

Valutazione fisiatrica e semeiotica strumentale

Alain Rocco Sandro Gentili Silvia Capici
Domenico Intiso Gaetano Gigante

La classificazione dei disturbi motori e il livello di stadiazione nella malattia di Parkinson (MP) sono legati alla semeiotica clinica e alla somministrazione di specifiche scale di valutazione. Ma la stesura del programma motorio, con l'indicazione delle caratteristiche dell'esercizio terapeutico a cui il soggetto affetto da MP dovrà sottoporsi, non può prescindere da una valutazione strumentale che deve dare misure qualitative e quantitative dello stato di partenza del soggetto in esame.

Nella MP l'atteggiamento camptocormico e la progressiva diminuzione della stabilità posturale determinano l'ingravescente rischio di caduta. La camptocormia e la sindrome di Pisa si riflettono anche nella distribuzione alterata delle pressioni plantari. Alcuni Autori hanno rilevato nei soggetti affetti da MP un innalzamento della soglia di percezione della pressione e delle vibrazioni plantari (di almeno il doppio) in tutti i punti della superficie, tranne che al tallone, concludendo che la perdita della sensibilità della pianta del piede contribuirebbe alle alterazioni dell'equilibrio.

Nello specifico, per eseguire la completa semeiotica fisiatrica della MP, i test strumentali più utilizzati sono la posturografia e la baropodometria.

La diagnostica riabilitativa, mediante l'esame posturografico e baropodometrico, consente di evidenziare, correggere e monitorare l'evoluzione dei segni clinici sopra menzionati i quali, se non adeguatamente controllati, influiscono negativamente sullo sviluppo del percorso terapeutico, medico e riabilitativo, volto al miglioramento del residuo funzionale e al ripristino del miglior assetto posturale statico e dinamico.

È noto che, nella MP, risultati e valori numerici dei test strumentali risentono della fase e del compenso farmacologico della malattia, per questo è consigliato eseguire le valutazioni nel miglior momento terapeutico e nelle condizioni standard di luminosità, temperatura e umidità dell'ambiente.

In letteratura evidenze scientifiche sempre più solide confermano che il trattamento riabilitativo precoce e proporzionato alla disabilità del paziente, associato alla terapia farmacologica, possa migliorare le funzionalità motorie che la MP compromette irrimediabilmente. Tra esse si ricordano la postura, l'equilibrio, la deambulazione, l'indipendenza nei cambi e nei trasferimenti posturali e la respirazione.

VALUTAZIONE BAROPODOMETRICA E POSTUROGRAFICA

Il compito della baroposturografia, che letteralmente significa rappresentazione grafica della postura, è quello di mettere in evidenza, in ogni istante di tempo, gli spostamenti dei segmenti corporei (testa, tronco e arti inferiori) rispetto alla direzione verticale.

Se la valutazione posturale è effettuata con il soggetto in posizione eretta stazionaria e condizioni d'ambiente circostante tempo-invarianti, si parla di posturografia statica altrimenti si parla di posturografia dinamica.

I sistemi di valutazione posturografica consentono di valutare la risposta posturale a una perturbazione, analizzando le diverse possibili strategie di controllo atte a correggere gli spostamenti dalla condizione di equilibrio; inoltre, consentono di apprezzare i tempi di risposta del soggetto a perturbazioni improvvise o di

COMPONENTI DEL CONTROLLO MOTORIO

Equilibrio – Condizione in cui tutte le forze che agiscono sul corpo sono bilanciate in modo da mantenere il controllo posturale sia in ortostatismo (equilibrio statico), sia durante il movimento (equilibrio dinamico).

Postura – Posizione relativa delle diverse parti del corpo nei confronti l'una dell'altra (sistema di coordinate egocentriche), dell'ambiente (sistema di coordinate esocentriche) e della gravità (sistema di coordinate geocentriche).

Controllo posturale – Sistema deputato a mantenere la postura in funzione del vettore gravitazionale, a generare risposte anticipatorie (riflessi posturali) durante movimenti appresi e transitivi e ad adattare le risposte automatiche a perturbazioni inattese. Il punteggio minimo (0) corrisponde all'assenza di risposta.

mettere in evidenza meccanismi di controllo anticipativi nel caso di variazioni volontarie della propria postura.

La postura eretta stazionaria viene valutata, oltre che in condizioni normali, anche durante variazioni indotte sul funzionamento delle singole vie afferenti al sistema di controllo posturale, al fine di mettere in evidenza il ruolo di ciascuna di esse e la relativa "riserva funzionale".

La baroposturografia consente così di valutare, attraverso l'utilizzo di sistemi elettronici, le principali componenti del controllo motorio.

Tale controllo motorio non dipende solo da meccanismi riflessi, ma richiede l'integrazione di diversi sistemi neurali (inclusi quelli cognitivi) e – in particolare – del cervelletto e del sistema sensitivo.

Entrando nello specifico della valutazione strumentale si ricorda che la baropodometria nella sua più completa gestione dei dati consente di eseguire una valutazione anche di tipo stabilometrico con la possibilità di integrare in un'unica analisi tutti i parametri utili per una valutazione posturografica del paziente.

Il sistema baropodometrico (BPM) si basa su una piattaforma di forza con captori sensibili alla pressione, registra la distribuzione dei ca-

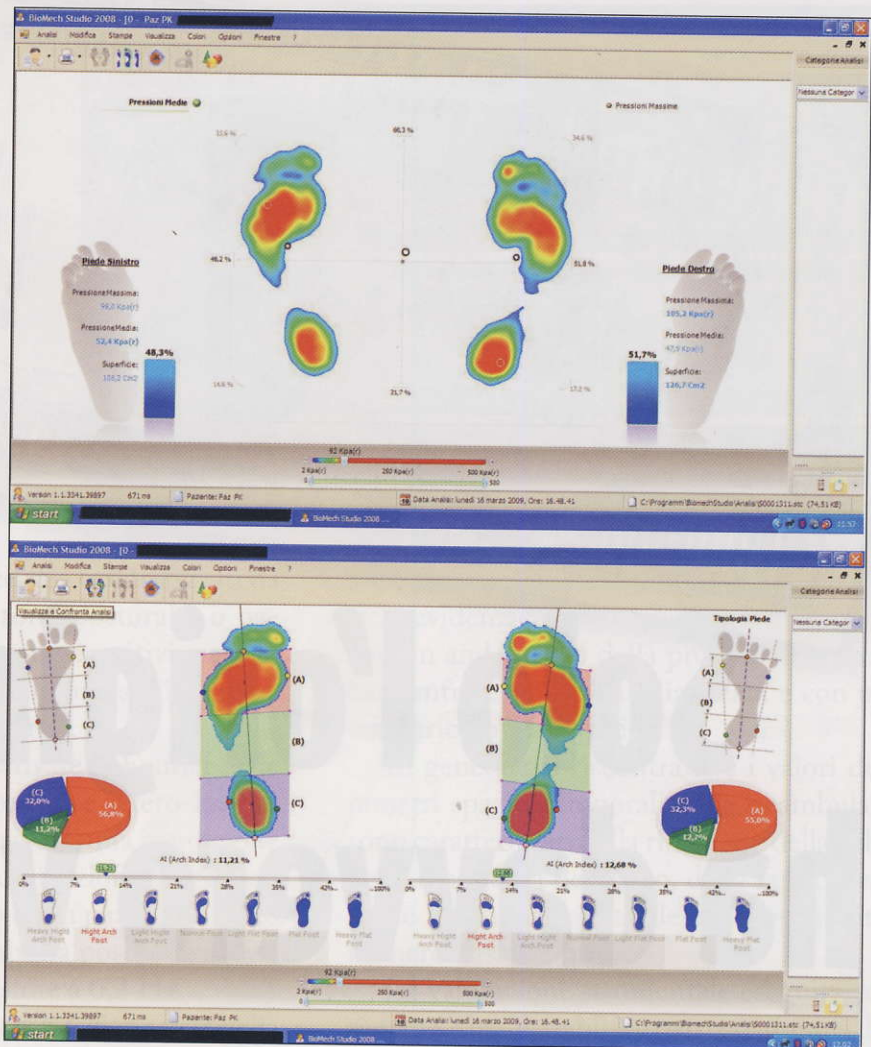
ricchi nei diversi punti della regione plantare, ed è in grado di localizzare la linea di gravità, propria a ciascun arto inferiore in appoggio, e la linea del centro di gravità di tutto il corpo (CdG). Le caratteristiche peculiari del sistema BPM consistono nella particolare capacità di descrivere le caratteristiche morfologiche e meccaniche del piede e di tutte le sue componenti. Tra le funzioni del piede si ricordano quella di assorbimento del carico nella fase di contatto col suolo, quella di stabilizzazione nella fase di medio appoggio (in senso sia statico sia dinamico) e quella di spinta propulsiva nella fase che precede l'oscillazione dell'arto inferiore. Ogni squilibrio scheletrico e muscolare termina per gravare sul piede e, viceversa, da esso possono partire disfunzioni miotensive che possono ripercuotersi sulle principali articolazioni degli arti inferiori e del rachide. Grazie al sistema di valutazione dinamica del passo, gestito e utilizzato dai sistemi BPM, è possibile identificare alterazioni della deambulazione in tutte le fasi, consentendo così di migliorare la dinamica della marcia, anche moderatamente alterata, e di ottimizzare l'assetto posturale statico e dinamico.

Se si analizzano i parametri che classicamente caratterizzano l'esame BPM e posturografico di un paziente affetto da MP è possibile evidenziare nella valutazione statica (figura 1) una distribuzione dei valori baropressori prevalentemente a carico avampodalico, con uno squilibrio dei parametri di normalità superiore al 40% per il carico avampodalico e inferiore al 60% per quello retropodalico; la morfologia del piede si presenta con tipologia di "piede cavo" variabile dal primo al terzo grado, in funzione della tensione muscolare determinata dalla contrattura della catena muscolare posteriore degli arti inferiori. La distribuzione del carico bipodalico è in genere ben distribuita sui due arti, con un valore sempre prossimo al 50% per arto.

La valutazione stabilometrica evidenzia valori nella normalità sia per la lunghezza del gomito sia per la superficie dell'ellisse, ma in quest'ultimo caso superiori alla norma, per le oscillazioni dovute al tremore (quando presente) dato dalla patologia di base (figura 2).

Figura 1

Paziente affetto da malattia di Parkinson. Nella valutazione statica si evidenzia una distribuzione dei valori baropressori prevalentemente a carico avampodalico, con uno squilibrio dei parametri di normalità superiore al 40% per il carico avampodalico e inferiore al 60% per quello retropodalico (a); la morfologia del piede si presenta con tipologia di "piede cavo" in funzione della tensione muscolare determinata dalla contrattura della catena muscolare posteriore degli arti inferiori (b).



a
b

Per rendere più esplicita l'interpretazione dei principali dati elaborati durante la valutazione stabilometrica viene descritta una simulazione di un paziente affetto da MP in cui i segni clinici patognomonic (tremore e

instabilità posturale) sono amplificati. Nello specifico il grafico delle oscillazioni corporee, nelle sue variabili antero-posteriori e latero-laterali, può presentare parametri ridotti con il tipico aspetto *freezing* in una fase di compenso

Figura 2

Valutazione stabilometrica: si evidenziano valori nella normalità, ma superiori alla norma nella superficie dell'ellisse, per le oscillazioni dovute al tremore dato dalla MP.

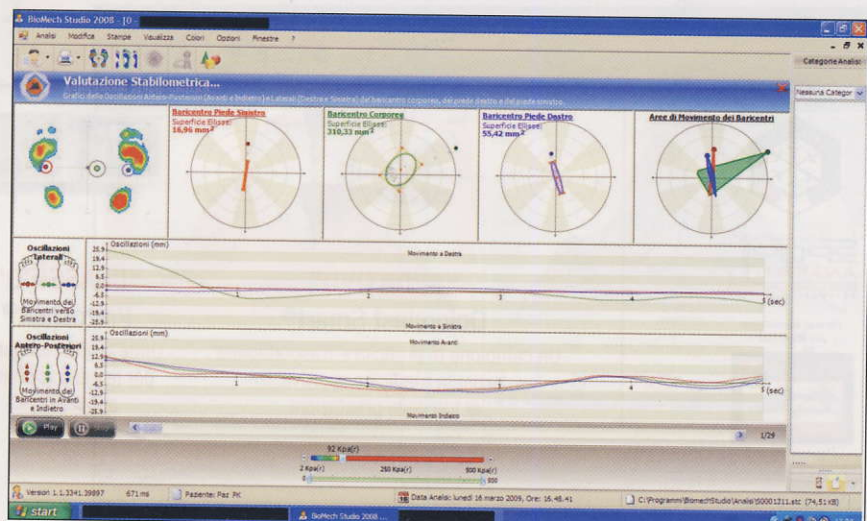


Figura 3

La valutazione delle derivate di Fourier nelle componenti antero-posteriori e latero-laterali evidenzia, nel caso di una condizione di *freezing*, oscillazioni prossime a 0,02 Hz.



delle oscillazioni corporee, ma caratterizzati da importante rigidità del tono posturale, o parametri ampi con andamenti ripetitivi quando l'instabilità e il tremore sono prossimi a determinare la caduta del paziente.

La valutazione delle derivate di Fourier nelle componenti antero-posteriori e latero-laterali (figura 3) evidenzia, nel caso di una condizione di *freezing*, frequenze di oscillazione prossime a 0,02 Hz, mentre nel caso di un paziente affetto da tremore ampio e instabilità posturale si evidenziano frequenze prossime a 0,2 Hz.

Prendendo in esame la valutazione BPM nella sua componente dinamica, si evidenziano alcuni aspetti caratteristici (figura 4) con una riduzione della velocità, della lunghezza del passo e con aspetti di frammentazione e di instabilità delle fasi della marcia (figura 5). In generale si riscontra un indice di Romberg lievemente

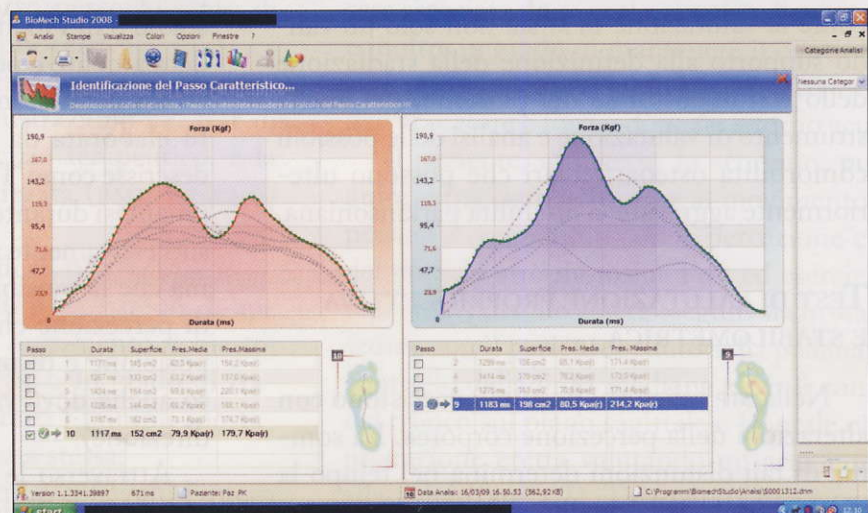
superiore alla norma. La distribuzione dei carichi evidenzierà un sovraccarico avampodalico con un andamento della proiezione a terra del baricentro corporeo medializzata e con un sovraccarico metatarsale.

In generale si riscontra che i valori dei parametri spazio-temporali nella deambulazione sono caratterizzati dalla riduzione della velocità, della lunghezza del passo, della fase di oscillazione con un aumento della cadenza (ritmo e numero passi/minuto).

La valutazione strumentale eseguita con un sistema BPM e stabilometrico consente di misurare e verificare nel tempo, mediante un test ripetibile e validato, l'andamento della disabilità in caso di MP e di poter verificare i miglioramenti raggiunti con l'esercizio terapeutico, nonché di misurarne il mantenimento ai successivi *follow-up*.

Figura 4

Valutazione BPM nella sua componente dinamica.



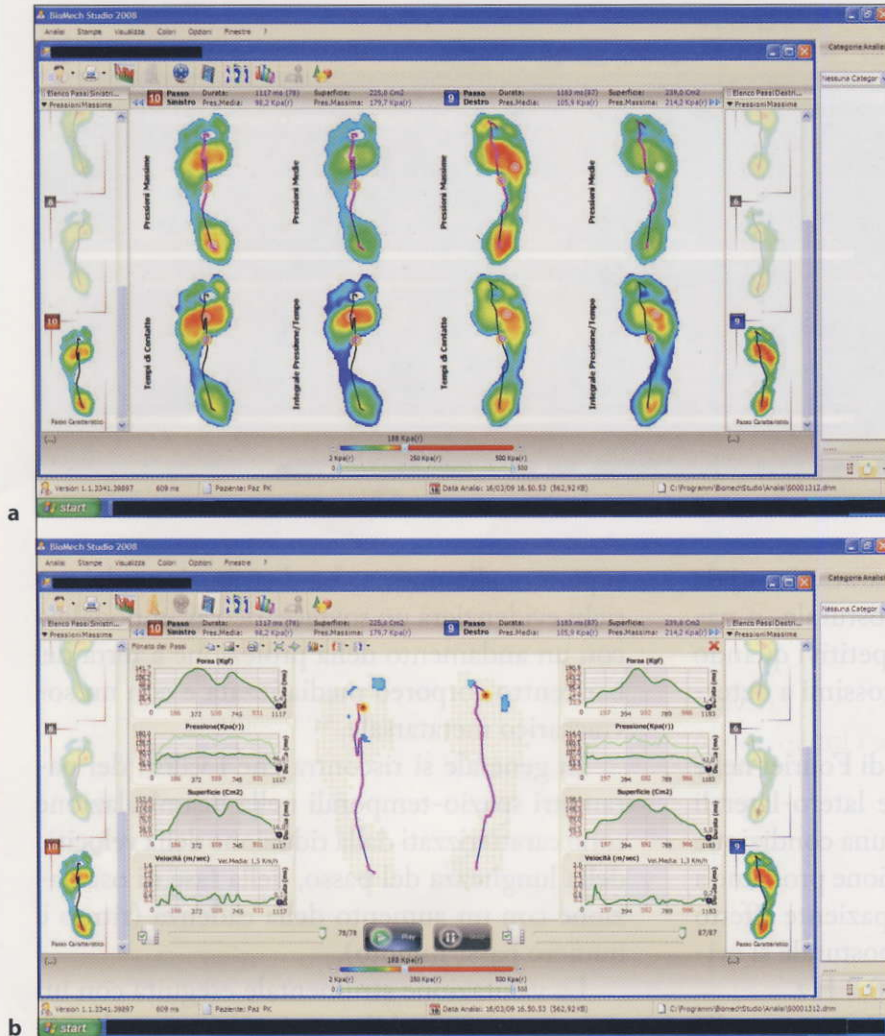


Figura 5
Valutazione BPM nella sua fase dinamica: si evidenziano riduzione della velocità, della lunghezza del passo e aspetti di frammentazione e di instabilità delle fasi della marcia.

Sulla base dell'elevata riproducibilità riscontrata durante i test di valutazione baroposturografica è pertanto possibile l'ottimale pianificazione di programmi motori personalizzati e utili alla rieducazione posturale del paziente affetto da MP. Inoltre si ritiene importante sottolineare come la valutazione BPM sia non solo un valido supporto alla definizione della stadiazione dello status posturale del paziente, ma anche strumento di valutazione e analisi delle possibili comorbilità osteoarticolari che possono ulteriormente aggravare la disabilità parkinsoniana.

TEST DI VALUTAZIONE PROPRIOCETTIVA E STABILOMETRICA

Nella MP i disturbi posturali coesistono con alterazioni della percezione corporea. La somma di tali disfunzioni determina nel tempo la diminuzione della qualità del movimento vo-

lontario e la capacità di adattare la risposta motoria a perturbazioni esterne (con impoverimento del contenuto ideomotorio), determinando così la progressiva instabilità posturale. Monitorare l'evoluzione di questa temibile complicanza può prevenire il rischio di caduta che, dallo stadio 3 di Hoehn & Yahr (tabella 1), aumenta decisamente e pericolosamente.

La definizione di sensibilità propriocettiva fu elaborata da Sherrington nel 1906 che la descrisse come "l'insieme dei segnali nervosi originanti durante il movimento". Questa venne successivamente ampliata e attualmente si afferma che la sensibilità propriocettiva è la "forma di percezione che provvede alla sensazione di posizione e di movimento": "se so dove sono, so anche dove vado" (dalla posizione segue la direzione).

Attraverso le informazioni provenienti dai recettori periferici di senso e posizione, situati

nelle articolazioni, nei muscoli e nei tendini (propriocettori), associate alle "precisazioni" con valenza propriocettiva provenienti dai recettori tattili e sensoriali (recettori vestibolari, visivi e uditivi), il soggetto conosce la propria posizione nello spazio, il rapporto reciproco tra i segmenti corporei e di questi ultimi rispetto alla gravità.

Determinante fondamentale per il mantenimento di tale omeostasi è l'adeguatezza del sistema afferente propriocettivo che si proietta alle formazioni assiali e sovrasiali ove si integra con specifici circuiti neuronali partecipando all'elaborazione dell'engramma motorio.

La propriocezione è quindi a monte del movimento per cui è corretto l'enunciato: "So dove sono, quindi so dove vado" a cui aggiungere anche: "so come mi muovo".

Scopo della riabilitazione propriocettiva è quello di stimolare le afferenze e l'integrazione delle stesse nel sistema nervoso centrale al fine di evocare, controllare e perfezionare la risposta motoria intesa anche come adeguamento posturale.

Pertanto, nella MP, la periodica valutazione strumentale dei disturbi di preparazione ed effettuazione del movimento e della percezione del proprio *status*, permette di monitorare la possibile evoluzione della disabilità. A tal fine l'utilizzo di supporti informatici, che permettano di eseguire un test di valutazione, controllo, registrazione e quantificazione di questi parametri, consente inizialmente di inquadrare e successivamente verificare informazioni valide alla stesura di un percorso personalizzato di esercizio terapeutico propriocettivo.

Per esempio, un sistema validato, versatile e adatto sia alla somministrazione del test di valutazione sia dell'esercizio terapeutico, è la pedana mobile informatizzata (PMI, figura 6) costituita da:

- una pedana mobile (fulcro, pistoncini);
- kit di supporto costituito da sistemi di appoggio ed esecuzione del movimento richiesto;
- scheda di acquisizione dati in grado di trasdurre elettronicamente tutti i minimi spostamenti angolari della pedana stessa;
- personal computer a cui è collegato l'intero sistema;

Tabella 1 **Scala di Hoehn & Yahr modificata: grado di disabilità**

STADIO	
0	Nessun segno di malattia
1	Coinvolgimento unilaterale
1,5	Coinvolgimento unilaterale e assiale (rigidità del collo)
2	Coinvolgimento bilaterale senza alterazione dell'equilibrio
2,5	Coinvolgimento bilaterale lieve con instabilità posturale ma capacità di riprendere l'equilibrio quando spinto
3	Coinvolgimento bilaterale da lieve a moderato; instabilità posturale (incapace di riprendere l'equilibrio se spinto) ancora fisicamente indipendente
4	Disabilità grave; il paziente può ancora camminare o stare in piedi da solo ma è gravemente disabile
5	Il paziente è allettato o in sedia a rotelle se non aiutato

- uno o più schermi utili come *feedback* visivi di controllo motorio.

La PMI trasforma ogni movimento angolare a essa applicato in rappresentazioni grafiche e in valori numerici relativi ai vari parametri del test o dell'esercizio terapeutico (forze applicate, inclinazioni, tempo di esecuzione, perimetro eccetera); i valori numerici sono elaborati e interfacciati su video in un tracciato a cui può essere associato un segnale acustico; l'apparecchio è inoltre in grado di mantenere il controllo del carico ponderale secondo i parametri richiesti dall'operatore e fornendone un ritorno acustico.

Il paziente, attraverso lo schermo, può seguire il tracciato conforme al movimento della pedana e compararlo con la percezione che ha del proprio atto motorio. Test ed esercizio terapeutico possono essere eseguiti sia in stazione seduta con il paziente seduto sulla pedana per il controllo della linea mediana e per il controllo del tronco sul piano sagittale e frontale oppure in stazione eretta valutando un arto inferiore alla volta (figura 7). Tale parametro è particolarmente indicato per quelle forme dove l'in-

Figura 6

Pedana per la riabilitazione propriocettiva.

stabilità posturale si estrinseca nella difficoltà dei cambi di direzione durante la marcia e nel trascinarsi del piede al suolo con piccoli passi. È previsto anche un protocollo per il posizionamento del paziente sul dispositivo.

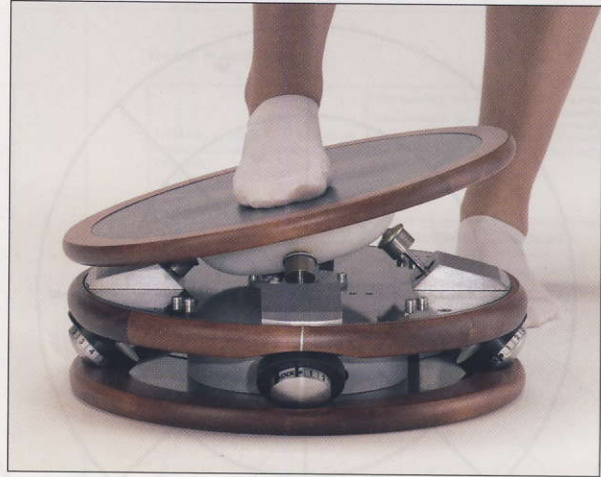
Tramite il test con PMI, l'operatore e il paziente hanno l'opportunità di "percepire", attraverso canali sensoriali (vista e udito), la disfunzione che si è stabilita nel circuito propriocettivo e pianificare la sequenza dell'esercizio rieducativo ovvero quel processo di neo-apprendimento di cui la persona affetta da MP necessita.

Nello specifico è possibile misurare e ricevere informazioni al fine di stabilire il grado di sensibilità:

- di posizione propriocettiva;
- del movimento propriocettivo;
- di forza propriocettiva.

Figura 7

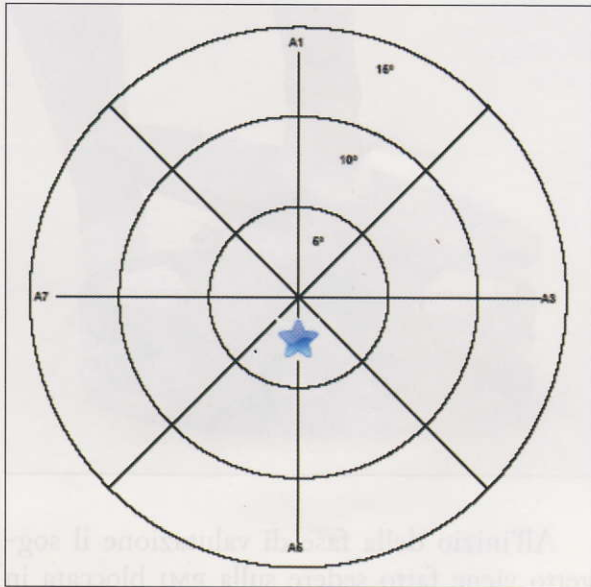
Propriocezione: test ed esercizio terapeutico con pedana mobile informatizzata (PMI) possono essere eseguiti sia in stazione seduta (a), sia in stazione eretta valutando un arto inferiore alla volta (b).



All'inizio della fase di valutazione il soggetto viene fatto sedere sulla PMI bloccata in posizione orizzontale. In tal modo la persona in esame può controllare e percepire il proprio centro di posizionamento da seduto (figura 8). Inoltre sul torace del paziente viene collocato un sensore di posizione che informa il soggetto del rapporto di allineamento verticale tra busto e bacino (figura 9).

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 pre-stabilite. In questa fase egli può controllare la propria capacità di esecuzione dell'esercizio

Figura 8

Rappresentazione grafica del centro di posizionamento percepito dal paziente.

proposto, attraverso il monitor collegato al sistema (figura 10).

Infine il paziente, sempre con il bacino e in posizione seduta, dovrà compiere cinque giri di pedana in un massimo di 120 secondi osservando che il tracciato del cursore venga disegnato all'interno di un'area circolare prestabilita (linee rossa e fucsia), seguendo la direzione del cursore e cercando così di controllare il proprio movimento (figura 11). Al termine del test il software elaborerà l'errore medio di percorso: *Average Trace Error (ATE)*.

La stessa serie di valutazioni sarà successivamente eseguita in ortostatismo con il piede destro e il sinistro. Si potranno così raccogliere tutti i dati sulla capacità percettiva e cinestesica e sulla percentuale di errore compiuto nello svolgimento di un compito proposto nell'unità di tempo.

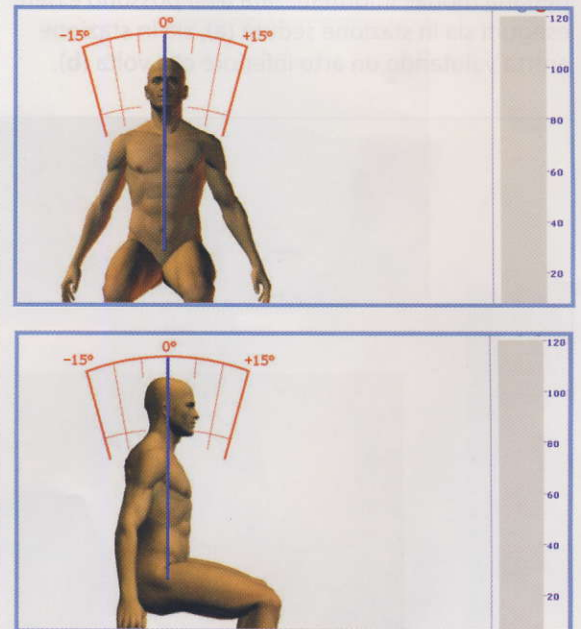
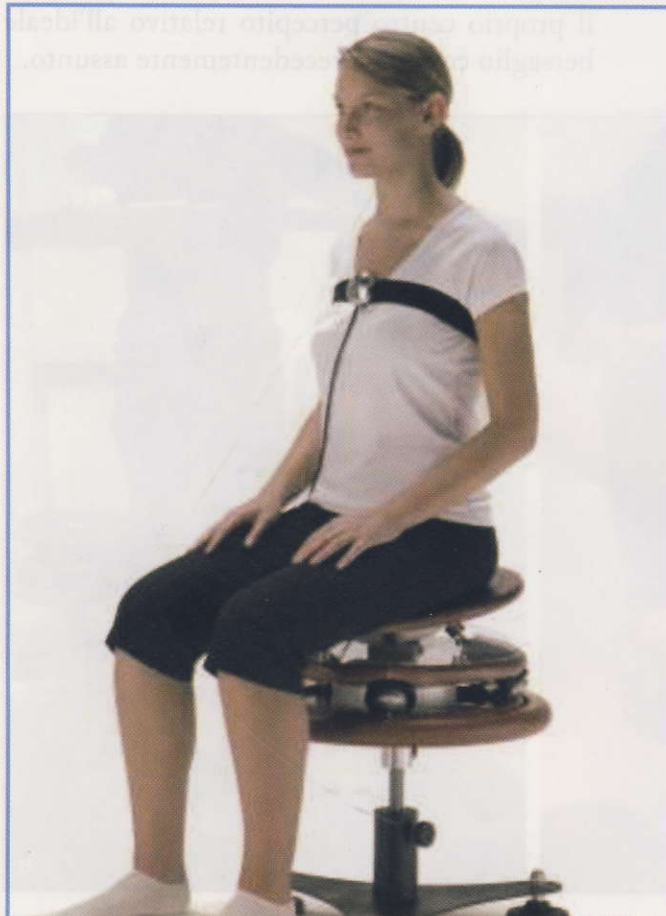


Figura 9

Il sensore di posizione collegato sul torace del paziente seduto sulla PMI informa il soggetto del rapporto di allineamento verticale tra busto e bacino.

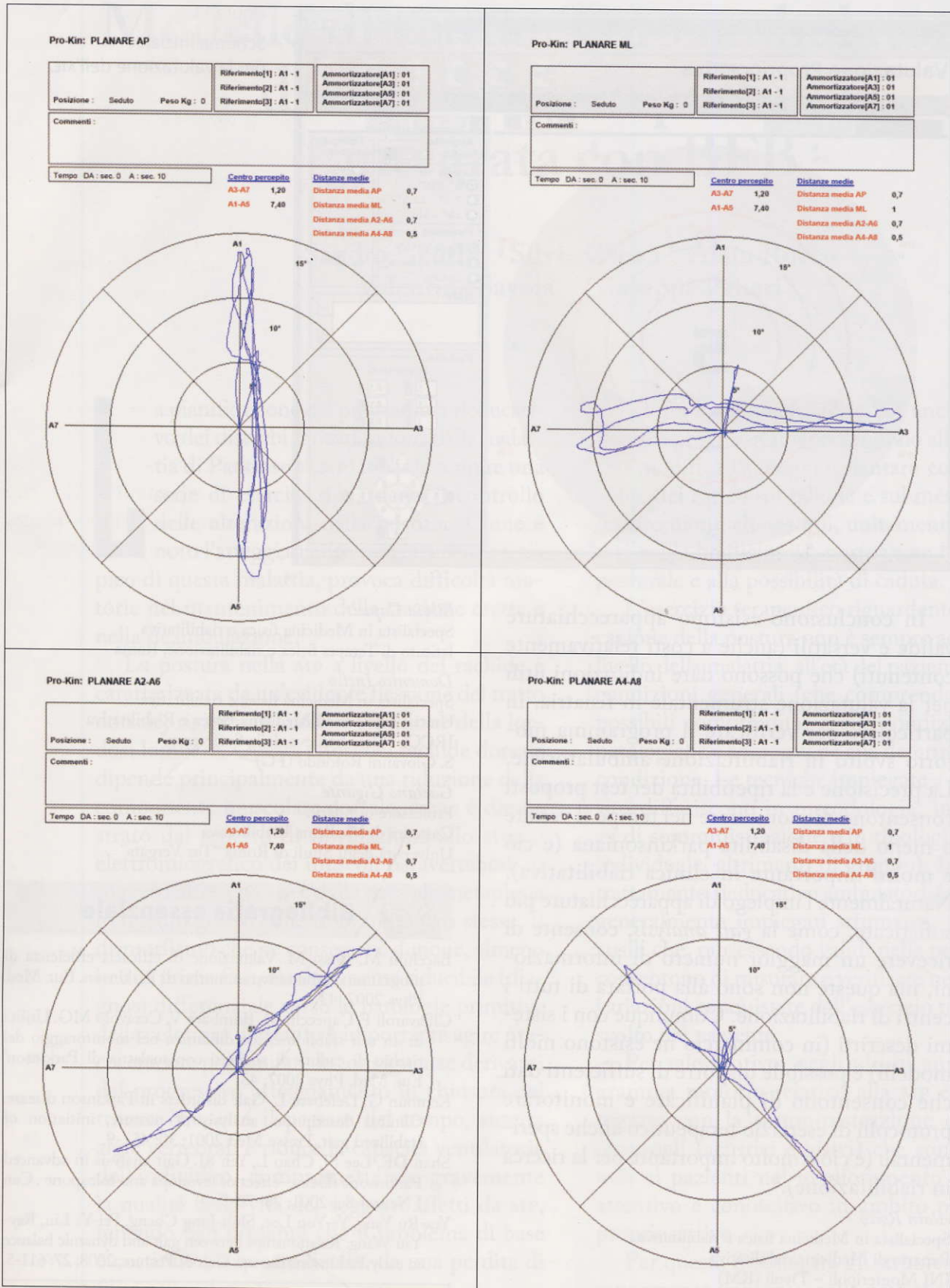


Figura 10

Il monitor collegato al PMI mostra al paziente i grafici relativi alla sua capacità di esecuzione degli esercizi proposti.

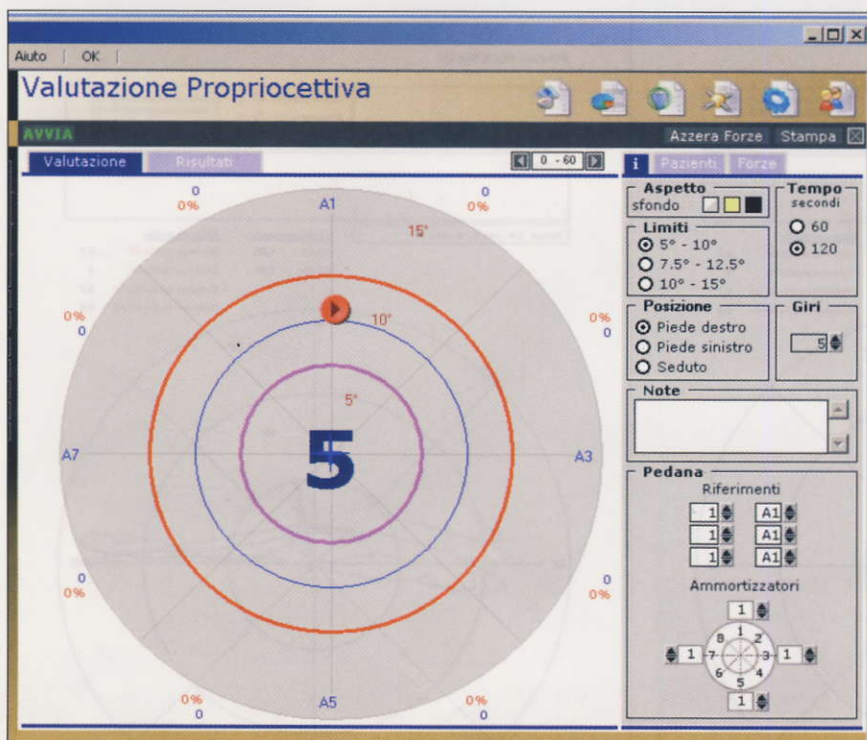


Figura 11
Schema iniziale
per la valutazione dell'ATE.

In conclusione esistono apparecchiature valide e versatili (anche a costi relativamente contenuti) che possono dare indicazioni utili per la valutazione strumentale in fisiatria, in particolare per verificare il programma motorio svolto in riabilitazione ambulatoriale. La precisione e la ripetibilità dei test proposti consentono di monitorare nel tempo il variare o meno della disabilità parkinsoniana (e ciò è molto importante in clinica riabilitativa). Naturalmente l'impiego di apparecchiature più sofisticate, come la *gait analysis*, consente di ricevere un maggior numero di informazioni, ma queste non sono alla portata di tutti i centri di riabilitazione. Comunque con i sistemi descritti (in commercio ne esistono molti modelli) è possibile disporre di sufficienti dati che consentono di pianificare e monitorare protocolli di esercizio terapeutico anche sperimentali (e ciò è molto importante per la ricerca in riabilitazione).

Alain Rocco
Specialista in Medicina fisica e riabilitativa
Reparto di Medicina riabilitativa
INI Monteripoli - Tivoli (RM)

Sandro Gentili
Specialista in Medicina fisica e riabilitativa
Ricercatore, Cattedra di Medicina Riabilitativa
Università degli Studi "Tor Vergata", Roma

Silvia Capici
Specialista in Medicina fisica e riabilitativa
Istituto di Terapia fisica e riabilitazione, Roma

Domenico Intiso
Specialista in Medicina fisica e riabilitativa
Unità Operativa di Medicina Fisica e Riabilitativa
IRCCS "Casa Sollievo della Sofferenza"
S. Giovanni Rotondo (FG)

Gaetano Gigante
Professore ordinario
Cattedra di Medicina Riabilitativa
Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"



Bibliografia essenziale

- Bacchini M, Rossi M. Valutazione di efficacia-efficienza di programma riabilitativo in morbo di Parkinson. *Eur. Med. Phys* 2007; 43.
- Chiavaroli F, Capecchi M, Bombace V, Ceravolo MG. Utilità di un test stabilometrico dinamico nel monitoraggio del rischio di caduta di soggetti con malattia di Parkinson" *Eur. Med. Phys* 2007; 43.
- Kemoun G, Defebvre L. Gait disorders in Parkinson disease. Clinical description, analysis of posture, initiation of stabilized gait. *Presse Med* 2001; 30: 452-9.
- Shan DE, Lee SJ, Chao L, Yeh SI. Gait analysis in advanced Parkinson's disease-effect of levodopa and tolcapone. *Can J Neurol Sci* 2001; 28: 70-5.
- Yea-Ru Yang, Ya-Yun Lee, Shih-Jung Cheng, Pei-Yi Lin, Ray-Yau Wang. Relationships between gait and dynamic balance in early Parkinson's disease. *Gait & Posture*, 2008; 27: 611-5.

La bibliografia e ulteriori approfondimenti sono disponibili in

www.ilfisioterapista.it

