



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA
DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE COGNITIVE
XXXV ciclo

Coordinatore: Prof.ssa Alessandra Falzone

Sede amministrativa: Dipartimento di Scienze Cognitive (COSPECS)

***Elaborazione dei contenuti semantici relativi ai verbi emotivi e di azione nei
disordini del movimento***

Dottorati FSE XXXV ciclo Unime

Settore Scientifico Disciplinare M-PS/02

Tesi di Dottorato di Ricerca della
Dott.ssa Maria Catena Silvestri

Docente Tutor

Chiar.mo Prof. Carmelo Mario Vicario

Triennio 2020-2023

*A mio papà,
Non sei più dov'eri ma sei ovunque io sia...*

Elaborazione dei contenuti semantici relativi ai verbi emotivi e di azione nei disordini del movimento

Indice

Introduzione.....5

Capitolo 1 Il linguaggio nei disordini del movimento.....6

1.1 Le basi neurali nella produzione e comprensione del linguaggio.....6

1.2 I disordini del movimento.....10

1.3 Il morbo di Parkinson.....11

1.4 Il morbo di Huntington.....13

1.5 Sindrome di Tourette.....14

Capitolo 2. Embodied, Grounded Cognition e rappresentazione mentale del linguaggio.....17

2.1 Embodied Cognition17

2.2 Grounded Cognition.....18

2.3 Il linguaggio come rappresentazione mentale.....19

Capitolo 3. Elaborazione dei contenuti semantici relativi all'azione in un piccolo gruppo di pazienti con malattia di Parkinson.....23

3.1 Introduzione.....23

3.2 Partecipanti..... 25

3.3 Strumenti e procedure26

3.4 Analisi dei dati e risultati.....	30
3.5 Discussioni.....	38
3.6 Limiti.....	39
Conclusioni.....	39
Bibliografia.....	40

Introduzione

Il linguaggio rappresenta un modo in cui l'Homo Sapiens ha accesso epistemologico al mondo, il modo in cui conosciamo il mondo è diverso prima e dopo aver acquisito le competenze linguistiche (Falzone, 2005; Falzone *et al.*, 2012; Falzone & Cardella, 2014). Come evidenziato da Pennisi & Falzone (2014) la nostra natura, in quanto esseri umani, dipende principalmente dalle abilità linguistiche e dagli effetti del linguaggio sulla nostra cognizione.

Diversi studi hanno evidenziato come il sistema sensomotorio sia coinvolto nella cognizione, nella comprensione e produzione del linguaggio (Gallese *et al.*, 2018). Infatti, si ritiene che il sistema motorio, supporti almeno parzialmente, la comprensione e la produzione del linguaggio (Aziz-Zadeh, 2008; Buccino *et al.*, 2005; Pulvermüller, 2005; Pulvermüller e Fadiga, 2010).

Nonostante queste evidenze scientifiche, esiste anche una visione alternativa, il cui presupposto teorico di base è che il significato di una parola sia fondamentale astratto e indipendentemente dal modo, quindi qualitativamente diverso dalle rappresentazioni senso-motorie (Villani 2018). Nel complesso l'attuale letteratura in materia delinea un dibattito aperto.

Capitolo I

Il linguaggio nei disordini del movimento

1.1 Le basi neurali nella produzione e comprensione del linguaggio

Il linguaggio permette di accumulare le nostre scoperte e tramandare la conoscenza raggiunta da una generazione a quella successiva. Le conoscenze sul linguaggio sono state ricavate principalmente dall'osservazione degli effetti di lesioni cerebrali sul comportamento verbale individuale. Una fonte di informazione sul linguaggio deriva dagli studi effettuati con metodiche di imaging funzionale, come la tomografia a emissione di positroni (PET) e la risonanza magnetica funzionale (fRMN), che hanno fornito evidenze scientifiche più dettagliate, a partire dal dato che il linguaggio è una funzione lateralizzata e che la maggior parte dei disturbi del linguaggio è conseguente a lesioni del lato sinistro del cervello (Knecht *et al.*, 2004). Knecht e colleghi (2000) hanno valutato la relazione tra mano dominante e meccanismi di lateralizzazione del linguaggio in persone senza danni cerebrali, evidenziando che la dominanza per il linguaggio dell'emisfero destro si osserva solo nel 4% dei destrimani, nel 15% degli ambidestri e nel 27% dei mancini. Se l'emisfero sinistro è malformato o danneggiato in età precoce, allora è molto probabile che la dominanza del linguaggio passi al destro (Vikingstad *et al.*, 2000). Le funzioni percettive dell'emisfero sinistro sono specializzate nell'analisi di sequenze di stimoli che si presentano in successione, mentre le funzioni percettive dell'emisfero destro sono maggiormente specializzate nell'analisi dello spazio, delle figure geometriche, delle forme, i cui elementi sono percepiti contemporaneamente e globalmente. Il linguaggio è sicuramente sequenziale, consiste in sequenze di parole a loro volta composte da sequenze di suoni

(Vikingstad *et al.*, 2000). Inoltre, l'emisfero sinistro è anche implicato nel controllo delle sequenze di movimento volontario (Gardner *et al.*, 1983). Sebbene i circuiti principalmente coinvolti nella produzione e comprensione del linguaggio siano localizzati nell'emisfero sinistro, è un errore concludere che l'emisfero destro non vi sia coinvolto nel linguaggio, dal momento che il linguaggio non è semplicemente parlare, ma è anche avere qualcosa da dire e comprendere il significato di ciò che viene detto. Come si evince dagli studi lesionali, danni all'emisfero destro causano difficoltà nella lettura di mappe, nel riconoscimento di forme complesse, nella comprensione delle descrizioni linguistiche di mappe, forme geometriche, etc. (Carlson, 2002). L'emisfero destro sembra anche coinvolto nell'organizzazione del discorso, nell'espressione del tono emozionale della voce, nel controllo della prosodia (Gardner *et al.*, 1993). Entrambi gli emisferi contribuiscono alle nostre capacità linguistiche. Essere capaci di produrre un linguaggio comprensibile richiede l'integrità di numerose funzioni cognitive, oltre all'attivazione di determinate regioni nel lobo frontale, come l'area di Broca e l'area di Wernicke, considerate come le aree principali del linguaggio (Carlson, 2002). Wernicke (1874) aveva ipotizzato che l'area di Broca contenesse le memorie motorie, in particolare le memorie delle sequenze dei movimenti muscolari necessari per articolare le parole. L'atto del parlare coinvolge movimenti rapidi della lingua, delle labbra e della mascella che devono essere coordinati fra di loro e con quelli delle corde vocali; quindi, parlare richiede dei meccanismi di controllo motorio sofisticati. Poiché le lesioni della regione inferocaudale del lobo frontale sinistro (che include l'area di Broca) compromettono la capacità di articolare le parole, questa regione è quella nella quale con maggior probabilità sono localizzati i programmi motori in questione. Tale conclusione è ulteriormente confermata dal fatto che questa regione è direttamente connessa all'area della

corteccia motoria primaria che controlla i muscoli usati per parlare (Carlson 2002). Sulla base delle evidenze scientifiche ci si potrebbe aspettare che il controllo diretto dell'articolazione delle parole coinvolga l'area della corteccia motoria primaria e parte dei gangli della base, mentre la selezione delle parole, l'ordine delle parole e la grammatica coinvolgano l'area di Broca e le adiacenti regioni della corteccia associativa frontale. Dronkers (1996) ha individuato una localizzazione specifica per il controllo dell'articolazione linguistica: il giro precentrale dell'insula, nell'emisfero sinistro. L'insula è localizzata sulla parete laterale dell'emisfero cerebrale, dietro il lobo temporale anteriore. Normalmente questa regione è nascosta e può essere vista solo quando si asporta il lobo temporale. Gli studi di Jürgens e colleghi (2002), hanno evidenziato che lesioni alla sostanza grigia periacqueduttale (PAG) del mesencefalo eliminano le vocalizzazioni in molte specie animali; inoltre, la stimolazione elettrica di quest'area provoca vocalizzazione. Il PAG è la componente critica della rete di circuiti neurali localizzati nella corteccia prefrontale mediale, nel ponte e nel bulbo (Jürgens, 2002). Uno studio di imaging funzionale ha confrontato l'attività cerebrale regionale durante l'eloquio normale con quella che si verifica quando una persona bisbiglia, mostrando come l'unica differenza tra le due attività è la vibrazione delle corde vocali: in entrambi i casi si eseguono gli stessi movimenti di mascella, lingua e labbra (Schulz *et al.*, 2005). Diversi ricercatori hanno ipotizzato che il feedback dell'articolazione subvocale (movimenti molto lievi dei muscoli coinvolti nel linguaggio, che non si traducono in un movimento ovvio) facilita il riconoscimento del linguaggio. La legge di Hebb (1949) evidenzia l'associazione del suono delle parole, o della loro copia motoria, con il loro significato. Altri studi di imaging funzionale hanno confermato l'importanza dell'area di Broca e delle aree adiacenti nella produzione dei verbi (Petersen *et al.*, 1988); in effetti i lobi frontali sono

deputati a pianificare, organizzare, ed eseguire le azioni. La metodica utilizzata in questi studi consisteva nel presentare per via visiva o uditiva parole di uso comune al campione in esame che doveva successivamente pronunciare o pensare i verbi che descrivevano le azioni appropriate; i risultati evidenziavano pattern di attivazione differenti in base alla modalità di presentazione dello stimolo e il coinvolgimento di diverse aree cerebrali nel processamento degli stimoli, in accordo ad un modello complesso, a più circuiti, piuttosto che seriale. Studi elettroencefalografici hanno evidenziato differenze nei potenziali evento-correlati: verbi d'azione che si riferiscono alle gambe ("calciare") attivano la regione della corteccia motoria che controlla il movimento delle gambe, mentre i verbi relativi alla mimica attivano la regione della corteccia motoria che controlla il volto (Pulvermüller, 1999). In maniera analoga, l'ascolto di frasi che implicano movimenti delle mani attiva la corrispondente regione della corteccia motoria deputata alla mano, mentre l'ascolto di frasi che implicano movimenti del piede attiva la regione del piede (Marino *et al.*, 2013). Candidi e colleghi (2010) hanno esaminato con metodiche sperimentali (potenziali evocati motori – MEP e stimolazione magnetica transcranica a singolo impulso – Single-pulse TMS) le risposte di soggetti sani, non atleti, ad immagini raffiguranti atleti di tennis e calcio durante 3 diverse sessioni sperimentali che consistevano nel presentare 10 stimoli visivi raffiguranti immagini di 10 atleti famosi di tennis e calcio esplorando, contestualmente, le rappresentazioni corticospinali. Nel primo esperimento è stato verificato se la conoscenza semantica della propria competenza motoria influisse sulla performance, nel secondo esperimento è stata presa in esame la combinazione di conoscenze e competenze relative all'esperienza di informazioni contestuali correlate, ed infine è stato studiato il caso in cui non vi erano informazioni contestuali relative alle azioni raffigurate posturalmente da non atleti, in assenza

quindi di una categorizzazione semantica. I risultati hanno evidenziato che anche la conoscenza astratta dell'azione è incarnata ("Embodied") nel sistema motorio e che la mappatura delle azioni categorizzate ed osservate direttamente è sottesa da meccanismi funzionali in competizione. Come si evince da questo studio e da studi di neuroimaging il recupero di parole, ascolto dei verbi e frasi relativi all'azione, attiva rapidamente le cortecce motorie e premotorie (Buccino *et al.*, 2005). Vicario e colleghi (2013) hanno esplorato il timing di modulazione dell'eccitabilità cortico-spinale indotta dalla lettura di associazioni arbitrarie tra un nome personale e abilità motorie legate al tennis oppure al calcio. I risultati hanno dimostrato che affinché avvenga il processo di incorporazione delle associazioni semantiche nel sistema motorio, la forza dell'associazione stessa deve superare un certo livello di consolidamento. Il quadro fin qui delineato suggerisce che la comprensione del linguaggio include un flusso d'informazioni dall'area di Wernicke all'area posteriore del linguaggio, fino a varie regioni delle cortecce associative sensoriali e motoria. La produzione spontanea di linguaggio coinvolge il flusso d'informazioni che riguardano le percezioni, i ricordi, dalla corteccia associativa sensoriale e motoria all'area di Broca.

1.2 I disordini del movimento

I disordini del movimento sono disfunzioni neurologiche che colpiscono i circuiti nervosi che regolano la funzione motoria e caratterizzate da alterazioni dei movimenti automatici o volontari (bradicinesia, ipocinesia, ipercinesia, discinesia, tic motori) (Mahlon, 1990). Questi disturbi sono associati a disfunzione dei gangli della base e comprendono uno spettro di anomalie che vanno dai disturbi ipocinetici, di cui il Parkinson ne è l'esempio più noto, caratterizzati da una

lentezza dei movimenti, ai disturbi ipercinetici, come la malattia di Huntington, caratterizzati da movimenti eccessivi e anomali (Albin *et al.*, 1989). In letteratura vengono distinte tre categorie: la sindrome ipocinetico-rigida (parkinsonismo), le discinesie (distonia, corea-ballismo, tic, mioclono e tremore), l'atassia (Obeso *et al.*, 2001). La distonia è caratterizzata da movimenti distonici, cioè movimenti e posture anomali e ripetitivi. Il termine corea fa riferimento ad un disturbo del movimento caratterizzato da movimenti involontari, afinalistici, improvvisi e rapidi. Il ballismo è un disordine ipercinetico caratterizzato da contrazioni involontarie, intermittenti, violente, incontrollabili. Il tremore è un'oscillazione ritmica di una parte del corpo. La mioclonia è una contrazione muscolare, brusca, breve, involontaria e improvvisa (Fernandez-Alvarez 2001). I tic consistono in movimenti involontari, stereotipati e bruschi sottesi da anomalie dei gangli frontali/basali (Walenski, 2007), e come descritto nella quinta edizione del Manuale Statistico e Diagnostico dei disturbi mentali - DSM-5 (2013), rientrano tra i disturbi del movimento.

Come è ampiamente noto, nei disordini del movimento, le abilità linguistiche risultano compromesse (Gallese and Cuccio 2018).

Recentemente, un numero crescente di studi empirici ha evidenziato una possibile eziologia cognitiva dei disturbi del linguaggio nei disordini del movimento, sulla base dell'osservazione che tali pazienti mostrano una significativa riduzione della fluidità verbale e difficoltà nei compiti linguistici che coinvolgono la definizione delle parole o l'interpretazione delle metafore (Spadacenta *et al.*, 2012; Bocanegra *et al.*, 2015; Obeso *et al.*, 2012).

1.3 Il morbo di Parkinson

La malattia di Parkinson è un disturbo multisistemico associato a diversi deficit motori e linguistici, ed è causato dalla degenerazione del sistema nigrostriatale che coinvolge i neuroni dopaminergici della substantia nigra, che inviano assoni ai gangli della base (Mollaei *et al.*, 2016). I disordini del movimento sono stati considerati sin dalle primissime descrizioni di James Parkinson (1871) come il nucleo sintomatologico di questa sindrome neurodegenerativa. Clinicamente il morbo di Parkinson è caratterizzato da disturbi motori, rigidità muscolare, lentezza dei movimenti, instabilità posturale e perdita del controllo volontario del movimento, incluso tremore a riposo, instabilità posturale e bradicinesia; inoltre, la scrittura appare lenta e laboriosa, le abilità linguistiche risultano compromesse (Carlson, 2002).

Una revisione della letteratura di Critchley, (1981) ha messo in evidenza come la disartria sia dovuta ad un deficit nell'integrazione delle seguenti componenti: fonazione, articolazione e linguaggio. Risulta interessante uno studio di Bertella e colleghi (2002), che evidenzia come la denominazione dei verbi risulta essere più difficoltosa nei pazienti con malattia di Parkinson comparati ai controlli sani.

Come si evince dalla letteratura scientifica, i pazienti con malattia di Parkinson mostrano una significativa riduzione della fluidità verbale e difficoltà nei compiti linguistici come nella definizione della metafora, inoltre la comprensione della sintassi risulta compromessa o deficitaria (Gallese & Cuccio, 2018). Un corpo crescente di studi empirici (Bocanegra *et al.*, 2015) ha rivelato come in tali pazienti vi sia una grave compromissione del linguaggio, in particolare l'elaborazione dei verbi d'azione risulta compromessa (Gallese & Cuccio, 2018); analogamente, i pazienti con Parkinson, oltre a non esibire la tipica modulazione precoce delle

risposte motorie della mano, presentano la compromissione della capacità di processare sostantivi e verbi riferiti ad oggetti afferrabili, dato che conferma il legame causale tra il sistema motorio e l'abilità nel processamento di contenuti linguistici con riferimento ad azioni motorie (Buccino *et al.*, 2018).

Fernandino e colleghi (2013) hanno studiato il potenziale ruolo causale dei sistemi sensoriali-motori nel linguaggio e nella cognizione, confrontando le prestazioni dei pazienti con malattia di Parkinson versus controlli sani, a compiti con richieste semantiche implicite o esplicite (decisione lessicale e preparazione, giudizio di somiglianza semantica). I risultati hanno mostrato che, relativamente ai verbi d'azione, l'elaborazione era selettivamente compromessa in entrambe le condizioni sperimentali, ossia sia nei compiti impliciti e sia nei compiti espliciti. Bocanegra *et al.*, (2015) ha evidenziato come il deficit del linguaggio nell'elaborazione semantica dei verbi di azione nei pazienti con malattia di Parkinson non dipenda né da un deficit delle funzioni esecutive né da altri deficit cognitivi. Inoltre, i pazienti con malattia di Parkinson presentano deficit nella denominazione di parole-azione, nella produzione e nell'identificazione di verbi-azione, e nell'interazione contestuale tra comprensione del verbo-azione e risposta motoria (Cardona *et al.*, 2013).

1.4 Il morbo di Huntington

La malattia di Huntington, patologia a carico dei gangli della base causata dalla degenerazione del nucleo caudato e del putamen, è caratterizzata da una graduale disfunzione motoria, problemi psichiatrici e declino cognitivo. La malattia di Huntington rientra tra i disordini del movimento ipercinetici e provoca movimenti incontrollabili, in particolare movimenti spasmodici degli arti che sembrano

frammenti di movimenti intenzionali, ma sono involontari (Carlson, 2002; Hinzen *et al.*, 2018). Come evidenziato dalla letteratura scientifica, i deficit della comunicazione presenti lungo il decorso possono essere influenzati non solo dalla disartria ma anche da una compromissione del linguaggio, in particolare relativamente ai verbi d'azione, similmente a quanto evidenziato nella malattia di Parkinson (García *et al.*, 2018). Studi di neuroimaging hanno evidenziato l'attivazione della corteccia motoria primaria e della corteccia premotoria per le frasi raffiguranti le azioni.

Negli ultimi anni, molti studi empirici, in accordo con le teorie “*Embodied Cognition/Embodied Semantics*” (Aziz-Zadeh *et al.*, 2006), hanno dimostrato che l'elaborazione dei verbi d'azione è selettivamente compromessa nei pazienti affetti da questo disturbo neurodegenerativo, e che l'esperienza motoria è parte integrante della rappresentazione semantica dell'azione (Barsolau *et al.*, 2005). Kargienman e colleghi (2014) hanno esaminato la comprensione delle frasi in 18 pazienti sintomatici con malattia di Huntington, utilizzando il Pyramids and Palm Trees Test (PPT) ed il Kissing and Dancing Test (KDT), al fine di valutare l'elaborazione selettiva dei verbi d'azione. I risultati di questo studio confermano la relazione che intercorre fra linguaggio e sistema motorio. Come osservato nel precedente paragrafo per il morbo di Parkinson, è stato dimostrato che lo studio dell'elaborazione del verbo d'azione in pazienti con disturbo di Huntington è un'area di ricerca rilevante (Birba *et al.*, 2017).

1.6 Sindrome di Tourette

I disturbi da tic, definiti come movimenti e vocalizzazioni rapidi e stereotipati, comprendono quattro categorie diagnostiche: disturbo di Tourette, disturbo

persistente (cronico) da tic motori o vocali, disturbo transitorio da tic e disturbi da tic con altra specificazione o senza specificazione. La diagnosi di un disturbo da tic è basata sulla presenza di tic motori e /o vocali, sulla durata dei sintomi di tic, sull'età di esordio e sull'assenza di una qualsiasi nota come altra condizione medica o uso di sostanze. I tic possono essere sia semplici che complessi: quelli semplici sono di breve durata (millisecondo) e possono comprendere battito degli occhi, scrollare le spalle, mentre i tic vocali semplici comprendono schiarirsi la gola, tirare su con il naso. I tic motori complessi sono di più lunga durata e spesso comprendono una combinazione di tic semplici, come girare la testa e scrollare le spalle simultaneamente (DSM-5, 2013). Nello specifico, la sindrome di Tourette è caratterizzata da tic motori multipli e/o tic vocali, non necessariamente in concomitanza (Vicario *et al.*, 2010). L'esordio di questa patologia si colloca generalmente tra i 4 ed i 6 anni di età, la presenza di almeno 2 tic motori e un tic vocale è la caratteristica di questo disturbo (DSM-5, 2013), i tic motori complessi insorgono durante il decorso e spesso includono una combinazione di tic semplici, come scuotere la testa e scrollare le spalle allo stesso tempo, spesso accompagnati dall'emissione incontrollabile di suoni (grugniti, versi, mugolii, vocalizzazioni, ecolalia) e, in casi estremi, discontrollo degli impulsi (Swain *et al.*, 2007). Nella sindrome di Tourette le dimensioni del linguaggio, della comunicazione e della cognizione sociali non sono stati indagati a fondo, pur essendo chiaramente evidente un deficit della comunicazione sociale, come testimoniato dalla frequenza elevata di comportamenti socialmente inappropriati quali coprolalia, coprografia e coproprassia (Vicario & Martino, 2018). Walenski e colleghi (2007) hanno tentato di estendere la comprensione del profilo linguistico nella sindrome di Tourette esaminando due aspetti fondamentali del linguaggio: conoscenza idiosincratICA e governata da regole. I risultati di questo studio hanno suggerito che l'elaborazione

della conoscenza procedurale, sia della grammatica che nella manipolazione di oggetti, è particolarmente accelerata in pazienti con sindrome di Tourette. Come suggerito dagli autori, le anomalie dei nuclei della base e dei circuiti cortico-basali che sottendono i tic hanno presumibilmente un ruolo anche nella generazione di comportamenti rapidi, inclusa l'elaborazione cognitiva delle regole del linguaggio (Walenski *et al.*, 2007). Albin (2018) ha evidenziato come la sindrome di Tourette sia caratterizzata da anomalie neurali localizzate in aree e circuiti cerebrali (amigdala, PAG, ipotalamo, oltre ai nuclei della base) associate al comportamento sociale ed al processo decisionale sociale; altri autori suggeriscono il coinvolgimento di altre aree cerebrali, quali l'insula e la corteccia prefrontale ventromediale (vmPFC) nella patogenesi dei deficit del decision-making sociale e osservati nella sindrome di Tourette (Vicario & Martino, 2020).

Tabella 1 Disturbi linguistici associati ai disturbi del movimento

Disturbi del movimento	Disturbi linguistici
Malattia di Parkinson	Significativa riduzione della fluidità verbale e difficoltà nei compiti linguistici (es.: definizione della metafora); deficit di comprensione della sintassi; difficoltà di elaborazione dei verbi di azione.
Malattia di Huntington	Disartria; difficoltà di elaborazione dei verbi di azione.
Sindrome di Tourette	Accelerazione dell'elaborazione della conoscenza procedurale, del linguaggio, deficit della cognizione, comunicazione e decision-making sociali.

Capitolo II

Embodied, Grounded Cognition e rappresentazione mentale del linguaggio

2.1 La teoria dell'Embodied Cognition

Il linguaggio influenza le nostre altre capacità cognitive, sia filogeneticamente che ontogeneticamente (Deacon 1997).

La teoria dell'Embodied Cognition rappresenta la novità più importante della psicologia cognitiva degli ultimi vent'anni. La base del suo programma di ricerca è l'idea che i processi cognitivi dipendono, rispecchiano e sono influenzati dai sistemi di controllo corporeo (Gallese, 2018). Questa teoria dimostra come le funzioni cognitive di ordine superiore, compreso il linguaggio, siano radicate nel sistema senso-motorio. L'Embodied Cognition evidenzia come i processi cognitivi siano espressione dei sistemi neurali che controllano il corpo. Un consistente corpus di studi ha dimostrato l'importanza che assume il corpo per la cognizione, l'idea di fondo è che i processi cognitivi siano vincolati non solo dal cervello ma anche dal sistema senso-motorio (Gallese *et al.*, 2018). Un crescente corpo di studi suggerisce che la mappatura del significato di una parola d'azione corrisponda ad uno specifico programma motorio nella corteccia, ad esempio, è stato osservato che il recupero di parole, ascolto dei verbi e frasi, relativi all'azione, attiva rapidamente le cortecce motoria e premotoria (Buccino *et al.*, 2005).

Flanagan e colleghi (2003) hanno testato l'ipotesi di corrispondenza diretta di comprensione dell'azione, secondo la quale noi capiremmo le intenzioni di un'altra persona sulla base della somiglianza delle loro azioni con le nostre.

In particolare, in questo studio i partecipanti, dovevano svolgere due compiti, in un compito dovevano impilare dei blocchi con la mano destra per imitare un modello di azione, nell'altro compito dovevano osservare un altro partecipante che completava lo stesso compito mentre era seduto di fronte a loro; gli esaminatori hanno registrato i movimenti della mano e degli occhi (ossia la coordinazione oculo-manuale) in entrambi i compiti. La scoperta chiave di questo esperimento è stata che, fra gli osservatori (cioè coloro che osservavano un altro partecipante mentre completava il compito), si attivava la stessa coordinazione occhio-mano dei soggetti che erano parte attiva dell'esperimento. In accordo con Gallese e Cuccio (2017) il corpo, le azioni ed i sentimenti giocano un ruolo diretto nella nostra conoscenza degli altri.

La teoria dell'Embodied Cognition offre modalità diversificate di accesso epistemico al mondo, descrive come corpo, azioni e sensazioni svolgano un ruolo diretto e centrale nel nostro processo di conoscenza del mondo e degli altri. Questa teoria fornisce una spiegazione di come il sistema senso-motorio contribuisca al buon funzionamento del linguaggio.

2.2. Grounded cognition

Gli studi sulla Grounded Cognition (Barsalou, 1999) evidenziano come il linguaggio sia strettamente legato a capacità cognitive come la percezione o la capacità di interagire con il mondo circostante tramite l'azione. Secondo queste teorie, la cognizione umana è condizionata dalla connessione tra il soggetto e ambiente esterno, questo è possibile grazie al sistema senso-motorio, queste teorie evidenziano come che la cognizione umana non può essere spiegata utilizzando un modello simbolico e amodale, in quanto

l'intera cognizione umana si basa sulla costruzione e la conservazione di simulazioni modali (Falzone 2012).

Diversi studi come quelli di Barsalou e colleghi (2010) hanno dimostrato il coinvolgimento degli stati del corpo nella determinazione degli stati cognitivi. Secondo questa teoria, il linguaggio esiste e funziona grazie alle capacità del nostro cervello di simulare in maniera modale le rappresentazioni percettive connesse alla parola che usiamo. Questo processo riguarda sia la comprensione delle parole e che la produzione del linguaggio. Il linguaggio si è ancora (grounding) al mondo tramite gli stessi dispositivi percettivi e motori che adoperiamo per metterci in relazione con l'ambiente esterno (Barsalou 2008).

Le capacità di linguaggio non sono unità fisse e stabili, al contrario, si tratta di entità dinamiche, prodotti di un processo al quale contribuiscono sia i concetti lessicali che i modelli cognitivi. Acquisire la capacità di parlare è un compito molto complesso al quale contribuiscono anche altre funzioni come la cognizione e la comunicazione sociali.

2.3 Il linguaggio come rappresentazione mentale

Diversi studi in linea con l'Embodied Cognition hanno evidenziato come durante l'ascolto e l'elaborazione di parole relative ad oggetti o che descrivono azioni concrete, si attivano le aree dei sistemi senso-motori, simulando le azioni e/o caratteristiche percettive dell'oggetto (Villani 2018).

In contraddizione alle teorie Embodied e Grounded Cognition vi è una posizione alternativa, che evidenzia come i concetti e le rappresentazioni mentali siano

astratti, amodali e simbolici. Secondo questo approccio, la fonologia, la sintassi e la semantica sono sistemi generativi autonomi e collegati, e le regole della grammatica nelle prestazioni linguistiche sono direttamente coinvolte nell'elaborazione (Margolis *et al.*, 2007). L'idea che i concetti siano rappresentazioni mentali prende spunto dalla teoria della rappresentazione della mente (RTM) che presuppone che il pensiero presenti un sistema interno di rappresentazione semantica; ad esempio, se una persona pensa che la propria casa debba essere verniciata, questa teoria postula che nella mente della persona si formi una rappresentazione semantica della sua casa e questo processo di rappresentazione è molto simile al processo linguistico. In sintesi la RTM postula che anche il linguaggio funzioni in modo simile; si assume, dunque, un'intrinseca interazione fra le funzioni cognitive definite di alto livello, come il pensiero e il linguaggio, e quelle di basso livello come la percezione e l'azione (Villari 2018).

Le teorie Action-based (Glenberg *et al.*, 2002) hanno messo in luce come, durante l'ascolto di frasi con verbi con una diversa valenza (positiva o negativa), il sistema senso-motorio viene modulato dallo stesso schema d'azione, questo a prescindere dalla condizione delle frasi (astratte o concrete).

La Dual-Coding Theory (Paivio 1990) invece, sostiene l'ipotesi secondo cui le parole concrete vengono codificate in un doppio sistema di rappresentazione (iconico e verbale) ed esclusivamente dal sistema linguistico e non dalla percezione.

Tabella 2 Teorie Embodied, Grounded Cognition e rappresentazioni mentali del linguaggio

Embodied Cognition	Le funzioni cognitive di ordine superiore sono radicate nel sistema senso-motorio, compreso il linguaggio.
--------------------	--

Grounded Cognition	Il linguaggio é strettamente legato a capacità cognitive come la percezione o la capacità di interagire con il mondo circostante tramite l'azione.
Teoria della rappresentazione e della mente	Il pensiero presenta un sistema interno di rappresentazione semantica.
Action-based	Il sistema senso-motorio viene modulato dallo stesso schema d'azione, questo a prescindere dalla condizione delle frasi (astratte o concrete).
La Dual-Coding Theory	Parole concrete vengono codificate in un doppio sistema di rappresentazione (iconico e verbale) ed esclusivamente dal sistema linguistico e non dalla percezione.

Capitolo III

Elaborazione dei contenuti semantici relativi all'azione in un piccolo gruppo di pazienti con malattia di Parkinson

3.1 Introduzione

James Parkinson ha elaborato la prima descrizione della malattia di Parkinson nel suo famoso Saggio sulla Shaking Palsy (1817), considerando i disturbi del movimento come sintomi principali di questa sindrome neurodegenerativa. I pazienti affetti da Malattia di Parkinson, infatti, presentano sintomi quali tremore a riposo, bradicinesia, rigidità e instabilità posturale (Gallese, 2008). Ne consegue che tali pazienti perdono il controllo volontario dei movimenti e mostrano grandi difficoltà nell'esecuzione di movimenti in sequenza, compresa la capacità di articolare il linguaggio (Obeso *et al*, 2001). Negli ultimi anni, molti studi empirici hanno dimostrato che l'elaborazione dei verbi d'azione è compromessa nei pazienti con malattia di Parkinson, che mostrano una significativa riduzione della fluidità verbale e difficoltà nei compiti linguistici che coinvolgono la definizione di parole

e/o l'interpretazione di metafore, disfunzione nella sintassi, e l'elaborazione semantica del discorso (Bocanegra *et al.*, 2015). È interessante notare che la ricerca scientifica ha dimostrato che l'elaborazione dei verbi d'azione è particolarmente compromessa nelle fasi iniziali del Parkinson, evidenziando il ruolo potenziale delle aree sottocorticali nell'elaborazione del linguaggio e nell'integrazione semantica delle azioni (Birba *et al.*, 2017). Ulteriori prove a sostegno di questa ipotesi sono state fornite da uno studio di neuroimaging funzionale (fMRI) condotto da Abrevaya e colleghi (2017) su 17 pazienti con Parkinson comparati con 15 controlli sani che ha confermato che l'elaborazione dei verbi di azione in questi pazienti segue pattern di connettività diversi da quelli dei soggetti sani, e specificamente tramite l'attivazione di circuiti corticali non motori che sottendono la semantica amodale ("Disembodied" semantic circuits).

Buccino e colleghi (2005) hanno utilizzato la TMS e un paradigma comportamentale per valutare se ascoltare frasi relative all'azione modula l'attività del sistema motorio. Per mezzo di un impulso TMS, sia la mano che l'area motoria del piede/gamba nell'emisfero sinistro è stata stimolata in distinte sessioni sperimentali, mentre i partecipanti ascoltavano frasi che esprimevano azioni che coinvolgevano mani e piedi. L'ascolto di frasi di contenuto astratto serviva da controllo. Nel compito comportamentale, i partecipanti hanno risposto con la mano o il piede mentre ascoltavano le frasi che esprimevano azioni di mani e piedi. I risultati di questo studio hanno dimostrato che vi è un'attivazione dell'area motoria deputata al controllo del movimento (piede/gamba, mani) all'ascolto di frasi contenenti azioni delle mani e/o dei piedi/gambe. In accordo con i risultati della TMS, le risposte della mano sono state più lente durante le frasi relative

all'azione manuale rispetto a quelle astratte, e le risposte del piede erano più lente durante le frasi relative all'azione del piede.

Recentemente, Nisticò e colleghi (2019) hanno dimostrato che gli stessi circuiti che mediano il tremore nei pazienti con malattia di Parkinson sono coinvolti nell'elaborazione del linguaggio, soprattutto in riferimento alle frasi contenenti verbi di azione. L'informazione sensoriale e motoria svolge un ruolo centrale nell'organizzazione della conoscenza concettuale. Studi presenti in letteratura evidenziano come la lettura dei verbi di azione attivi le corrispondenti aree della corteccia motoria e premotoria secondo uno schema somatotopico (Hauk *et al.*, 2004). Le teorie Embodied e Grounded Cognition hanno evidenziato che nei compiti in cui bisogna comprendere parole e frasi, soprattutto frasi o parole che rimandano ad azioni concrete, si attiva il sistema senso-motorio e questo evoca una simulazione interna delle azioni descritte (Barsalou, 2008).

Candidi *et al.*, (2010), Vicario *et al.*, (2013), hanno documentato l'esistenza di una modulazione somatotopica del sistema cortico-spinale in risposta a stimoli riconducibili a identità sportive (cioè in risposta alla lettura di nomi e/o osservazione di volti di giocatori di tennis e calcio di fama internazionale), nonché in risposta ad associazioni arbitrarie tra identità sportive e nomi propri.

Alla luce della letteratura precedente, l'obiettivo del presente lavoro è quello di studiare l'elaborazione di contenuti semantici e a valenza affettiva relativi all'azione nei pazienti affetti da sindrome di Parkinson.

3.2 Partecipanti

Sono stati presi in esame dieci pazienti con malattia di Parkinson, il reclutamento del campione e la procedura di somministrazione degli strumenti sono stati effettuati presso il Centro per la Malattia di Parkinson e i Disordini del Movimento, Dipartimento di Neuroscienze dell'Università di Genova, protocollo e-prime elaborato dal gruppo di ricerca di Genova a cura della Prof.ssa Lavagrinese,

3.3 Strumenti e procedura

Il protocollo di ricerca è stato somministrato in maniera alternata per ovviare l'effetto invalidante della sequenza e dell'ordine. La somministrazione, previa acquisizione del consenso informato relativo alla procedura ed alle finalità dello studio, ha avuto luogo in un ambiente adibito ad hoc per garantire al soggetto un setting tranquillo. A ciascun partecipante è stata garantita la massima riservatezza sui dati e sul loro utilizzo anonimo, esclusivamente a scopo di ricerca. Oltre alla scheda per la raccolta dei dati socio-demografici, sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- *Task Go/No-go*: utilizzato per la valutazione del processamento verbi d'azione concreti e verbi astratti a valenza affettiva positiva, negativa e neutra. Tipo di task (Go/No-go, *procedura simile a quella del lavoro di Buccino et al., 2018, Cortex*), in blocchi separati con disegno controbilanciato.
- a) Blocco 1: pressare la barra spaziatrice più velocemente possibile quando la frase ha una valenza affettiva (positiva o negativa) e non farlo quando la frase non ha valenza affettiva.
 - b) Blocco 2: pressare la barra spaziatrice quando la frase non ha una valenza affettiva (frasi neutre e astratte con semantica relata all'azione)

Ogni blocco includeva 36 frasi di cui 12 a valenza affettiva positiva (6 concrete e 6 astratte), 12 a valenza affettiva negativa (6 concrete e 6 astratte), e 12 neutre (6 concrete e 6 astratte).



Materiale utilizzato per lo studio

Frasi con verbi a valenza **affettiva**:

Positive concrete

- 1) *Abbracciare il nipote*
- 2) *Baciare un figlio*
- 3) *Accarezzare un viso*
- 4) *Stringere una mano*
- 5) *Brindare all'amico*
- 6) *Salutare col capo*

Negative:

- 1) *Graffiare la mano*
- 2) *Sferrare un pugno*
- 3) *Pugnalare alle spalle*
- 4) *Schiaffeggiare il compagno*
- 5) *Sparare un colpo*
- 6) *Sputare sul piatto*

Frase Astratte

Negative:

- 1) *Odiare il pensiero*
- 2) *Pugnalare alle spalle*
- 3) *Logorare un rapporto*
- 4) *Provare l'invidia*
- 5) *Perdere il rispetto*
- 6) *Tradire la fiducia*

Positive:

- 1) *Ammirare l'idea*
- 2) *Adorare il pensiero*
- 3) *Amare un figlio*

- 4) *Immaginare il domani*
- 5) *Amare la scelta*
- 6) *Ricevere un elogio*

Frasi con verbi a valenza neutra:

Astratte

- 1) *Intuire la soluzione*
- 2) *Pensare al risultato*
- 3) *Ignorare la stima*
- 4) *Credere alle parole*
- 5) *Soffrire d'ansia*
- 6) *Ponderare una scelta*

Concrete

- 1) *Calciare la palla*
- 2) *Spingere un carro*
- 3) *Afferrare la bottiglia*
- 4) *Salutare con il capo*
- 5) *Sciogliere un nodo*
- 6) *Tagliare i capelli*

- *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA, versione italiana Santangelo *et al.*, 2014.): è una batteria di screening rapido, che include anche test secondari per valutare le funzioni frontali come il cambio di set, l'astrazione e la flessibilità cognitiva. Il MoCA sembra essere utile per identificare il decadimento cognitivo lieve (MCI) non amnesico e la demenza sottocorticale.

- *Beck Depression Inventory-2* (BDI-II, Beck *et al.*, 1996): il BDI-II contiene 21 domande, ciascuna risposta viene valutata su una scala Likert da 0 a 3. Punteggi totali più alti indicano sintomi depressivi più gravi. I cut-off standardizzati utilizzati differiscono dall'originale: 0-13: depressione minima, 14-19: depressione lieve; 20-28: depressione moderata; 29-63: grave depressione.

- *Hamilton Anxiety Rating Scale* (HAM-A, Hamilton, 1959): scala sviluppata per individuare la presenza di sintomatologia ansiosa, è composta da 14 items che definiscono una serie di sintomi legati allo spettro ansioso come l'agitazione mentale ed il distress psicologico.

3.4 Analisi dei dati e risultati

Tutte le analisi statistiche sono state eseguite utilizzando pacchetto statistico SPSS versione 24 e il valore di $p < 0,05$ è stato considerato significativo. Per confrontare il tempo di reazione e l'accuratezza della risposta di diverse condizioni in un singolo gruppo (pazienti o sani), è stato utilizzato il test t per campioni appaiati, quando le variabili soddisfacevano i criteri di distribuzione normale sono stati utilizzati i seguenti test: test di Shapiro-Wilk (a causa della dimensione del campione < 50) e quando le

variabili non erano distribuite normalmente si è usato il test dei segni per ranghi di Wilcoxon, che è la controparte non parametrica del t-test di campioni appaiati. Per confrontare i tempi di reazione e l'accuratezza delle risposte tra i gruppi (pazienti – gruppo di controllo), è stato utilizzato il test di Mann-Whitney, come controparte non parametrica del test t per campioni indipendenti. Inoltre, per semplicità e facilità di comunicazione, le variabili di interesse nello studio sono state abbreviate così come segue: APC= tempo di reazione per frasi concrete affettive positive; APA= tempo di reazione per le frasi affettive positive astratte; ANC= tempo di reazione per le frasi concrete affettive negative; ANA= tempo di reazione per le frasi astratte affettive negative; NNC= tempo di reazione per le frasi concrete negative non affettive; NNA= tempo di reazione per le frasi affettive negative astratte; RAPC= accuratezza della risposta alle frasi concrete affettivo positive; RAPA= accuratezza della risposta alle frasi positive affettivo astratte; RANC= accuratezza della risposta alle frasi affettive concrete negative; RANA= accuratezza della risposta alle frasi affettive astratte negative; RANEC= accuratezza della risposta alle frasi concrete neutre affettive; RANEA= accuratezza della risposta alle frasi affettive neutre astratte; RNPC= accuratezza della risposta alle frasi positive concrete non affettive; RNPA= accuratezza della risposta alle frasi astratte positive non affettive; RNNC= accuratezza della risposta alle frasi concrete negative non affettive; RNNA= accuratezza della risposta alle frasi astratte negative non affettive; RNNEC= accuratezza della risposta alle frasi non affettive neutre concrete; RNNEA= accuratezza della risposta alle frasi non affettive neutre astratte. Nel blocco non affettivo, vengono considerati solo i tempi di reazione (RT) per le frasi concrete neutre non affettive e per le frasi astratte neutre non affettive poiché ai partecipanti è stato chiesto di non rispondere alle altre categorie di frasi.

- **Pazienti**

Statistiche descrittive relative al gruppo di pazienti con malattia di Parkinson

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Age	10	46.00	80.00	63.3000	11.18580
BDI	10	6.00	18.00	10.2000	3.58391
HAM	10	1.00	12.00	7.0000	3.97213
APC	10	841.80	1915.67	1164.9800	333.22774
APA	10	872.50	1723.00	1252.7717	325.95486
ANC	10	876.75	3000.00	1556.7583	650.29516
ANA	10	839.67	3000.00	1529.4400	836.99800
NNEC	10	843.00	3000.00	1432.2283	843.51573
NNEA	10	947.00	3000.00	1638.1350	750.34232
RAPC	10	33.33	100.00	66.6340	22.19523
RAPA	10	33.00	100.00	58.2990	25.19146
RANC	9	33.33	83.33	49.9978	22.04856
RANA	8	33.33	100.00	72.8738	33.24584
RANEC	10	50.00	100.00	78.3340	20.86038
RANEA	8	33.33	100.00	62.4988	26.35329
RNPC	10	50.00	100.00	75.0000	14.16394
RNPA	10	33.33	100.00	71.6667	24.90724
RNNC	9	16.67	100.00	66.6667	27.63854
RNNA	10	33.33	100.00	68.3333	22.83867
RNNEC	8	16.67	100.00	60.4167	25.09901
RNNEA	8	16.67	83.33	43.7500	23.46477
MOCA	10	18.65	29.65	25.8870	3.07029

Tabella 1.

Per quanto riguarda l'accuratezza delle risposte, i pazienti che hanno dimostrato un'accuratezza pari a zero sono stati esclusi dalle statistiche descrittive e da tutte le ulteriori analisi.

APC= tempo di reazione alle frasi affettive positive concrete; APA= tempo di reazione alle frasi affettive positive astratte; ANC= tempo di reazione alle frasi affettive negative concrete;

ANA= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; NNC= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; NNA= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte; RAPC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive concrete; RAPA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive astratte; RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte; RANA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte; RANEC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre concrete; RANEA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre astratte; RNPC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive concrete; RNPA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive astratte; RNNC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative concrete; RNNA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative astratte; RNNEC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre concrete; RNNEA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre astratte; MOCA= Montreal Cognitive Assessment Test.

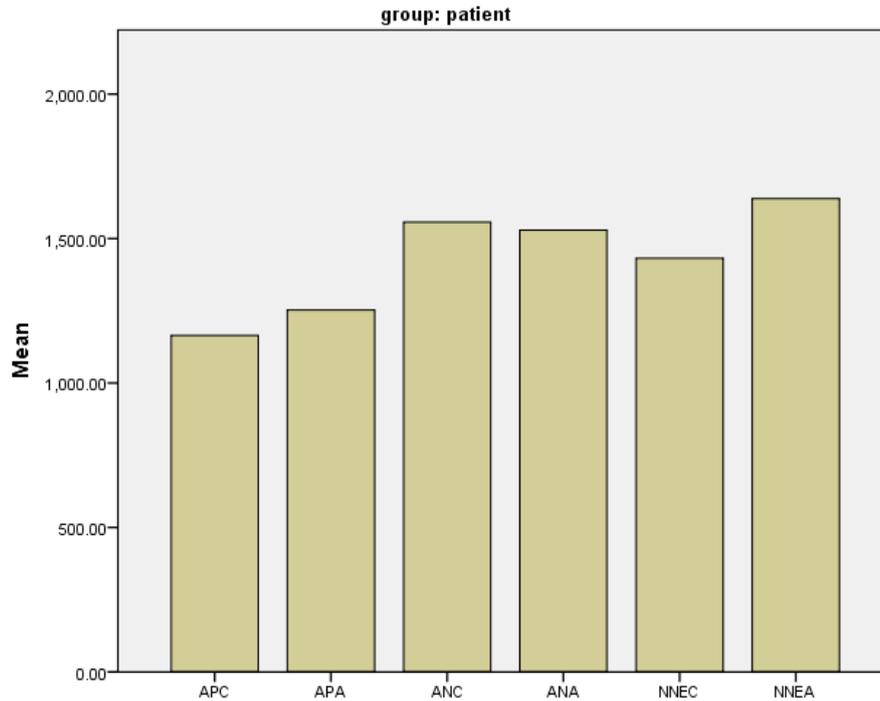


Figura 1 - Valori medi del tempo di reazione nel gruppo di pazienti in diverse condizioni. APC= tempo di reazione alle frasi affettive positive concrete; APA= tempo di reazione alle frasi affettive positive astratte; ANC= tempo di reazione alle frasi affettive negative concrete; ANA= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; NNEC= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; NNEA= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte.

Test of normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
APC	.186	10	.200*	.872	10	.105
APA	.222	10	.178	.880	10	.130
ANC	.161	10	.200*	.892	10	.179
ANA	.320	10	.005	.749	10	.003
NNEC	.352	10	.001	.677	10	.000
NNEA	.322	10	.004	.762	10	.005
RAPC	.199	10	.200*	.919	10	.346
RAPA	.239	10	.110	.867	10	.092
RANC	.331	9	.005	.745	9	.005
RANA	.293	8	.042	.709	8	.003
RANEC	.251	10	.075	.831	10	.034
RANEA	.241	8	.192	.867	8	.140
RNPC	.222	10	.178	.906	10	.258
RNPA	.280	10	.025	.862	10	.080
RNNC	.282	9	.037	.883	9	.169

RNNA	.244	10	.093	.888	10	.160
RNNEC	.214	8	.200*	.953	8	.741
RNNEA	.171	8	.200*	.934	8	.557

Tabella 2. Test di normalità dei tempi di reazione e accuratezza delle risposte in diverse condizioni.

I pazienti che hanno dimostrato un'accuratezza della risposta pari a zero sono stati esclusi dalle statistiche descrittive e da tutte le ulteriori analisi.

APC= tempo di reazione alle frasi affettive positive concrete; APA= tempo di reazione alle frasi affettive positive astratte; ANC= tempo di reazione alle frasi affettive negative concrete; ANA= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; NNEC= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; NNEA= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte; RAPC= accuratezza della risposta nelle frasi positive affettive concrete; RAPA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive astratte; RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete; RANA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte; RANEC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre concrete; RANEA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre astratte; RNPC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive concrete; RNPA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive astratte; RNNC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative concrete; RNNA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative astratte; RNNEC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre concrete; RNNEA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre astratte.

Dalle analisi effettuate si evince un risultato statisticamente significativo nei tempi di reazione e nell'accuratezza delle risposte nelle seguenti condizioni: ANA= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; NNEC= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; NNEA= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte; RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete; RANA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte; RANEC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre concrete.

Paired Samples Test

Paired Differences	t	Df	Sig. (2-
--------------------	---	----	----------

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	APC – APA	-87.79167	257.82840	81.53250	-272.23099	96.64766	-1.077	9	.310
Pair 2	APC – ANC	-391.77833	702.36258	222.10655	-894.21826	110.66159	-1.764	9	.112
Pair 3	RAPC - RAPA	8.33500	14.16504	4.47938	-1.79806	18.46806	1.861	9	.096
Pair 4	RAPA - RANA	-12.50000	32.96606	11.65526	-40.06032	15.06032	-1.072	7	.319
Pair 5	RANEC - RANEA	12.50250	34.21512	12.09687	-16.10206	41.10706	1.034	7	.336
Pair 6	RAPC - RANEC	-11.70000	23.59141	7.46026	-28.57628	5.17628	-1.568	9	.151
Pair 7	RAPA - RANEA	-12.54125	30.51947	10.79026	-38.05617	12.97367	-1.162	7	.283
Pair 8	RAPC - RNPC	-8.36600	16.14017	5.10397	-19.91198	3.17998	-1.639	9	.136
Pair 9	RAPA – RNPA	-13.36767	17.22097	5.44575	-25.68680	-1.04853	-2.455	9	.036
Pair 10	RNPC - RNPA	3.33333	20.48788	6.47884	-11.32281	17.98948	.514	9	.619
Pair 11	RNPC - RNNC	7.40741	20.60055	6.86685	-8.42758	23.24239	1.079	8	.312
Pair 12	RNPA - RNNA	3.33333	32.20306	10.18350	-19.70335	26.37001	.327	9	.751
Pair 13	RNNC - RNNA	-5.55556	30.04626	10.01542	-28.65116	17.54004	-.555	8	.594
Pair 14	RNNEC - RNNEA	19.44444	19.48409	7.95435	-1.00285	39.89174	2.445	5	.058
Pair 15	RNNC – RNNEC	-4.76190	38.14481	14.41738	-40.03997	30.51616	-.330	6	.752
Pair 16	RNNA – RNNEA	27.08333	32.04350	11.32909	.29430	53.87237	2.391	7	.048

Tabella 3. Il Test t a campioni accoppiati confrontare il tempo di reazione in diverse condizioni nel gruppo di pazienti.

APC= tempo di reazione alle frasi affettive positive concrete; APA= tempo di reazione alle frasi affettive positive astratte; ANC= tempo di reazione alle frasi affettive negative concrete; ANA= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; NNEC= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; NNEA= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte; RAPC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive concrete; RAPA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive astratte; RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete; RANA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte; RANEC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive concrete neutre; RANEA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre astratte; RNPC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive concrete; RNPA= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive astratte; RNNC= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative concrete; RNNA=

accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative concrete; *RNNEC*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre concrete; *RNNEA*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre astratte.

Il risultato del t-test dei campioni parametrici dipendenti ha evidenziato valori statisticamente significative nelle seguenti condizioni: *RAPA*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive astratte – *RNPA*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive astratte, ed *RNNA*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative concrete - *RNNEA*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive neutre astratte.

Wilcoxon signed ranks test

	Test Statistics ^a								
	ANA – ANC	NNEA – NNEC	ANA - APA	RANC – RAPC	RANA - RANC	RANEC – RANC	RANEA - RANA	RNNC - RANC	RNNA – RANA
Z	-.663 ^b	-1.172 ^c	-1.172 ^c	-2.271 ^b	-2.032 ^c	-2.555 ^c	-.552 ^b	-1.897 ^c	.000 ^d
Asymp. Sig. (2-tailed)	.508	.241	.241	.023	.042	.011	.581	.058	1.000

Tabella 4. Il test dei segni per ranghi di Wilcoxon effettuato sui tempi di reazione e sull'accuratezza delle risposte in diverse condizioni.

ANC= tempo di reazione alle frasi affettive negative concrete; *ANA*= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; *NNEC*= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; *NNEA*= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte; *RAPC*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive concrete; *RAPA*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive astratte; *RANC*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete; *RANA*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte; *RANEC*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre concrete; *RANEA*= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre astratte; *RNPC*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive concrete; *RNPA*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive positive astratte; *RNNC*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative concrete; *RNNA*= accuratezza della risposta nelle frasi non affettive negative astratte.

Considerando la non normalità di ANA, ANC, NNEA, NNEC, è stato utilizzato il Il test dei segni per ranghi di Wilcoxon non parametrico ed i risultati hanno evidenziato valori statisticamente significativi per le seguenti condizioni: RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete – RAPC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive positive concrete; RANA= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative astratte – RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete; RANEC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive neutre concrete – RANC= accuratezza della risposta nelle frasi affettive negative concrete.

- Gruppo di Controllo

Statistiche Descrittive

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Age	10	46.00	82.00	62.8000	12.07201
BDI	10	.00	13.00	4.9000	4.01248
HAM	10	.00	23.00	8.2000	7.77174
APC	10	581.00	1723.00	835.0750	329.65824
APA	4	30.50	969.00	463.2922	488.30613
ANC	6	36.67	1140.00	644.0577	478.03974
ANA	10	36.68	1140.00	561.7796	497.31234
NNEC	10	552.00	1206.00	848.9950	219.84946
NNEA	10	39.10	1140.00	640.9709	460.60894
RAPC	10	50.00	67.70	56.8800	8.88829
RAPA	4	16.70	33.33	20.8575	8.31500
RANC	5	16.70	33.33	23.3460	9.10042
RANA	10	33.30	50.00	34.9790	5.27786
RANEC	10	83.30	100.00	96.6630	7.03502
RANEA	10	100.00	100.00	100.0000	.00000
RNPC	10	33.33	83.33	53.3333	15.31561
RNPA	3	16.67	100.00	55.5556	41.94352
RNNC	5	16.67	100.00	43.3333	38.36955
RNNA	9	16.67	83.33	37.0370	23.24056

RNNEC	10	50.00	100.00	91.6667	16.19709
RNNEA	9	83.33	100.00	98.1481	5.55556
MOCA	10	18.65	29.65	25.8870	3.07029

Tabella 5 Statistiche descrittive relative al gruppo di controllo. APC= tempo di reazione alle frasi concrete affettive positive; APA= tempo di reazione alle frasi astratte affettive positive; ANC= tempo di reazione alle frasi concrete affettive negative; ANA= tempo di reazione alle frasi astratte affettive negative; NNC= tempo di reazione alle frasi concrete neutre non affettive; NNA= tempo di reazione alle frasi astratte neutre non affettive; RAPC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete affettive positive; RAPA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte positive affettive; RANC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete affettive negative; RANA= accuratezza della risposta delle frasi astratte affettive negative; RANEC= accuratezza della risposta alle frasi concrete neutre affettive; RANEA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte affettive neutre; RNPC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete positive non affettive; RNPA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte positive non affettive; RNNC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete negative non affettive; RNNA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte negative non affettive; RNNEC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete neutre non affettive; RNNEA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte non affettive neutre; MOCA=Montreal Cognitive Assessment.

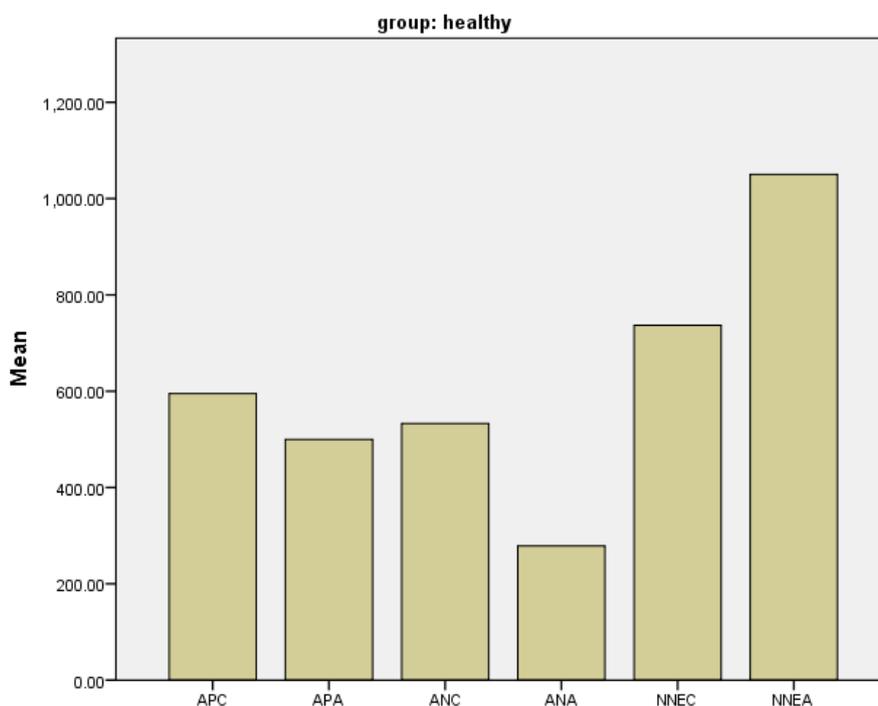


Figura 2- Valori medi dei tempi di reazione nel gruppo sano in diverse condizioni. APC= tempo di reazione alle frasi affettive positive concrete; APA= tempo di reazione alle frasi affettive positive astratte; ANC= tempo di reazione alle frasi affettive negative concrete; ANA= tempo di reazione alle frasi affettive negative astratte; NNEC= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; NNEA= tempo di reazione alle frasi non affettive neutre astratte.

Tests di Normalità

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
APC	.335	10	.002	.657	10	.000
APA	.296	4	.	.823	4	.150
ANC	.290	6	.126	.840	6	.131
ANA	.242	10	.100	.804	10	.016
NNEC	.189	10	.200*	.915	10	.317
NNEA	.207	10	.200*	.851	10	.060
RAPC	.381	10	.000	.657	10	.000
RAPA	.441	4	.	.630	4	.001
RANC	.367	5	.026	.685	5	.007
RANA	.523	10	.000	.368	10	.000
RANEC	.482	10	.000	.510	10	.000
RNPC	.286	10	.020	.885	10	.149
RNPA	.219	3	.	.987	3	.780
RNNC	.356	5	.037	.773	5	.048
RNNA	.341	9	.003	.799	9	.020
RNNEC	.397	10	.000	.603	10	.000
RNNEA	.519	9	.000	.390	9	.000

Tabella 6. Statistiche descrittive relative al gruppo di controllo. APC= tempo di reazione alle frasi concrete affettive positive; APA= tempo di reazione alle frasi astratte affettive positive; ANC= tempo di reazione alle frasi concrete affettive negative; ANA= tempo di reazione alle frasi astratte affettive negative; NNC= tempo di reazione alle frasi concrete neutre non affettive; NNA= tempo di reazione alle frasi astratte neutre non affettive; RAPC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete affettive positive; RAPA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte positive affettive; RANC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete affettive negative; RANA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte affettive negative; RANEC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete neutre affettive; RANEA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte affettive neutre; RNPC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete positive non affettive; RNPA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte positive non affettive; RNNC= accuratezza della risposta nelle frasi concrete negative non affettive; RNNA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte negative non affettive; RNNEC= accuratezza della risposta nelle frasi con concrete neutre non affettive; RNNEA= accuratezza della risposta nelle frasi astratte neutre non affettive.

Wilcoxon Signed Rak test

APA -	ANC -	ANA	ANA -	NNEA -	RAPA	RANA	RANE	RANE	RANEA -	RANC -
-------	-------	-----	-------	--------	------	------	------	------	---------	--------

	APC	APC	- APA	ANC	NNEC	- RAPC	- RAPA	A - RANE C	C - RAPC	RAPA	RNNC
Z	-0.730b	-0.405b	.000c	-.524b	-1.070b	- 1.841 b	- 1.633 d	- 1.342 d	- 2.844 d	-1.890d	-1.414d
Asymp. Sig. (2- tailed)	0.465	0.686	1.000	0.600	0.285	0.066	0.102	0.180	0.004	0.059	0.157
	RANA - RNNC	RNPC - RAPC	RNPA - RNPC	RNNC - RNPC	RNNA - RNPA	RNNA - RNN C	RNNE A - RNNE C	RAPC - RANC	RANC - RANA	RANC - RANEC	RANA - RANEA
Z	-0.059b	-0.986b	-0.447b	-1.225b	-0.272d	.000c	-0.577d	- 2.023 d	- 1.841 b	-2.032b	-2.877b
Asymp. Sig. (2- tailed)	0.953	0.324	0.655	0.221	0.785	1.000	0.564	0.043	0.066	0.042	0.004

Tabella 7. Wilcoxon signed ranks test dei tempi di reazione e dell'accuratezza delle risposte in diverse condizioni. ANC= tempo di reazione alle frasi concrete affettive negative; ANA= tempo di reazione alle frasi astratte affettive negative; NNEC= tempo di reazione alle frasi concrete neutre non affettive; NNEA= tempo di reazione alle frasi astratte neutre non affettive; RAPC= accuratezza della risposta alle frasi concrete affettive positive; RAPA= accuratezza della risposta alle frasi astratte positive affettive; RANC= accuratezza della risposta alle frasi concrete affettive negative; RANA= accuratezza della risposta alle frasi astratte affettive negative; RANEC= accuratezza della risposta alle frasi concrete neutre affettive; RANEA= accuratezza della risposta alle frasi astratte affettive neutre; RNPC= accuratezza della risposta alle frasi concrete positive non affettive; RNPA= accuratezza della risposta alle frasi astratte positive non affettive; RNNC= accuratezza della risposta alle frasi concrete negative non affettive; RNNA= accuratezza della risposta alle frasi astratte negative non affettive.

Considerando la non normalità della maggior parte delle variabili in questione, è stato utilizzato il Wilcoxon Signed Ranks Test non parametrico ed i risultati hanno mostrato differenze statisticamente significati nelle seguenti condizioni: RAPA=accuratezza della risposta alle frasi affettive astratte positive – RAPC= accuratezza della risposta alle frasi affettive concrete positive; RANC= accuratezza della risposta alle frasi non affettive concrete negative; RANEA= accuratezza della risposta alle frasi astratte affettive neutre; RANEC= accuratezza della risposta alle frasi concrete neutre affettive; RANA= accuratezza della risposta alle frasi astratte affettive negative.

- **Gruppo di controllo versus pazienti con malattia di Parkinson**

Mann-Whitney test:

	APC	APA	ANC	ANA	NNEC	NNEA	RAPC	RAPA	RANC
Mann-Whitney U	11.500	3.000	6.000	23.500	24.500	8.000	43.000	2.500	2.500
Wilcoxon W	66.500	13.000	27.000	78.500	79.500	63.000	98.000	12.500	17.500
Z	-2.913	-2.404	-2.603	-2.006	-1.935	-3.177	-0.556	-2.520	-2.792
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.004	0.016	0.009	0.045	0.053	0.001	0.578	0.012	0.005
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^b	.014 ^b	.007 ^b	.043 ^b	.052 ^b	.001 ^b	.631 ^b	.008 ^b	.004 ^b
	RANA	RANEC	RANEA	RNPC	RNPA	RNNC	RNNA	RNNEC	RNNEA
Mann-Whitney U	7.500	25.500	5.000	15.500	11.500	13.500	15.000	12.000	0.500
Wilcoxon W	62.500	80.500	41.000	70.500	17.500	28.500	60.000	48.000	36.500
Z	-3.015	-2.096	-3.551	-2.702	-0.605	-1.230	-2.520	-2.626	-3.617
Asymp. Sig. (2-tailed)	0.003	0.036	0.000	0.007	0.545	0.219	0.012	0.009	0.000
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^b	.063 ^b	.001 ^b	.007 ^b	.573 ^b	.240 ^b	.013 ^b	.012 ^b	.000 ^b

Tabella 8. I risultati del confronto tra i due gruppi mostrano differenze statisticamente significative tra le diverse variabili di interesse. Abbreviazioni: ANC= tempo di reazione alle frasi concrete affettive negative; ANA= tempo di reazione alle frasi astratte affettive negative; NNEC= tempo di reazione alle frasi concrete neutre non affettive; NNEA= tempo di reazione alle frasi astratte neutre non affettive; RAPC= accuratezza della risposta alle frasi concrete affettive positive; RAPA= accuratezza della risposta alle frasi astratte positive affettive; RANC= accuratezza della risposta alle frasi concrete affettive negative; RANA= accuratezza della risposta alle frasi astratte affettive negative; RANEC= accuratezza della risposta alle frasi concrete neutre affettive; RANEA= accuratezza della risposta alle frasi astratte affettive neutre; RNPC= accuratezza della risposta alle frasi concrete positive non affettive; RNPA= accuratezza della risposta alle frasi astratte positive non affettive; RNNC= accuratezza della risposta alle frasi concrete negative non affettive; RNNA= accuratezza della risposta alle frasi astratte negative non affettive.

I risultati del test di Mann-Whitney hanno evidenziato differenze statisticamente significative nelle seguenti condizioni: differenze nell'accuratezza tra frasi affettive negative concrete; nei

tempi di reazione alle frasi affettive positive concrete; nei tempi di reazione alle frasi affettive positive astratte; nei tempi di reazione alle frasi affettive negative concrete; nei tempi di reazione alle frasi affettive negative astratte; nei tempi di reazione alle frasi non affettive neutre concrete; nei tempi di reazione alle frasi non affettive neutre astratte, Inoltre, sono state osservate differenze statisticamente significative tra le seguenti condizioni: nell'accuratezza delle risposte alle frasi affettive negative astratte; all'accuratezza delle risposte alle frasi affettive neutre concrete; all'accuratezza delle risposte nelle frasi affettive neutre astratte; all'accuratezza delle risposte nelle frasi non affettive positive concrete; nell'accuratezze delle risposte nelle frasi non affettive negative astratte; nell'accuratezza delle risposte alle frasi affettive neutre concrete; all'accuratezza nella risposta alle frasi affettive neutre astratte.

3.5 Discussioni

Il presente studio ha indagato l'elaborazione dei contenuti semantici relativi ai verbi di azione in un campione di pazienti con malattia di Parkinson. L'analisi dei dati ha permesso di evidenziare valori statisticamente significativi nei tempi di reazione durante l'elaborazione delle frasi affettive negative concrete, affettive negative astratte, affettive positive concrete, affettive positive astratte nei pazienti con Parkinson rispetto al gruppo di controllo, che ha ottenuto tempi di reazione più alti nelle frasi non affettive neutre astratte. Inoltre, nel confronto fra i due gruppi (pazienti versus gruppo di controllo) sono emerse differenze statisticamente significative nell'accuratezza delle risposte alle frasi con valenza affettiva negativa concreta e frasi a valenza affettiva positiva astratta.

Ulteriori differenze statisticamente significative sono state documentate nei tempi di reazione all'elaborazione delle risposte nel blocco non affettivo neutro concreto e delle risposte non affettive neutre astratte. I pazienti con Parkinson hanno ottenuto tempi di reazione più alti rispetto ai controlli.

Riguardo l'accuratezza delle risposte, i pazienti differivano significativamente dai controlli nelle risposte alle frasi affettive negative astratte versus le risposte alle frasi affettive neutre concrete, nelle risposte delle frasi affettive neutre astratte versus le risposte non affettive negative concrete, nelle risposte non affettive negative astratte e nelle risposte affettive neutre concrete e, infine, nelle risposte affettive neutre astratte. È da evidenziare che, nel campione clinico, alcuni soggetti hanno dimostrato un'accuratezza della risposta pari a zero e per tale motivo sono stati esclusi dalle statistiche descrittive e da tutte le ulteriori analisi. In conclusione i pazienti con Parkinson rispetto ai controlli hanno ottenuto delle differenze nei tempi di reazione (RT) e nell'accuratezza tra frasi motorie e frasi astratte. Inoltre, una differenza significativa è emersa nell'elaborazione tra frasi affettive nella valenza positiva e negativa. I risultati sono congruenti con i dati presenti in letteratura e relativi alle specifiche difficoltà nell'elaborazione dei verbi di azione presentate dai pazienti con malattia di Parkinson e in linea con le teorie Embodied Cognition, in quanto queste ultime sottolineano che la corteccia motoria è funzionalmente importante per le rappresentazioni semantiche dell'azione e nei soggetti con malattia di Parkinson tale area è inficiata (Grossmann *et al.*, 2008).

3.6 *Limiti*

Per campioni poco numerosi generalmente si utilizzano test statistici non parametrici, in quanto i test parametrici richiedono l'ipotesi che i dati provengano da una distribuzione normale, che non è sempre verificabile con campione di dimensioni piccole. Tuttavia, è importante notare che la scelta del test statistico appropriato dipende dalle specifiche dello studio e dalle ipotesi sui dati. In ogni caso, è importante essere consapevoli dei limiti e delle limitazioni dei test utilizzati con campioni piccoli e interpretare i risultati con cautela. Per interpretare un test statistico su un campione di dimensione ridotta, è importante tenere presente i possibili effetti legati alla ridotta dimensione del campione. Ad esempio, i risultati potrebbero essere meno precisi e affidabili a causa della maggiore variabilità nei dati. Inoltre, potrebbe essere più

difficile rilevare differenze significative tra i gruppi o le condizioni in studio. Un altro limite può essere rintracciato nel non avere inserito come covariata nell'analisi gli indici che riguardano la severità dei disturbi motori, o emotivi, dei pazienti. Per il futuro si potrebbe ampliare questo studio su un campione clinico più ampio. Inoltre, sarebbe interessante estendere lo stesso protocollo anche ad altri disturbi del movimento come, ad esempio, la distonia e la sindrome di Tourette. A tal proposito, va specificato che questo progetto di ricerca all'origine prevedeva anche la valutazione di soggetti con sindrome di Tourette ma per i numerosi missing value in riferimento al task Go/No-go non è stato possibile utilizzare i dati raccolti.

Conclusioni

Sebbene i pazienti con disturbi del movimento presentino alterazioni del linguaggio, sono necessari ulteriori studi per identificare la loro origine funzionale. Inoltre, sarebbe utile per la ricerca futura estendere gli studi clinici per determinare l'impatto di questi deficit nella comunicazione funzionale di un individuo, sulla sua qualità di vita e sulle implicazioni psicologiche, al fine di fornire un supporto interdisciplinare ai pazienti, per favorire il miglior adattamento possibile e migliorare la qualità di vita. Va sottolineata l'importanza di un approccio interdisciplinare nell'orientare la ricerca futura, in quanto in alcuni disturbi del movimento come la malattia di Parkinson, caratterizzati da processi neurodegenerativi progressivamente ingravescenti, non reversibili nonostante gli attuali protocolli di trattamento, possono essere ipotizzate specifiche strategie terapeutiche sintomatiche al fine di migliorare la qualità della vita dei pazienti. Inoltre, come osservato, soprattutto per quanto riguarda il morbo di Parkinson, un numero crescente di ricerche suggerisce che le menomazioni dell'elaborazione del linguaggio dell'azione durante le fasi iniziali sarebbero un marker specifico della malattia, e l'identificazione precoce del deficit nell'elaborazione del linguaggio dell'azione può svolgere un ruolo cruciale nel trattamento e nelle strategie riabilitative di questi pazienti.

Bibliografía

1. Abrevaya, S., Sedeño, L., Fitipaldi, S., Pineda, D., Lopera, F., Buritica, O., ... & Pautassi, R. (2017). The road less traveled: alternative pathways for action-verb processing in Parkinson's disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 55(4), 1429-1435.
2. Albin RL. Tourette syndrome: a disorder of the social decision-making network. *Brain* 2018; 141: 332–47.
3. Alvarez, S. A., & Busenitz, L. W. (2001). The entrepreneurship of resource-based theory. *Journal of management*, 27(6), 755-775.
4. American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, (DSM-5)*.
5. Aziz-Zadeh, L., & Damasio, A. (2008). Embodied semantics for actions: Findings from functional brain imaging. *Journal of Physiology – Paris*, 102, 35–39.
6. Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annu. Rev. Psychol.*, 59, 617-645.
7. Barsalou, L. W. (2010). Grounded cognition: Past, present, and future. *Topics in cognitive science*, 2(4), 716-724.
8. Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J., & Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of general psychiatry*, 4(6), 561-571.
9. Bertella, L., Albani, G., Greco, E., Priano, L., Mauro, A., Marchi, S., ... & Semenza, C. (2002). Noun verb dissociation in Parkinson's disease. *Brain and cognition*, 48, 277-280

10. Birba, A., García-Cordero, I., Kozono, G., Legaz, A., Ibáñez, A., Sedeño, L., & García, A. M. (2017). Losing ground: Frontostriatal atrophy disrupts language embodiment in Parkinson's and Huntington's disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 80, 673-687.
11. Bocanegra, Y., García, A. M., Pineda, D., Buriticá, O., Villegas, A., Lopera, F., ... & Ibáñez, A. (2015). Syntax, action verbs, action semantics, and object semantics in Parkinson's disease: Dissociability, progression, and executive influences. *Cortex*, 69, 237-254.
12. Boulenger V, Mechtouff L, Thobois S, Broussolle E, Jeannerod M, Nazir TA (2008) Word processing in Parkinson's disease is impaired for action verbs but not for concrete nouns. *Neuropsychologia* 46:743–756.
13. Buccino, G., Riggio, L., Melli, G., Binkofski, F., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2005). Listening to action-related sentences modulates the activity of the motor system: a combined TMS and behavioral study. *Cognitive Brain Research*, 24 (3), 355–363.
14. Buccino, G., Dalla Volta, R., Arabia, G., Morelli, M., Chiriaco, C., Lupo, A., ... & Quattrone, A. (2018). Processing graspable object images and their nouns is impaired in Parkinson's disease patients. *Cortex*, 100, 32-39.
15. Candidi M., Vicario C.M., Abreu A.M., Aglioti S.M. (2010). Competing Mechanisms for Mapping Action-Related Categorical Knowledge and Observed Actions. *Cerebral Cortex*, 2832-2841.
16. Cardona, J. F., Gershanik, O., Gelormini-Lezama, C., Houck, A. L., Cardona, S., Kargieman, L., ... & Ibáñez, A. (2013). Action-verb processing in Parkinson's disease: new pathways for motor–language coupling. *Brain Structure and Function*, 218(6), 1355-1373.

17. Carlson, N. R., De Gennaro, L., & Buonarrivo, L. (2002). *Fisiologia del comportamento*. Padova: Piccin.
18. Critchley, E. M. (1981). Speech disorders of Parkinsonism: a review. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 44(9), 751-758.
19. Deacon, T. W. (1997). What makes the human brain different? *Annual Review of Anthropology*, 26(1), 337-357.
20. Desai, R. H., Conant, L. L., Binder, J. R., Park, H., & Seidenberg, M. S. (2013). A piece of the action: modulation of sensory-motor regions by action idioms and metaphors. *NeuroImage*, 83, 862-869.
21. Dronkers, N. F. (1996). A new brain region for coordinating speech articulation. *Nature*, 384(6605), 159-161.
22. Falzone, A. (2012). Linguaggio, evoluzione, cognizione. Per una revisione della grounded cognition. *4 Scienza cognitiva incarnata e modelli evolucionistici*, 111.
23. Falzone, A., & Cardella, V. (2015). Per una natura linguistica della mente umana: la cognizione sociale alla prova delle specie-specificità verbale. *Rivista Italiana di Filosofia del Linguaggio*.
24. Fernandino, L., Conant, L. L., Binder, J. R., Blindauer, K., Hiner, B., Spangler, K., & Desai, R. H. (2013). Where is the action? Action sentence processing in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, 51(8), 1510-1517.
25. Fernandez-Alvarez, E., & Aicardi, J. (2001). *Movement disorders in children* (Vol. 36). Cambridge University Press.
26. Flanagan, J. R., Vetter, P., Johansson, R. S., & Wolpert, D. M. (2003). Prediction precedes control in motor learning. *Current biology*, 13(2), 146-150.

27. García, A. M., Bocanegra, Y., Herrera, E., Pino, M., Muñoz, E., Sedeño, L., & Ibáñez, A. (2018). Action-semantic and syntactic deficits in subjects at risk for Huntington's disease. *Journal of Neuropsychology*, 12(3), 389-408.
28. Gardner, R. C. (1983). Learning another language: A true social psychological experiment. *Journal of language and social psychology*, 2(2-3-4), 219-239.
29. Gallese, V. (2013). *Corpo non mente. Le neuroscienze cognitive e la genesi di soggettività ed intersoggettività. Educazione sentimentale*, (2013/20).
30. Gallese, V., & Cuccio, V. (2018). The neural exploitation hypothesis and its implications for an embodied approach to language and cognition: Insights from the study of action verbs processing and motor disorders in Parkinson's disease. *cortex*, 100, 215-225.
31. Glenberg, A. M. (2011). How reading comprehension is embodied and why that matters. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(1), 5-18.
32. Glenberg, A. M., & Kaschak, M. P. (2002). Grounding language in action. *Psychonomic bulletin & review*, 9(3), 558-565.
33. Hamilton M: The assessment of anxiety states by rating. *Brit J Med Psychol* 32:50, 1959.
34. Hebb, D., O. (1949). *The Organization of Behaviour*. New York: Wiley Interscience.
35. Hinzen, W., Rosselló, J., Morey, C., Camara, E., Garcia-Gorro, C., Salvador, R., & de Diego-Balaguer, R. (2018). A systematic linguistic profile of spontaneous narrative speech in pre-symptomatic and early stage Huntington's disease. *Cortex*, 100, 71-83.

36. Jürgens, U. (2002). Neural pathways underlying vocal control. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(2), 235-258.
37. Kargieman, L., Herrera, E., Baez, S., García, A. M., Dottori, M., Gelormini, C., ... & Ibáñez, A. (2014). Motor–language coupling in Huntington’s disease families. *Frontiers in aging neuroscience*, 6, 122.
38. Knecht, S., Dräger, B., Deppe, M., Bobe, L., Lohmann, H., Flöel, A., ... & Henningsen, H. (2000). Handedness and hemispheric language dominance in healthy humans. *Brain*, 123(12), 2512-2518.
39. Mahlon, R. D. (1990). Primate models of movement disorders of basal ganglia origin. *Trends in Neurosciences*, 13(7), 281-285.
40. Margolis, E., & Laurence, S. (2007). The ontology of concepts-abstract objects or mental representations?. *Noûs*, 41(4), 561-593p.
41. Marino, B. F., Gough, P. M., Gallese, V., Riggio, L., & Buccino, G. (2013). How the motor system handles nouns: a behavioral study. *Psychol Res*, 77(1), 64-73. doi:10.1007/s00426-011-0371-2
42. Mollaei, F., Shiller, D. M., Baum, S. R., & Gracco, V. L. (2016). Sensorimotor control of vocal pitch and formant frequencies in Parkinson's disease. *Brain research*, 1646, 269-277.
43. Melloni, M., Sedeño, L., Hesse, E., García-Cordero, I., Mikulan, E., Plastino, A., ... & Pineda, D. (2015). Cortical dynamics and subcortical signatures of motor-language coupling in Parkinson’s disease. *Scientific reports*, 5, 11899.
44. Nisticò, R., Cerasa, A., Olivadese, G., Dalla Volta, R., Crasà, M., Vasta, R., ... & Quattrone, A. (2019). The embodiment of language in tremor-dominant Parkinson's disease patients. *Brain and Cognition*, 135, 103586.

45. Obeso, J. A., Rodriguez, M. C., Guridi, J., Alvarez, L., Alvarez, E., Macias, R., ... & DeLong, M. (2001). Lesion of the basal ganglia and surgery for Parkinson disease. *Archives of Neurology*, 58(7), 1165-1166.
46. Obeso, I., Casabona, E., Bringas, M. L., Álvarez, L., & Jahanshahi, M. (2012). Semantic and phonemic verbal fluency in Parkinson's disease: Influence of clinical and demographic variables. *Behavioural neurology*, 25(2), 111-118.
47. Pagonabarraga, J., Kulisevsky, J., Llebaria, G., García-Sánchez, C., Pascual-Sedano, B., & Gironell, A. (2008). Parkinson's disease-cognitive rating scale: a new cognitive scale specific for Parkinson's disease. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 23(7), 998-1005.
48. Paivio, A. (1990). *Mental representations: A dual coding approach*. Oxford university press.
49. Parkinson, J. (1817). *Essay on the shacking palsy*. di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: A neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, 91(1), 176e180.
50. Pennisi, A., & Falzone, A. (2014). Residuals of intelligent design in contemporary theories about language nature and origins. *Humana. Mente Journal of Philosophical Studies*, 7(27), 161-180.
51. Petersen, S., E., Fos, P., T., Posner, M., I., Mintun, M., and Raichle, M., W. (1988). Positron emission tomographic studies of the cortical anatomy of single-word processing. *Nature*, 331, 585-589.
52. Pulvermüller, F. (1999). Word's brain language. *Behavioral and brain Sciences*. 22, 253-279.

53. Raposo A, Moss HE, Stamatakis EA, Tyler LK. Modulation of motor and premotor cortices by actions, action words and action sentences. *Neuropsychologia*. 2009; 47(2):388–396.
54. Roberts, A., Nguyen, P., Orange, J. B., Jog, M., Nisbet, K. A., & McRae, K. (2017). Differential impairments of upper and lower limb movements influence action verb processing in Parkinson disease. *Cortex*, 97, 49-59.
55. Santangelo, G., Siciliano, M., Pedone, R., Vitale, C., Falco, F., Bisogno, R., ... & Trojano, L. (2015). Normative data for the Montreal Cognitive Assessment in an Italian population sample. *Neurological Sciences*, 36(4), 585-591.
56. Spadacenta, S., Gallese, V., Fragola, M., & Mirabella, G. (2012). Modulation of arm reaching movements during processing of arm/hand-related action verbs with and without emotional connotation. *PloS one*, 9(8).
57. Schulz, G., M., Varga, M., Jeffires, K., Ludlow, C., L., and Braun, A., R. (2005). Functional neuroanatomy of human vocalization. *Cerebral Cortex*, 15, 1835-1847.
58. Swain, J. E., Scahill, L., Lombroso, P. J., King, R. A., & Leckman, J. F. (2007). Tourette syndrome and tic disorders: a decade of progress. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 46(8), 947-968.
59. Van Borsel J, Vanryckeghem M. (2000). Dysfluency and phonic tics in Tourette syndrome: a case report. *Journal of communication disorders*;33(3):227–239.
60. Vicario, C. M., Martino, D., Spata, F., Defazio, G., Giacchè, R., Martino, V., ... & Cardona, F. (2010). Time processing in children with Tourette's syndrome. *Brain and cognition*, 73(1), 28-34.

61. Vicario, C.M., Candidi M., Aglioti SM. (2013). Cortico-spinal embodiment of newly acquired, action-related semantic associations. *Brain stimulation* 6 (6), 952-958.
62. Vicario, C. M., & Martino, D. (2018). Social communication in Tourette syndrome: a glimpse at the contribution of the insula and the prefrontal cortex. *Brain*, 141(8), e58-e58
63. Villani, C. (2018). L'Embodied Cognition e la sfida dei concetti astratti. Un approccio multidimensionale. *Rivista internazionale di Filosofia e Psicologia*, 9(3), 239-253.
64. Vikingstad, E., M., Cao, Y., Thomas, A., J., Johnson, A., F., Malik, G., M., Welch, K., M., A. (2000). Language hemispheric dominance in patients with congenital lesions of eloquent brain. *Neurosurgery*, 47, 562-570.
65. Walenski, M., Mostofsky, S., H., Ullman, M., T. (2007). Speeded processing of grammar and tool knowledge in Tourette's syndrome. *Neuropsychologia*; 45(11): 2447–2460.
66. Wernicke, C. (1874). *Der Aphasische Symptomenkomplex. Breslau, Poland: Cohn & Weigert.*