REPORT	pag. 17
2.1. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	pag. 31
BIBLIOGRAFIA.....	pag. 33

INTRODUZIONE

La negligenza spaziale unilaterale o eminegligenza (neglect), è un disturbo dell' attenzione visuo-spaziale di non semplice valutazione e la sua presenza viene considerata un fattore prognostico negativo del recupero funzionale: i soggetti che ne sono affetti richiedono ricoveri più lunghi ed alla dimissione presentano una ridotta autonomia funzionale, la quale determina nel tempo una riduzione della qualità della vita e minor indipendenza nelle fasi croniche. I test specifici che più frequentemente vengono somministrati per valutare la presenza di tale disturbo sono i cosiddetti "test carta e matita", tra i quali, il più noto e il più utilizzato nella pratica clinica, risulta essere il Test di Albert. Il nostro case report prende in esame la versione cartacea e una versione digitale di questo test; queste due tipologie sono state sottoposte ad un uomo di 66 anni affetto da esiti di ictus ischemico fronto-temporale destro; il nostro obiettivo è stato osservare se la versione digitalizzata del test di Albert fosse in grado di fornire informazioni aggiuntive rispetto alla versione cartacea e offrire la possibilità di eseguire un' analisi più dettagliata del disturbo attentivo.

Questo case report si è reso possibile grazie alla collaborazione con il gruppo di ricerca del laboratorio NUMIP del Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni (DITEN) dell'Università degli Studi di Genova (responsabile Dott.ssa Silvana Dellepiane) ed in particolare con Ing. Federica Ferraro, il cui lavoro è stato necessario per l' elaborazione dei dati, delle immagini e di tutta la parte statistica; la ringrazio ancora vivamente per la qualità, la precisione e la puntualità con la quale ha fornito il suo fondamentale supporto.

1.0 IL NEGLECT SPAZIALE UNILATERALE (NSU)

Il neglect spaziale unilaterale (altrimenti detto emianattenzione o anche emi-negligenza spaziale) è una sindrome neuropsicologica complessa, caratterizzata dall'incapacità da parte del paziente di percepire o prestare attenzione a oggetti, persone, rappresentazioni, collocati in un emicampo visivo (solitamente controlaterale alla lesione cerebrale) e di agire in quel lato dello spazio. Nonostante spesso si associ a emianopsia, emianestesia o emiparesi, la sindrome non dipende da deficit sensoriali o motori (1); Heilman la descrive come "incapacità di riferirsi, rispondere, od orientarsi verso stimoli nuovi o significativi presentati dal lato opposto a quello di una lesione cerebrale, quando questa incapacità non possa essere attribuita né a deficit sensoriali né motori"(2).

L'emidisattenzione può essere indotta da malattie neurodegenerative, traumi, neoplasie, ed è molto frequente dopo eventi di ictus. L'epidemiologia è poco chiara, varia dal 10% al 90% a causa della variabilità dei criteri di selezione dei soggetti, del sito di lesione, della modalità e la tempistica della valutazione (3). Sebbene possa essere conseguenza di lesioni emisferiche sia destre che sinistre, l'emidisattenzione è molto più frequente dopo una lesione emisferica destra e riguarda circa il 50% dei pazienti nella fase acuta post ictus (4). È più frequentemente associato a danni che coinvolgono i lobi parietali e occipitali destri, i gangli della base e il talamo (5).

I pazienti possono presentare una deviazione più o meno completa del capo e degli occhi verso il lato destro (ipsilesionale); possono dimenticare di mangiare il cibo posto nella parte sinistra del piatto, di lavarsi o di radersi il lato sinistro del volto, di infilarsi la manica sinistra o una pantofola, spesso ignorano le persone che si rivolgono a loro dal lato sinistro e si girano sistematicamente verso destra quando invece dovrebbero girarsi verso sinistra.

Questi pazienti utilizzano poco o nulla gli arti controlaterali, anche quando non sono affetti da deficit motori o somatosensoriali, al punto di poter apparire emiplegici. Emianestesia, emianopsia, emiplegia sono frequentemente associate con l'emidisattenzione, non sono però la causa primaria: può manifestarsi senza franchi deficit sensoriali o motori associati; a loro volta questi possono verificarsi isolatamente senza presenza di emidisattenzione. Quindi il neglect spaziale unilaterale (NSU) può aggravare o simulare dei deficit motori o sensoriali (6). I pazienti con NSU manifestano anosognosia, ossia mancanza di consapevolezza delle menomazioni (deficit motori, somato sensoriali, visivi); 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. L'eminegligenza, si manifesta con una frequenza nella popolazione cerebrolesa che varia tra il 7% e il 77% (7) ed è più frequente dopo lesione cerebrale destra, anche se risulta di difficile valutazione nei soggetti cerebrolesi sinistri a causa del possibile concomitante deficit afasico. Alcuni pazienti mostrano la tendenza a minimizzare, indifferenza rispetto alla malattia o mancanza di reazione emotiva adeguata al deficit (anosodiaforia); possono esser presenti rappresentazioni deliranti circa il lato controlesionale dello spazio corporeo e/o extracorporeo (somatoparafrenia) per la quale il paziente può non riconoscere l'arto paretico come suo e credere che esso appartenga ad un altro individuo (8) fino a veri e propri atti di violenza verso tali arti ritenuti "alieni" (misoplegia). Questa mancanza di consapevolezza può limitare l'efficacia della riabilitazione. Infine vi è un disordine correlato, benché distinto, definito estinzione. I pazienti con estinzione sono in grado di accorgersi di un singolo stimolo controlesionale, ma quando essi ricevono una stimolazione bilaterale simultanea sono incapaci di riferire che hanno ricevuto lo stimolo presentato dal

lato controlesionale (6). In alcuni pazienti è presente il fenomeno dell'alloestesia, 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.

La presenza di NSU è considerata un fattore prognostico negativo del recupero funzionale (9)(10): i pazienti affetti da emidisattenzione generalmente presentano deficit più gravi nel momento dell'ammissione nei centri di riabilitazione, richiedono ricoveri più lunghi e alla dimissione presentano minori miglioramenti. Infine la percentuale di pazienti eminattenti che alla dimissione hanno recuperato una autonomia funzionale sufficiente a consentire il rientro in famiglia è più bassa rispetto ai pazienti non eminattenti con maggior necessità di ricovero in strutture assistenziali; mostrano riduzione della qualità della vita e minor indipendenza nelle fasi croniche (11)(12).

1.1 ASPETTI CLINICI

Le manifestazioni cliniche di neglect spaziale unilaterale (NSU) possono variare da un paziente all'altro; sono riconosciute oggi varie forme di emidisattenzione, che possono manifestarsi contemporaneamente o anche in maniera selettiva. In base alla distribuzione del comportamento anomalo possiamo suddividere il neglect in personale o spaziale (extra o peripersonale); in base alle modalità attraverso le quali è suscitato possiamo definire il neglect come sensoriale (visivo, uditivo, olfattorio, tattile), motorio o rappresentativo (13).

La forma più frequentemente valutata in ambiente clinico-diagnostico riguarda lo *spazio extrapersonale* (1): i pazienti ignorano gli stimoli, gli oggetti e le persone poste nell'emispazio controlesionale. Durante un pranzo possono ignorare stoviglie, alimenti, bevande poste nel lato controlesionale, omettendo di mangiare ciò che si trova nella parte

controlesionale del piatto. Il neglect extrapersonale può riguardare solo lo spazio peripersonale (cioè tutto ciò che può esser afferrato, che risiede nello spazio controlesionale), oppure solo lo spazio distale. Inoltre, sebbene spesso siano associati, possiamo identificare due sottotipi: egocentrico (o centrato sullo spazio), cioè viene ignorato tutto ciò che si trova nello spazio controlaterale; allocentrico (o centrato sull'oggetto), dove il paziente ignora solo la parte controlesionale degli oggetti, anche se questi si collocano nel lato ipsilesionale.

Una seconda forma di neglect, detta *personale*, anche definita come emisomatoagnosia, riguarda esclusivamente la parte controlesionale del corpo (di viso, tronco ed arti), che i pazienti ignorano limitando la cura personale e l'abbigliamento solo al lato ipsilesionale; possono essere incapaci di riconoscere che appartengono a loro stessi gli arti di sinistra (contro-lesionali). È stato dimostrato che neglect personale ed extra-personale possono essere dissociati.

Il neglect può coinvolgere anche rappresentazioni mentali (*rappresentazionale*). Il neglect rappresentativo è l'incapacità di descrivere la parte sinistra di immagini mentali generate sulla base di informazioni immagazzinate nella memoria a lungo termine (per esempio esso si può evidenziare chiedendo ai pazienti di descrivere un luogo, un percorso o un oggetto per loro familiare). E' presente in circa il 30% dei celebralesi destri e nel 50% di questi non si accompagna né al neglect extrapersonale né a quello personale (14). I pazienti che ne sono affetti mostrano disorientamento topografico in compiti di navigazione ambientale (15), anche quando non presentano una concomitante emi-inattenzione extrapersonale e di conseguenza non hanno difficoltà nell'esplorazione dello spazio controlaterale.

1.2 VALUTAZIONE DEL NEGLECT

Le manifestazioni del neglect coinvolgono aspetti differenti ed hanno caratteristiche diverse tra i pazienti con quadri clinici diversificati. L'eminattenzione quindi non è un fenomeno unitario e come tale deve essere considerato a livello clinico, sia per una corretta diagnosi che per l'impostazione di un piano riabilitativo. Nella maggior parte dei pazienti il neglect non è molto evidente ed è necessario esplorarlo con test specifici, necessari anche per produrre misure obiettive di gravità e per monitorarne il recupero durante riabilitazione.

La valutazione quindi si avvale dell'osservazione del paziente, del colloquio clinico, di una batteria di test "carta e matita" e di scale di valutazione e prove di lettura.

La postura del soggetto, l'orientamento degli occhi e del capo verso il lato lesionato, l'interazione verbale e visiva possono essere indicatori della presenza del disturbo. Durante il colloquio clinico è utile valutare la consapevolezza del disturbo esplorativo: l'anosognosia influisce negativamente sulla collaborazione del paziente al trattamento.

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 (13). 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 (Albert test), di numeri, di

forme (Apple test) 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 (13). 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. Wilson nel 1987 ha messo appunto una batteria di test per valutare il neglect: Si tratta di 15 test: sei "convenzionali" e nove "comportamentali". I test convenzionali sono: albert test, test di bisezione di linee, cancellazione di lettere, di stelle, copia di disegni, di figure geometriche e disegno libero. I test comportamentali del Behavioural Inattention Test BIT prevedono dei compiti simili alle situazioni quotidiane. Sono nove: osservazione di figure, composizione di un numero al telefono, lettura di un menù, lettura di un articolo, lettura e regolazione di un orologio, scelta di gettoni, copia di indirizzi e frasi, uso di una mappa e scelta di carte.

Per valutare l'emeingligenza esistono poi una serie di scale che valutano la capacità di eseguire attività di vita quotidiana. 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 (16). 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 sè stesso su ciascuno dei 10 items. Il punteggio di anosognosia correla significativamente con la gravità dell' eminegligenza. 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. La scala di Zoccolotti (17) viene utilizzata per la valutazione dello spazio extra personale; consiste nel far nominare o indicare al paziente gli oggetti presenti in una stanza e descrive il comportamento esplorativo attraverso una scala di quattro punti. Propone anche altre prove funzionali come distribuire le carte, servire del tè che consentono di evidenziare le asimmetrie di manipolazione ed esplorazione. Per l'esplorazione dello spazio personale Zoccolotti propone anche una scala di valutazione dove viene indagato lo svolgimento delle attività di vita quotidiana (radersi, pettinarsi, mettersi gli occhiali); utile a questo scopo anche il Fluffy Test, che consiste in un'esplorazione del proprio corpo ad occhi chiusi, chiedendo al paziente di prendere dei batuffoli di cotone che l'esaminatore ha disposto sui vestiti indossati dal paziente.

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. Il Montreal Cognitive Assessment (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 correzione per la popolazione italiana.

1.3 ReMoVES e test di Albert

ReMoVES è un sistema IoT sviluppato dal laboratorio NUMIP del Dipartimento di Ingegneria Navale, Elettrica, Elettronica e delle Telecomunicazioni (DITEN) dell'Università degli Studi di Genova (responsabile Dott.ssa Silvana Dellepiane) (18) che consente diverse attività per la riabilitazione motoria e cognitiva attraverso l'uso di exergame o di versioni digitali di test standard, eseguiti utilizzando sensori di movimento o touchscreen, senza indossare marker e senza l'uso di controller. ReMoVES si basa su un'architettura multi-client/server e fornisce all'equipe riabilitativa dati oggettivi da remoto utili al monitoraggio del paziente durante l'esecuzione del programma di esercizi a supporto del Progetto Riabilitativo Individuale nella fase estensiva del percorso presso le RSA o il domicilio. Il Sistema ReMoVES fa parte del progetto PNRR "RAISE - Robotics and AI for Socio-Economic Empowerment" finanziato dall'Unione Europea-NextGenerationEU. lo strumento risulta di elevato interesse in situazioni di quarantena per la facilità di installazione, di utilizzo e per la minima necessità di sanificazione, come nella pandemia Covid-19 (19).

Riguardo alla parte dedicata al recupero delle funzioni cognitive, ReMoVES fornisce una forma digitalizzata del Test di Albert e una versione dei test standard di Bisezione di Linee e dell'Apples, la cui realizzazione risale a qualche anno fa grazie alla collaborazione dell'istituto Don Gnocchi. L' utilizzo di questi ultimi due test viene proposto a scopo di

esercizio in quanto la correlazione tra versione “carta e matita” e digitale non è ancora stata verificata attraverso studi mirati (Figura 1). Il sistema consente inoltre la memorizzazione di ogni sessione di test, la sua riproducibilità ed il confronto con altre sessioni.

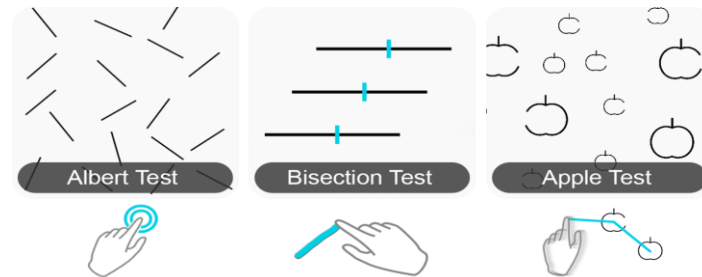


Fig. 1: Miniature delle attività tramite ReMOVES e relativi gesti di interazione

(Immagine dello studio: FERRARO F, Trombini M, Truffelli R, Simonini M, Dellepiane S. "On the Assessment of Unilateral Spatial Neglect via Digital Tests.")

TEST DI ALBERT:

Il test di Albert è uno degli strumenti di valutazione più utilizzati nella pratica clinica. E' un test che indaga le capacità visuo-motorie; consiste nel sottoporre al paziente un foglio che presenta numerosi segmenti di 2,5 cm orientati in diverse direzioni e raggruppati in sette colonne: una centrale, tre a destra e tre a sinistra. La disposizione effettiva di queste righe è standardizzata, consentendo un'analisi sistematica delle prestazioni dei soggetti rispetto a sinistra, destra e centro della pagina. Al paziente si chiede di fare un segno con la penna su tutte le linee che vede nella pagina. Il punteggio massimo per questo test cartaceo è di 36 (i quattro segmenti della colonna centrale non si contano). Il cut-off è di 34. Nel somministrarlo è tassativo mantenere il foglio test in posizione centrale rispetto al paziente e non fare alcun movimento che possa spostare l'attenzione verso l'uno o l'altro emispaio. Si consiglia inoltre di presentare il foglio su di un tavolo assolutamente sgombro da oggetti e di chiedere al paziente di poggiare il braccio con cui non scrive (che solitamente è il

sinistro ed è plegico) sotto il tavolo. Il test cartaceo ci fornisce dati inerenti alla presenza di perseverazioni, il numero e la posizione delle linee individuate dal paziente, in particolare il neglect spaziale unilaterale si caratterizza per la presenza di linee cancellate sul foglio localizzate dallo stesso lato della lesione cerebrale.

La versione digitale del test di Albert viene effettuata con le stesse modalità, ma attraverso l'utilizzo di un touch screen e due minuti di tempo per completare il test. I dati che fornisce sulla capacità di esplorazione dello spazio sono più numerosi e dettagliati rispetto al cartaceo; vengono memorizzati e possono essere confrontati nel tempo.

Le informazioni che possiamo ottenere sono:

- **l'indice dell'area coperta**, definito come:

$$\text{l' INDICE dell' AREA COPERTA} = A_{\text{esplorato}} / A_{\text{max}}$$

dove $A_{\text{esplorata}}$ è l'area del rettangolo rosa contenente i target barrati e A_{max} è l'area del rettangolo più grande (azzurro+rosa) contenente tutti i target (figura 2).

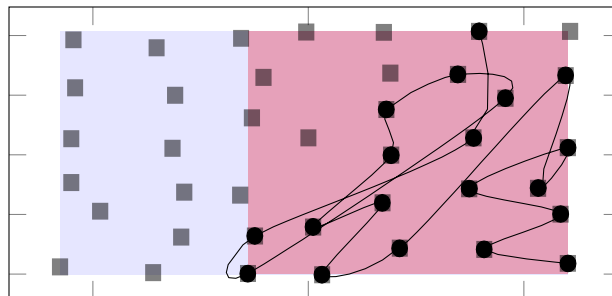


Fig. 2: L'area rosa rappresenta l'area esplorata. L'area max è quella contenente tutti i target da barrare.

(Immagine dello studio: FERRARO F, Trombini M, Truffelli R, Simonini M, Dellepiane S. "On the Assessment of Unilateral Spatial Neglect via Digital Tests.")

- Il **centro di gravità (CoG)**, dove le sue coordinate sono il valore medio delle coordinate x e y delle linee barrate.

Dalla valutazione e dall'analisi della versione digitale del test possono essere desunti altri indicatori descritti di seguito:

- **l'ordine di esecuzione** è l'ordine in cui il paziente ha barrato le righe;
- **la distanza** tra due bersagli consecutivi barrati;
- **il tempo** totale
- **il tempo** che intercorre tra la cancellazione consecutiva di due target

Tutti questi sono indicatori utili nella valutazione clinica iniziale del paziente e per il monitoraggio evolutivo nel tempo.

Uno studio presentato al congresso Internazionale di Neuro Ingegneria ed effettuato presso la SC Recupero e Rieducazione Funzionale de La Colletta in collaborazione con l'Università di Genova (19) ha dimostrato come la versione digitale del test di Albert, presente sulla piattaforma ReMoVES, possieda ottimi coefficienti di correlazione con il test cartaceo per validità ed affidabilità (sia lo studio di correlazione che i risultati dei test ANOVA dimostrano che le versioni cartacee e digitali sono intercambiabili per la popolazione in analisi). Successivamente è stato sviluppato un ulteriore studio (20) sul test di Albert digitalizzato in soggetti sani e affetti da neglect, il quale si poneva l'obiettivo di esplorare le potenzialità ed i limiti della somministrazione in modalità cartacea ed in modalità digitale e valutare quali dati nella somministrazione digitale fosse possibile raccogliere in maniera più ampia ed efficace.

Il test di Albert digitalizzato è stato somministrato tramite un touchscreen, in presenza del clinico e secondo le indicazioni previste per il test cartaceo, a 14 soggetti sani e a 12

soggetti con diagnosi nota di neglect post-ictus. Oltre alle informazioni sui target cancellati, reperibili anche dalla versione cartacea del test, i parametri studiati sono la modalità di esplorazione attraverso l'ordine di esecuzione, l'accuratezza, la localizzazione, la tipologia degli errori e la velocità di cancellazione. I principali indicatori estratti automaticamente ed analizzati sono i seguenti: la *traiettoria eseguita* (ordine di esecuzione), il *tempo totale* che intercorre fra la cancellazione del quinto target e la cancellazione dell'ultimo, il *tempo* che intercorre fra la cancellazione di due target consecutivi e la *distanza* fra due target cancellati in maniera consecutiva.

Le tipologie di dati e di indicatori sopradescritti sono state analizzate grazie alla possibilità del sistema ReMoVES di memorizzare ogni sessione di test e visualizzare le traiettorie di cancellazione dei target. L'analisi e il confronto delle *traiettorie eseguite* dai soggetti con neglect e dal campione di sani (Figura 3) consente di visualizzare il numero e l'ordine dei target cancellati e l'area di distribuzione, fornendo informazioni circa la modalità di esplorazione.

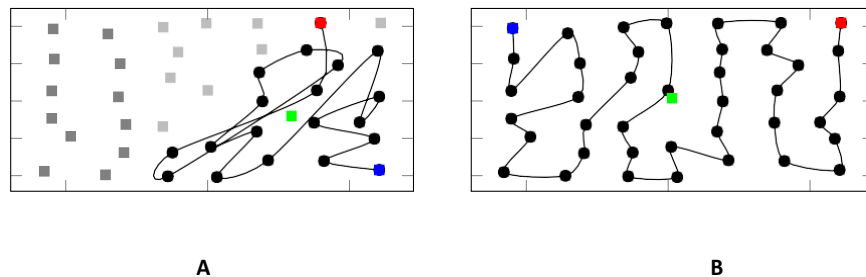


Figura 3. – Traiettorie eseguite da un soggetto patologico (A) e da un soggetto sano (B). I pallini blu sono i punti di partenza, quelli rossi sono i punti di arrivo; quelli verdi il CoG.

(Immagine dello studio: FERRARO F, Trombini M, Truffelli R, Simonini M, Dellepiane S. "On the Assessment of Unilateral Spatial Neglect via Digital Tests.")

Analizzando le performance dei due campioni ed in particolare la morfologia dei tracciati delle traiettorie, si è potuto studiare il comportamento e dedurre le strategie adottate per la

ricerca dei target da cancellare. I soggetti sani hanno evidenziato una modalità di esplorazione con uno schema di cancellazione più regolare rispetto ai soggetti affetti da neglect e questo si identifica con dei tempi totali medi più brevi rispetto ai soggetti malati. I due parametri maggiormente rilevanti sono stati il *tempo* e la *distanza* fra due target cancellati in maniera consecutiva. Attraverso il test statistico ANOVA il gruppo dei soggetti sani risulta maggiormente omogeneo relativamente all'indice della distanza rispetto all'indicatore del tempo e ciò ci fa supporre che **la distanza** sia in generale l'indicatore più robusto per comprendere le strategie di cancellazione in quanto **rappresenta la capacità di organizzazione del soggetto**. La distanza media fra due target cancellati dai soggetti sani è di 2,38 cm, valore che rispecchia una certa regolarità dello schema di cancellazione, maggiore di quella riscontrata in pazienti per cui la distanza media tra target consecutivi è più alta (20). Per quanto riguarda il **tempo medio** fra la cancellazione di due target, esso risulta essere pari a 0,47 secondi nel gruppo dei soggetti sani e 2,41 secondi nei pazienti con neglect. Il tempo di risposta sembrerebbe essere il dato più sensibile a discriminare tra pazienti e gruppo di controllo e quindi, rispetto alla somministrazione cartacea, potrebbe essere considerato un **indicatore aggiuntivo ed altamente informativo per la valutazione della gravità del disturbo** e per un puntuale monitoraggio del lavoro riabilitativo.

2.0 CASO CLINICO

Abbiamo osservato i dati raccolti negli ultimi anni provenienti dai test digitali effettuati attraverso la piattaforma ReMoVES e confrontati con i cartacei.

Ci siamo soffermati ad osservare il caso di un paziente di 66 anni ricoverato il 15/04/2020 presso la degenza di riabilitazione intensiva post acuti della SC Recupero e Rieducazione Funzionale di ASL3, per esiti di ictus ischemico fronto-temporale destro con infarcimento emorragico avvenuto il 31/03/2020 e presenza di aneurisma dell'arteria cerebrale media di destra; alla dimissione dal reparto di Neurologia veniva segnalata emianopsia omonima laterale sinistra ed emisomatoagnosia sinistra. All'esame obiettivo effettuato all'ingresso nel nostro reparto il paziente si presentava vigile, lucido, orientato in spazio tempo e persona; destrimane; presenza di emisomatoagnosia sinistra. Mingazzini positivo all'arto superiore sinistro e all'arto inferiore sinistro; presenza di modesta diastasi scapolo-omerale sinistra. All'arto superiore sinistro assenti movimenti funzionali a polso e dita; a livello della mano non possibile la presa globale; nei restanti distretti dell'arto superiore i movimenti contro gravità erano possibili parzialmente. Arto inferiore sinistro con tono muscolare nella norma, possibile la flessione di ginocchio e di tibiotarsica contro gravità. Non riferiva deficit sensitivi superficiali e di sensibilità profonda ad arto inferiore sinistro. Passaggi posturali a letto con minimo aiuto. Motricity index ad arto superiore sin 18 ed arto inferiore sin 47; trunk controllo test 24.

E' stata effettuata una valutazione neuropsicologica il 27/04/20 ed al termine del percorso riabilitativo nel nostro reparto, il 16/06/20. Durante la prima valutazione il paziente riferiva tredici anni di scolarità, una completa autonomia precedente all'evento ischemico, con una vita molto attiva, sia sociale che professionale; essendo lui un imprenditore nel campo delle

costruzioni stradali, spesso si recava all'estero o in varie città d'Italia. La valutazione neuropsicologica segnalava una situazione di depressione con labilità emotiva, per la quale il paziente accettava il supporto di colloqui psicologici con la finalità di ridurre l' ansia e di assumere una terapia farmacologica di supporto, la quale è stata poi modificata nel corso del ricovero per una migliore compensazione dell'iperattività successivamente emersa. Il paziente si presentava collaborante, ma spesso agitato. Nella prima valutazione del 27/04, emergeva un quadro di lieve compromissione cognitiva, con deficit delle funzioni visuo-spaziali ed esecutive, lieve difficoltà mnestica, per lo più associata alla rilevante presenza di difficoltà attentive. La valutazione di fine percorso del 16/06, segnalava un miglioramento delle capacità mnestiche ed attentive, una migliore capacità di esplorazione visiva, permanendo una compromissione delle funzioni visuo-spaziali ed esecutive.

TEST PSICOMETRICI

Test	Data	Pt. Grezzo	Pt. Corretto		Riferimento Statistico	ESITO
MMSE	27/04/2020	25	22,2		30-24 nessuna compromissione 23-20 sospetta compromissione 19-17 lieve compromissione 16-10 moderata compromissione	Sospetta compromissione
	16/06/2020	29	26,2	↑		Norma
MoCA	27/04/2020	21	19		*1	Limite norma
	16/06/2020	24	22	↑	*3	Norma
Test di aprassia ideomotoria	27/04/2020	20	20		*4	Norma
	16/06/2020	20	20	=	*4	Norma
Test di bisezione di linee	27/04/2020	5			9-7 norma <7 patologico	Patologico
	16/06/2020	5		=		Patologico
Barrage di linee	27/04/2020	35			36-35 norma <35 patologico	Norma

	16/06/2020	36		↑		Norma
Matrici attentive	27/04/2020	41	37,25		*2	Prestazione sufficiente
	16/06/2020	53	49,25	↑	*4	Norma
Test Memoria di Prosa	27/04/2020	11,1	10,35		*2	Prestazione sufficiente
	16/06/2020	13,5	12,75	↑	*3	Norma
Digit Span	27/04/2020	6	5,75		*4	Norma
	16/06/2020	6	5,75	=	*4	Norma

Alcuni test per la valutazione del neglect spaziale unilaterale erano stati effettuati in forma cartacea, poiché fino a quel momento non era disponibile il sistema computerizzato. L'Albert test non mostrava alterazioni, avendo il paziente segnato 36/36 target ed assenza di perseverazioni in entrambe le valutazioni; il test di bisezione invece mostrava nella prima valutazione un risultato di 5 su 9 e nella seconda di 5 su 9, punteggio indice di alterazione della percezione dello spazio. Il paziente, una volta dimesso aveva proseguito in regime privato con sedute di terapia occupazionale, riabilitazione motoria e neuropsicologica.

Il 21 luglio 2021, circa un anno dopo la dimissione, era stato richiamato dal Day Hospital della nostra SC per presa in carico riabilitativa e rivalutazioni multidisciplinari a distanza. In quella occasione, essendo disponibile il sistema ReMoVES, venne proposto al paziente il test di Albert sia in formato cartaceo che digitale, poiché nonostante il paziente fosse migliorato dal punto di vista motorio rispetto alle dimissioni, continuava a manifestare un'apparente disattenzione, che lo portava a scontrare la parte sinistra del corpo durante l'attività di vita quotidiana.

I test cartacei risultavano negativi, avendo nuovamente eseguito un punteggio di 36/36 al test di Albert e 8/9 al test di bisezione di linee. Il test di Albert effettuato digitalmente invece mostrava sia un difetto nel riconoscere tutti i target presenti ed una traiettoria di cancellazione poco organizzata con una possibile alterazione dell'osservazione della parte superiore della griglia (vedi fig.4).

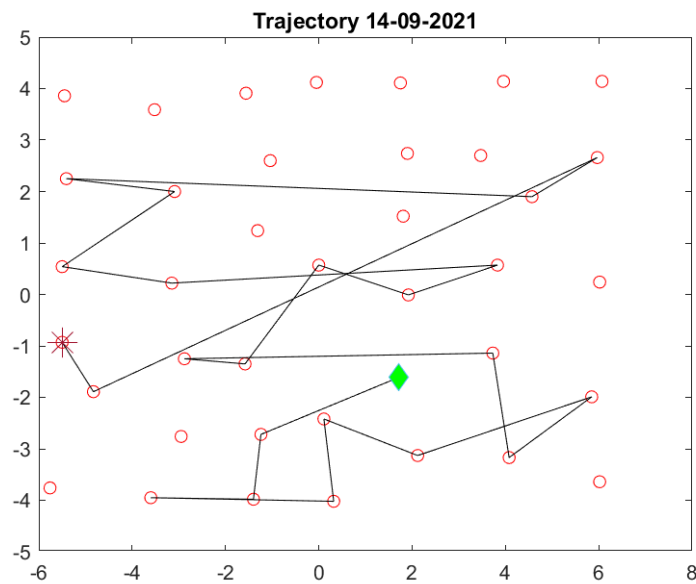


Figura 4 : traiettoria confusa e disorganizzata (test del 14/9/21.) Immagine elaborata da ing Ferraro/Dellepiane

Oltre alla traiettoria, il test digitale ci indicava che il tempo medio tra due target risultava nettamente superiore (5,04 sec) rispetto al valore medio di un soggetto sano (0,47 sec); anche la distanza media tra due target consecutivi era superiore (3,64 cm) rispetto al valore medio di un soggetto sano (2,38 cm). Quindi il test digitale è stato in grado di oggettivare un difetto attentivo, che fino a quel momento era stato solo clinicamente segnalato e che il test di Albert cartaceo non metteva in luce.

Dal punto di vista neuropsicologico il paziente appariva collaborativo, ben orientato in spazio tempo e persona, eloquio con contenuti adeguati ed informativi; riferiva momenti di ritiro sociale ed irritabilità, con difficoltoso adattamento alla situazione di disabilità legata alla patologia. MMSE e MoCA corretti per età e scolarità rilevavano un punteggio nella norma. Nella norma le prove di memoria di registrazione, verbale a breve termine, di memoria logica e le prove di linguaggio e calcolo; ai limiti della norma le abilità di individuare elementi target in contesto distraente, per cui permanevano alcune difficoltà visuo-spaziali. Il tratto ansioso del carattere (già presente nel premorbo) era amplificato dalla riduzione delle sue capacità attentive e di esplorazione: per individuare target in contesto distraente alternava la strategia legata al concedersi più tempo nell'esecuzione delle prove, per evitare di risultare impreciso, a momenti in cui velocizzava i tentativi di risposta, incrementando nettamente l'imprecisione. Il paziente terminato il ricovero in DH aveva ripreso a domicilio il trattamento riabilitativo motorio, occupazionale e neurocognitivo come già aveva effettuato dopo la dimissione dal nostro reparto di riabilitazione.

Visti i dati ottenuti nelle valutazioni precedenti si è deciso di ricontattare il paziente ed eseguire a marzo 2023 una nuova rivalutazione dello stato cognitivo-motorio . Il paziente appariva collaborante, adeguato al colloquio, autonomo nella deambulazione, senza necessità di ausili, con andatura sicura, anche se persisteva il ridotto pendolarismo ad arto superiore di sinistra. Autonomo nelle attività di vita quotidiana. Manifestava esclusivamente un deficit di forza localizzato alla mano di sinistra, con moderata ipostenia nella presa globale e tendenza a flessione delle interfalangee distali, in assenza di alterazioni del tono muscolare. No deficit di sensibilità superficiale e profonda ad arti superiori ed inferiori.

E' stato riproposto al paziente il test di Albert, sia in versione cartacea che digitale, per rivalutare lo stato attentivo e confrontarlo con i precedenti: quello cartaceo continuava a mostrare un test corretto, con punteggio di 36/36; quello digitale invece evidenziava un nuovo assetto attentivo rispetto al precedente di settembre 2021, poiché il paziente rilevava tutti i target, ma soprattutto metteva in atto una traiettoria organizzata, con un andamento verticale di osservazione (fig. 5).

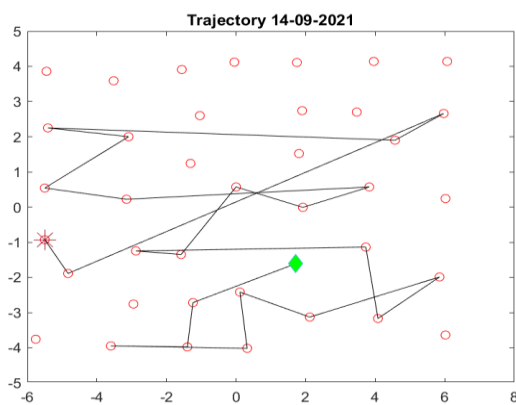
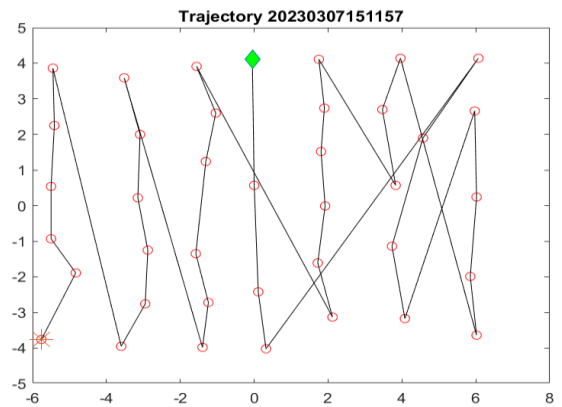
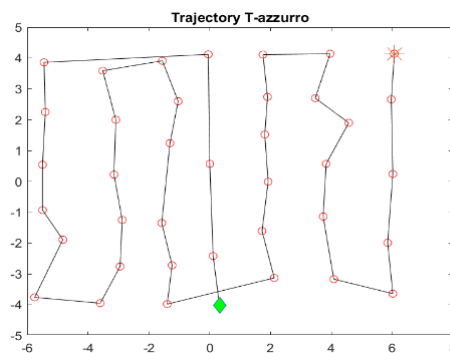


Fig.5: Albert test digitale eseguito il 14/09/21



Albert test digitale 07/03/23



traiettoria di un soggetto sano

(Immagine elaborata da ing. Ferraro/Dellepiane)

Tramite gli indicatori forniti dal sistema ReMoVES è stato possibile tracciare il netto miglioramento del tempo totale e medio rispetto all'ultimo test digitale eseguito: il tempo totale si è ridotto di circa tre volte passando da 92,33 secondi a 33,28 secondi ed il tempo

medio tra due target consecutivi si è ridotto di quasi cinque volte, passando da 5,04 secondi a 0,89 secondi. Anche la distanza media si è ridotta da 3,64 centimetri a 2,91 centimetri, indice di una strategia di esplorazione più efficace e uno schema di cancellazione più regolare (vedi tabella 1)

Albert del pz case report	TARGET	TEMPO TOTALE [secondi]	TEMPI MEDI TRA TARGET [secondi]	DISTANZE MEDIE TRA TARGET [cm]
T0 14/09/21	23	92,33	5,04	3,64
T1 07/03/23	39	33,28	0,83	2,91
Gruppo sani		15,65	0,47	2,38
Gruppo neglect		57,74	2,41	2,88

Tabella 1: confronto valori paziente case report e valori gruppo sani e malati dello studio di riferimento (vedi studio numero 19 della bibliografia)

E' stata effettuata una indagine statistica con l'obiettivo di verificare se i risultati del paziente al tempo T1 siano variati in maniera statisticamente significativa rispetto al tempo T0. Per ottenere un riferimento si è definita la popolazione dei sani, composta da 14 soggetti (gruppo di controllo) appartenenti allo studio effettuato in precedenza (19). Tali soggetti sani hanno ripetuto il test di Albert al tempo T0 e al tempo T1. Si è scelto di applicare quindi un test statistico sulle differenze (bilatero) e utilizzare la statistica di test con distribuzione t di Student, avendo varianza della popolazione dei sani sconosciuta e numero di campioni n piccolo. Si assume come ipotesi nulla H0 che la differenza tra i risultati al tempo T1 e i risultati al tempo T0 sia piccola (come per la popolazione di

controllo) e pertanto la variazione sull'indice non sia significativa. E' stato definito il livello di significatività $\alpha=0.05$, le regioni di accettazione e di rifiuto dell'ipotesi H_0 .

E' stata considerata la **distanza media** fra target consecutivi: il valore ottenuto di $T=10.39$ ha portato al sicuro rifiuto dell'ipotesi nulla H_0 , ovvero si ha una grande differenza tra il valore ottenuto al tempo T_0 e quello al tempo T_1 . Quindi è stato definito che il test risulti statisticamente significativo, con un $p\text{-value}\ll 0.05$; si conclude che **c'è stato un miglioramento fortemente significativo del parametro considerato, tra il tempo T_0 e il tempo T_1 .**

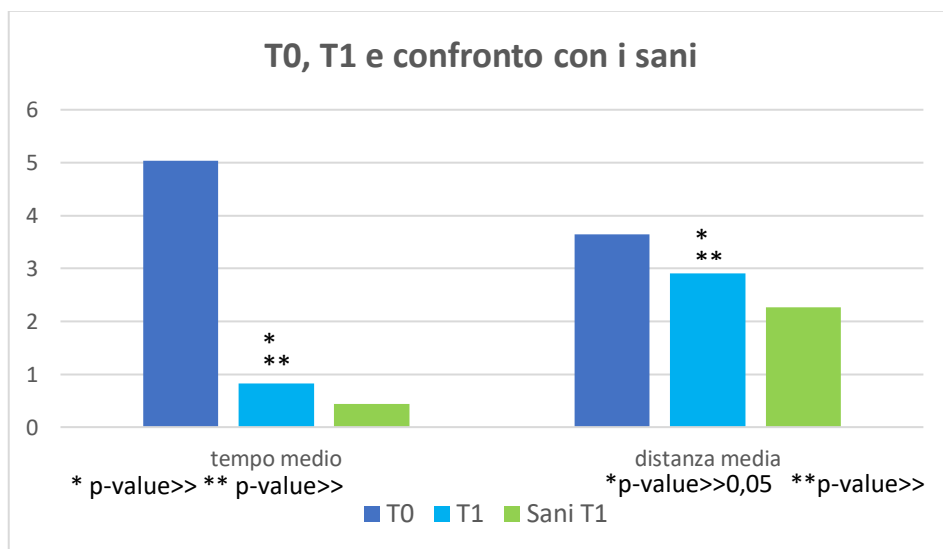
E' stato considerato anche **il tempo medio** impiegato a cancellare dei target consecutivi: si è ottenuto un valore T estremamente alto che ha portato al rifiuto certo dell'ipotesi H_0 . Il valore $p\text{-value}$ è tanto piccolo che il test è significativo per qualsiasi valore di α . Si è perciò concluso che **il paziente ha avuto un miglioramento fortemente significativo** rispetto al parametro considerato.

Abbiamo voluto verificare anche se i risultati ottenuti dal paziente al tempo T_1 si avvicinassero statisticamente alla media della suddetta popolazione dei sani al tempo T_1 . E' stata assunta come ipotesi nulla H_0 che il valore al tempo T_1 del soggetto non si discostasse dalla media della popolazione di controllo, e pertanto questi potesse appartenere alla popolazione. Si è scelto di applicare quindi un test statistico sulle medie a coda destra (unilaterale) e utilizzare la statistica di test con distribuzione t di Student, avendo varianza della popolazione dei sani sconosciuta e numero di campioni n piccolo. E' stato definito il livello di significatività $\alpha=0.05$, le regioni di accettazione e di rifiuto dell'ipotesi H_0 .

E' stata considerata **la distanza media** fra target consecutivi come parametro da valutare: i valori ottenuti di T hanno portato a rifiutare l'ipotesi H_0 , pertanto **il soggetto non**

appartiene alla popolazione di riferimento (quella dei sani). Il valore p -value è risultato tanto piccolo che il test è stato considerato significativo per qualsiasi valore di α .

E' stato considerato **il tempo medio** impiegato a cancellare due target consecutivi come parametro da valutare: anche con questo parametro si ottiene un valore T che porta al rifiuto dell'ipotesi H_0 , con p -value piccolissimo. Pertanto il **sogetto non appartiene alla popolazione dei sani.**



I valori ci mostrano un miglioramento oggettivo e statisticamente significativo; nonostante ciò i dati suggeriscono che i valori ottenuti a T1 non rientrino nei valori caratterizzanti i soggetti sani e questo ci definisce come la problematica attentiva continui a persistere nel tempo.

Oltre al test di Albert digitale il paziente, durante le sedute di valutazione, ha eseguito anche un exergame basato su l'Apple test in formato digitale, ma del quale attualmente non è ancora stata validata la corrispondenza con il cartaceo, per cui la nostra valutazione in

merito si è limitata esclusivamente a riflessioni e confronti; abbiamo riportato i dati ricavati poiché, a nostro giudizio, risultano esser interessanti, anche se meritevoli di ulteriori approfondimenti e valutazioni .

Apple test

Questa attività digitale è basata sulla standardizzazione italiana dell'Apple Cancellation Test. Il test cartaceo viene utilizzato per valutare la presenza di neglect sia egocentrico che allocentrico e consiste nella individuazione e cancellazione di contorni di mele piene disegnate su un foglio. Le mele totali sono 150; un terzo delle mele sono piene (obiettivi) e due terzi sono aperte a sinistra o a destra (elementi di distrazione). Per bilanciare la probabilità che le omissioni mostrino trascuratezza dello spazio sinistro rispetto a destro o superiore rispetto a quello inferiore, il foglio è virtualmente diviso in una griglia con due righe e cinque colonne per garantire un'equa distribuzione delle mele sulla pagina. Ogni cella della griglia contiene 15 mele: tre grandi (una senza apertura, uno con apertura a sinistra e uno con apertura a destra) e 12 mele piccole (quattro senza apertura, quattro con apertura a sinistra e quattro con apertura a destra). Le mele grandi sono più grandi del 50% rispetto a quelle piccole.

Nella versione digitale proposta da ReMoVES, a ciascun partecipante è stato chiesto di toccare sullo schermo tutte le mele intere e di ignorare quelle con i buchi. Le mele intere sono 30 e quelle aperte 60, suddivise equamente in 10 zone della griglia, all' interno delle quali si collocano casualmente.

La piattaforma ReMoVES calcola automaticamente gli indici di punteggio, vale a dire numero totale di bersagli barrati, punteggio di asimmetria per neglect egocentrico, ed il punteggio di asimmetria per negligenza allocentrica. Il punteggio di asimmetria per neglect

egocentrico è la differenza tra il numero di target sul lato destro e il numero di target sul lato sinistro della pagina, escluse le mele contenute nelle celle superiore e inferiore della colonna centrale. Il punteggio di asimmetria per negligenza allocentrica è la differenza tra il numero di bersagli barrati con apertura a sinistra e il numero di bersagli barrati con apertura a destra. Sia nella negligenza egocentrica che in quella allocentrica, i punteggi di asimmetria negativa denotano trascuratezza destra e i punteggi di asimmetria positiva denotano trascuratezza sinistra (figura 6).

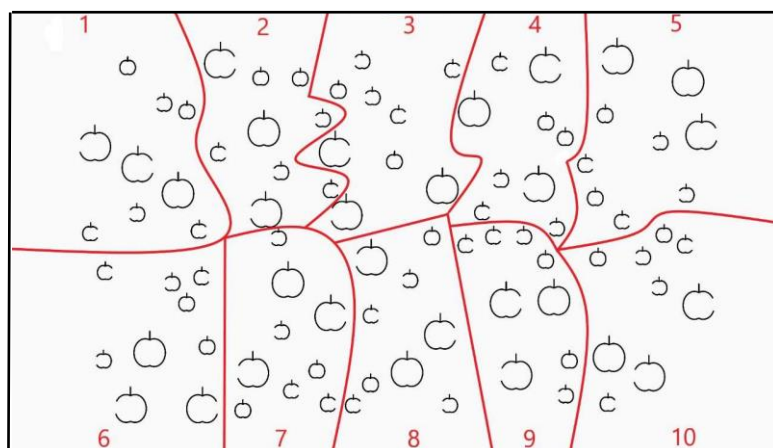
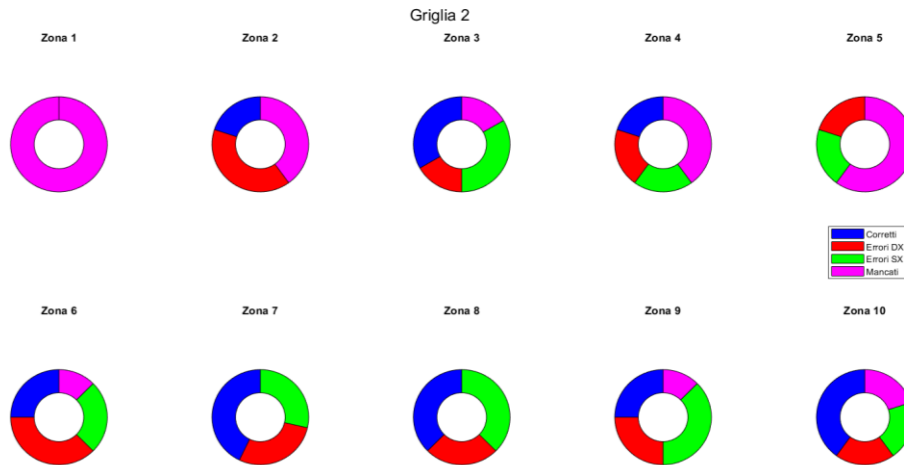


Figura 6: esempio di griglia del exergame basato su Apple test . Le linee rosse indicano la virtuale suddivisione in zone di gioco all'interno delle quali le mele hanno disposizione casuale. Immagine elaborata da ing.Ferraro/Dellepiane

A settembre 2021, qualche giorno dopo aver eseguito il test di Albert digitale, al paziente è stato somministrato l'exergame basato su Apple test; nell'immagine sottostante (immagine elaborata da ing.Ferraro/Dellepiane) compare la rappresentazione dell'area di gioco suddivisa in zone e le performance del paziente per ogni zona di gioco sono descritte all'interno dei dischi utilizzando i colori:

- rosa: mele mancate
- blu: mele correttamente identificate
- verde: mele aperte a sinistra
- rosso: mele aperte a destra



Si noti come, anche in questo exergame, il paziente sembra non osservare con attenzione le zone superiori della griglia, nelle quali il paziente manca dei bersagli, soprattutto nelle parti laterali dove non identifica nessuna mela intera. Si può notare una certa correlazione visiva con il tracciato dell'Albert test (fig.7)

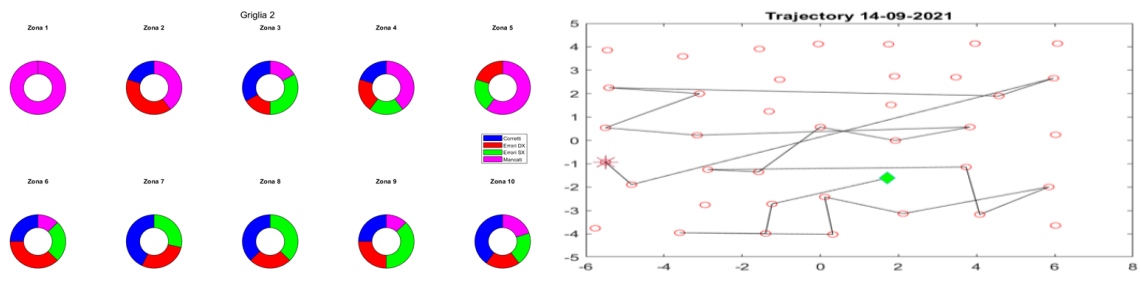


Figura 7:: il colore rosa delle zone dell'Apple test identifica i bersagli mancati. Si nota lo stesso andamento nell'Albert test. Immagine elaborata da ing. Ferraro/Dellepiane

L'andamento migliorativo dell'osservazione spaziale sembra essere evidente non solo nel Albert test digitale, ma anche nella griglia dell'Apple test del 07/03/23, dove il paziente non manca nessun bersaglio ed osserva tutte le zone della griglia (fig 8):

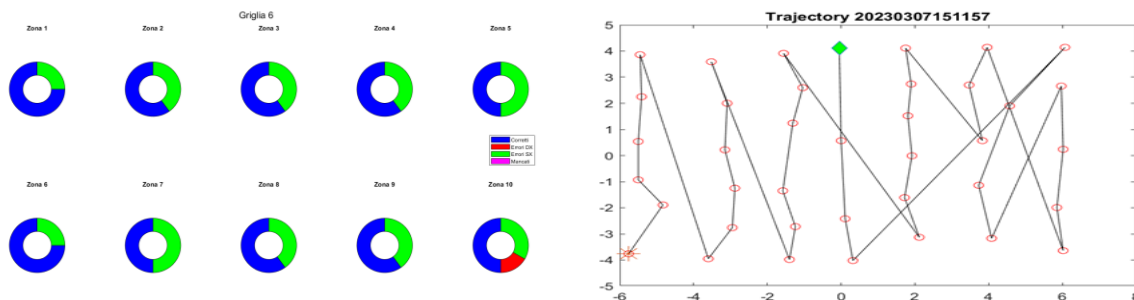


Figura 8: il colore blu indica i bersagli corretti; il verde i bersagli con errore a sinistra. Tutti i target sono stati identificati e non ci sono bersagli mancanti. Immagine elaborata da ing. Ferraro/Dellepiane

Questa forma di Apple test digitale ci segnala come nel tempo il paziente sia migliorato nella individuazione dei target, ma di pari passo compia molti errori soprattutto di tipo allocentrico sinistro, cioè individui come piene delle mele aperte a sinistra e come questo comportamento sia nettamente aumentato rispetto al primo test (vedi tabella 2)

Data	Target Corretti	Target Sbagliati	EGOCENTRIC SCORE	ALLOCENTRIC SCORE
09/09/2021	15	28	0	4
16/09/2021	16	30	-1	0
21/09/2021	21	46	2	2
23/09/2021	21	46	2	2
07/10/2021	29	35	0	9
07/03/2023	30	21	0	19
07/03/2023	29	32	1	24

Tabella 2: punteggi ottenuti nel tempo all' exergame basato su Apple test

Contestualizzando questi dati sul paziente possiamo affermare che, rispetto a settembre 2021, analizzi meglio tutto lo spazio, ma il tratto ansioso e la voglia di dimostrare efficienza nell'esecuzione del test, lo rende precipitoso e quindi poco attento ai dettagli. Appare invece migliorata la capacità di riconoscere le mele complete grandi e piccole, ma risulta ancora alto il numero di target sbagliati, facendo ipotizzare che il paziente utilizzi la strategia di segnare con il dito tanto/tutto per riuscire - nel numero- a prendere anche i target corretti; in questo modo però si mette in evidenza, rispetto al test iniziale, un deficit di attenzione che permane e il quale sembrerebbe soprattutto di tipo allocentrico sinistro.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il Test di Albert in versione digitale è in grado di fornire molte informazioni aggiuntive, le quali difficilmente verrebbero reperite in altro modo; nel caso analizzato tali informazioni sono state in grado di oggettivare e descrivere in modalità dettagliata l'andamento clinico nel tempo e le abilità del paziente affetto da emidisattenzione. La possibilità di visualizzare il punto di inizio e di fine del tracciato ed il percorso di perlustrazione seguito nel test, forniscono una prima informazione sulla capacità di esplorazione dello spazio, dando la possibilità di approfondire iniziali spunti di riflessione su una eventuale problematica spaziale/attenzionale. Oltre al numero di target barrati correttamente, che sostanzialmente è il principale dato del test in versione cartacea -sempre integrato dall'osservazione clinica- la versione digitale del test consente di definire quali tipologie di errori abbia commesso (omissioni, perseverazioni) ed anche altri indicatori quali l'indice dell'area coperta, il centro di gravità (CoG), il tempo totale di esecuzione del test, il tempo medio e la distanza media tra due target consecutivi. Tutti questi dati rimangono agevolmente fruibili anche in caso di consultazione a posteriori del test, a differenza del report cartaceo, prestandosi per elaborazioni grafiche e statistiche. Nel case report da noi descritto il test di Albert digitalizzato ha dato modo di oggettivare un difetto spaziale ed attentivo che l'osservazione clinica ci portava ad ipotizzare; analizzando i tracciati ed i dati raccolti nelle sessioni di somministrazione delle versioni digitalizzate di Albert test e Apple test, l'elaborazione statistica del materiale ha messo in evidenza la persistenza e la natura del difetto spaziale/attentivo, nonostante vi fosse un miglioramento netto delle performance. Il test di Albert digitalizzato risulta perciò utile e valido strumento nel definire in modo più dettagliato la presenza dell'emidisattenzione soprattutto nei casi dubbi. I dati forniti potrebbero inoltre avere grande utilità per monitorare i cambiamenti durante il trattamento

riabilitativo ed essere in grado di segnalare anche piccoli miglioramenti dell'organizzazione visuo-spaziale del paziente, consentendo di indirizzare meglio il lavoro fisioterapico e le indicazioni nelle

attività di vita quotidiana, rendendo così più efficace il supporto riabilitativo alla qualità di vita del paziente. Nella nostra esperienza il test di Albert digitale è risultato di grande utilità per il monitoraggio del disturbo nel tempo e potrebbe esser utilizzato sia in presenza che eventualmente anche per valutazioni da remoto. Sono tuttavia necessari ulteriori studi di approfondimento su campioni più ampi per confermare i dati e le osservazioni descritte in questo case report.

BIBLIOGRAFIA

- 1) MAZZUCCHI A, "La riabilitazione neuropsicologica 4 ed.: Premesse teoriche e cliniche." Edera, 2020. cap. 13, pag 209-210
- 2) HEILMAN KM, *Neglect and related disorders*. In: Heilman KM, Valenstein E, eds. *Clinical Neuropsychology*, New York: Oxford University Press, 1979: 268-307.
- 3) BOWEN A, Hazelton C, Pollock A, Lincoln NB. Cognitive rehabilitation for spatial neglect following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue
- 4) BOWEN A, K. McKenna, C. Tallis Reasons for Variability in the Reported Rate of Occurrence of Unilateral Spatial Neglect After Stroke *Stroke* Volume 30, Issue 6, June 1999;
- 5) RINGMAN JM, JL Saver, RF Woolson, WR Clarke e HP Adams, "Frequenza, fattori di rischio, anatomia e decorso della negligenza unilaterale in una coorte di ictus acuto", *Neurology*, vol. 63, n. 3, pp. 468–474, 2004
- 6) DENES G, Pizzamiglio L, Guariglia C, Cappa S, Grossi D, Luzzati C "Manuale di neuropsicologia" terza edizione , 2019, pag 578-581
- 7) DAI C-Y, W.-M. Liu, S.-W. Chen, C.-A. Yang, Y.-C. Tung, L.-W. Chou, L.-C. Lin Anosognosia, neglect and quality of life of right hemisphere stroke survivors *Eur J Neurol* . 2014 May;21(5):797-801.
- 8) VALLAR G, Ronchi R. Somatoparaphrenia: a body delusion. A review of the neuropsychological literature. *Exp Brain Res*. 2009; 192: 533–551.
- 9) BUXBAUM L.J, M. Ferraro, T. Veramonti, A. Farne, J. Whyte, E. Ladavas, F. Frassinetti, and H. Coslett, "Hemispatial neglect: Subtypes, neuroanatomy, and disability," *Neurology*, vol. 62, no. 5, pp. 749–756, 2004.
- 10) MATANO A., Iosa M. , Guariglia C., Pizzamiglio L., Paolucci S. Does outcome of neuropsychological treatment in patients with unilateral spatial neglect after stroke affect functional outcome? *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine* 2015 December;51(6):737-43
- 11) PAOLUCCI S, Antonucci G, Grasso MG, Morelli D, Troisi E, Coiro P, Bragoni M. Early versus delayed inpatient stroke rehabilitation: a matched comparison conducted in Italy. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:695-700
- 12) CHEN, P., Hreha, K., Kong, Y., and Barrett, A.M. (2015). Impact of spatial neglect on stroke rehabilitation: evidence from the setting of an inpatient rehabilitation facility. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 96, 1458–1466.
- 13) PLUMMER, P., Morris, M. E., & Dunai, J. (2003). Assessment of unilateral neglect. *Physical Therapy*, 83(8), 732-740.
- 14) GUARIGLIA C, Palermo L, Piccardi L, Iaria G, Incoccia C (2013) Neglecting the Left Side of a City Square but Not the Left Side of Its Clock: Prevalence and Characteristics of Representational Neglect. *PLoS ONE* 8(7): e67390
- 15) PALERMO G, Ranieri M, Boccia L, Piccardi F, Guariglia C. Map-following skills in left and right brain-damaged patients with and without hemineglect.
- 16) AZOUVI, P. (2017). The ecological assessment of unilateral neglect. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 60(3), 186-190.
- 17) ZOCCOLOTTI, P., & Judica, A. (1991). Functional evaluation of hemineglect by means of a semistructured scale: personal extrapersonal differentiation. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1(1), 33-44.

- 18) TROMBINI M, Ferraro F, Morando M, Regesta G, Dellepiane S. A Solution for the Remote Care of Frail Elderly Individuals via Exergames. *Sensors (Basel)* 2021 Apr 12;21(8):2719.
- 19) FERRARO F, Trombini M, Truffelli R, Simonini M, Dellepiane S. "On the Assessment of Unilateral Spatial Neglect via Digital Tests." In: 2021 10th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER) 2021 May 4-2021 May 6. IEEE; 2021. p. 802–806.
- 20) SIMONINI M, Truffelli R, Ferraro F, Trombini M, Dellepiane S. Riflessioni sull'utilizzo in clinica degli indicatori del test di Albert digitalizzato 49° *Congresso Nazionale SIMFER*

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio la mia relatrice, Dott.ssa Marina Simonini, per avermi dedicato del tempo, dandomi piena disponibilità, per avermi fornito tutti gli strumenti necessari e guidato nella realizzazione della tesi.

Ringrazio la mia correlatrice, Prof.ssa Laura Mori, per avermi ascoltata ed avermi dispensato con affetto i propri consigli, per le sue parole di incoraggiamento e per avermi mostrato sempre la sua vicinanza.

Un grazie di cuore alla Dott.ssa Romina Truffelli, insostituibile supporto lavorativo e morale in questi mesi, la quale ha messo a disposizione la sua professionalità e le sue competenze aiutandomi con grande dedizione e con la gentilezza che la contraddistingue nella stesura di ogni argomento trattato.

È doveroso un sentito ringraziamento alle mie colleghe Dott.ssa Nicoletta Bergaglio, Dott.ssa Monica Oliveri e Dott.ssa Maria Cristina Patrone, le quali hanno portato avanti il lavoro di reparto durante la mia assenza lasciandomi il tempo necessario per completare la tesi.

Un ringraziamento a tutti i miei colleghi di specialità per aver formato in questi anni una piccola famiglia, condiviso insieme difficoltà e gioie, contribuendo a creare dei ricordi bellissimi.

Grazie di cuore a mio marito Tiziano, ai miei genitori ed ai miei suoceri per il sostegno pratico, la comprensione e l'immane pazienza che li contraddistingue.

