

**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA TOR VERGATA  
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA  
CORSO DI LAUREA I° LIVELLO IN FISIOTERAPIA**



**PRESIDENTE: Prof. A. Gaspari**  
**DIRETTORE: Dott. M. Tramontano**  
**Fondazione Santa Lucia I. R. C. C. S**

**STUDIO SULL'EFFICACIA DEL TANGO  
ARGENTINO IN SOGGETTI CON  
MALATTIA DI PARKINSON**

**RELATORI**

Dott.ssa Antonella Peppe

Dott. Fabio Vona

**CANDIDATO**

Lorenzo Nonnis

Anno accademico 2013-2014

## **RINGRAZIAMENTI**

Ringrazio innanzitutto la Relatrice, Dottoressa Antonella Pepe, per la grande disponibilità e cortesia dimostratemi, per tutto l'aiuto ed il tempo che ha dedicato alla stesura della mia tesi.

Desidero ringraziare l'équipe che ha collaborato al progetto di tangoterapia per i preziosi insegnamenti e tutti i pazienti che con la massima disponibilità e impegno hanno partecipato al corso di ballo.

Vorrei infine ringraziare i miei amici di sempre, i nuovi colleghi, la mia famiglia e Giulia che, con il loro costante sostegno e incoraggiamento mi hanno permesso di raggiungere questo traguardo.

*A tutte le persone che mi vogliono bene*

# INDICE

<b>1. LA MALATTIA DI PARKINSON</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUZIONE .....	1
1.2 EZIOPATOGENESI.....	1
1.3 SINTOMATOLOGIA.....	2
1.4 DIAGNOSI.....	4
1.5 TERAPIA MEDICA .....	5
1.6 TERAPIA SINTOMATOLOGICA .....	6
1.7 RIABILITAZIONE NELLA MALATTIA DI PARKINSON .....	7
1.8 FISIOTERAPIA NELLA MALATTIA DI PARKINSON.....	7
<b>2. LA DEAMBULAZIONE</b>	<b>12</b>
2.1. CAMMINO FISIOLÓGICO .....	12
2.1.1. FASE DI APPOGGIO.....	12
2.1.2.FASE DI SOSPENSIONE.....	15
2.1.3.PARAMETRI DELLA DEAMBULAZIONE.....	17
2.1.4.MOVIMENTI ARTICOLARI DURANTE LA DEAMBULAZIONE.....	18
2.2. DEAMBULAZIONE DELLA MALATTIA DI PARKINSON .....	21
2.3. CONTROLLO NEUROLOGICO DELLA DEAMBULAZIONE.....	23
<b>3. LE TERAPIE COMPLEMENTARI</b>	<b>26</b>
3.1. STIMOLAZIONE Uditiva e Ritmo .....	26
3.2. MUSICOTERAPIA .....	27
3.3. DANZA TERAPIA.....	27
3.4. TANGOTERAPIA .....	28
<b>4. IL TANGO ARGENTINO</b>	<b>33</b>
4.1. INTRODUZIONE .....	33
4.2. COPPIA .....	33
4.3. RUOLI.....	34
4.4. ABBRACCIO .....	35
4.5. SBILANCIAMENTO.....	36
4.6. REGOLE.....	37
4.7. PASSI E FIGURE.....	37
4.7.1.BALANCEO .....	38
4.7.2.CAMINATA .....	38
4.7.3 CUNITA.....	38
4.7.4 BALDOSA.....	39

4.7.5. SALIDA BASICA .....	39
4.7.6. OCHO ATRÁS .....	40
4.7.7. OCHO ADELANTE.....	40

## **5. PARTE SPERIMENTALE** **41**

---

<b>5.1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>41</b>
<b>5.2. SOGGETTI E MODALITÀ DEL CORSO .....</b>	<b>42</b>
<b>5.3. METODI .....</b>	<b>51</b>
5.3.1. UNIFIED PARKINSON'S DISEASE RATING SCALE (MDS-UPDRS).....	51
5.3.2. OPTOKINETIC GAIT ANALYSIS .....	52
<b>5.4. RISULTATI.....</b>	<b>57</b>
5.4.1. GAIT ANALYSIS.....	57
5.4.2. UNIFIED PARKINSON'S DISEASE RATING SCALE (MDS-UPDRS).....	65
<b>5.5. DISCUSSIONE.....</b>	<b>67</b>
<b>5.6. LIMITI DELLO STUDIO E CONCLUSIONI .....</b>	<b>70</b>

## **6. BIBLIOGRAFIA** **72**

---

# **1. LA MALATTIA DI PARKINSON**

## **1.1 INTRODUZIONE**

La malattia di Parkinson è una patologia neurologica di tipo neurodegenerativa che colpisce il sistema nervoso centrale. Questa condizione è prodotta dal deficit di un neuro modulatore detto dopamina unitamente alla deplezione delle proiezioni dopaminergiche destinate al nucleo striato. La dopamina viene prodotta a livello della pars compacta della sub stantia nigra, una struttura facente parte dei nuclei sottocorticali insieme al nucleo caudato, putamen, al nucleo peduncolo pontino, al globo pallido e al nucleo subtalamico di Luys. L'insieme di queste strutture costituisce il sistema sottocorticale deputato a varie funzioni come quella di garantire fluidità al movimento, la funzione di blocco improvviso, di start nel movimento ed ha anche una importante ruolo nella traduzione degli stati emozionali in azioni motorie.

## **1.2 EZIOPATOGENESI**

La malattia venne osservata per la prima volta nel 1817 da James Parkinson e tuttora porta il suo nome, l'eziopatogenesi però rimane attualmente sconosciuta, tuttavia sono sempre più numerose, evidenze scientifiche che suggeriscono un origine di tipo multifattoriale che coinvolge sia fattori genetici che ambientali. Stress ossidativo, disfunzione mitocondriale, alterazioni lisosomi ali e cambiamenti neuro infiammatori e sono solo alcune delle potenziali cause che si presume essere alla base dell'esordio della malattia [1].

### **1.3 SINTOMATOLOGIA**

La malattia di Parkinson comporta un decorso inevitabilmente progressivo che va avanti indipendentemente dal trattamento farmacologico. Il corso naturale della patologia definisce una progressiva disabilità motoria determinata principalmente da una compromissione della deambulazione, dell'equilibrio e più in generale da un deficit del sistema posturale. Da quest'ultima espressione deriva inattività, perdita di autonomia, isolamento sociale, un rischio maggiore di cadute.

La patologia prevede quattro sintomi cardine che sono il tremore, la bradicinesia, la rigidità e l'instabilità posturale.

Nella sua forma classica il tremore che caratterizza la malattia di Parkinson si verifica a riposo ed è presente in circa il 70% dei pazienti parkinsoniani e consiste in un movimento involontario ritmico, con frequenza di circa 4-6 Hz che se compare all'esordio della patologia è tipicamente distale ed unilaterale. Con l'evolvere della malattia, il tremore va ad interessare progressivamente tutto l'emisoma fino a colpire, nei casi più gravi, anche l'arto controlaterale, il capo e il collo. È possibile osservare un tremore anche nell'esecuzione di movimenti e nel mantenimento di posture, mentre scompare durante il sonno e può accentuarsi in particolari stati di agitazione, ansietà, paura, sforzi fisici e calcoli mentali.

Con bradicinesia si intende la difficoltà ed il rallentamento sempre presente nell'iniziare ed eseguire il programma motorio e si estrinseca anche laddove vi sia la necessità di abbandonare uno schema motorio per passare ad un altro, in cui è possibile assistere ad un'ulteriore riduzione dell'ampiezza e della velocità dei movimenti ripetitivi. I segni iniziali interessano principalmente i gruppi muscolari distali e la bradicinesia si manifesta non soltanto nell'aumento della latenza nell'iniziare i movimenti, ma anche e soprattutto nell'esecuzione di schemi motori complessi con ampio coinvolgimento della deambulazione che risulta essere lenta e difficoltosa.

La rigidità invece, seppure presente in tutta una serie di diverse condizioni patologiche, si presenta comunque in ogni caso di malattia di Parkinson. Essa consiste in un particolare aumento del tono muscolare che va ad interessare tutti i gruppi muscolari, sia gravitari che antigravitari, con predominanza generalmente per i flessori. La rigidità è apprezzabile alla mobilizzazione passiva, dove si manifesta sotto forma di un'aumentata resistenza durante tutto l'excursus del movimento, con la caratteristica manifestazione dell'effetto a "troclea dentata" o "tubo di gomma".

L'instabilità posturale origina da una serie di fattori, primi fra tutti la perdita dei riflessi posturali, la rigidità e la bradicinesia. In particolar modo, la perdita dei riflessi posturali, è una condizione che si verifica precocemente nel decorso della patologia fino a determinare, nelle fasi più avanzate, la totale perdita di capacità nel correggere la propria postura rapidamente, aumentando notevolmente il rischio di cadute e favorendo un'accelerazione progressiva dell'andatura definita cinesia paradossa. Col progredire della patologia, questi soggetti possono presentare una tipica modificazione della postura caratterizzata dall'anteroflessione del capo e del collo che determina una generale tendenza a portare in avanti il proprio baricentro e un'alterazione della deambulazione, composta da piccoli passi, veloci e striscianti, peso che si sposta sull'avampiede, assenza di rotolamento del piede e riduzione fino all'assenza dei movimenti sincinetici degli arti superiori.

Altri tipici segni motori della malattia di Parkinson sono: la micrografia, ossia la capacità del paziente di iniziare la scrittura con caratteri normali che vanno progressivamente a ridursi in dimensione fino ad arrivare all'incomprensibilità; l'amimia, ovvero la riduzione o la totale mancanza della mimica facciale; la bradifrenia o bradilalia, cioè l'alterazione dei vocalizzi con modificazione della regolare prosodia e modificazioni anche nel tono e nel ritmo della parola. Negli anni recenti è apparso sempre più evidente come i sintomi non motori e non dopaminergici risultino presenti sempre nella progressione della patologia e soventemente anche nella fase subito precedente all'esordio dei disturbi motori e



quindi alla diagnosi [2]. Essi assumono un ruolo rilevante soprattutto nelle fasi più evolute, determinando un aumento della disabilità ed una generale diminuzione della qualità della vita, soprattutto se si tiene in considerazione il fatto che la regolare terapia con L-dopa presenta una scarsa efficacia nel trattamento di queste condizioni.

Sintomi quali il deficit olfattivo, disordini del sonno (REM sleep behaviour disorder – RBD), l'abbassamento del tono dell'umore e la stipsi possono comparire anche molto prima dei disturbi motori [3; 4]. Ampio è il corredo di sintomi non motori che sono stati descritti nel corso naturale della malattia, come ad esempio i disordini neuropsichiatrici e cognitivi (apatia, depressione, ansia), nonché disturbi di tipo disautonomico (disfunzioni vescicali, della salivazione, ipotensione ortostatica, disturbi sessuali, sintomi gastrointestinali, dolore e parestesie, fatica, seborrea, perdita di peso) [2].

#### **1.4 DIAGNOSI**

La diagnosi della malattia di Parkinson è di tipo prevalentemente clinico e viene effettuata sulla base di quanto emerge dall'esame neurologico approfondito, dall'accurata anamnesi e dai segni e sintomi caratteristici della malattia, in relazione al deficit dopaminergico dovuto alla degenerazione nigro-striatale. Risulta essere di eccezionale rilevanza diagnostica, la somministrazione delle specifiche scale di valutazione internazionali, prima fra tutte l'UPDRS (Unified Parkinson's Disease Rating Scale) la quale, nelle prime tre sezioni, indaga aspetti cognitivi, psichici e comportamentali, nonché l'autonomia nelle Activity of Daily Living ed il profilo di disabilità motoria del paziente, passando in analisi ogni singolo sintomo ed ogni segno clinico della malattia.

Il quadro clinico della malattia di Parkinson è classificato in stadi, in base al grado di disabilità e di compromissione della motricità.

<b>STADIO 1</b>	Forma monolaterale con deficit funzionale
<b>STADIO 1.5</b>	Forma monolaterale con compromissione assiale
<b>STADIO 2</b>	Forma bilaterale senza disturbi dell'equilibrio
<b>STADIO 2.5</b>	Forma bilaterale senza disturbi posturali e dell'equilibrio, evidenti solo alle manovre test
<b>STADIO 3</b>	Forma bilaterale con iniziali deficit dell'equilibrio: il paziente conserva una certa capacità lavorativa ed è fisicamente capace di condurre una vita indipendente
<b>STADIO 4</b>	Grave disabilità; ancora in grado di camminare o stare in piedi senza assistenza
<b>STADIO 5</b>	Il paziente è costretto a letto o in carrozzina

*Stadi clinici di invalidità della malattia di Parkinson secondo Hoehn e Yahr (1967), modificati da Fahn et al(1987).*

### **1.5 TERAPIA MEDICA**

Ad oggi, nonostante grandi passi avanti realizzati negli ultimi anni nell'ambito diagnostico, non esiste un intervento risolutivo in grado di migliorare il processo di degenerazione e di rallentare il decorso della malattia. Le terapie a disposizione hanno dunque un'efficacia di tipo strettamente sintomatologico, che mira al controllo dei sintomi responsabili della disabilità attraverso una compensazione dopaminergica.

## **1.6 TERAPIA SINTOMATOLOGICA**

La L-dopa (3,4-diidrossi-1-fenilalanina) è un precursore della dopamina che trova il suo razionale impiego nel ripristino dei livelli di dopamina del sistema nervoso centrale, basandosi sul presupposto che i sintomi motori della malattia sono principalmente determinati dalla degenerazione del circuito dopaminergico nigro-striatale. La L-dopa viene somministrata unitamente ad una molecola inibitrice della dopa-decarbossilasi (DDI), cosa che riduce l'attività catabolica di questo fattore periferico ed aumenta quindi la biodisponibilità di farmaco a livello centrale. La combinazione di L-dopa e DDI è considerato monoterapia con L-dopa. Alla Levodopa si possono poi associare le levodopa/carbidopa (Sinemet) e la levodopa/benserazide (Madopar). Nella fase iniziale dell'esordio patologico e per diversi anni a venire, i sintomi risultano essere molto ben controllati dalla terapia, tanto da permettere al paziente di poter continuare a svolgere le proprie attività di vita quotidiana in piena autonomia. Purtroppo, dopo questo lasso di tempo, che ha una durata variabile dai 2 ai 10 anni, nella maggioranza dei pazienti (80-85%) in terapia con L-dopa, si assiste alla comparsa di una complessa fenomenologia detta "fase scompensata della malattia" o "sindrome da trattamento cronico con L-DOPA" (long term treatment syndrome o LTTS). La terapia prolungata con L-dopa può infatti dare origine a tutta una serie di diverse complicazioni:

- Wearing off (o deterioramento da fine dose) che consiste in una riduzione delle prestazioni motorie a causa della comparsa di acinesia e rigidità, appena prima dell'assunzione della dose successiva;
- Il fenomeno on-off, caratterizzato da periodiche fluttuazioni della risposta al trattamento, con alternanza di periodi di assoluta e imprevedibile immobilità seguiti da periodi di aumento della mobilità, a cui si associano anche discinesie iatrogene;
- Turbe neuropsichiatriche, caratterizzate da disturbi del sonno e allucinazioni.

## **1.7 RIABILITAZIONE NELLA MALATTIA DI PARKINSON**

La malattia di Parkinson non ha ancora una cura risolutiva cosicché il trattamento può solo essere mirato alla riduzione della sintomatologia. La riabilitazione e con essa la fisioterapia si imposero nel trattamento di questa patologia, prima della diffusione del trattamento con levodopa, ma in seguito i successi della terapia farmacologica ne fecero diminuire l'importanza. Col passare degli anni, accertati gli evidenti limiti del trattamento farmacologico, la FKT ha ripreso ad avere un ruolo importante nella riabilitazione della MP, infatti considerata la progressione della malattia e le complicanze dovute ai farmaci, la terapia riabilitativa attualmente rappresenta un necessario completamento della terapia farmacologica. E' importante quindi eseguire la terapia riabilitativa dai primi sintomi della malattia, in base allo specifico profilo di disabilità, alla stadiazione della patologia, alla terapia farmacologica e alla situazione socio-familiare e lavorativa. Con il progredire della disabilità e della malattia, si avrà bisogno di un approccio terapeutico multidisciplinare.

## **1.8 FISIOTERAPIA NELLA MALATTIA DI PARKINSON**

Il ruolo della riabilitazione, in tutti gli stadi è quello di migliorare la performance motoria favorendo l'esecuzione del movimento in tutti i suoi aspetti, riducendo la rigidità, prevedendo i vizi di posizione, le limitazioni articolari, correggendo le alterazioni posturali, adottando strategie di movimento, migliorando l'equilibrio e la deambulazione. La riabilitazione fisioterapica viene dunque svolta al fine di ottenere la massima autonomia possibile in relazione alla gravità dei sintomi e la massima integrazione sociale, assicurando una qualità della vita il più possibile elevata. La fisioterapia ha lo scopo di promuovere un'integrazione sensori-motoria e questo viene realizzato facilitando le abilità motorie ostacolate o mascherate, in modo più o meno grave, dai segni tipici della malattia, come la rigidità e la bradicinesia. Inoltre, l'attività motoria potrà ridurre l'insorgere di complicazioni legate al "non uso", come le retrazioni muscolari e le limitazioni

articolari che contribuiscono alla già presente alterazione della postura, generando ulteriori disturbi biomeccanici ed algie diffuse. Nella pratica, per prevenire l'instaurarsi delle suddette complicanze e l'alterazione dello schema corporeo, il trattamento della rigidità si basa su:

- Fisioterapia respiratoria: in seguito alla rigidità e all'atteggiamento in flessione del tronco, potrebbe instaurarsi bronco pneumopatia restrittiva;
- Mobilizzazioni passive, allungamenti e pompages articolari, per mantenere l'integrità delle strutture muscolo-connettivali ed articolari;
- Mobilizzazioni attivo-assistite, come nel caso dello svincolo dei cingoli, effettuate in associazione alla respirazione e ad ausili come bastoni o palle mediche.

Per quanto riguarda la perdita degli automatismi nella pratica fisioterapica si propone al paziente con malattia di Parkinson:

- Rieducazione dei passaggi posturali secondo la progressione piramidale del movimento;
- Rieducazione dei trasferimenti posturali e insegnamento del corretto passaggio dalla posizione seduta alla stazione eretta (sit to stand);
- Lavoro sulle reazioni di raddrizzamento, di equilibrio e paracadute.

Nell'ambito della bradicinesia, un altro dei sintomi cardine della malattia di Parkinson:

- Condizionamento con stimoli (cues) visivi o uditivi per facilitare la deambulazione ed i cambi di direzione; [8]
- Lavoro sulla coordinazione motoria con esercizi effettuati sia al lettino, sia in stazione eretta, che siano in grado di favorire tutte le attività di reciprocità degli arti;
- Tapis roulant e cyclette;
- Percorsi.

Infine per il tremore sostanzialmente si può andare ad agire in modo molto limitato con:

- Tecniche di rilassamento tramite training autogeno o fisiochinesiterapia respiratoria;
- Attività di gruppo.

Per quanto riguarda i disturbi d'equilibrio, alcuni autori suggeriscono l'impiego di un training di tipo vestibolare [9 ; 10], il quale consiste nell'applicazione di un insieme di strategie sensori-motorie che permettono di migliorare le reazioni di equilibrio ed ottenendo un ricondizionamento fisico. Nella pratica gli esercizi consistono in tecniche riabilitative per la rieducazione del riflesso vestibolo spinale (VSR) e per il riflesso vestibolo oculomotore (VOR). Il primo ci permette di fissare oggetti sulla retina durante i movimenti del capo, mentre il secondo riflesso consente di attivare i muscoli estensori del collo, tronco e arti, in risposta ad una accelerazione. Tecniche rieducative per il VSR sono:

- Training al tapis roulant: il paziente sarà sottoposto a cambi di accelerazione e velocità progressivamente in aumento, ad occhi chiusi e senza appoggi. Il fisioterapista, posizionato dietro al paziente, potrà correggere eventuali cambi direzionali e perdite di equilibrio;
- Esercizi sulla piattaforma stabilometrica, nel quale verrà richiesto il raggiungimento di un target visivo mobile proiettato su un monitor posizionato di fronte al soggetto;
- Riconoscimento di percorsi geometrici, che consiste nel riconoscere ad occhi chiusi un percorso in rilievo posto sul pavimento tramite percezione podalica;
- Boite statica e dinamica: il soggetto sarà in stazione eretta su un tappetino, che ha lo scopo di perturbare le afferenze podaliche . nel primo caso dovrà controllare ad occhi chiusi le oscillazioni stando fermo in stazione eretta. Nel secondo caso verrà richiesta una marcia sul posto con le braccia tese in avanti.

Per quanto riguarda le tecniche rieducative per il VOR troviamo:

- Tecnica Five di Vicini che prevede cinque posizioni diverse in cui il soggetto deve ruotare il capo a destra e a sinistra fino ad evocare una sensazione vertiginosa, dovrà infine abolirla fissando un target visivo;
- Point de mire: consiste nel fissare un punto durante i movimenti del capo in flessione estensione, in rotazione destra e sinistra e in inclinazione rotazione laterale.

Per quello che concerne la deambulazione vengono trattati diversi aspetti che caratterizzano la marcia del soggetto con MP:

- Condizionamento del passo a stimoli uditivi ritmici;
- Insegnare strategie per combattere l'acinesia e il freezing del cammino (come sollevare le dita dei piedi o il tallone e spostare il carico su un arto);
- Allenare i vari parametri della deambulazione come la lunghezza, la larghezza, l'altezza e direzionalità del passo;
- Lavorare su modalità di cammino variato come start e stop, cambi di direzione di marcia, cammino laterale e indietro;
- Allenare il paziente con percorsi sconnessi e ostacoli.

Non di poco conto è l'aiuto che la terapia di gruppo sa dare a queste persone, soprattutto per ciò che riguarda l'aspetto relazionale e la condivisione ed il superamento di alcune difficoltà motorie. Dietro l'aspetto ludico della terapia di gruppo, vi sono degli esercizi che mirano a lavorare sul reclutamento muscolare, sull'equilibrio, sullo svincolo dei cingoli e sulla velocità dei movimenti.

Per l'impaccio motorio una delle strategie proposte, consiste nella segmentazione dei movimenti complessi così da poter essere effettuati secondo una specifica sequenza di fasi elementari che li compongono, ed eseguire quest'ultime in maniera sequenziale, come succede nella frammentazione dei passaggi posturali. Il frazionamento dei schemi motori può essere utilizzato anche per sviluppare dei training mirati alla rieducazione della fase di seduta e sollevamento dalla sedia in posizione eretta, intervenendo su un'azione molto frequente nella vita quotidiana e causa spesso di cadute [5; 6]. La caduta del paziente affetto da patologia di

Parkinson è infatti un evento molto comune e la sua incidenza è compresa fra il 33% ed il 68% [7].

L'esercizio fisico è un potente strumento in grado di migliorare oltre le performance motorie, anche la qualità di vita a breve termine [2], come è stato dimostrato da uno studio recente.

Bisogna infine considerare le fluttuazioni che tipicamente vengono a verificarsi durante il trattamento farmacologico nel corso della giornata, legate ad una variazione della risposta dei recettori dopaminergici o ad un'alterazione dell'assorbimento intestinale del farmaco [2]. Per questo è prevista la possibilità di tenere un diario quotidiano su cui riportare il numero di ore in "on" ed il numero di quelle in "off". Grazie al diario del wearing off, il fisioterapista può valutare il momento della giornata più opportuno e favorevole per la riabilitazione motoria.

E' inoltre fondamentale che il paziente impari a gestire eventuali reazioni psico-emotive legate al sopraggiungere della fase off.



## **2. LA DEAMBULAZIONE**

### **2.1. CAMMINO FISIOLÓGICO**

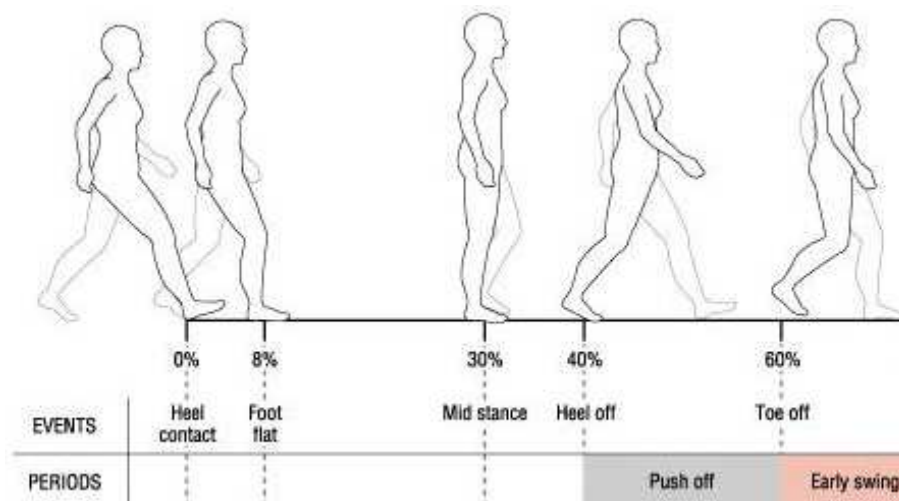
Con il termine deambulazione, si intende la successione di movimenti ritmici alternati degli arti inferiori, bacino, tronco, arti superiori e capo che determinano uno spostamento in avanti del centro di gravità. Non esiste volontarietà nel cammino se non nel suo avvio, nelle variazioni di percorso e nella decisione di arrestarsi. Tutti i movimenti infatti avvengono in maniera automatica secondo un programma ontogenetico che inizia ad un anno e si perfeziona verso i tre. Il “Ciclo del passo” (stride) viene definito come l'insieme dei movimenti compresi tra due successivi istanti di contatto con il terreno dello stesso piede (di solito il contatto del tallone). Il Ciclo del Passo, che per convenzione inizia con l'appoggio del tallone del piede destro, è suddiviso in una fase di appoggio (STANCE PHASE) durante la quale il piede mantiene il contatto con il terreno e una fase di sospensione (SWING PHASE) durante la quale invece il piede si porta in avanti. La fase di appoggio è il periodo di tempo che inizia col contatto del tallone sul terreno e finisce col distacco delle dita, quando inizia dunque la fase oscillante e rappresenta nel cammino normale circa il 60% dell'intero ciclo del passo. La fase di oscillazione invece è il periodo di tempo in cui il piede non è in contatto con il pavimento e rappresenta nel cammino normale circa il 40% del ciclo del passo.

#### ***2.1.1. FASE DI APPOGGIO***

La fase di appoggio si costituisce di un periodo frenante e uno propulsivo ed è caratterizzata da eventi significativi che espressi in ordine cronologico risultano essere:

- *HEEL STRIKE (Contatto tallone)*: appoggio del tallone del piede destro nello stesso momento in cui il piede sinistro inizia la spinta sull'avampiede e rappresenta circa il 12% della fase d'appoggio;

- *FOOT FLAT* : il piede destro aderisce con tutta la pianta al suolo, la caviglia si flette leggermente in risposta al carico del peso del corpo sull'arto mentre il piede sinistro, staccatosi dal terreno, avanza verso il destro;
- *MID STANCE (Pieno appoggio)*: il piede destro ha pieno contatto con il terreno mentre il sinistro si trova al livello del destro, si tratta di un momento in cui l'equilibrio è molto instabile in quanto l'arto ha superato la verticale del corpo. Rappresenta circa il 60% della fase d'appoggio;
- *HEEL OFF (Distacco tallone)*: distacco del calcagno del piede destro dal terreno (28%);
- *TOE OFF (Distacco dita)*: infine si allontanano le dita del piede destro dal suolo ed è questa la fase in cui avviene il trasferimento del peso. I muscoli posteriori della gamba si contraggono producendo l'estensione della caviglia e delle articolazioni metatarso falangee, fornendo una spinta verso l'alto e in avanti.



*Rappresentazione dei cinque eventi che compongono la fase di appoggio sul piede destro.*

Dal punto di vista muscolare nelle varie fasi d'appoggio si ha l'attivazione di diversi gruppi muscolari.

*HELL STRIKE:*

- Quadricipite;
- Ischiocrurali;
- Grande gluteo;
- Ileopectineo controlaterale.

*MID STANCE:*

- Flessori plantari;
- Gastrocnemio;
- Medio e Piccolo Gluteo;
- Tensore fascia lata.

*HELL OFF:*

- Grande gluteo;
- Flessori plantari;
- Tibiale anteriore.

*TOE OFF:*

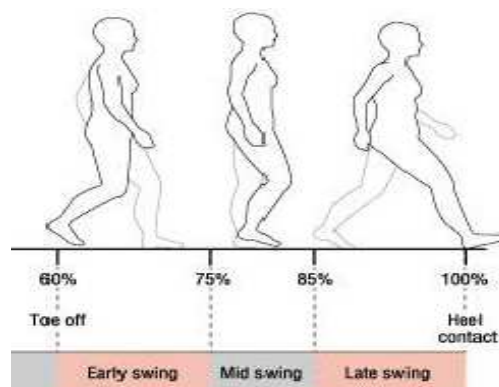
- Muscoli intrinseci del piede;
- Quadricipite;
- Ischiocrurali;
- Adduttori.

### **2.1.2.FASE DI SOSPENSIONE**

La fase di sospensione invece segue la fase di *toe off* ed è suddivisibile in tre sottofasi:

- *INITIAL SWING*: il periodo iniziale in cui l'arto inferiore si sposta in avanti, subito dopo il distacco dal terreno, in conseguenza della flessione di anca, ginocchio e dorso del piede;
- *MID SWING*: la caviglia si flette per azione del muscolo tibiale anteriore, l'anca flessa fa avanzare la coscia con spostamento dell'arto da una posizione posteriore ad una anteriore al tronco, creando una forza propulsiva;
- *TERMINAL SWING*: decelerazione della coscia per contatto del tallone con il suolo e contemporaneamente sollevamento del tallone dell'arto controlaterale.

Nella fase di sospensione quindi possiamo riconoscere un passo posteriore fino al passaggio dalla verticale e un passo anteriore.



*Raffigurazione dei tre eventi significativi che compongono la fase di sospensione del ciclo del passo.*

Dal punto di vista muscolare nelle varie fasi dell'oscillazione si ha l'attivazione di diversi gruppi muscolari.

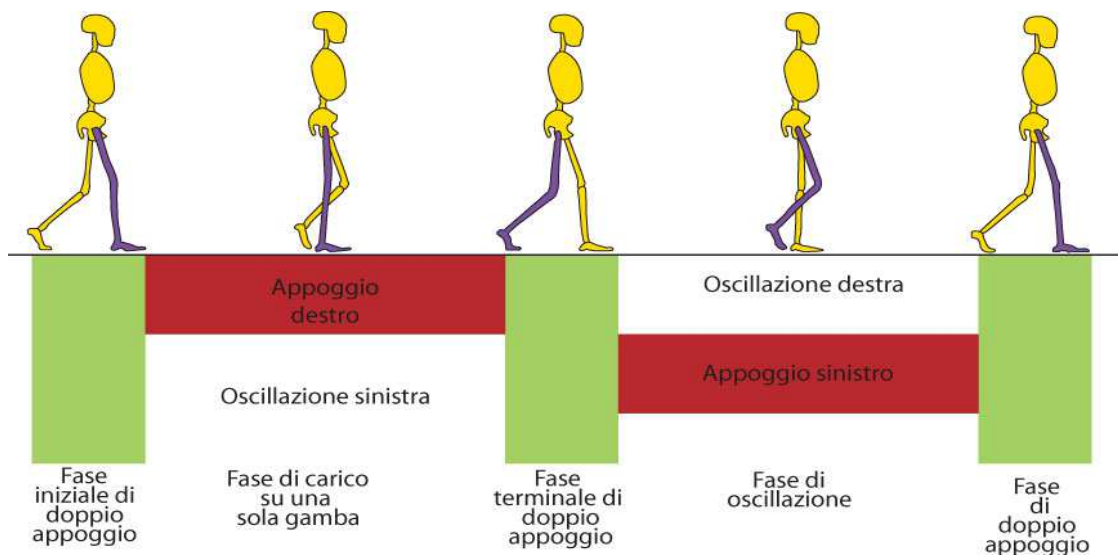
*PRIMA OSCILLAZIONE (PASSO POSTERIORE):*

- Ileopsoas;
- Sartorio;
- Gracile.

*SECONDA OSCILLAZIONE (PASSO ANTERIORE):*

- Flessori dorsali;
- Ischiocrurali;
- Grande gluteo.

Dopo la fase di *Terminal Swing* il movimento ricomincia con un nuovo ciclo del passo che ha inizio sempre con l'appoggio del tallone destro.



*Rappresentazione del ciclo del passo destro e sinistro*

### **2.1.3.PARAMETRI DELLA DEAMBULAZIONE**

Importanti parametri del passo sono la fase di doppio appoggio, la lunghezza, la larghezza, l'angolo, la velocità e la durata.

La **fase di doppio appoggio (double stance)** rappresenta il periodo di tempo nel quale entrambi i piedi si trovano a contatto col suolo ed è una condizione che si manifesta all'inizio e alla fine di ogni ciclo del passo.

Per **Lunghezza (stride)** si intende la distanza tra due appoggi successivi a terra dello stesso tallone; coincide con la lunghezza del piede più lo spazio percorso in aria e dipende soprattutto dalla lunghezza degli arti inferiori e dalla velocità del cammino.

La **Lunghezza del passo anteriore o Semipasso (step)** è invece la distanza tra l'appoggio di un tallone e quello dell'altro tallone. Nel cammino fisiologico la lunghezza dei due passi anteriori è uguale, mentre in molti cammini patologici è diversa.

La **Larghezza del Passo** è la distanza sul piano frontale del tallone dalla linea mediana di progressione, è in media di 5,5-6 cm e tende ad aumentare con l'aumento della velocità.

Troviamo poi la **Durata del passo** che è uguale per i due lati come pure è uguale l'intervallo tra l'appoggio di un piede e quello dell'altro piede, uguaglianza conservata anche in caso di interessamento patologico asimmetrico dei due arti inferiori. La durata del passo invece varia con il variare della velocità; a velocità normale è poco più di un secondo.

Infine la **Velocità del Cammino** che può variare da poche centinaia di metri a 10km/h ed è uguale al prodotto della lunghezza media del passo per la sua frequenza, che è il numero di passi compiuti nell'unità di tempo. La velocità del primo passo in genere è circa 1/3 della velocità normale, che viene raggiunta già al terzo passo. Ogni individuo ha una sua velocità normale o libera che è quella

che assumiamo quando possiamo spostarci senza costrizioni ed è possibile aumentarla incrementando la lunghezza del passo o la sua frequenza.

#### **2.1.4.MOVIMENTI ARTICOLARI DURANTE LA DEAMBULAZIONE**

Durante la deambulazione avvengono numerosi movimenti delle singole articolazioni e sezioni corporee:

Per quanto riguarda il **Tronco**, sul piano frontale si inclina verso il lato in appoggio di circa 1,5 cm, mentre sul piano sagittale rimane pressoché verticale durante tutto il ciclo.

Il **Bacino** sul piano frontale risulta essere più elevato dal lato di appoggio con un inclinazione media di circa 5°. Sul piano orizzontale invece l'anca del lato oscillante all'inizio della sospensione risulta arretrata mentre alla fine della stessa è avanzata rispetto all'altra anca. Sul piano sagittale invece il bacino esegue sul femore un lieve(5°) movimento di inclinazione in avanti, subito dopo il contatto di ognuno dei talloni.

L'**Anca** durante la maggior parte del ciclo è in flessione di 30°-35°, si estende durante l'appoggio fino al distacco del tallone per ricominciare a flettersi prima del distacco delle dita. E' invece in posizione di riferimento al distacco delle dita e anche subito prima dello spostamento del baricentro oltre la verticale, dal lato in appoggio. Sul piano orizzontale l'anca in appoggio va in rotazione interna, quella in sospensione va in rotazione esterna. Sul piano frontale si ha una leggera abduzione dell'anca in appoggio e una leggera adduzione di quella in sospensione che consentono l'oscillazione del bacino sul piano frontale. Rispetto all'asse longitudinale della coscia invece, l'anca esegue un movimento di rotazione mediale e laterale rispettivamente di 5° e 10° nei loro valori massimi, rotazione che innesca le rotazioni verso l'interno della coscia e della gamba della fase di sospensione.

Il **Ginocchio**, al contatto del tallone a terra, è in leggera flessione sul piano sagittale che si accentua fino a 20° quando il baricentro corporeo oltrepassa la verticale (l'angolo di flessione è tanto maggiore quanto maggiore è velocità di deambulazione). Si estende nuovamente alla fine della flessione dorsale della caviglia, torna in posizione di riferimento al distacco del tallone per flettersi subito dopo fino a raggiungere i 60° poco dopo il distacco delle dita. Ritorna rapidamente alla posizione 0 per ricominciare a flettersi subito prima del contatto. Durante la fase di appoggio la tibia ruota verso l'esterno di qualche grado, rotazione che si accentua invece nel momento di massima estensione del ginocchio.

La **Gamba** forma con il piano orizzontale un angolo aperto in avanti che al contatto del tallone è di circa 100°-120°, al pieno appoggio 90°, alla fine dell'appoggio 35°-40°. Sul piano orizzontale ruota verso l'interno di circa 20° per tutta la fase di sospensione e per il primo 15% dell'appoggio, poi ruota in fuori. La Coscia al momento di contatto del tallone è in linea con la gamba formando infatti un angolo aperto in avanti di 120°-130°. Si trova a metà dell'appoggio in posizione verticale, poi diventa 70° e infine 80° alla fine dell'appoggio.

La **Caviglia** va incontro a movimenti di flesso -estensione : compie una flessione dorsale di 5-10° al momento del contatto del tallone al suolo ,quando invece il piede è piatto sul terreno è in posizione 0. Con una flessione plantare di 15-20° il tallone si stacca da terra e infine flettendosi nuovamente consente al piede di alzarsi e non urtare il terreno durante l'oscillazione dell'arto inferiore.

Il **Piede** al momento del contatto del tallone è inclinato verso l'alto e in avanti di 30° ed è orientato all'esterno di circa 15°. Durante l'appoggio al suolo è orientato invece verso l'interno come anche al momento della spinta durante la quale è invece inclinato in basso e in avanti di 60° circa. Nella fase di appoggio singolo al suolo è piatto sul terreno. Sul piano frontale inoltre il piede subisce un movimento di rotolamento in senso latero-mediale dal bordo esterno verso



l'alluce (pronazione). L'appoggio del tallone precede quello della pianta e delle dita. Il tallone resta a terra per il 50% dell'appoggio, poi comincia a salire con una velocità pressoché identica alla velocità della successiva discesa, che però si riduce nella fase immediatamente precedente l'appoggio. L'intero piede rimane a contatto con il terreno per un tempo molto breve. La punta del piede si stacca da terra poco prima che il tallone raggiunga il punto più alto della traiettoria, poi discende insieme a tutto il piede e torna alla stessa altezza del tallone a circa  $\frac{3}{4}$  della fase di sospensione. Infine raggiunge il punto più alto nel momento in cui il tallone tocca terra. Segue poi la rapida caduta a terra, rallentata nell'ultima parte. Complessivamente quindi l'elevazione della punta del piede è modesta: 2-3 cm nel momento di massima elevazione del tallone e meno di 1cm quando il piede è orizzontale.

Il **Braccio** esegue movimenti reciproci rispetto a quelli della coscia: si porta indietro dal lato in sospensione e in avanti dal lato in appoggio. L'ampiezza dell'escursione media è di circa  $30^{\circ}$ - $35^{\circ}$ , di cui  $\frac{3}{4}$  per l'estensione. L'avambraccio invece non è in linea con il braccio, si sposta nello spazio più ampiamente del braccio nei due sensi.

Interessante infine notare, come la cinematica del cammino della donna rispetto a quella dell'uomo abbia una velocità media inferiore dovuta ad una minore lunghezza del passo, a sua volta determinata dalla minore statura, dalla ridotta escursione dell'anca e dalla ridotta rotazione del bacino. La frequenza del passo inoltre è più elevata e le oscillazioni verticali e laterali del capo sono meno ampie. La donna poi preferisce conservare l'equilibrio, spostando il baricentro prevalentemente usando il bacino e il piede al contrario dell'uomo che usa soprattutto il capo e il tronco. Anche gli arti superiori oscillano meno e la flessione del ginocchio è minore forse per il minor rapporto lunghezza piede-lunghezza gamba della donna.

## **2.2. DEAMBULAZIONE DELLA MALATTIA DI PARKINSON**

Le anomalie della deambulazione nel paziente con Malattia di Parkinson sono il risultato della combinazione di acinesia, rigidità e instabilità posturale. La più rilevante ai fini del cammino è proprio quest'ultima, che più risulta accentuata e più aumenta il rischio di cadute oltre al fatto che siamo in presenza di una fase avanzata della malattia, definita secondo H&Y dagli stadi da 3 a 5. I Pazienti con MP hanno uno spostamento all'indietro del centro di pressione plantare[11] con tendenza alla retropulsione. Questa alterazione li espone ad uno squilibrio in caso di perturbazioni che inducono un ulteriore spostamento posteriore del carico del corpo. Esistono tre tipologie di atteggiamenti posturali, quelli preparatori, quelli associati al movimento e quelli in risposta alle perturbazioni. I pazienti con MP hanno dei disturbi negli aggiustamenti posturali preparatori [13], infatti hanno difficoltà ad articolare le differenti sequenze motorie, soprattutto nel passaggio dalla fase preparatoria di un movimento, ovvero la fase posturale, alla fase di esecuzione del movimento stesso. Caratteristico di questa difficoltà è l'esistenza, negli stadi più avanzati di malattia, del fenomeno del freezing (congelamento); nell'istante di avvio della marcia, si presenta con un blocco motorio che si esplica durante la fase di appoggio del ciclo del passo e che fa sembrare i piedi del paziente incollati al pavimento. Anche gli atteggiamenti posturali in risposta alle perturbazioni sono gravemente compromessi, in particolare nell'organizzazione spaziale e temporale dei modelli di attivazione muscolare[14]. Questi pazienti mancano poi di flessibilità nella selezione di un repertorio posturale appropriato alla situazione[12] e questo, in combinazione con l'ipocinesia e la rigidità, li espone al rischio di cadute. Caratteristica è la difficoltà ad iniziare il cammino, come conseguenza della loro difficoltà di coordinare tutte le componenti di un movimento complesso. L'avvio del cammino consta infatti di una fase posturale preparatoria e una di movimento vera e propria, coordinate da un comando motorio che agisce a livello dei muscoli distali. In questi pazienti la fase posturale risulta allungata, mentre c'è una riduzione della forza propulsiva nella

fase di movimento. La difficoltà di coordinazione compare come conseguenza dell'instabilità posturale e ha la sua massima espressione del fenomeno del freezing che si verifica ad inizio marcia. In realtà la stessa problematica la si ritrova anche nei cambi di direzione di marcia in quanto anche questi, prevedendo un nuovo orientamento di più segmenti corporei, rappresentano dei movimenti complessi. Una volta avviato il cammino, molti pazienti mostrano una riduzione della velocità della marcia che risulta essere infatti il 68% di quella in controlli sani. Nella MP in media è di 40- 60 m/min, contro i 75-90m/min dei soggetti sani[15]. Altri pazienti invece, superata l'esitazione iniziale hanno un passo più spedito ma spesso il cammino risulterà avere un numero di passi maggiore (100- 110/min)[26], che saranno anche più piccoli e sempre più veloci (festinazione). Inoltre la lunghezza del passo è ridotta (0,4-0,9 m vs 1,2 - 1,5 dei controlli sani) [15] e c'è difficoltà ad alzare i piedi che tendono ad essere trascinati sul suolo. Problematico è anche l'arresto o il cambio di direzione di marcia. L'andatura si accompagna ad una ridotta escursione del tronco, delle anche e ginocchia, ad un ridotto pendolarismo degli arti superiori, generalmente più accentuato da un lato, e ad un atteggiamento del tronco rigidamente inclinato in avanti con capo flesso (camptocormia). Gli arti inferiori sono leggermente flessi su anche e ginocchia, gli arti superiori sono addotti e gli avambracci e i polsi sono leggermente flessi. Il soggetto dà l'impressione durante la marcia di cadere in avanti da un momento all'altro e di rincorrere il proprio baricentro (propulsione). Spesso l'appoggio del piede, al termine della fase di sospensione, non viene eseguito sul tallone (heel strike) ma sull'intera pianta, oppure sull'avampiede nel caso di festinazione. La fase di rotolamento, in entrambi i casi, viene meno, portando ad una diminuzione della fase di appoggio monopodalico (mid-stance) e di sospensione (swing) e ad un aumento di quella di doppio appoggio (double-stance) (35% vs 20-30%) portando al trascinarsi dei piedi [16]. Tutto questo sarebbe verosimilmente da attribuire ad un deficit di forza muscolare prevalentemente a carico dei muscoli flessori plantari e del gastrocnemio. Il ritmo del passo invece risulta conservato[15].

### **2.3. CONTROLLO NEUROLOGICO DELLA DEAMBULAZIONE**

Il Cammino coinvolge tutti i segmenti corporei , diversi muscoli, aree e vie del sistema nervoso centrale. In particolare i processi neuro funzionali, che stanno alla base dell'attività locomotoria, sono organizzati in maniera gerarchica. Ad esempio lo schema motorio di base del passo è generato da circuiti spinali, mentre la capacità di iniziare o arrestare il cammino, di variare la velocità, di cambiare direzione o di modificare lo schema del passo, dipendono dal controllo di centri superiori. L'alternanza ritmica e l'automaticità del cammino sono sotto il controllo di centri generatori del cammino (CPG) multipli, ovvero un gruppo di interneuroni localizzati nella zona intermedia della sostanza grigia spinale tra L2 e L4. L'attività, di due diverse sottopopolazioni di interneuroni, coordina i rapporti di fase tra i due arti. Un gruppo di interneuroni inibitori promuove l'alternanza di flessione ed estensione tra i due arti, mentre un'altra classe di interneuroni eccitatori produce attivazione sincrona, di gruppi muscolari corrispondenti nei due lati. Una caratteristica importante di questi CPG è la loro capacità intrinseca di produrre attività ritmica in assenza di segnali afferenti o di controllo soprasspinale, in quanto questa è dovuta alle proprietà biofisiche della loro membrana plasmatica. Gli interneuroni inoltre possono considerarsi dei microprocessori che interpretano in modo flessibile le informazioni provenienti dai centri superiori e i segnali afferenti di natura propriocettiva e esteroceettiva, che forniscono momento per momento un'immagine sensoriale dello stato degli arti e della loro interazione con l' ambiente esterno. Sulla base di questi dati, adattano lo schema motorio attraverso diverse sequenze di attivazione spazio-temporale dei diversi gruppi muscolari. I Fusi neuromuscolari dei muscoli flessori e gli organi muscolo tendinei di Golgi dei muscoli estensori, rappresentano proprio quei segnali afferenti propriocettivi, provenienti dalla periferia che informano gli interneuroni su come e quanto l'arto viene caricato, sull'ampiezza della fase di oscillazione e su eventuali perturbazioni inattese. I recettori tattili sul dorso e sulla pianta del piede informano invece rispettivamente di eventuali ostacoli incontrati dal piede, durante l'oscillazione o

durante la fase di appoggio. Un altro aspetto fondamentale della locomozione è il supporto posturale ottenuto mediante il controllo del tono muscolare: le risposte posturali anticipatorie sono sotto il controllo della corteccia motoria. Insieme a questa, le vie piramidali ma soprattutto le connessioni tra corteccia e formazione reticolare ponto-midollare e il tratto reticolo spinale, formano il sistema di controllo posturale. A livello spinale in particolare riconosciamo due diversi sistemi, il rubro-spinale che si occupa del controllo fine della locomozione e il sistema reticolo e vestibolo spinale che rappresenta l'anello terminale del circuito del controllo posturale, in quanto agisce direttamente sui muscoli flessori e estensori da attivare a seconda dei casi. L'avvio della locomozione e l'adattamento alle diverse esigenze comportamentali è sotto il controllo di centri superiori, quali mesencefalo, cervelletto, corteccia e nuclei della base, ognuno dei quali contribuisce ad aspetti differenti. L'avvio della marcia, nonché la modulazione della frequenza del passo, la transizione tra diverse forme di locomozione (es cammino-corsa) sono regolate dalla regione locomotoria del mesencefalo che esplica la sua attività attraverso l'attivazione di vie discendenti della formazione reticolare ponto bulbare, dei nuclei del rafe e del locus ceruleus. La regione locomotoria subtalamica invece facilita l'attività della regione locomotoria del mesencefalo e induce risposte cardiovascolari e respiratorie, quali aumento della frequenza cardiaca, della pressione arteriosa e della ventilazione per adattare l'organismo alle aumentate richieste metaboliche legate all'attività locomotoria. I Centri mesencefalico e subtalamico a loro volta sono controllati dalle aree motorie della corteccia cerebrale, responsabili delle modificazioni volontarie dello schema locomotorio. Le aree corticali inoltre esercitano sia un controllo diretto, sull'attività dei centri locomotori, sia indiretto attraverso i nuclei della base (vie extra-piramidali). Questi ultimi disinibendo le aree bulbari coinvolte nella soppressione del tono muscolare, riducono il tono estensorio degli arti, facilitando quindi la fase flessoria del passo, meccanismo fondamentale per l'avvio del passo e per la regolazione della sua cadenza, due aspetti infatti compromessi nella MP. Un ruolo analogo di coordinazione è svolto

poi dal cervelletto: il verme e il nucleo fastigio infatti integrano le informazioni propriocettive con quelle vestibolari e producono il tono antigravitario adeguato alle varie fasi del ciclo del passo. La corteccia cerebellare e il nucleo interposito invece coordinano la metrica dei movimenti di locomozione. Attraverso i feedback propriocettivi infine il cervelletto coordina i movimenti dei vari segmenti dell'arto, garantendo così traiettorie stereotipate e posizionamenti del piede accurati durante la fase di appoggio. Questi risultano utili per la correzione istantanea della traiettoria del passo in caso di perturbazione esterna ma anche per la programmazione di aggiustamenti anticipatori dello schema locomotorio. L'avvio e le modificazioni volontarie del cammino richiedono infine l'intervento delle aree motrici della corteccia cerebrale, delle vie piramidali e dei circuiti striatali e cerebellari. L'attività delle aree motrici risulta perciò scarsamente correlata ai movimenti di deambulazione, quando questi vengono eseguiti in maniera automatica come per esempio durante il cammino lineare su una superficie pianeggiante. È più intensa se occorre modificare volontariamente il cammino, ad esempio per un cambio di direzione di marcia o per il superamento di un ostacolo, in quanto in questi casi è richiesta l'integrazione di ulteriori afferenze oltre le propriocettive e le esteroceettive ad esempio quelle visuomotorie.

### **3. LE TERAPIE COMPLEMENTARI**

#### **3.1. STIMOLAZIONE Uditiva E RITMO**

Vi sono testimonianze in letteratura che dimostrano come il condizionamento con stimoli uditivi possa apportare in soggetti affetti da MP dei notevoli miglioramenti in vari ambiti. Tramite una stimolazione uditiva, ottenuta con l'utilizzo di un metronomo, si è arrivati alla conclusione che la qualità del cammino, durante la sollecitazione con cues uditivi, risultasse migliore rispetto al cammino libero. Il cambiamento riguarda sia il tempo che il numero di passi, che emergono significativamente ridotti. La variazione è stata calcolata durante lo svolgimento di un percorso di prova che è stato eseguito anche con cammino in assenza della stimolazione uditiva. Risulta diminuito anche il numero di episodi di freezing presenti nei soggetti testati [17]. Studi recenti hanno dimostrato che una stimolazione, che focalizzi l'attenzione sia sul parametro spaziale che temporale, possa migliorare significativamente la velocità del cammino semplice e dual task. L'associazione di uno stimolo ritmico quindi uditivo combinato con un richiamo attentivo (“fai un passo lungo ad ogni battito del metronomo”) produce un miglioramento nell'ampiezza del passo [18;19]. Una struttura sonora ritmica, grazie a connessioni neuro anatomiche, è in grado di attivare circuiti neuronali implicati nel processo motorio. I suoni infatti possono esercitare un'influenza sulla via piramidale. Le aree del cervello implicate nella trasformazione del ritmo sono strettamente correlate a quelle coinvolte nella produzione del movimento, come la corteccia premotoria, l'area motoria supplementare (SMA), il cervelletto e i gangli della base [20]. Questi segnali acustici aiutano a regolare il tempo e il ritmo del cammino [21] e possono anche agire come un orologio interno che aiuta a regolare i processi neuronali carenti nella MP [22].

### **3.2. MUSICOTERAPIA**

Programmi di riabilitazione tramite musica possono essere efficaci nella MP ed è proprio su questa idea che si basa la Neurologic Music Therapy (NMT) che consiste nell'applicazione della musica a disfunzioni cognitive, sensoriali e motorie che provengono da patologie neurologiche [23]. Studi scientifici hanno dimostrato gli effetti benefici della musica sulla deambulazione in soggetti affetti da MP [24]. Studi recenti l'hanno inserita tra gli approcci complementari alla tradizionale terapia, essendo ormai consolidato il suo valore nella riabilitazione della patologia neurodegenerativa [25].

### **3.3. DANZA TERAPIA**

Partendo da queste evidenze, il nostro studio si è focalizzato su un tipo di metodica riabilitativa che comprendesse la musica, associandola però alla danza, in individui con MP di forma lieve-moderata. Evidenze scientifiche indicano che una regolare pratica di esercizi fisici comporta benefici fisiologici e cognitivi sugli anziani [26]. Numerosi dati indicano come l'esercizio fisico produca effetti positivi anche nei pazienti con Malattia di Parkinson (MP) tra cui: miglioramento delle funzioni motorie, mobilità, equilibrio [27]. In generale i pazienti con MP partecipano ad attività fisiche nel 15% in meno dei soggetti sani [37]. È stato dimostrato, con la partecipazione ad un programma di danza di coppia, di individui affetti da MP, che vi sono dei significativi miglioramenti nella Berg Balance Scale (BBS), nel 6 minutes walking test (6MWT) e nella qualità di vita, misurata per mezzo del Parkinson Disease Questionnaire 39 Summary Index (PDQ-39SI). I progressi ottenuti sono stati poi mantenuti al follow up di un mese [28]. La danza è in grado di apportare dei miglioramenti significativi anche nella sezione motoria dell' Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) con una riduzione del punteggio totale. Sono stati rilevati importanti incrementi anche nella velocità del cammino [29]. Un altro studio infine ha rilevato una serie di miglioramenti motori (BBS, Timed up and go, lunghezza e velocità del



passo) non associati però a modificazioni nella qualità di vita, nel punteggio dell'UPDRS sezione motoria e negli eventi di freezing del cammino [30].

### **3.4. TANGOTERAPIA**

Nell'ambito della danza intesa come terapia, uno studio in particolare ha rappresentato una notevole influenza sulla nostra scelta del tipo di ballo di coppia più adatto a soggetti con MP e che avesse maggiori evidenze scientifiche. In uno studio condotto nel 2009 [31] sono stati comparati gli effetti ottenuti tramite l'utilizzo della danza come terapia riabilitativa, in due gruppi composti da soggetti con MP. Nella prima classe di danza è stato utilizzato il tango argentino, mentre nella seconda si è optato per balli da sala americani come il Waltz e il Foxtrot. È stato riscontrato alla fine del progetto, grazie alla valutazione iniziale e finale dell'equilibrio, della mobilità e deambulazione avanti e indietro, che i risultati ottenuti nelle due classi di ballo non risultano omogenei. Sono stati notati dei miglioramenti, in entrambi i gruppi, nella BBS, nel 6MWT e nella lunghezza del passo all'indietro. Il tango argentino però sembra produrre effetti maggiori nel Timed Up and Go, apporta dei significativi miglioramenti nella lunghezza e velocità del passo e infine anche sul numero di episodi di freezing che risultano relativamente diminuiti mentre nel gruppo con Waltz e Foxtrot rimarrebbero inalterati [31]. Il fenomeno del freezing è ancora un argomento delicato, per la presenza in letteratura scientifica di articoli che espongono risultati contrastanti in merito alla possibile riduzione di questi episodi, infatti secondo alcuni rimangono inalterati anche a seguito di un progetto di tangoterapia [32]. Effetti maggiori determinati dal ballo sulla deambulazione, possono esser dovuti in parte alla natura stessa del ballo e dei movimenti che lo compongono. Ad esempio il tango incorpora degli spostamenti che sono simili alle strategie comunemente insegnate da fisioterapisti agli individui che presentano freezing del cammino. Uno stimolo visivo, come scavalcare un piede può aiutare a superare il momento di freezing. Allo stesso modo i passi di questo ballo possono

permettere al soggetto di sorpassare il piede del partner o attraversare con l'altro piede, l'arto bloccato. Inoltre alla base di questo ballo vi è il continuo spostamento del centro di massa da un piede all'altro, che ricorda un'altra strategia comunemente utilizzata per affrontare il freezing [31]. Il tango inoltre possiede un passo ritmico "camminato" che può essere considerato uno strumento di apprendimento che focalizza l'attenzione del paziente sullo schema di marcia [33].

L'esperienza sociale del ballo, sia come attività di gruppo che come esperienza motoria, effettuata con un partner può potenziare le capacità relazionali e sociali, migliorando il tono dell'umore e la qualità di vita [34]. Si è visto poi che attività come la danza e in questo particolare caso il tango, supportate da musica diminuiscono la concentrazione di cortisolo, mentre la presenza di un partner aumenta i livelli di testosterone [34].

Il progetto da noi portato avanti prevede un corso di tango argentino di coppia, anche se la letteratura suggerisce la possibilità di creare un percorso singolo. Sulla base dei dati ottenuti da uno studio presente in letteratura scientifica, si è notato che i risultati conseguiti, con un corso di tango individuale, sono sovrapponibili a quelli raggiunti dai soggetti con MP e rispettivo partner. Lo studio preso in esame [35] ha reclutato degli individui affetti da MP, assegnandoli a due classi di ballo, la prima con partner e la seconda senza partner. I partner includono gli operatori sanitari e i caregivers che hanno accettato di partecipare alle lezioni di tango argentino e solo nel gruppo Partner, i partecipanti con MP hanno sempre ballato con individui non affetti dalla patologia neurodegenerativa. Gli individui di entrambi i sessi con MP hanno impiegato il medesimo tempo nel ruolo di guida (maschile) e nel ruolo di guidato (femminile). I soggetti affetti da MP che compongono il gruppo Non-Partner hanno imparato gli stessi passi base e ruoli del tango argentino, così come successo nella prima classe, ma senza essere accompagnati da un partner. Era stato ipotizzato all'inizio dello studio che il gruppo Partner avrebbe portato a miglioramenti più evidenti rispetto al secondo gruppo, ma i trattamenti sono

apparsi ugualmente efficaci. In ogni caso, non sembra che per un individuo con MP, ballare tango argentino di coppia, possa ridurre l'equilibrio o creare dipendenza dall'aiuto del partner. Entrambi i gruppi sono significativamente migliorati nella Berg Balance Scale e nella velocità e cadenza del cammino e i progressi sono stati mantenuti a un mese di follow-up. Tramite la somministrazione di un questionario, basato sull'auto percezione che ogni soggetto ha avuto dei propri miglioramenti alla fine del progetto, si è notata una differenza tra i due gruppi. I non Partner sembrano aver notato maggiori miglioramenti nella coordinazione, mentre i Partner nella deambulazione e nella resistenza. Nessuna di queste percezioni però è stata confermata da significative differenze tra i dati statistici ottenuti nei due gruppi. Le persone provenienti dal gruppo Partner però hanno espresso un maggiore interesse nel continuare il corso di tango argentino. Sono stati infine riconosciuti ancora una volta i benefici apportati da i richiami attentivi ricorrenti nella danza, associati ai cues esterni uditivi, sempre presenti nella musica utilizzata nel tango argentino [35; 36]. In aggiunta ai miglioramenti, precedentemente riportati, a seguito di un progetto di tango terapia, uno studio pubblicato nel 2012 [37] ha posto l'attenzione su altri effetti benefici mai presi in considerazione. Sono stati coinvolti dei soggetti affetti da MP in un progetto di tango argentino che si è svolto nel corso di dodici mesi, con lezioni di ballo due volte a settimana, con valutazione all'inizio, a tre, sei e dodici mesi per mezzo della Activity Card Sort (ACS). Si tratta di una valutazione standardizzata che misura il livello di partecipazione alle attività della vita quotidiana, così come i cambiamenti percepiti nella partecipazione, in relazione a determinati eventi o per periodi di tempo specificati. Gli individui con MP, che hanno partecipato al corso di tango argentino, hanno registrato un incremento di partecipazione nelle attività quotidiane complesse, nell'impegno in nuove attività e hanno recuperato le attività perse dall'inizio della patologia neurodegenerativa. Il risultato raggiunto dallo studio mostra in modo evidente che incorporando la danza nella gestione clinica della MP si possa beneficiare di

una maggiore partecipazione e di un miglioramento nella qualità della vita di questi individui [37].

In letteratura, gli studi presenti e presi in considerazione per il nostro progetto, hanno delle durate variabili, ma nella quasi totalità il percorso riabilitativo è stato della durata di almeno dieci settimane. Uno studio in particolare si è differenziato dagli altri per il tempo e la frequenza con cui i soggetti hanno partecipato al corso di tango argentino [38]. Il progetto si è distinto per la sua intensità, avendo previsto dieci lezioni di un'ora e mezza ciascuna, svolte complessivamente nel corso di due settimane. I miglioramenti riconosciuti riguardano la BBS, UPDRS e una significativa riduzione del tempo speso durante la fase di stance nel cammino in avanti. Non significativi invece sono stati i progressi nel TUG e nel 6MWT e negli altri aspetti della deambulazione in avanti e indietro [38]. È stato infine dimostrato da uno studio recente [39] che i miglioramenti motori e non motori, dell'equilibrio e di performance nelle attività di vita quotidiana, non recedono con l'avanzamento del progetto, che in questo studio ha avuto una durata complessiva di due anni. Significativi progressi sono stati notati inoltre nel Mini-BES Test (Balance Evaluation Systems Test), nel 6MWT e nella riduzione del punteggio dell'UPDRS [39].

Avendo preso in considerazione degli studi presenti in letteratura, riguardanti l'argomento, sembra evidente come il tango possa rappresentare una terapia complementare per la MP. Con questo termine si intende una metodica che vada ad integrare senza sostituire gli approcci convenzionali e che quindi possa unirsi al trattamento farmacologico e alla riabilitazione fisioterapica. Numerosi studi si sono espressi riguardo i trattamenti complementari nella MP, tra cui annoveriamo la musicoterapia, la teatro terapia, il tai chi e ovviamente la danza terapia [40; 41; 42; 43]. Il fine di questi trattamenti così come della tangoterapia è quello di migliorare le condizioni di vita del paziente e dei suoi familiari, aiutando il paziente a combattere i sintomi della MP. Inoltre trattandosi spesso di pratiche di gruppo, vi è un chiaro vantaggio nell'incoraggiamento della socializzazione oltretutto con persone che condividono la medesima condizione patologica e che

si trovano a dividere uno stesso momento terapeutico. Numerosi studi hanno rivelato come la malattia di Parkinson possa influenzare le interazioni sociali delle persone che ne sono affette. I sintomi della MP portano il paziente ad isolarsi proprio per nascondere alla comunità lo stato patologico [44]. Le relazioni sociali vengono interrotte da una serie di fattori, tra cui la progressiva disabilità fisica, i disturbi dell'umore e l'espressione del viso che con l'evoluzione della malattia diventa deficitaria, limitando la capacità della persona di comunicare emozioni e intenzioni ad altri. Gli anziani con malattia di Parkinson devono quindi affrontare una serie di sfide per rimanere socialmente connessi. È stato dimostrato inoltre che le interazioni sociali risultano essere fondamentali per il benessere generale delle persone che vivono con malattie croniche [45]. Esaminando infine gli studi che associano il ballo alla malattia di Parkinson, risulta evidente che vi sono modificazioni globali, che riguardano una varietà di livelli tra cui quello fisico, mentale, emotivo e sociale [46]. Prima di passare alla parte sperimentale del progetto, è doveroso scrivere riguardo al tango argentino, il ballo che ha ispirato questo meraviglioso percorso riabilitativo.

## **4. IL TANGO ARGENTINO**

### **4.1. INTRODUZIONE**

Il tango è un ballo che fa la sua comparsa nei sobborghi di Buenos Aires intorno al 1880 ma sia la genesi che l'etimologia stessa della parola sono sconosciute. Il tango argentino è stato dichiarato patrimonio mondiale dell'umanità nel 2009 dall'UNESCO. Al tempo del suo esordio, il tango argentino rappresentava una vera rivoluzione nell'ambito dei balli di coppia. Non è di apprendimento immediato, infatti non basta salire su una pista e lasciarsi guidare dalla musica, anche se accompagnati con un partner che già lo conosce. Il tango necessita di una fase di apprendimento indispensabile per far proprie le varie sequenze e figure che caratterizzano il ballo. Rimane però una danza totalmente libera, priva di coreografie predefinite. Gli altri balli di coppia si fondano proprio su una figura di base da ripetere alternandola a qualche variante. Il tango argentino invece è privo di schemi ripetitivi, ovvero ogni figura può essere preceduta o seguita da qualsiasi altra. Questo rende il tango argentino un ballo di improvvisazione in cui le figure sono continuamente assemblate, sospese, frammentate e ricombinate fra di loro, in un'unica figura che non si ripeterà mai uguale ma sempre nuova, grazie al potere decisionale della coppia.

### **4.2. COPPIA**

Il tango è un ballo di coppia che risulta completamente differente dagli altri, in quanto in questi l'uomo e la donna si muovono in sincrono seguendo il tempo, eseguono gli stessi passi e la ballerina viene guidata automaticamente dalle gambe dell'uomo; nel tango argentino invece i ballerini eseguono contemporaneamente passi diversi, pertanto la guida dell'uomo deriva dal torace e la donna deve aspettare i comandi dell'uomo per eseguire ogni passo.

Fondamentale per riuscirlo a ballare è trovare un buon accordo di coppia, scoprire il giusto abbraccio in cui dama e cavaliere si sentano a proprio agio per creare quella connessione e quel dialogo tra i corpi, indispensabili per eseguire ogni passo e figura.

### **4.3. RUOLI**

Il ruolo dell'uomo nel Tango Argentino è di guida, è lui che decide i passi da eseguire e l'interpretazione della musica, ma soprattutto deve condurre la donna, la quale, se comprende bene il proprio ruolo, deve sempre e comunque aspettare i comandi dell'uomo per eseguire qualsiasi passo. La guida parte dal petto e consiste principalmente in rotazioni del busto effettuate sul proprio asse prestando molta attenzione al peso sulla gamba d'appoggio e all'equilibrio per non perdere stabilità. Si deve sempre muovere prima il busto, per indicare la direzione del movimento, poi le gambe e infine i piedi. È evidente che l'uomo mentre balla ha moltissime cose a cui pensare perciò deve prestare attenzione a non incorrere in un errore fatale, dimenticarsi della ballerina. Avere la consapevolezza della posizione della donna, in particolare su quale gamba ha il peso è fondamentale per stabilire quale segnale darle e, nel caso non abbia capito, correggere l'errore.

Per quanto riguarda il ruolo della donna invece si potrebbe erroneamente pensare che, poiché nel tango è l'uomo che ha il maggior carico di lavoro il ruolo della donna sia quasi passivo e che comunque abbia da pensare solamente a se stessa e ai passi che le comanda l'uomo. Non è affatto così, se per l'uomo è fondamentale saper guidare, per la donna è indispensabile saper ascoltare attentamente per eseguire ciò che l'uomo le indica. Prima di tutto la donna deve essere ben in equilibrio sul proprio asse, il peso è sempre su un unico piede e non deve pesare addosso all'uomo, che deve essere libero di effettuare le rotazioni necessarie per guidarla. Per poter capire in tempo e chiaramente i comandi dell'uomo la dama deve essere molto attenta, liberare la mente, evitare

di cercare di intuire ciò che l'uomo vuole fare, ma attendere il comando e soprattutto non anticipare mai il movimento. Per riassumere potremmo dire che la donna deve avere piena consapevolezza e padronanza di sé per poter prestare tutta l'attenzione necessaria all'uomo, quindi il suo ruolo si esplica soprattutto nell'attenzione e nell'equilibrio.

#### **4.4. ABBRACCIO**



La peculiarità del tango è che visivamente si tratta di un modo di camminare abbracciato ad una persona, avendo cura di camminare sempre allo stesso tempo. L'abbraccio deve formare una sorta di cerchio entro il quale i ballerini devono potersi muovere restando in contatto, ma senza invadere l'uno lo spazio dell'altro. Questo consente di restare in equilibrio, ognuno sul proprio asse, permettendo all'uomo di guidare e alla donna di compiere i passi che l'uomo le comanda. I ballerini sono l'uno di fronte all'altra, l'uomo cinge con il braccio destro la donna nello spazio tra il punto vita e le scapole, non la deve chiudere verso di sé, ma lasciare un angolo di apertura di circa 20 gradi, la donna cinge l'uomo appoggiando il braccio sinistro sul destro dell'uomo, e arrivando con la mano quasi al centro della schiena. La mano sinistra dell'uomo stringe la mano destra della donna, le rispettive braccia sono piegate e con il gomito verso il basso, le



mani, palmo contro palmo, sono più o meno all'altezza delle spalle dell'uomo. Le braccia devono essere morbide, ma si deve sentire una leggera contrapposizione, non una spinta. Visto che la mano destra dell'uomo cinge la schiena della donna mentre con la sinistra le tiene la mano, questo determina una distanza maggiore tra la spalla sinistra dell'uomo e la destra della donna; per questo motivo l'abbraccio sarà frontale e più o meno asimmetrico. L'uomo e la donna sono in contatto solo con la parte alta del busto visto che il lato sinistro della donna tocca il lato destro dell'uomo. Non bisogna intendere l'abbraccio come qualcosa di statico, ma deve essere elastico in modo tale da riuscire ad allontanare e riavvicinare i ballerini a seconda dei passi e delle figure da eseguire, senza perdere la connessione di coppia.

#### **4.5. SBILANCIAMENTO**

La posizione di ballo della coppia è peculiare, in quanto ci deve essere uno sbilanciamento in avanti sia dell'uomo che della donna che sono così protesi l'uno verso l'altro e questo determina una coincidenza del baricentro tramite un contatto a livello pelvico dei soggetti che compongono la coppia. La condizione che si viene a creare può essere definita come equilibrio instabile e ciò impone alla coppia un rapporto di reciproca fiducia. Il corpo e la sua posizione rispetto al partner rappresenta l'unico metodo di comunicazione permessa nell'esecuzione del ballo che sarà prettamente fisica e non verbale. Se uno dei due non si sbilancia l'equilibrio derivante sarà per l'altro componente estremamente precario e ciò andrà inevitabilmente ad inficiare sull'esecuzione dei movimenti. È di fondamentale importanza che l'uomo tramite il solo linguaggio corporeo faccia capire alla propria ballerina come intende spostarsi, quindi il linguaggio del maschio sarà puramente attivo mentre quello della donna ricettivo e non passivo come si potrebbe pensare. Di fatto la donna deve essere in grado di lasciarsi guidare, di capire le intenzioni dell'uomo e muoversi insieme a lui all'unisono come se la coppia fosse un unico individuo. Il ballo

assume così un insolito andamento di una camminata in cui l'uomo avanza e la donna indietreggia.

#### **4.6. REGOLE**

Ci sono solo poche semplici regole che dettano i limiti dell'improvvisazione:

- L'uomo guida e la donna segue;
- Il linguaggio deve essere solo corporeo e non verbale. Il momento opportuno per poter parlare non è durante il ballo, infatti ciò spezzerebbe l'armonia della musica su cui si basano i movimenti del corpo, ma tra un brano e l'altro nella cosiddetta TANDA;
- Il senso con cui le coppie si devono muovere all'interno di una sala che deve necessariamente essere antiorario.

Il tango non è costituito da un susseguirsi di figure ma dal momento stesso del ballo che si esplica attraverso l'improvvisazione, la comunicazione tra la coppia e la gestione dello spazio a disposizione anche in relazione alle altre coppie. Questo aiuta a creare sintonia nel gruppo di ballo e con esso un'armonia di sala. La scelta del movimento più adatto è dunque lasciata unicamente alla figura maschile delle coppie, in base al brano, alla propria posizione e a quella delle persone in pista.

#### **4.7. PASSI E FIGURE**

Esistono ovviamente per fini didattici delle sequenze e figure che codificano la tecnica di improvvisazione. Quelle riportate di seguito, riguardano un livello base di tango e sono state tutte insegnate all'interno del nostro progetto di Tango Argentino e ovviamente provate e riprovate da tutti i partecipanti al progetto.

#### ***4.7.1.BALANCEO***

Letteralmente significa dondolio e consiste nello spostamento del peso da una gamba all'altra e generalmente prima di cominciare a ballare, viene effettuato dall'uomo per prendere il ritmo, portare il peso della donna sulla gamba giusta e quindi muovere il primo passo con l'altra gamba. Bisogna evitare, durante la sua esecuzione di piegare il busto da una parte all'altra per accompagnare il movimento.

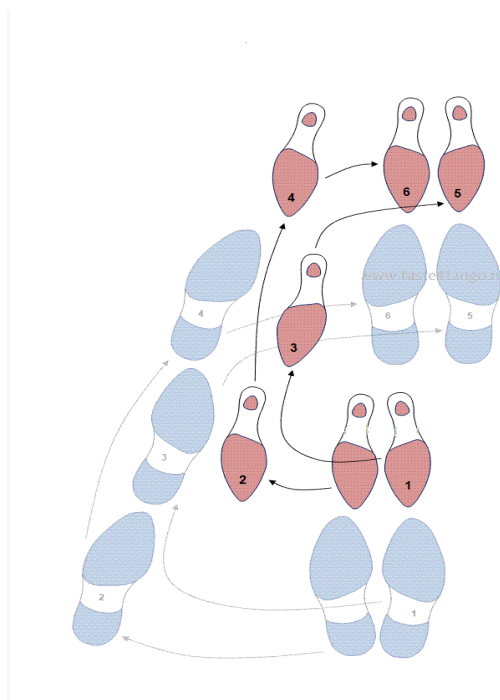
#### ***4.7.2.CAMINATA***

La base del tango è il passo in sé, ovvero il normale incedere di una camminata, che deve essere fluida ed elastica. Per poter eseguirlo correttamente bisogna prima capire come si devono muovere le gambe e i piedi e quali sono le fasi del movimento: preparazione, spinta e cambio peso. L'uomo generalmente cammina in avanti, la donna indietro, ma le fasi per compiere il passo sono le medesime, con la differenza che per la donna la gamba che dà la spinta è quella davanti.

#### ***4.7.3 CUNITA***

Vuol dire letteralmente culla, infatti lo si può definire tecnicamente come un passo interrotto, visto che si porta il peso tutto sul piede avanti, arrivando quasi a staccare le dita di quello dietro, per poi trasferire il peso sulla gamba posteriore. La cunita può essere utilizzata in vari casi, ad esempio per evitare uno scontro in pista o per girare con una serie di cunite che permettono di ruotare in senso antiorario.

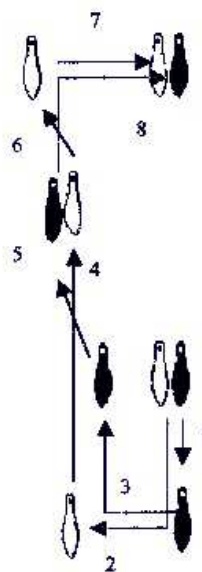
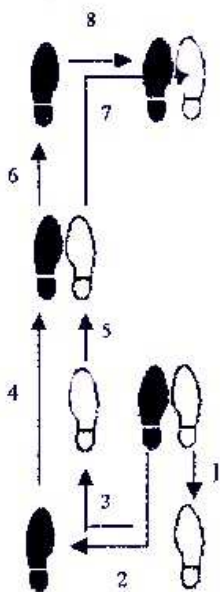
#### 4.7.4 BALDOSA



Letteralmente viene tradotta come la “mattonella” ed è così chiamata perché si tratta di cinque passi eseguiti su di uno schema rettangolare ed è praticamente simile ad una salida basica ma senza il primo passo all’indietro e l’incrocio della donna.

#### 4.7.5. SALIDA BASICA

##### I passi dell'uomo



##### I passi della donna

Anche detta salida “base”, è una figura prestabilita tipica del Tango Argentino, che letteralmente significa uscita di base e si tratta di una combinazione universalmente definita di otto passi che si utilizza per imparare a ballare. I passi di questa figura di base sono otto perché in quasi la totalità dei casi le frasi musicali del tango si compiono in otto tempi.

#### ***4.7.6. OCHO ATRÁS***

Anche detto otto indietro, lo esegue la donna, ma deve essere guidato in tutte le sue fasi dall'uomo e si chiama così perché la donna, sfiorando il pavimento con la punta dei piedi, disegna un 8.

#### ***4.7.7. OCHO ADELANTE***

L'otto avanti lo esegue sempre la donna, che deve essere guidata dall'uomo e si chiama in questo modo per lo stesso motivo dell'ocho atras, con l'unica differenza che i passi sono all'indietro.

## **5. PARTE SPERIMENTALE**

### **5.1. INTRODUZIONE**

Lo studio svolto, sulla base anche delle evidenze scientifiche, si è focalizzato sulla tangoterapia, un percorso terapeutico che ha avuto origine nel 2008 in Argentina, con l'organizzazione del primo congresso internazionale di tangoterapia. È stata creata un'unica classe di danza, composta da dieci individui affetti dalla MP di forma lieve-moderata, accompagnati dai rispettivi caregivers. I pazienti sono stati selezionati in base a dei criteri d'inclusione e d'esclusione e nel periodo preposto, hanno aderito solo al progetto di tangoterapia, associato al trattamento farmacologico, ma non alla riabilitazione fisioterapica. Il corso di tango non è stato pensato per essere un percorso intensivo ma relativamente prolungato nel tempo, essendosi svolto nel corso di tre mesi. Si è infatti articolato nel trimestre di marzo-aprile-maggio dell'anno 2014 ed è stato composto da dodici lezioni di tango argentino di livello base. Le lezioni sono state tenute da un insegnante professionista di tango argentino, unitamente ad una neuropsicologa e anch'essa ballerina di tango da diversi anni e la coppia ha rappresentato il punto di riferimento per i partecipanti durante l'intero progetto. La durata delle singole lezioni è stata di un'ora e mezza, con una frequenza di una volta a settimana, per dodici settimane consecutive e la totalità delle lezioni è stata svolta all'interno della Fondazione Santa Lucia. Le difficoltà della danza sono state valutate nel rispetto delle capacità motorie di ciascun partecipante e al termine di ogni seduta è stata prevista una breve valutazione su ciascuna lezione, in maniera di poter adattare meglio il corso alle esigenze di ciascun partecipante. Il team multidisciplinare che ha consentito l'esecuzione del progetto è composto da un insegnante di tango argentino, una collaboratrice neuropsicologa e ballerina di tango, un neurologo, un neuropsicologo, un collaboratore laureato in fisioterapia ed ingegneria e infine da uno studente di fisioterapia del terzo anno rappresentato da me medesimo.

All'inizio e al termine dello studio è stata eseguita, per ciascun paziente, una valutazione tramite gait analysis e una stadiazione tramite la scala di valutazione UPDRS sezione motoria. Lo scopo dello studio è quello di valutare l'impatto del corso di tango argentino:

1. Sui parametri patologici della deambulazione della MP;
2. Sui segni motori caratteristici della MP.

## **5.2. SOGGETTI E MODALITÀ DEL CORSO**

I dieci soggetti, reclutati per il corso di tango, sono stati selezionati tra i pazienti con MP che afferiscono all'ambulatorio della Fondazione Santa Lucia. Durante lo svolgimento del corso però, due soggetti hanno dovuto rinunciare al progetto, mentre al momento della misurazione finale, tramite gait analysis, non è stato possibile valutare un paziente, in quanto una complicazione di tipo ortopedica ha inciso negativamente sulla sua capacità di deambulare e il numero finale di soggetti valutabili si è così attestato a sette. I pazienti sono stati selezionati in base ai seguenti criteri d'inclusione: MP idiopatica e Hoehn-Yahr compreso tra 1 e 2.5, che permetta loro un discreto grado di autonomia senza un'apparente ed/o anamnestico disturbo dell'equilibrio. I criteri d'esclusione presi in considerazione invece sono stati : la presenza di malattie sistemiche, la mancata risposta alla terapia in cronico con levodopa, l'esistenza alla TC o alla RM di lesioni cerebrali e/o marcata atrofia e infine la presenza di demenza (Mini Mental State < 24). Tutti i partecipanti, durante il periodo dello studio, si trovavano in condizione di trattamento farmacologico stabilizzato e non hanno praticato la riabilitazione fisioterapica. Ciascun paziente è stato accompagnato nelle dodici lezioni di tango dallo stesso caregivers, di sesso necessariamente opposto, al fine di creare le coppie di ballo.

<b>Pazienti</b>	<b>Età</b>	<b>Età primi sintomi</b>	<b>Età diagnosi</b>	<b>Età inizio terapia</b>	<b>Durata malattia</b>	<b>UPDRS SEZIONE III</b>
<b>1</b>	76	74	75	2014	1	15,5
<b>2</b>	83	72	76	2008	7	29
<b>3</b>	68	62	63	2010	5	11
<b>4</b>	76	62	63	2010	13	28
<b>5</b>	73	62	66	2008	7	18
<b>6</b>	60	48	49	2006	11	16
<b>7</b>	69	60	61	2007	8	11
<b>Media</b>	<b>72</b>	<b>62</b>	<b>65</b>	<b>2009</b>	<b>7</b>	<b>18,3</b>

*Tab. 1 – Dati epidemiologici*

<b>Pazienti</b>	<b>Sesso</b>	<b>Lato prevalente</b>	<b>Trattamento farmacologico</b>
<b>1</b>	M	DX	Madopar
<b>2</b>	M	SX	Stalevo
<b>3</b>	F	DX	Levodopa
<b>4</b>	M	DX	Madopar
<b>5</b>	F	DX	Levodopa
<b>6</b>	M	DX	Levodopa
<b>7</b>	F	SX	Sinemet

*Tab. 2 – Dati epidemiologici*



## **Relazione di coppia**

Il corso di Tango Argentino è stato organizzato secondo un preciso schema, che ha previsto durante le prime lezioni, un lavoro mirato alla creazione di una solida relazione con il proprio partner di ballo. Gli elementi base, che aiutano a costituire una coppia nel tango, sono l'abbraccio, lo sbilanciamento e gli specifici ruoli presenti nel ballo. La peculiarità dell'abbraccio è rappresentata dalla sua asimmetria e dal fatto che costringe la coppia a venire a contatto con il torace, mentre bisogna lasciare libero e flessibile il bacino, le gambe lievemente piegate e le braccia morbide. Si viene a creare una sorta di semicerchio entro il quale i ballerini devono potersi muovere restando in contatto, ma senza invadere l'uno lo spazio dell'altro. L'insegnamento, della corretta posizione di ballo, non ha rappresentato un ostacolo per le coppie, ad eccezione di un paziente con un marcato atteggiamento camptocornico, che ha presentato maggiori difficoltà durante l'intero corso di ballo. L'abbraccio caratteristico del tango argentino sembra comunque opporsi positivamente alla tipica tendenza posturale dei pazienti con MP, rappresentata da un'anteriore flessione di capo, collo e tronco. Di fondamentale importanza è stato poi il lavoro sullo sbilanciamento, termine con cui si fa riferimento ad una condizione di equilibrio instabile della coppia, nella quale viene a coincidere il baricentro dei due ballerini, tramite un contatto a livello toracico. I partners di una coppia infatti, devono necessariamente sbilanciarsi l'uno verso l'altro, in modo da contrapporre i due diversi pesi e se ciò non accade, l'equilibrio diventa precario ed impedisce qualsiasi tipo di movimento. Si tratta dunque di un esercizio che consente di lavorare sulla posizione del corpo e di quello del proprio partner, ma anche su un discorso di fiducia reciproca, necessaria per creare una relazione sincera tra i componenti di una coppia. Il lavoro sullo sbilanciamento è di notevole importanza, considerando che i pazienti con MP possono presentare instabilità posturale. L'ultimo lavoro riguarda i ruoli che i partners devono tenere all'interno della coppia di ballo. Una coppia stabile è composta da due componenti che si

attengono al proprio ruolo durante lo svolgimento del ballo: l'uomo infatti guida, deve stare attento alla donna, essere in grado di farle capire, solo attraverso il linguaggio corporeo, le sue intenzioni e deve saper gestire lo spazio, considerare le altre coppie in sala. Inoltre spetta sempre a l'uomo, il compito di decidere tramite l'improvvisazione quale sia il passo o la figura più adatta in quel particolare momento. Alla donna è richiesta una maggiore fiducia, considerato che deve lasciarsi guidare dall'uomo, deve prestare la massima attenzione nei confronti del partner e rimanere in costante equilibrio, nonostante l'andatura all'indietro. La donna non deve mai anticipare i movimenti dell'uomo, che se è in grado di guidare, la saprà condurre in quella che appare essenzialmente come una marcia in avanti per l'uomo e all'indietro per la donna. L'importanza dei ruoli è stata sottolineata durante tutto lo svolgimento del corso, perché guidare e lasciarsi guidare non è mai semplice, tanto più in soggetti affetti da MP. Infatti uomini con la patologia si sono trovati a dover guidare il proprio caregivers, anche se parzialmente dipendenti da esso nella vita di tutti i giorni e allo stesso modo le donne con MP, nonostante le varie problematiche che essa comporta, si sono lasciate guidare dal proprio partner. Con l'insegnamento dei ruoli presenti nel tango, si è conclusa la prima parte del corso di tangoterapia, nella quale i pazienti hanno imparato cosa vuol dire relazionarsi con il proprio partner, in base alle peculiarità del ballo.

### **Passi base del tango**

Con le successive lezioni sono stati sperimentati i passi più semplici del tango: le aperture (*balanceo*) e la camminata (*caminata*). Con il termine *balanceo* si intende il trasferimento del carico da un piede all'altro e ci si è lavorato dapprima sul posto, con le coppie che hanno spostato il peso da una gamba all'altra senza alzare mai i piedi, mentre poi è stato eseguito in movimento. Si è quindi passati al trasferimento di carico in linea e laterale, che ha permesso alle coppie di eseguire i loro primi passi di tango argentino; è stato chiesto loro di spostare il peso sugli avampiedi, di evitare di inclinare il tronco, per accompagnare il

movimento e di piegare troppo le gambe. Il lavoro sul carico è fondamentale in quanto, in questo ballo, il peso del corpo è sempre e soltanto su di una gamba. La modalità corretta con cui si muovono i piedi nel tango è rappresentata dall'espressione "passare dal centro", con cui si vuole intendere che ad ogni passo, laterale o in avanti che sia, l'arto che compie il movimento deve sempre prima avvicinarsi alla gamba su cui carichiamo e poi allontanarsi da essa; quindi i piedi prima si uniscono e poi si dividono. Dal punto di vista motorio, risulta di fondamentale importanza saper trasferire il carico da un arto all'altro, in quanto ciò permette di liberare il piede su cui non si sta caricando e di poterlo così muovere liberamente. Questo tipo di lavoro viene effettuato anche nella FKT per pazienti con MP, essendo lo spostamento del proprio centro di massa, una prerogativa necessaria per la deambulazione. Dopo aver imparato a gestire il carico ed a spostarlo su un solo arto, si è proseguiti con l'insegnamento della camminata base del tango, che risulta essere in avanti per l'uomo e indietro per la donna. Lo spostamento deve iniziare dal tronco, che ruota in direzione del movimento, per poi passare alle gambe e infine ai piedi. Inoltre non si cammina mai con le gambe aperte, le ginocchia infatti si sfiorano sempre, mentre i piedi, con la punta leggermente in fuori, passano continuamente dal centro per poi posizionarsi non distanti dalla linea mediana del corpo. L'allenamento alla camminata, è stato molto utile considerati i problemi che affliggono i pazienti con MP; la postura peculiare del tango si oppone alla tendenza di questi soggetti alla retropulsione e il ritmo della musica, unito ai richiami attentivi, permette di lavorare sulla lunghezza e velocità del passo, generalmente diminuite. La camminata permette di esercitarsi anche sulle difficoltà di avvio e sul trascinarsi dei piedi al suolo, che questi pazienti possono presentare e associata poi allo sbilanciamento e alle figure più elaborate, permette di lavorare sull'equilibrio e sulla coordinazione.

### **Svolgimento tipo della lezione**

Dalla camminata, le lezioni hanno seguito una precisa modalità di esecuzione: all'inizio l'insegnante in coppia con la ballerina mostravano i passi da provare durante la lezione, dopodiché le coppie venivano divise e i due gruppi derivanti (maschile e femminile) venivano posizionati uno di fronte all'altro. A questo punto si eseguiva, guardando i due ballerini, sia il passo maschile che quello femminile più volte, cercando di chiarire qualsiasi dubbio potesse presentarsi; questa prima parte delle lezioni si è svolta senza l'utilizzo della musica. In una seconda fase venivano ricomposte le coppie che provavano quanto appreso, ballando a ritmo di musica, mentre l'insegnante e la ballerina percorrevano la pista per dare consigli lì dove ce n'era bisogno. Si è spesso reso necessario dividere la coppia, per far provare ad entrambi i componenti il passo insieme ad un professionista. L'andamento delle lezioni ha sempre ricalcato questo schema, vi erano momenti di apprendimento continuamente associati a momenti di allenamento e tutto è stato svolto nel rispetto dei limiti e della fatica che i soggetti potevano mostrare. Al termine di alcune lezioni, l'insegnante e la neuropsicologa, insieme a tutti i partecipanti si sono riuniti con l'intento di parlare del corso, per capire il grado di soddisfazione delle coppie e apportare eventuali modificazioni lì dove ce ne fosse stato bisogno. Inoltre è stata data la possibilità alle coppie, dopo la fine delle lezioni, di continuare a ballare liberamente accompagnati dalla musica, ma senza l'insegnante e alcuni partecipanti hanno accettato la proposta.

### **Le figure**

Dopo aver imparato i principi sui quali si fonda una relazione di coppia nel tango ed aver appreso i passi più semplici, i partecipanti hanno iniziato a familiarizzare con elementi di complessità maggiore, sono state così inserite le prime figure, ovvero un insieme predefinito di passi. In questa fase le difficoltà per i pazienti sono state maggiori, considerato che una figura deve essere prima di tutto memorizzata e poi riprodotta sempre nello stesso modo. La prima figure

sottoposta alle coppie è stata la baldosa anche detta mattonella, in quanto è composta da cinque passi con schema rettangolare che prevedono per l'uomo un'apertura a sinistra, passo avanti con la destra, passo avanti con la sinistra, apertura a destra e chiusura. Per la donna invece si procede con un passo avanti con il piede sinistro, passo a lato con il piede destro, passo indietro con il piede sinistro, passo indietro con il piede destro, passo a lato con il piede sinistro e infine con l'unione dei piedi. Sono presenti nella figura, così come nelle altre, gli stessi principi di base, per i quali bisogna sempre avere una gamba libera dal peso, mentre ci si mantiene in equilibrio solo sull'altra, ovvero quella d'appoggio. Inoltre nell'esecuzione della baldosa, come nella caminata, si passa sempre dal centro e l'uomo mette i piedi esternamente rispetto a quelli della donna. Una volta che la baldosa è stata compresa da tutti i componenti della classe di ballo, si è proseguiti con la *cunita*, che tecnicamente può essere definita come un passo interrotto, visto che si porta tutto il peso sul piede posizionato avanti, arrivando quasi a staccare le dita di quello dietro, per poi tornare a spostare il peso sulla gamba posteriore. Questo passo è stato utilizzato anche nelle ultime lezioni per compiere una nuova figura, infatti associando più cunite in serie, si può effettuare una rotazione di coppia in senso antiorario; non è stato semplice per i pazienti compiere un passo interrotto in quanto dovevano modificare in corso un programma motorio.

Nelle successive lezioni è stata proposta un'altra figura ai partecipanti, chiamata *salida basica*, che significa letteralmente uscita di base e si tratta di una combinazione universalmente definita di otto passi, utilizzata per imparare a ballare. I passi proposti per l'uomo sono stati, un passo a lato con il piede sinistro, passo avanti con il piede destro, avanti con il piede sinistro, unire il piede destro al sinistro, passo avanti con il piede sinistro, a lato con il piede destro e infine unire il piede sinistro al destro.

Per la donna invece l'esecuzione è stata la seguente: un passo a lato con il piede destro, passo indietro con il piede sinistro, passo indietro con il piede destro, incrociare il piede sinistro davanti al destro, passo indietro con il piede destro,

passo a lato con il piede sinistro e infine unire il piede destro al sinistro. Si è poi passati a questioni più complesse come le torsioni, eseguite nell'*ocho adelante* (otto avanti) e nell'*ocho atras* (otto indietro), due figure che sono state oggetto delle ultime lezioni, ma che hanno avuto poco tempo per essere ben comprese dalle coppie. Li esegue entrambi la donna che però deve necessariamente essere guidata in tutte le sue fasi dall'uomo. Si parla di *ocho adelante* perché la donna sfiorando il pavimento con la punta dei piedi, disegna un otto e i passi con cui esegue questa figura sono: un pivot di 90 gradi, cioè fa perno sull'avampiede sinistro e ruota il bacino a sinistra, per liberare il piede destro dall'incrocio, porta avanti la gamba destra, porta il peso sulla gamba destra unendo il piede sinistro al destro, esegue un pivot, cioè fa perno sull'avampiede destro, e ruota verso destra di 180 gradi, porta avanti la gamba sinistra, porta il peso sulla gamba sinistra unendo il piede destro al sinistro, esegue un pivot, cioè fa perno sull'avampiede sinistro, e ruota verso sinistra di 90 gradi.

Il termine *ocho atras* deriva sempre dalla figura che la donna disegna con i piedi sul pavimento, ma con la differenza che lo esegue all'indietro e prevede i seguenti passi: la donna fa un passo laterale con la gamba destra e vi porta il peso, avvicina il piede sinistro al destro e fa un pivot di 90 gradi, cioè fa perno sull'avampiede destro e ruota il bacino a sinistra, per essere pronta a fare un passo indietro, porta indietro la gamba sinistra, porta il peso sulla gamba sinistra unendo il piede destro al sinistro, esegue un pivot, cioè fa perno sull'avampiede sinistro, e ruota verso destra di 180 gradi, porta indietro la gamba destra, porta il peso sulla gamba destra unendo il piede sinistro al destro, esegue un pivot, cioè fa perno sull'avampiede destro, e ruota verso destra di 90 gradi.

I passi e le figure trattate, sono tutte state insegnate durante periodi differenti del corso di tango argentino, ma quasi ad ogni lezione si è tornati indietro, per controllare se i partecipanti avessero la capacità di gestire gli elementi precedentemente appresi. Infatti una volta concluso l'apprendimento, se si è in grado di ricordare tutti gli elementi acquisiti, si può decidere in libertà quale passo si adatti meglio al proprio estro. Ballare il tango non vuol dire, imparare a

compiere passi sempre più difficili ad una velocità estrema, ma quello che questo tipo di percorso si prefigge, è conferire una conoscenza sempre più profonda e articolata agli allievi, consentendo loro di avere la scelta più ampia di possibilità espressive al momento del ballo.

### **Regole nel tango**

Durante il corso di tango argentino sono state chiarite anche le poche regole presenti nel ballo, è stato insegnato ai pazienti come muoversi all'interno della sala, ovvero seguendo un andamento antiorario, con le coppie più veloci posizionate all'esterno e quelle più lente all'interno. La comunicazione verbale, viene solitamente abolita nel tango argentino con l'intento di favorire il linguaggio corporeo e la ritmicità della musica, ma in questo caso è stata semplicemente limitata durante il ballo.

### **Tango come esperienza sociale**

All'inizio del corso alcuni partecipanti erano scettici riguardo al fatto di dover condividere un'esperienza così particolare con dei perfetti sconosciuti, ma è stato chiaro, già dalle prime lezioni, come un corso di questo tipo, potesse invece accomunare i partecipanti e renderli un vero gruppo di ballo. Il primo traguardo raggiunto dal corso di tango argentino è stato il consolidamento delle coppie coinvolte: pazienti e caregivers hanno infatti condiviso per dodici settimane, un momento speciale ed esclusivo, lontano dalla vita quotidiana, dai problemi e soprattutto dalla malattia di Parkinson. Il fatto che siano stati coinvolti nel progetto sia pazienti che soggetti sani, ha determinato una "normalizzazione" delle coppie e anche del gruppo di ballo nella sua totalità. Abbiamo constatato che le coppie alla fine del progetto mostravano sia il desiderio di continuare il corso di tango che di rimanere in contatto con gli altri partecipanti al progetto, delineando questo percorso come un'esperienza terapeutica e allo stesso tempo socializzante.

### **5.3. METODI**

All'inizio e alla fine del corso di tango argentino, sono stati utilizzati due metodi di valutazione, uno clinico, rappresentato dall' UPDRS sezione motoria (III) e l'altro strumentale, corrispondente alla Gait Analysis con sistema stereofotogrammetrico SMART.

#### ***5.3.1. UNIFIED PARKINSON'S DISEASE RATING SCALE (MDS-UPDRS)***

La nuova versione dell'UPDRS, promossa dalla Movement Disorder Society (MDS), introdotta per la prima volta nel 1987, è uno strumento estremamente dettagliato per la valutazione della gravità dei sintomi nella malattia di Parkinson [47]. Viene utilizzata dai medici sia nella ricerca, che nella clinica, allo scopo di seguire nel modo più obiettivo possibile la progressione dei sintomi nei pazienti affetti dalla patologia. La MDS-UPDRS consta di quattro parti che riguardano aspetti differenti della patologia e sono: la parte I che riguarda le esperienze non-motorie della vita quotidiana, la parte II invece per le esperienze motorie della vita quotidiana, la parte III che consente una valutazione motoria dell'individuo e per finire la parte IV che prende in considerazione le complicanze motorie della patologia. Nel progetto è stata utilizzata la sezione III della MDS-UPDRS che permette di valutare i segni motori della MP e viene compilata dal medico, in questo caso solo durante la fase on dei pazienti. I parametri presi in considerazione per la valutazione motoria dell'individuo con MP sono:

- *L'eloquio;*
- *Mimica facciale;*
- *Rigidità;*
- *Movimenti ripetuti delle dita della mano;*
- *Movimenti delle mani;*
- *Movimenti di prono-supinazione delle mani;*
- *Movimenti ripetuti delle dita dei piedi;*
- *Agilità delle gambe;*



- *Alzarsi dalla sedia;*
- *Marcia;*
- *Blocco della marcia (Freezing);*
- *Stabilità posturale;*
- *Postura;*
- *Spontaneità dei movimenti (Bradicinesia);*
- *Tremore posturale delle mani;*
- *Tremore cinetico delle mani;*
- *Ampiezza del tremore a riposo;*
- *Continuità del tremore a riposo;*
- *Scala di Hoehn e Yahr.*

### **5.3.2. OPTOKINETIC GAIT ANALYSIS**

L'analisi della deambulazione è stata eseguita utilizzando il sistema stereofotogrammetrico SMART. Si tratta di uno strumento tecnologicamente avanzato e di facile utilizzo creato allo scopo di permettere un'analisi simultanea, oggettiva e completa dei parametri biomeccanici del movimento per diversi distretti corporei; esso è inoltre un mezzo validato ed obiettivo per analizzare il cammino in maniera quantitativa [48;49] tale sistema permette inoltre di valutare con dati quantitativi le informazioni acquisite durante i movimenti richiesti. Il sistema è composto da 6 telecamere, con frequenza di 50 Hz, risoluzione delle telecamere 640x286 pixel e obiettivi fotografici da 6 mm. Il volume calibrato per le acquisizioni corrisponde ad un corridoio di 2 m d'altezza, 2 m di larghezza e 6 m. di lunghezza. Sono stati utilizzati ventitré markers sferici retro flettenti, della dimensione di 10 mm di diametro, con errore medio di ricostruzione tridimensionale dell'ordine di 0.5 mm, secondo il protocollo di Davis modificato.



*Area di rilevamento calibrata per le acquisizioni*



*Telecamera ad infrarossi*

Il software utilizzato è composto di quattro moduli:

- *Interfaccia utente*: permette l'interazione dell'operatore con i diversi moduli, in maniera semplice e trasparente;
- *SMART Capture*: comunica con l'hardware per l'analisi del movimento ed acquisisce i dati dalle telecamere;

- *SMART Tracker*: permette la trasformazione automatica dei dati acquisiti in 3D ed implementa il modello definito a priori per la valutazione;
- *SMART Analyzer*: permette l'applicazione dei protocolli, con l'esecuzione automatica delle procedure di analisi e la possibilità di controllo dell'integrità dei dati da parte dell'utente. L'analisi comprende parametri temporali, dinamici e cinematici, e la comparazione fra i dati acquisiti prima e dopo la somministrazione del protocollo riabilitativo.

Dall'unione di tutti questi sistemi abbiamo una ricostruzione tridimensionale del movimento secondo tecniche stereometriche che ci permettono di ricostruire un'immagine schematica del soggetto in movimento. Prima di ogni sessione di lavoro, è stato sgombrato il volume di acquisizione da qualunque oggetto che potesse occludere la vista delle telecamere, da eventuali materiali dalle caratteristiche rifrangenti simili a quelle dei markers, in generale da materiale riflettente (orologi, bracciali, collane, etc.) e da sorgenti infrarosse. Inoltre sono state evitate le ore con luce solare diretta, ad ogni modo schermata grazie all'utilizzo di tende appositamente collocate nel laboratorio. E' stata verificata ogni telecamera in modo da creare un buon contrasto tra lo sfondo ed i markers ed infine è stata eseguita la calibrazione del sistema in due operazioni distinte:

- *Axes calibration* – E' stata posta al centro del volume da calibrare una terna di riferimento (tre bacchette ortogonali fra loro, comprendenti sulla loro lunghezza dei markers, per rivelare i tre piani dello spazio), quindi è stata effettuata una registrazione di circa 6/7 secondi;
- *Wand calibration* – con una delle bacchette utilizzate per la calibrazione degli assi, è stato “spazzolato” il volume da calibrare, attraverso movimenti paralleli ai tre assi della terna di riferimento, in successione, per circa 15/20 secondi per ciascun asse, in modo armonioso e senza scatti, a velocità moderata (circa un movimento al secondo), assicurandosi che fosse visibile alle telecamere.

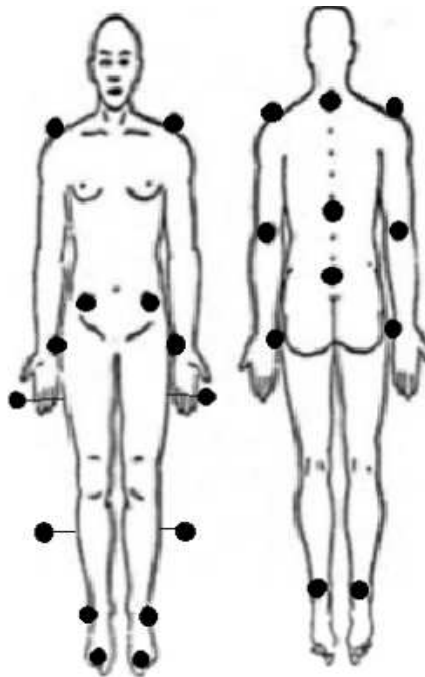
La disposizione della terna ha definito un sistema di riferimento del volume da calibrare. Le coordinate delle sequenza ricostruite sono state espresse in base a tale sistema e ciascuno dei tre assi di riferimento ha rappresentato il semiasse positivo di una coordinata X,Y,Z. I parametri di calibrazione, estrapolati con un algoritmo di calcolo, sono stati automaticamente inclusi e correlati in ogni successiva acquisizione.

Nell'ambiente predisposto per le riprese, confortevole e a temperatura gradevole, i soggetti sono stati fatti spogliare e restare in abbigliamento intimo. Alla prima sessione di registrazione sono state rilevate, con il pelvimetro e con il centimetro, le seguenti misure antropometriche:

- Peso;
- Distanza fra le SIAS (spina iliaca anteriore superiore);
- Lunghezza coscia (distanza fra gran trocantere e margine superiore laterale del piatto tibiale);
- Circonferenza coscia (punto centrale rispetto alla lunghezza misurata);
- Diametro ginocchio (distanza tra i condili femorali);
- Lunghezza gamba (distanza fra margine superiore laterale del piatto tibiale e malleolo esterno);
- Circonferenza coscia (punto centrale rispetto alla lunghezza misurata);
- Diametro ginocchio (distanza tra i condili femorali);
- Lunghezza gamba (distanza fra margine superiore laterale del piatto tibiale e malleolo esterno);
- Circonferenza gamba (circonferenza massima del polpaccio);
- Larghezza malleoli (distanza fra i malleoli interno ed esterno);
- Altezza malleolo (distanza fra il malleolo esterno e il pavimento);
- Lunghezza piede (distanza fra il margine posteriore del calcagno e la punta del dito più lungo);
- Larghezza piede (distanza fra teste del 1°-5° metatarso).

Per un corretto posizionamento dei markers è stato utilizzato il protocollo di Davis modificato [50], che prevede l'impiego dei seguenti punti di repere anatomici:

- C7;
- D12;
- S1;
- Acromion (dx e sx);
- Olecrano (dx e sx);
- Processo stiloide ulnare (dx e sx);
- Spina iliaca antero-superiore (dx e sx);
- Coscia (dx e sx);
- Condilo femorale esterno (dx e sx);
- Polpaccio (dx e sx);
- Malleolo esterno (dx e sx);
- Testa del 2° metatarso (dx e sx);
- Calcagno (dx e sx).



*Posizionamento dei ventitré markers secondo il protocollo di Davis*

La valutazione è stata fatta la mattina, quando la risposta clinica alla terapia farmacologica è migliore. Il soggetto è stato posizionato al centro del volume calibrato e, in posizione eretta naturale, statica, è stata effettuata una ripresa di circa venti secondi (circa 400 fotogrammi). Questa acquisizione è stata utilizzata per l'estrazione degli angoli di offset, ovvero per ottenere indicazioni sulla postura statica del soggetto.

Sono state poi effettuate delle riprese del cammino del soggetto, prima lungo il corridoio, chiedendo di percorrerlo fino alla fine e di seguito è stato richiesto, un cambio di direzione di 180° a metà dello stesso percorso, che il paziente doveva effettuare senza fermarsi, per ritornare al punto di partenza. Nessuna indicazione è stata fornita circa le modalità di rotazione e di deambulazione, quindi sia la velocità che il cambio di direzione sono stati decisi autonomamente dal paziente. È stata effettuata una deambulazione con velocità spontanea, infatti veniva richiesta una camminata come se stessero passeggiando normalmente. Per quanto riguarda il cambio di direzione, il soggetto ha potuto scegliere la modalità con cui quotidianamente effettua la rotazione di 180° e i passi con cui si sente più a suo agio e in sicurezza.

## **5.4. RISULTATI**

### ***5.4.1. GAIT ANALYSIS***

I dati di seguito riportati fanno riferimento ai valori registrati prima e dopo il progetto di tangoterapia, per mezzo della gait analysis e rappresentano i principali parametri della deambulazione rilevati in questo studio, che sono:

- Velocità media del passo (**VMEAN**);
- Lunghezza del passo destro (**STRD DX**);
- Lunghezza del passo sinistro (**STRD SX**);
- Singolo appoggio podalico dx (**STANCE DX**);
- Fase oscillante dx (**SWNG DX**);

- Doppio appoggio podalico dx (**DBLST DX**);
- Singolo appoggio podalico sx (**STANCE SX**);
- Fase oscillante sx (**SWNG SX**);
- Doppio appoggio podalico sx (**DBLST SX**).

## VALUTAZIONE INIZIALE

Nelle tabelle numero 3 e 4 sono riportati i parametri della deambulazione registrati all'inizio del progetto di tangoterapia, nei sette pazienti presi in esame.

*Tab. 3 – Valori iniziali della VMEAN, STRD DX e STRD SX*

<b>Pazienti</b>	<b>VMEAN</b>	<b>STRD DX</b>	<b>STRD SX</b>
<b>1</b>	0,249	0,407	0,381
<b>2</b>	0,628	1,001	0,998
<b>3</b>	0,622	0,770	0,752
<b>4</b>	0,733	1,060	1,058
<b>5</b>	0,658	0,904	0,879
<b>6</b>	0,710	1,119	1,120
<b>7</b>	0,917	1,163	1,146
<b>Media</b>	<b>0,65 m/s</b>	<b>0,92 m</b>	<b>0,90 m</b>
<b>Dev.standard</b>	<b>0,20</b>	<b>0,26</b>	<b>0,27</b>

La media della VMEAN risulta essere 0,65 m/s, per quanto riguarda lo STRD DX il valore medio è di 0,92 m e infine la media dello STRD SX è di 0,90 m.

*Tab. 4 – Valori iniziali dei parametri percentuali del passo*

<b>Pazienti</b>	<b>STNC DX</b>	<b>SWNG DX</b>	<b>DBLST DX</b>	<b>STNC SX</b>	<b>SWNG SX</b>	<b>DBLST SX</b>
<b>1</b>	75,00	25,00	25,00	80,30	19,70	30,20
<b>2</b>	71,76	28,23	24,09	71,15	28,84	19,72
<b>3</b>	67,90	32,10	18,57	70,12	29,88	20,14
<b>4</b>	70,76	29,24	18,59	68,22	31,77	21,36
<b>5</b>	65,55	34,44	16,68	67,23	32,76	16,06
<b>6</b>	68,35	31,64	18,03	67,56	32,44	17,13
<b>7</b>	67,26	32,74	20,82	62,62	37,38	18,55
<b>Media</b>	<b>69,51%</b>	<b>30,48%</b>	<b>20,25%</b>	<b>69,60%</b>	<b>30,40%</b>	<b>20,45%</b>
<b>Dev. Standard</b>	<b>3,20</b>	<b>3,20</b>	<b>3,19</b>	<b>5,44</b>	<b>5,44</b>	<b>4,66</b>

La tabella mostra i valori dei singoli e la media delle percentuali del passo studiate: STANCE = APPOGGIO SINGOLO = STNC DX ( 69,51%) e STNC SX ( 69,60%); SWING = DONDOLAMENTO = SWNG DX (30,48%) e SWNG SX (30,40%); DOUBLE STANCE = DOPPIO APPOGGIO = DBLST DX (20,25%) più DBLST SX (20,45%).



## VALUTAZIONE FINALE

Le tabelle 5 e 6 mostrano i medesimi parametri rilevati alla fine del progetto di tangoterapia nella deambulazione dei sette partecipanti allo studio.

*Tab. 5 – Valori finali della VMEAN, STRD DX e STRD SX*

<b>Pazienti</b>	<b>VMEAN</b>	<b>STRD DX</b>	<b>STRD SX</b>
<b>1</b>	0,224	0,381	0,437
<b>2</b>	0,804	1,089	1,092
<b>3</b>	0,627	0,782	0,780
<b>4</b>	1,128	1,171	1,147
<b>5</b>	0,802	0,905	0,905
<b>6</b>	0,859	1,023	0,985
<b>7</b>	0,917	1,205	1,189
<b>Media</b>	<b>0,79 m/s</b>	<b>0,94 m</b>	<b>0,93 m</b>
<b>Dev.standard</b>	<b>0,30</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>

La media della VMEAN risulta essere 0,79 m/s, per quanto riguarda lo STRD DX il valore medio è di 0,94 m e infine la media dello STRD SX è di 0,93 m.

*Tab. 6 – Valori finali dei parametri percentuali del passo*

<b>Pazienti</b>	<b>STNC DX</b>	<b>SWNG DX</b>	<b>DBLST DX</b>	<b>STNC SX</b>	<b>SWNG SX</b>	<b>DBLST SX</b>
<b>1</b>	81,25	18,70	23,75	73,49	26,51	28,92
<b>2</b>	68,93	31,07	23,15	68,88	3,12	15,00
<b>3</b>	67,58	32,41	17,13	67,58	32,37	19,44
<b>4</b>	67,23	32,76	16,66	64,93	35,06	14,89
<b>5</b>	65,48	34,50	17,25	65,99	34,01	14,97
<b>6</b>	63,80	36,20	12,07	67,80	32,20	17,80
<b>7</b>	64,91	35,09	16,67	66,97	33,03	17,44
<b>Media</b>	<b>68,45%</b>	<b>31,53%</b>	<b>18,10%</b>	<b>67,95%</b>	<b>32,04%</b>	<b>18,35%</b>
<b>Dev. Standard</b>	<b>5,91</b>	<b>5,92</b>	<b>4,08</b>	<b>2,76</b>	<b>2,76</b>	<b>4,98</b>

La tabella 6 mostra i valori dei singoli e la media dei parametri percentuali del passo considerati. Esaminando le percentuali delle fasi che compongono il passo destro, il periodo di STNC DX risulta essere pari al 68,45%, lo SWNG DX è di 31,53% e infine la fase di DBLST DX di 18,10%. Prendendo in considerazione invece le percentuali relative al passo sinistro, in media la STNC SX risulta pari al 67,95%, la fase di SWNG SX è di 32,04% e infine il periodo di DBLST SX di 18,35%.

*Tab. 7 – Media iniziale e finale della VMEAN, STRD DX e STRD SX*

	<b>VMEAN</b>	<b>STRD DX</b>	<b>STRD SX</b>
<b>PRE</b>	0,645 m/s	0,918 m	0,905 m
<b>POST</b>	0,789 m/s	0,937 m	0,934 m

*Tab. 8 – Media iniziale e finale dei parametri percentuali del passo*

	<b>STNC DX</b>	<b>SWNG DX</b>	<b>DBLST DX</b>	<b>STNC SX</b>	<b>SWNG SX</b>	<b>DBLST SX</b>
<b>PRE</b>	69,51%	30,48%	20,25%	69,60%	30,40%	20,45%
<b>POST</b>	68,45%	31,53%	18,10%	67,95%	32,04%	18,35%

L'analisi statistica è stata eseguita usando lo Student's T-test per i valori parametrici ed il test di Wilcoxon per quelli non parametrici. I risultati, evidenziati in verde all'interno delle seguenti tabelle numero 9 e 10, risultano statisticamente rilevanti a seguito di tale analisi e fanno riferimento a tre parametri della deambulazione che sono la velocità media e la fase di double stance sia destra che sinistra.

*Tab. 9 – Significatività statistica VMEAN, STRD DX e STRD SX*

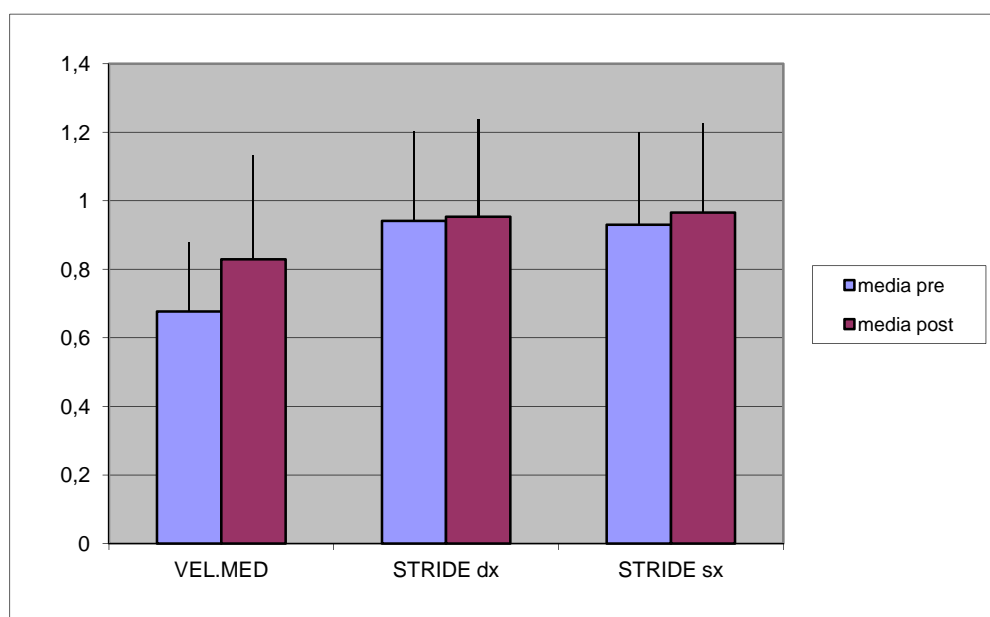
	<b>VMEAN</b>	<b>STRD DX</b>	<b>STRD SX</b>
Student T- Test	<b>0,032</b>	<b>0,499</b>	<b>0,361</b>

Tab. 10 – Significatività statistica dei parametri percentuali del passo

	<b>STNC DX</b>	<b>SWNG DX</b>	<b>DBLST DX</b>	<b>STNC SX</b>	<b>SWNG SX</b>	<b>DBLST SX</b>
Wilcoxon	<b>0,237</b>	<b>0,237</b>	<b>0,028</b>	<b>0,237</b>	<b>0,237</b>	<b>0,028</b>

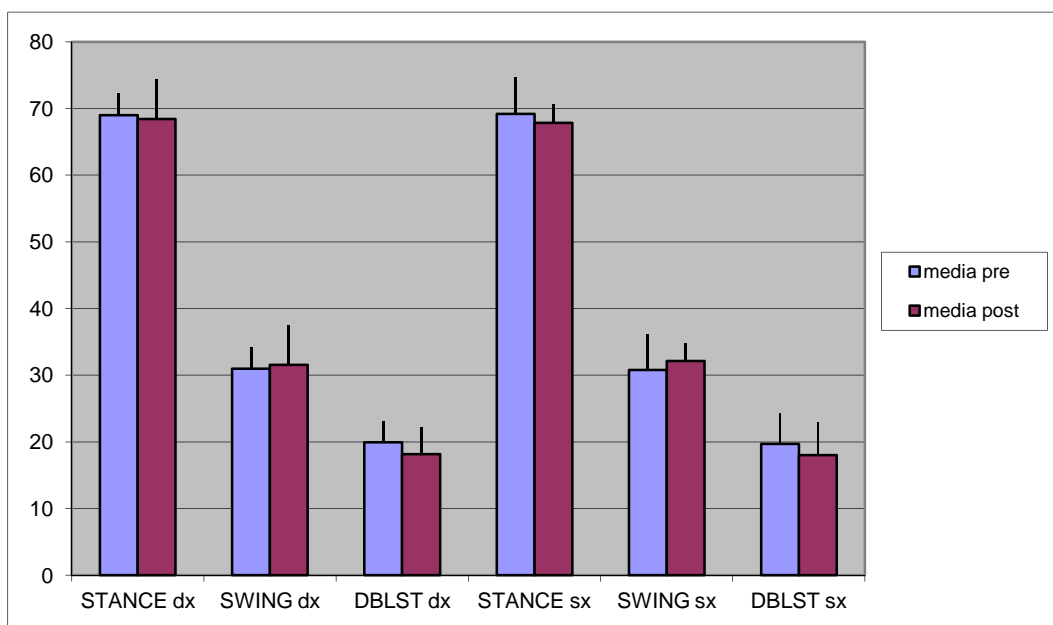
Nei grafici di seguito riportati, numero 1 e 2, sono indicati dei generali miglioramenti tra le medie iniziali e finali di tutti i parametri considerati della deambulazione.

Figura 1 – VMEAN, STRD DX e STRD SX



Dalla figura 1 si evince che la differenza tra la velocità media iniziale e finale corrisponde ad un valore di 0,144 m/s, la lunghezza del passo destro in fase pre si scosta dal suo valore in fase post di 0,019 m, mentre per il passo sinistro la differenza risulta essere di 0,029 m.

*Figura 2 – Parametri percentuali del passo destro e sinistro*



Dal grafico 2, sopra riportato, si ricavano le differenze tra le medie iniziali e finali degli ultimi parametri del passo rilevati; per quanto riguarda il passo destro, la fase di appoggio singolo destro risulta ridotta in valutazione finale dell' 1,06%, la fase di oscillazione destra invece emerge aumentata dello 1,05% e infine la fase di doppio appoggio destro a seguito dello studio diminuisce in modo significativo del 2,15%. Prendendo in considerazione i valori del passo sinistro, si evince che la fase di appoggio singolo sinistro in media si è ridotta dell' 1,65%, l'oscillazione sinistra invece risulta aumentata dell' 1,64% alla fine del progetto e concludendo, la fase di doppio appoggio sinistro in media è diminuita in modo significativo del 2,10%.

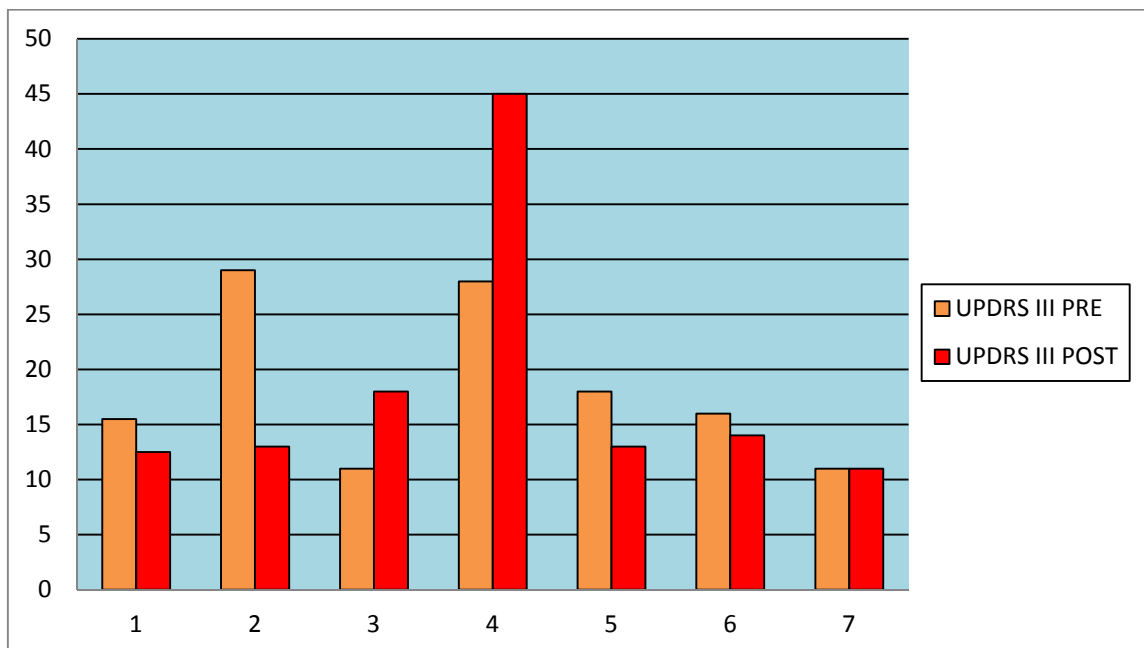
#### 5.4.2. UNIFIED PARKINSON'S DISEASE RATING SCALE (MDS-UPDRS)

La gravità dei sintomi motori nei sette soggetti arruolati, è stata tramite la scala MDS-UPDRS parte motoria, all'inizio e alla fine del progetto.

Tab. 11 – Punteggi UPDRS iniziali e finali

Pazienti	UPDRS III PRE	UPDRS III POST
1	15,5	12,5
2	29	13
3	11	18
4	28	45
5	18	13
6	16	14
7	11	11

Figura 3 – Valori MDS-UPDRS all'inizio ed al termine dello studio



La figura 3 riporta i punteggi iniziali e finali di ogni paziente relativi alla MDS-UPDRS parte III. Si evince come ci sia stato un miglioramento nella valutazione motoria in quattro soggetti, lo score relativo al paziente numero sette è rimasto inalterato mentre i punteggi dei pazienti tre e quattro sono risultati in fase finale peggiorati.

*Tab. 12 – Media dei punteggi UPDRS (III) iniziali e finali*

	<b>UPDRS III (media)</b>
<b>INIZIALE</b>	18,3
<b>FINALE</b>	18

È stata poi calcolata la media di tali punteggi sia iniziali che finali e i risultati ottenuti sono espressi nella tabella 12. Non si evincono significative modificazioni nella media dei punteggi totali, che risulta pari ad un valore di 18,3 punti in fase pre tangoterapia, mentre in fase finale si attesta intorno al valore di 18 punti, evidenziando così un miglioramento di 0,3 punti a seguito del progetto.

## **5.5. DISCUSSIONE**

In accordo con le recenti pubblicazioni scientifiche [31→35; 38→40], i risultati del presente studio mostrano con chiarezza quanto l'utilizzo del tango argentino, come tecnica riabilitativa, sia in grado di determinare effetti clinici significativi nei pazienti con malattia di Parkinson. Al fine di determinare gli effetti apportati dal progetto, sono stati utilizzati due metodi di valutazione: uno clinico rappresentato dalla sezione motoria (III) della MDS-UPDRS e l'altro strumentale, mediante la Gait Analysis con sistema stereofotogrammetrico SMART. All'interno della valutazione clinica non vi sono state modificazioni significative nella media dei punteggi della sezione motoria, come si può osservare dal confronto dell'UPDRS score ricavato nelle fasi "pre" e "post" progetto. Nonostante alcune pubblicazioni scientifiche [29; 38; 39] abbiano indicato quanto un percorso di tangoterapia possa apportare significative riduzione dei punteggi dell'UPDRS totale, il nostro studio non ha riprodotto i medesimi risultati, ma ha evidenziato invece una regolarità nei valori iniziali e finali (figura 4). Tale risultato può essere dovuto in parte ai limiti dello studio condotto e in parte alla pertinenza della sezione motoria stessa dell'UPDRS, infatti questa dedica un numero limitato di items allo studio del cammino e della stabilità posturale rispetto a quelli che invece si occupano della bradicinesia, della rigidità, dell'eloquio e del tremore.

I risultati di maggior interesse sono quelli provenienti dall'analisi cinematica del cammino, nei quali è stato possibile evidenziare un miglioramento delle prestazioni rispetto alle variabili prese in considerazione. Tutti i principali parametri quantitativi, rilevati attraverso la gait analysis, hanno mostrato un miglioramento dopo il corso di tangoterapia, in particolare c'è stata una riduzione della fase di stance destra e sinistra, un aumento dello stride destro e sinistro e di entrambe le fasi di swing, una significativa riduzione della fase di double stance destra e sinistra e un significativo aumento della velocità media del passo (tabella 7 e 8). Spesso nella MP è presente una notevole riduzione della lunghezza del passo, intesa come l'estensione del piede più la distanza coperta durante



l'oscillazione e che normalmente, in soggetti sani, ha un valore di circa un metro e mezzo. Analizzando il grafico 1 si nota invece come la lunghezza del passo sinistro e di quello destro sia minore di un metro nella valutazione iniziale mentre cresce, avvicinandosi a questa soglia, nella rilevazione finale. Per quanto riguarda invece la fase di stance, intesa come il periodo di tempo in cui un solo piede è in contatto con il pavimento, si assiste generalmente ad un suo aumento nella MP. Considerando invece i risultati ottenuti tramite l'analisi del cammino, si può notare come le percentuali riguardanti il singolo appoggio destro e sinistro siano in media diminuite, a seguito del progetto, in modo statisticamente non significativo. Esaminando la fase di swing, ovvero il periodo di oscillazione dell'arto destro e sinistro, si nota come ci sia stato un generale miglioramento di tale parametro, che risulta aumentato a seguito del progetto di tangoterapia (tabella 8), mentre solitamente diminuisce col progredire della patologia, attestandosi ben al di sotto della soglia del 40% che normalmente riveste all'interno di un normale ciclo del passo. La fase di double stance rappresenta il periodo di tempo nel quale entrambi i piedi si trovano a contatto col suolo ed è una condizione che si manifesta all'inizio e al termine di ogni ciclo del passo. Normalmente la MP comporta un aumento del doppio appoggio con conseguente trascinarsi dei piedi al suolo, dunque un'alterazione di questo indicatore denota instabilità nel trasferire il carico da un arto all'altro e può evidenziare problematiche d'equilibrio. A seguito del progetto di tangoterapia, l'analisi del cammino finale ha evidenziato rispetto alla valutazione iniziale, un netto miglioramento della percentuale di tale parametro, incremento che è risultato significativo anche all'analisi statistica. Si può notare dal grafico numero 2, come ci sia stata una notevole riduzione della fase di double stance sia sinistra che destra; si tratta di due parametri che dipendono direttamente dalla velocità del passo, infatti se questa aumenta, si riduce inevitabilmente il tempo di trasferimento del carico da un arto all'altro e quindi la fase di doppio appoggio. Analizzando i risultati, si nota infatti che la velocità media del cammino è aumentata a seguito del progetto, in quanto la differenza tra la valutazione finale

e quella iniziale evidenzia un significativo miglioramento del parametro, anche se normalmente la MP comporta una sua progressiva riduzione. La velocità del cammino è uguale alla lunghezza del passo per la sua frequenza, quindi il suo aumento a seguito del progetto è stato ottenuto soprattutto grazie ad un incremento dello stride destro e sinistro, già analizzato precedentemente. Durante il ciclo del passo la velocità di progressione non è costante: raggiunge il massimo al contatto del tallone e il minimo al passaggio della pelvi sopra al singolo piede in appoggio e la media risultante, in condizioni normali, è di circa 1.5 m/sec. Dal grafico numero 1 possiamo notare come a seguito di una deambulazione non forzata, eseguita durante la valutazione con gait analysis, la velocità media iniziale di ciascun paziente si attesta intorno al valore di 0,6 m/sec, mentre in valutazione finale raggiunge quasi il valore di 0,8 m/sec.

I risultati ottenuti mostrano come la tangoterapia possa apportare dei significativi miglioramenti in entrambe le fasi di doppio appoggio del passo e ciò risulta essere in controtendenza con l'aumento di questi parametri nella malattia di Parkinson. La nostra ipotesi parte dall'evidenza che queste componenti percentuali del passo diminuiscono anche a seguito della riabilitazione vestibolare e che quindi verosimilmente, così come accade in queste specifiche attività, la tangoterapia permetta di lavorare sui meccanismi posturali anticipatori (APA). Si tratta di un set di risposte che precedono una perturbazione posturale con caratteristiche note e sono quindi correzioni a priori (feed-forward) che possono però essere apprese ma operano sempre in modo del tutto automatico. I pazienti con MP presentano un disturbo negli aggiustamenti posturali anticipatori [13] e un esempio di tale alterazione è dato dalla caratteristica difficoltà nella fase di avvio della deambulazione. L'inizio del cammino consta infatti di una fase posturale preparatoria e una di movimento vera e propria, coordinate da un comando motorio che agisce a livello dei muscoli distali; in questi pazienti la fase posturale risulta allungata, mentre c'è una riduzione della forza propulsiva nella fase di movimento. Il disturbo quantitativo degli APA nella MP, determina dunque un notevole aumento delle fasi di doppio appoggio (double stance) con

soppressione invece della percentuale delle fasi di oscillazione (swing). La tangoterapia ha sottoposto di continuo i soggetti con MP a situazioni di instabilità posturale, considerato che in questo ballo il carico si trova sempre su un solo piede e che viene trasferito ininterrottamente da un arto all'altro. Il trasferimento del centro di massa che avviene anche nella deambulazione sembra essere quindi esasperato nell'esecuzione di questo ballo e ciò ha permesso verosimilmente di lavorare sugli aggiustamenti posturali anticipatori, attivati per mantenere la stabilità durante il movimento volontario.

Nuove considerazioni derivano da uno studio più approfondito dei risultati ottenuti mediante l'analisi del cammino; analizzando le fasi di stance e swing destre e confrontandole con quelle sinistre, si può notare come i valori risultino spesso differenti nei due emilati, determinando dunque una deambulazione aritmica. Questa alterazione è data presumibilmente dalla asimmetria della sintomatologia parkinsoniana.

## **5.6. LIMITI DELLO STUDIO E CONCLUSIONI**

In conclusione, dopo dodici lezioni di tango argentino, sette individui con MP lieve-moderata hanno mostrato alla valutazione finale tramite gait analysis, dei miglioramenti più o meno significativi in alcuni parametri che compongono la deambulazione. Tali modificazioni suggeriscono che il tango argentino, applicato alla malattia di Parkinson, sembra incidere in modo positivo sulla deambulazione patologica tipica della malattia. Inoltre è stato dimostrato come il corso di ballo non ha apportato significative modificazioni nell'UPDRS, in quanto ci siano stati dei miglioramenti e dei aggravamenti nello score della parte motoria, ma in media il punteggio è risultato essere costante, ciò è verosimilmente dovuto all'esiguità del campione. I pazienti alla fine del progetto hanno espresso soddisfazione per un soggettivo miglioramento del benessere fisico e hanno dimostrato di voler continuare le lezioni di ballo, possibilmente con gli stessi partecipanti e insegnanti di Tango.

I limiti dello studio includono in primis la presenza di un campione iniziale limitato, il breve periodo stabilito per lo svolgimento del corso e la ridotta frequenza delle lezioni. Infatti il numero di partecipanti, che all'inizio era pari a dieci, è diminuito con lo svolgimento delle lezioni, arrivando a un campione finale di sette pazienti. Anche la durata del corso, articolato in dodici lezioni, ha rappresentato un buon punto di partenza che non è stato però sufficiente ad ottenere dei risultati pienamente significativi. Infine la frequenza delle lezioni, pari a una volta a settimana, risultava essere adeguata ma non sufficiente ad ottenere un rapido miglioramento motorio dei partecipanti, se confrontata con altri studi condotti in questo ambito. In futuro si potrebbe considerare di migliorare il progetto di tangoterapia, ad esempio confrontando i risultati del nostro campione con quelli ottenuti mediante altre terapie da un altro gruppo affetto da MP, si potrebbero poi inserire dei follow up durante e alla fine del corso, per poter seguire i progressi motori ed osservare se il guadagno in mobilità viene mantenuto a seguito del progetto. Futuri studi a lungo termine, con campioni maggiori aiuterebbero a scegliere la più adatta modalità di insegnamento e di esecuzione del ballo per pazienti con MP e le migliori indicazioni esterne, che solo un fisioterapista può fornire, per ottenere una riabilitazione ottimale. Inoltre si potrebbe studiare l'efficacia a lungo termine di tali programmi e calcolare il rapporto costo-efficacia di un corso di tangoterapia rispetto ad altri servizi sanitari. In associazione alla valutazione mediante gait analysis e UPDRS, si potrebbero utilizzare la Berg Balance Scale (BBS) per la valutazione dell'equilibrio e la Fear of falling measure (FFM) per rilevare la paura di cadere.

Per finire, un aspetto interessante della riabilitazione tramite tangoterapia per la MP, potrebbe essere quello di ricercare risultati differenti nei due ruoli tipici del ballo, ovvero si dovrebbero valutare separatamente le guide (uomini) e i guidati (donne) per capire se un ruolo comporta maggiori miglioramenti rispetto all'altro e se gli effetti benefici si esplicano in ambiti differenti.

## 6. BIBLIOGRAFIA

[1] Linee guida 2013.

**Diagnosi e terapia della Malattia di Parkinson.**

Ministero della Salute, Istituto Superiore di Sanità.

[2] Tolleson C.M., Fang J.Y.

**Advances in the mechanism of Parkinson's disease.**

Discov Med 2013; (80): 61-6. Department of neurology, Vanderbilt University, Nashville.

[3] Gonera E.G., Van't Hof M., Berger H.J. Et al.

**Symptoms and duration of the prodromal phase in Parkinson's disease.**

Mov. Disord. 1997; 12: 871-876.

[4] Tolosa E., Gaig C., Santamaria J., Compta Y.

**Diagnosis and the premotor phase of Parkinson disease.**

Neurology. 2009; 72 (suppl.7): S12-S20.

[5] Bloem B.R., Grimbergen Y.A.M., Cramer M., Willemsen M.

**Prospective assessment of falls in Parkinson's disease.**

Journal Neurology 2001; 248: 950-958.

[6] Gray P., Hildebrnd K.

**Fall risk factors in Parkinson's disease.**

J. Neurosci Nurs 2000; 32: 222-228.

[7] Ashburn A., Fazakarley L., Ballinger C., Pickering R., McLellan L.D.  
**A randomized controlled trial of a home based exercise programme to reduce the risk of falling among people with Parkinson's disease.** J. Neurosurg Psychiatry 2007; 78: 678-684.

[8] Willems A.M., Nieuwboer A., Chavret F., Desloovere K., Rochester L., Kwakkel G., Van Wegen E., Jones D.  
**Turning in Parkinson's Disease Patients and Controls: The Effect of Auditory Cues.** Movement Disorders Vol.22 No. 13, 2007, pp. 1871-1878.

[9] Brown L.A., Cooper S.A., Doan J.B., et al.  
**PD deficits in sensory integration for postural control: temporal response to changes in visual input.** Disord 2006; 12: 376-381.

[10] Rossi-izquierdo M., Soto-Varela A., Santoz-Perez S., et al.  
**Vestibular rehabilitation with computerized dynamic posturography in patients with Parkinson's disease improving balance impairment.** Disabil Rehabil 2009; 31 (23): 0907-16.

[11] Jahanshahi M., Jenkins I.H., Brown R.G., Marsden C.D., Passingham R.E., Brooks D.J.  
**An investigation using measurement of regional cerebral blood flow with PET and movement-related potentials in normal and Parkinson's disease subjects.** Brain 1995; 118: 913-33

[12] Leigh PN, Rothwell JC, Traub M, Marsden CD.

**A patient with reflex myoclonus and muscle rigidity: "jerking stiff-man syndrome".**

J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1980 Dec;43(12):1125-31;

[13] Gregoric M, Lavric A

**Statokinesimetric analysis of the postural control in parkinsonis Agressologie.**

1977;18 Spec No:45-8;.

[14] Dietz K Vopr Virusol.

**The first model of the epidemic process in the works of P. D.**

En'ko 1993 Mar-Apr;38(2):59-63.

[15] Huxham F, McGinley J, Dodd K, Iansek

**The biomechanics and motor control of gait in Parkinson disease.**

Morris ME1, Clin Biomech (Bristol, Avon). 2001 Jul;16(6):459-70.

[16]Huxham F1, Baker R, Morris ME, Iansek R

**Footstep Adjustments Used to Turn During Walinking in Parkinson's Disease Mov Disord.**

2008 Apr 30;23(6):817-23.

[17] Enzensberger W, Oberländer U, Stecker K.

**Metronome therapy in patients with Parkinson disease.**

Nervenarzt. 1997 Dec;68(12):972-7. German. PubMed PMID: 9465340.

[18] Rochester L, Burn DJ, Woods G, Godwin J, Nieuwboer A.

**Does auditory rhythmical cueing improve gait in people with Parkinson's disease and cognitive impairment? A feasibility study.**

Mov Disord. 2009 Apr 30;24(6):839-45.

[19] Baker K, Rochester L, Nieuwboer A.

**The immediate effect of attentional, auditory, and a combined cue strategy on gait during single and dual tasks in Parkinson's disease.**

Arch Phys Med Rehabil. 2007 Dec;88(12):1593-600.

[20] Nombela C, Hughes LE, Owen AM, Grahn JA.

**Into the groove: can rhythm influence Parkinson's disease?**

Neurosci Biobehav Rev. 2013 Dec;37(10 Pt 2):2564-70. Epub 2013 Sep 3.  
Review.

[21] Thaut, M.H., McIntosh, K.W., McIntosh, G.C., Hoemberg, V., 2001.

**Auditory rhythmic-ity enhances movement and speech motor control in patients with Parkinson's disease.**

Functional Neurology 16, 163–172.

[22] Pastor, M.A., Artieda, J., Jahanshahi, M., Obeso, J.A., 1992.

**Time estimation and reproduction is abnormal in Parkinson's disease. Brain**

A Journal of Neurology 1 (115Pt), 211–225.

[23] Thaut MH, McIntosh GC, Hoemberg V.

**Neurobiological foundations of neurologic music therapy: rhythmic entrainment and the motor system**

Front Psychol. 2015 Feb 18;5:1185. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01185. eCollection 2014. Review.



[24] Raglio A.

**The efficacy of music and music therapy in the neuromotor rehabilitation.**

G Ital Med Lav Ergon. 2012 Jan-Mar;34(1):85-90.

[25] Arias, P., Cudeiro, J., 2010.

**Effect of rhythmic auditory stimulation on gait in Parkinsonian patients with and without freezing of gait.**

PloS One 5, e9675.

[26] American College of Sports Medicine, Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS.

**Exercise and physical activity for older adults.**

Med Sci Sports Exerc. 2009 Jul;41(7):1510-30.

[27] Frazzitta G, Abbruzzese G, Bertotti G, Boveri N, Pezzoli G, Maestri R.

**Effectiveness of an intensive rehabilitation treatment on different Parkinson's disease**

NeuroRehabilitation. 2013;33(2):299-303.

[28] Hackney ME, Earhart GM.

**Effects of dance on balance and gait in severe Parkinson disease: a case study.**

Disabil Rehabil. 2010;32(8):679-84.

[29] Sharp K, Hewitt J.

**Dance as an intervention for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis.**

Neurosci Biobehav Rev. 2014 Nov;47:445-56. Epub 2014 Sep 28.

[30] de Dreu MJ, van der Wilk AS, Poppe E, Kwakkel G, van Wegen

**Rehabilitation, exercise therapy and music in patients with Parkinson's disease: a meta-analysis of the effects of music-based movement therapy on**

**walking ability, balance and quality of life.**

Parkinsonism Relat Disord. 2012 Jan;18 Suppl 1:S114-9.

[31] Hackney ME, Earhart GM.

**Effects of dance on movement control in Parkinson's disease: a comparison of Argentine tango and American ballroom.** J

Rehabil Med. 2009 May;41(6):475-81.

[32] Hackney ME, Kantorovich S, Levin R, Earhart GM.

**Effects of tango on functional mobility in Parkinson's disease: a preliminary study.**

Neurol Phys Ther. 2007 Dec;31(4):173-9.

[33] Duncan RP, Earhart GM.

**Randomized controlled trial of community-based dancing to modify disease progression in Parkinson disease.**

Neurorehabil Neural Repair. 2012 Feb;26(2):132-43. Epub 2011 Sep 29.

[34] Quiroga Meurcia C, Bongard S, Kreutz G.

**Emotional and Neurohumoral. Responses to Dancing Tango Argentino: The Effects of Music and Partner.**

Music and Medicine Volume 1 Number 1 July 2009 14-21

[35] Hackney ME, Earhart GM.

**Effects of dance on gait and balance in Parkinson's disease: a comparison of partnered and nonpartnered dance movement.**

Neurorehabil Neural Repair. 2010 May;24(4):384-92. Epub 2009 Dec 14.

[36] Ashburn A, Roberts L, Pickering R, Roberts HC, Wiles R, Kunkel D, Hulbert S, Robison J, Fitton C.

**A design to investigate the feasibility and effects of partnered ballroom dancing on people with Parkinson disease: randomized controlled trial**

**protocol.**

JMIR Res Protoc. 2014 Jul 22;3(3):e34.

[37] Foster ER, Golden L, Duncan RP, Earhart GM.

**Community-based Argentine tango dance program is associated with increased activity participation among individuals with Parkinson's disease.**

Arch Phys Med Rehabil. 2013 Feb;94(2):240-9. Epub 2012 Aug 15.

[38] Hackney ME, Earhart GM.

**Short duration, intensive tango dancing for Parkinson disease: an uncontrolled pilot study.**

Complement Ther Med. 2009 Aug;17(4):203-7. Epub 2009 Jan 7.

[39] Duncan RP, Earhart GM.

**Are the effects of community-based dance on Parkinson disease severity, balance, and functional mobility reduced with time? A 2-year prospective pilot study.**

Altern Complement Med. 2014 Oct;20(10):757-63. Epub 2014 Sep 5.

[40] Shanahan J, Morris ME, Bhriain ON, Saunders J, Clifford AM.

**Dance for people with Parkinson disease: what is the evidence telling us?**

Arch Phys Med Rehabil. 2015 Jan. Epub 2014 Sep 16.

[41] Pacchetti C, Mancini F, Aglieri R, Fundarò C, Martignoni E, Nappi

**Active music therapy in Parkinson's disease: an integrative method for motor and emotional rehabilitation.**

Psychosom Med. 2000 May-Jun;62(3):386-93.

[42] Corcos DM, Comella CL, Goetz CG.

**Tai chi for patients with Parkinson's disease.**

N Engl J Med. 2012 May 3;366(18):1737-8; author reply 1738.

[43] Modugno N, Iaconelli S, Fiorlli M, Lena F, Kusch I, Mirabella G.  
**Active theater as a complementary therapy for Parkinson's disease rehabilitation: a pilot study.**

ScientificWorldJournal. 2010 Nov 16;10:2301-13.

[44] Soleimani MA, Negarandeh R, Bastani F, Greysen R.

**Disrupted social connectedness in people with Parkinson's disease.**

Br J Community Nurs. 2014 Mar;19(3):136-41. PubMed PMID: 24897835.

[45] Tickle-Degnen L, Saint-Hilaire M, Thomas CA, Habermann B, Martinez LS, Terrin N, Noubary F, Naumova EN.

**Emergence and evolution of social self-management of Parkinson's disease: study protocol for a 3-year prospective cohort study.**

BMC Neurol. 2014 May 2;14:95. PubMed PMID: 24885181.

[46] McGill A, Houston S, Lee RY.

**Dance for Parkinson's: a new framework for research on its physical, mental, emotional, and social benefits.**

Complement Ther Med. 2014 Jun;22(3):426-32. Epub 2014 Mar 25.

[47] Christopher G., Goetz Rush-Presbyterian.

**The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS): Status and Recommendations.**

Movement Disorders Vol. 18 No7, 2003, pp. 738-750 2003.

[48] Galli M, Cimolin V, De Pandis MF, Schwartz MH, Albertini G.

**Use of the Gait Deviation index for the evaluation of patients with Parkinson's disease.**

J Mot Behav. 2012;44(3):161-7.

[49] Peppe A., Chiavalon C., Pasqualetti P., Crovato D., Caltagirone C.

**Does gait analysis quantify motor rehabilitation efficacy in Parkinson's disease patients?**

Gait Posture. 2007 Sep;26(3):452-62. Epub 2007 Jan 19.

[50] Davis R.B, Ounpuu S., Tyburki D.

**A gait analysis data collection and reduction technique.**

Human Mov. Sci. 1991;10:575-87.