

# L'esercizio terapeutico mediante biofeedback propriocettivo applicato alla malattia di Parkinson

S. GENTILI<sup>1</sup>, S. CAPICI<sup>2</sup>, D. DARIVA<sup>2</sup>, S. MUGNAINI<sup>1</sup>, G. GIGANTE<sup>1</sup>

## Introduzione

Da diversi anni sono studiate le interazioni tra input sensoriali e propriocettivi relativi al disturbo motorio nei pazienti parkinsoniani (PD)<sup>1,2</sup>. Varie sono le cause che inducono in questi pazienti i disturbi motori caratterizzati dalla lentezza nell'esecuzione del movimento volontario, la ridotta capacità di esercitare la forza massimale, l'alterazione del timing di attivazione muscolare e la riduzione dei riflessi di raddrizzamento. Sono inoltre ben descritte anomalie nella preparazione del movimento volontario; mediante lo studio dei tempi di reazione ad uno stimolo (che nella PD risulta aumentato), si è evidenziato il disturbo nei processi di preparazione al gesto desiderato. Altra importante considerazione è che le persone con PD hanno difficoltà nell'esecuzione di movimenti volontari a generazione interna, mentre vengono favoriti da segnali esterni con guide acustiche o visive<sup>3-5</sup>. In questo complesso meccanismo di progressivo impoverimento del contenuto ideomotorio, associato all'aumento dei disturbi posturali e propriocettivi, è stata ipotizzata anche un'alterazione dei circuiti motori striato-talamo-corticali e cerebello-talamo-corticali<sup>6</sup>. Peraltro non è stato ancora del tutto chiarito il ruolo dei nuclei della base nei meccanismi relativi alla percezione del dolore e il rapporto tra nocicezione e dolore muscolo scheletrico indotto dall'alterazione posturale propriocettiva nel paziente parkinsoniano<sup>7</sup>. Infine in un recente studio è stata analizzata l'influenza dei farmaci dopaminergici sull'integrazione sensorimotoria e i processi propriocettivi<sup>8</sup>. Al fine di migliorare i disturbi posturali e propriocettivi nella PD, sono stati proposti vari protocolli di training motorio. Alcuni studi hanno evidenziato come già dalle prime fasi della PD inizi una riduzione della flessibilità del rachide e del ROM vertebrale, prima ancora dell'insorgenza di alterazioni e deviazioni della colonna, mentre altri studi si sono interessati all'esercizio motorio del tronco al fine di controllare l'evoluzione del disturbo posturale. Inoltre è utile ricordare che la principale concausa di dolore muscolo scheletrico nella PD è l'osteoartrite la quale, parimenti al resto della popolazione, colpisce il rachide e le grandi articolazioni. Pertanto la pianificazione di protocolli rieducativi adeguati al paziente parkinsoniano deve prevedere la possibilità di misurare l'intensità, la durata e la ripetibilità dell'esercizio terapeutico, considerando sia la stadiazione e che le comorbilità sussistenti<sup>9,10</sup>. Le sedute di training motorio sono consigliate per il mantenimento della funzionalità motoria e il controllo della rigidità. In molti lavori scientifici è ormai descritto il beneficio che i pazienti parkinsoniani traggono dall'esercizio terapeutico. Inoltre l'impiego di cues acustiche e visive si è rivelato importante come aiuto nel maggior controllo motorio, per il miglioramento propriocettivo e lo svolgimento della deambulazione<sup>11-13</sup>.

<sup>1</sup>Cattedra di Medicina Riabilitativa  
Università degli Studi "Tor Vergata", Roma  
<sup>2</sup>Istituto di Terapia Fisica e Riabilitazione, Roma

In questo contesto l'adozione dei sistemi a biofeedback (BFB) è da noi considerato di rilevante importanza. Infatti l'esercizio terapeutico svolto con questi strumenti, oltre che utile nel reclutamento delle unità motorie e per il rinforzo della capacità muscolare, sfrutta segnali sensoriali (acustici e visivi) per condizionare una risposta motoria. Nel considerare che nella PD è risultata particolarmente utile la scomposizione del gesto motorio complesso in movimenti segmentali (al fine di recuperare gradualmente la globalità della motilità automatica) l'uso dei sistemi a BFB consente di elaborare una risposta motoria volontaria atta a rievocare un movimento difficilmente programmabile automaticamente. In precedenti studi su pazienti parkinsoniani, abbiamo verificato l'efficacia dei sistemi a BFB sia sull'apprendimento motorio che nel miglioramento del dolore muscolo scheletrico provocato dall'alterazione posturale<sup>14-16</sup>. Tali considerazioni ci hanno indotto a pianificare un nuovo protocollo rieducativo volto al riapprendimento sensori-motorio basato su un esercizio terapeutico mediante l'uso di un BFB propriocettivo computerizzato.

## Materiali e metodi

Il protocollo ha previsto l'analisi delle capacità propriocettive dei pazienti parkinsoniani, studiando la loro possibilità di percepire la corretta posizione seduta (centro percepito), l'allineamento tronco-bacino (controllo posizionale) e il grado di rigidità espresso nell'eseguire prestabiliti movimenti polidirezionali di bacino (capacità cinestetiche). Attraverso il presente studio si è voluto verificare come l'eventuale miglioramento prodotto dall'esercizio terapeutico, possa modificare l'apprendimento motorio e determinare la riduzione del dolore muscolo scheletrico relativo a comorbilità artrosica.

Affinchè i parkinsoniani avessero la possibilità di ricevere informazioni sensoriali di ritorno all'esercizio proposto, finalizzato al miglioramento del grado di coscienza propriocettiva, abbiamo utilizzato una pedana modello PROKIN 3.3, dedicata allo sviluppo di protocolli valutativo-riabilitativi con paziente in posizione seduta. Mediante questo sistema a feedback è possibile ricevere informazioni come:

- stabilire il grado di sensibilità di posizione propriocettiva;
- stabilire il grado di sensibilità del movimento propriocettivo;
- stabilire il grado di sensibilità di forza propriocettiva.

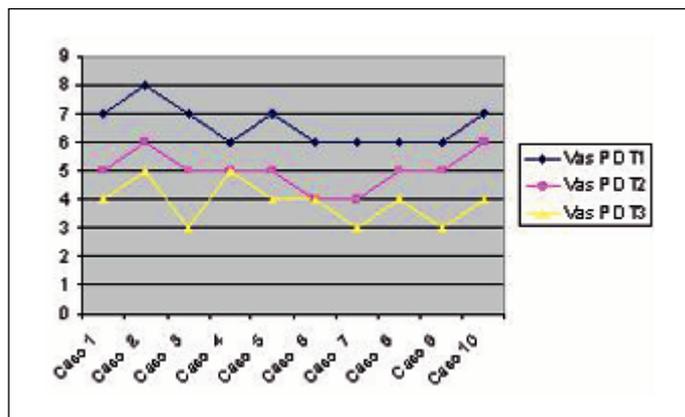


Figura 1. – Vas Parkinsoniani.

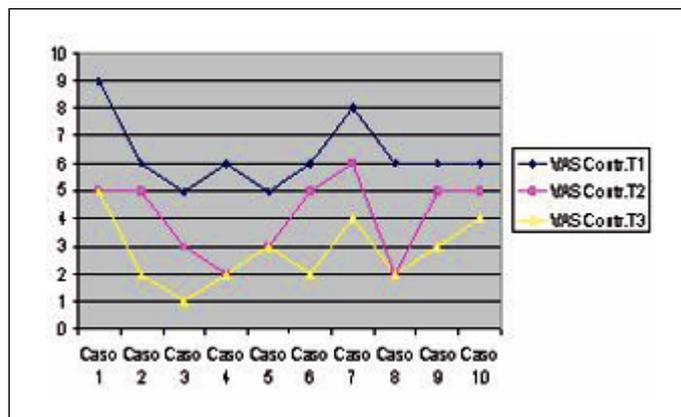


Figura 2. – Vas gruppo confronto.

All'inizio della fase di valutazione il soggetto viene fatto sedere su una pedana computerizzata, dotata di software dedicato, bloccata in posizione orizzontale. In tal modo la persona in esame può controllare e percepire il proprio centro di posizionamento da seduto. Inoltre sul torace del paziente viene posizionato un sensore di posizione che informa il soggetto del rapporto di allineamento verticale tra busto e bacino. Successivamente la pedana viene sbloccata e la persona in esame viene invitata a ricercare il proprio centro percepito relativo all'ideale bersaglio centrale precedentemente assunto. Nella seconda fase di studio il soggetto è invitato a compiere con il bacino alcune serie di movimenti in direzione antero-posteriore, laterale e diagonale, da eseguire in aree prestabilite. In questa fase egli può controllare la propria capacità di esecuzione dell'esercizio proposto, attraverso il monitor collegato al sistema. Infine il paziente, sempre con il bacino e da seduto, dovrà compiere 4 giri di pedana in un massimo di 120 secondi osservando che il tracciato del cursore venga disegnato all'interno di un'area circolare prestabilita, cercando così di controllare il proprio movimento. Al termine dell'esercizio il software elaborerà l'errore medio di percorso: Average Trace Error (ATE).

Il presente studio è stato condotto su un gruppo di 10 pazienti affetti da Malattia di Parkinson (stadio 2-3 di Hoehn & Yehar) di cui 6 uomini e 4 donne, con età media pari a 69,2 anni. I pazienti reclutati hanno riferito un tempo di diagnosi di malattia compresa tra il 2000 e il 2005 e tutti sono stati in compenso farmacologico per l'intera durata del protocollo. Il gruppo è stato sottoposto a ciclo di rieducazione propriocettiva a cadenza quotidiana, per cinque giorni la settimana per un totale di 20 sedute. Tutti i soggetti sono stati sottoposti a test di valutazione propriocettiva prima dell'inizio del ciclo (T1), al termine del ciclo (T2) e con follow-up tra la 45° e la 55° giornata successiva al trattamento (T3). Contestualmente alle valutazioni propriocettive, i pazienti parkinsoniani sono stati sottoposti a valutazione clinico-funzionale con la Berg Balance Scale (BBS) e a misurazione soggettiva del dolore mediante VAS (i soggetti reclutati presentavano algia vertebrale posturale e spondiloartrosi).

Proprio per analizzare il rapporto tra nocicezione e propriocettione, è stato reclutato un gruppo di confronto di 10 soggetti, omogeneo per età media (69,6 anni), sesso (5 uomini e 5 donne) e comorbidità osteoarticolare degenerativa di grado lieve/medio, ma esente da patologia neurologica, reumatoartropatica e da disturbi circolatori. Anche questo 2° gruppo è stato sottoposto a valutazione propriocettiva e a somministrazione di scala VAS nei medesimi tempi del 1° gruppo. Nessuno dei soggetti appartenenti ai due gruppi è stato sottoposto a terapia antidolorifica durante il periodo dello studio.

## Risultati

Per quanto riguarda la risposta al dolore, confrontando le Figure 1 e 2, entrambi i gruppi hanno mostrato una progressiva riduzione dell'algia vertebrale. I parkinsoniani sono passati da una media VAS a T1 di 6,6 a una media a T3 di 3,9; mentre il gruppo di controllo, da una media iniziale di 6,3 scende a una media di 2,8 al follow-up. Questo tende a dimostrare che il dolore di origine posturale, determinato dalla spondiloartrosi in tutti i soggetti anziani, può essere ridotto con un maggior controllo posizionale e propriocettivo (ricordiamo che la popolazione in esame nei due gruppi, ha un'età media di circa 70 anni). A conferma di questo dato, analizzando i risultati dei tests propriocettivi in entrambi i gruppi, si è notato che in tutti i pazienti, il centro percepito tende con il training ad avvicinarsi al centro ideale di intersecazione degli assi di lavoro della vista planare della pedana; così come è migliorato l'allineamento verticale tra busto e bacino. Osservando in particolare la media VAS del gruppo 1 si nota che al follow-up i parkinsoniani presentano un livello di dolore che, pur se diminuito con l'esercizio terapeutico, tende a stabilizzarsi su un livello medio di VAS 3,9. Sono da considerare in questo contesto l'alterazione dei circuiti extrapiramidali e il diverso grado di capacità motoria, posturale e propriocettiva con cui i pazienti parkinsoniani, a differenza dei poliartrici, hanno affrontato il training rieducativo. Emerge pertanto che nei parkinsoniani, la comorbidità artrosica può avere maggior significato funzionale se paragonati al resto della popolazione anziana. Ma all'analisi dei dati relativi alla BBS, tutti i soggetti del gruppo 1 hanno progressivamente riferito un miglioramento della stabilità, minor incertezza nei trasferimenti posizionali e nei movimenti di rotazione del busto. Questo risultato, pur se non statisticamente significativo, sembra dare importante significato all'esercizio posizionale propriocettivo nella PD.

Per quanto riguarda i risultati relativi al grado di movimento percepito, le Figure 3 e 4 mostrano una netta diminuzione del tempo con il quale i parkinsoniani compiono l'esercizio proposto (4 giri di pedana in un massimo di 120 secondi). Il tempo medio da loro impiegato durante la prova iniziale è di 81 secondi per scendere al follow up a 49,3 secondi. E' chiaro che alla valutazione iniziale il soggetto parkinsoniano mostra tutto il suo impaccio motorio e propriocettivo. Il tempo di esecuzione dell'esercizio, grazie al ritorno sensoriale offerto dal BFB, migliora progressivamente con la ripetizione del movimento richiesto. Confrontando il tempo medio impiegato dai pazienti del gruppo 2, si nota che al follow-up i parkinsoniani impiegano circa lo stesso tempo con il quale i poliartrici hanno compiuto le tre le prove. Appare pertanto che l'esercizio pro-

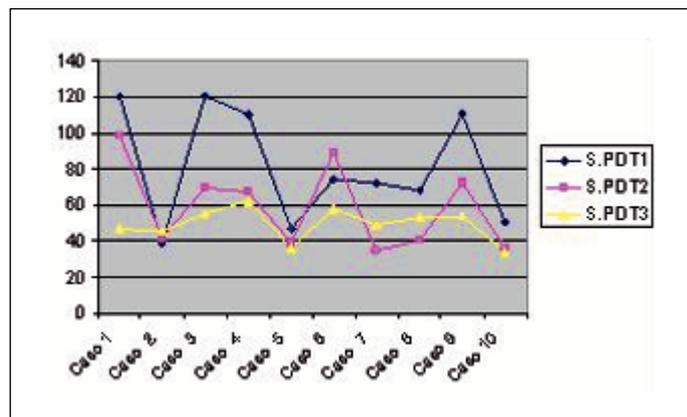


Figura 3. – Tempi dei Parkinsoniani.

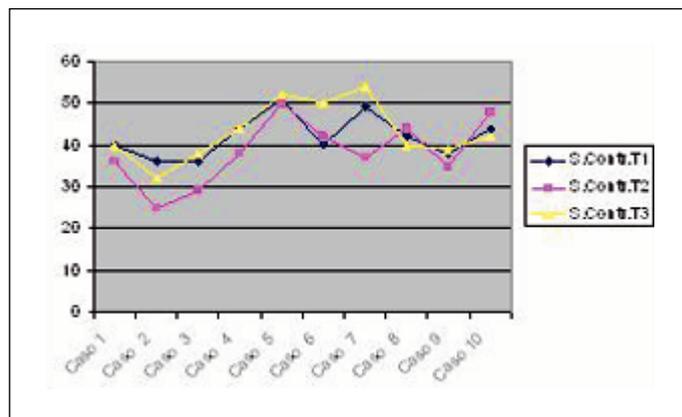


Figura 4. – Tempi gruppo confronto.

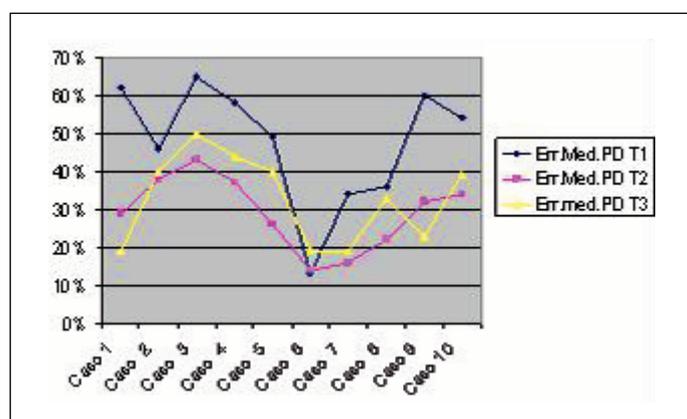


Figura 5. – ATE dei Parkinsoniani.

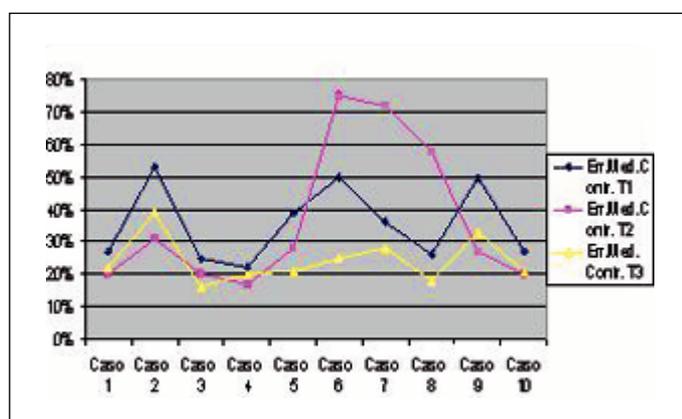


Figura 6. – ATE del gruppo confronto.

posto è stato utile ai parkinsoniani per migliorare il loro quadro di movimento, che risulta velocizzato e meglio percepito (indice di apprendimento sensori-motorio). Inoltre si evince che i pazienti poliartrosici, non avendo problemi neuromotori, vanno alla ricerca di un movimento più preciso, infatti al follow up tendono leggermente ad aumentare il tempo di esecuzione dell'esercizio. Questa considerazione trova maggior rilievo nell'analisi delle Figure 5 e 6, dove il gruppo di confronto manifesta al follow-up, la minor percentuale media di errore.

I pazienti del gruppo 2 scendono al follow-up ad un Average Trace Error (ATE) compreso tra il 20% e il 30%, mentre i soggetti parkinsoniani mostrano al follow up un complessivo lieve peggioramento dell'ATE tra le valutazioni in T2 e T3, mentre erano ben migliorati tra T1 e T2. Tale dato avvalorava la tesi che questi malati necessitano di training motorio costante. Inoltre potrebbe essere importante considerare che la diminuzione dell'algia vertebrale nel gruppo 2, in assenza di disturbo sensori-motorio, consentirebbe loro una miglior performance. Viceversa i soggetti parkinsoniani incontrano difficoltà determinate sia dal deterioramento dell'automatismo motorio che dalla quota di dolore primario dovuto alla malattia e ciò li costringe al costante mantenimento della funzionalità guadagnata, piuttosto che andare alla ricerca di un movimento sempre più preciso.

## Conclusioni

Complessivamente i dati esaminati mostrano, per il gruppo 1, una maggior conquista del controllo posizionale e nella cinestesi, dopo esercizio propriocettivo eseguito con pedana BFB, anche se, a distanza dal termine del ciclo di trattamento rieducativo, tendono a perdere in precisione nel movimento finalizzato. Ma questo concorda con molti dati in letteratura che raccomandano per questi soggetti, adeguati e frequenti cicli di esercizio terapeutico, al fine di mantenere la capacità motoria. Va sottolineata pertanto l'importanza del training rieducativo offerto dagli strumenti dotati di ritorno sensoriale che, per i parkinsoniani, sembrano essere particolarmente utili nel migliorare il controllo posizionale del busto e il movimento del bacino. Il lavoro con i BFB rappresenta un'esperienza motoria che aiuta i parkinsoniani a riconoscere funzioni limitate o errate e poterle correggere volontariamente attraverso un esercizio misurato e ripetibile. I miglioramenti ottenuti con questo protocollo, sono da attribuire al solo training rieducativo, visto che nessuno dei soggetti parkinsoniani esaminati ha variato la terapia farmacologica in prossimità o durante il ciclo di rieducazione propriocettiva.

Inoltre i dati confermano la necessità di eseguire sessioni rieducative adatte ai pazienti parkinsoniani, basate su protocolli misurati in intensità e durata, che considerino la stadiazione della PD e, come visto, l'età del paziente. Il miglioramento nella cinestesi valutato con

BBS ha reso i parkinsoniani meno incerti nelle ADL e appare utile alla prevenzione delle cadute. Alla luce di quanto discusso, la proposta di inserire l'esercizio propriocettivo computerizzato, all'interno di protocolli rieducativi adeguati alla PD, appare del tutto giustificata.

#### Bibliografia

1. Adamovich SV, Berkinblit M.B, Hening W, Sage J, Poizner H. The interaction of visual and proprioceptive inputs in pointing to actual and remembered targets in Parkinson's disease. *Neuroscience* 2001; 104:1027-1041.
2. Li M, Kuroiwa Y, Wang L, Kamitani T, Omoto S, Hayashi E. *et al.* Visual event-related potentials under interstimulus intervals in Parkinson's disease: Relation to motor disability, WAIS-R and regional cerebral blood flow. *Parkinsonism and Related Disorders* 2005;11:209-19.
3. Marchese R, Diverio M, Zucchi F, Lentino C, Abruzzese G. The role of sensory cues in the rehabilitation of Parkinsonian patients: a comparison of two physical therapy protocols. *Mov. Disord* 2000;15:789-83.
4. Rochester L, Hetherington V, Jones D, Nieuwboer A, Willems AM. The effects of external rhythmic cues (auditory and visual) on walking during a functional task in homes of people with Parkinson's disease. - *Arch. Phys. Med. Rehab.* 2005;86:999-1006.
5. Suteerawattanon M, Morris GS, Etnire BR, Jankovic J, Protas EJ. Effects of visual and auditory cues on gait in individuals with Parkinson's disease. *J. Neurol. Sci.* 2004;219:63-9.
6. Lewis MM, Slagle AB, Smith AB, Truong Y, Bai P *et al.* Task specific influences of Parkinson's disease on the striato-thalamo-cortical and cerebello-thalamo-cortical motor circuitries. *Neuroscience* 2007;147:224-35.
7. Chudler EH, Dong WK. The role of the basal ganglia in nociception and pain. *Pain* 1995;60:3-38.
8. Mongeon D, Blanchet P, Messier J. Impact of Parkinson's disease and dopaminergic medication on proprioceptive processing. *Neuroscience* 2009;158:426-40.
9. Intiso D, Lombardi T, Di Rienzo F *et al.* Il trattamento riabilitativo delle comorbidità nella Malattia di Parkinson. *Scienza della Riabilitazione* 2008; 9:105-9.
10. Palieri G, Cereti M. Trattamento del dolore nella Malattia di Parkinson - *Scienza della Riabilitazione* 2008;9:97-9.
11. Bridgewater KJ, Sharpe MH. Trunk muscle performance in early Parkinson's disease. *Phys Ther* 1998;78:566-76.
12. Nikfekar E, Kerr K, Attfield S, Playford DE. Trunk movement in Parkinson's disease during rising from seated position. *Mov. Disord.* 2002;17:274-82.
13. Mak M, Levin O, Mizrahi J, Hui-Chan C. Joint torques during sit-to-stand in healthy subjects and people with Parkinson's disease. *Clinical Biomechanics* 2003;18:197-206.
14. Gentili S, Capici S, Dariva D, Gigante G. Apprendimento motorio ed esercizio terapeutico nella Malattia di Parkinson. *Scienza della Riabilitazione* 2008;9:93-96.
15. Gentili S, Capici S, Gigante G. Il biofeedback posizionale nel trattamento del dolore posturale nella Malattia di Parkinson. *Eur. Med. Phys* 2007; 43 (suppl. 1 to n. 3)
16. Gentili S, Rocco A, Gargioli E, Nigito C, Rulli M, Foti C. Valutazione posturografica e stabilometrica in pazienti affetti da malattia di Parkinson sottoposti ad esercizio posturale-proprioceettivo. *Eur. Med. Phys* 2004;40(suppl.1 to n. 3):674-6