



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Master in " VESTIBOLOGIA PRATICA  
" A.A. 2017/2018

# Modulo di Semeiotica Strumentale

## Posturografia dinamica

PM Picciotti

Fondazione Policlinico Universitario A. Gemelli IRCCS, Roma-  
Università Cattolica del Sacro Cuore

SCIENZE DELL'INVECCHIAMENTO, NEUROLOGICHE, ORTOPEDICHE E DELLA TESTA-COLLO

*Area testa e collo*

Direttore Prof. G. Paludetti

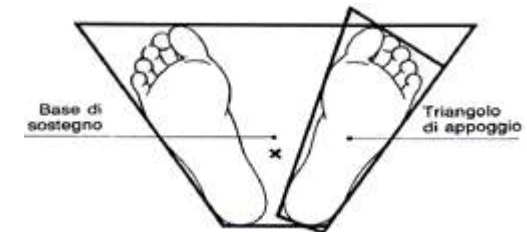
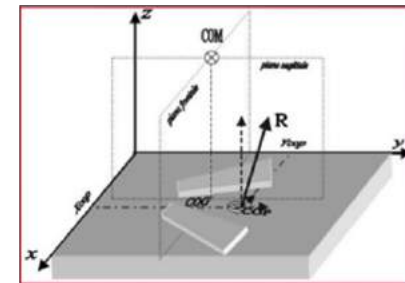
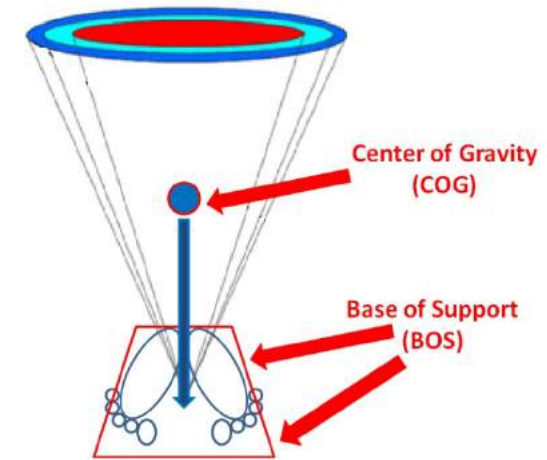
Gemelli



Fondazione Policlinico Universitario Agostino Gemelli IRCCS  
Università Cattolica del Sacro Cuore

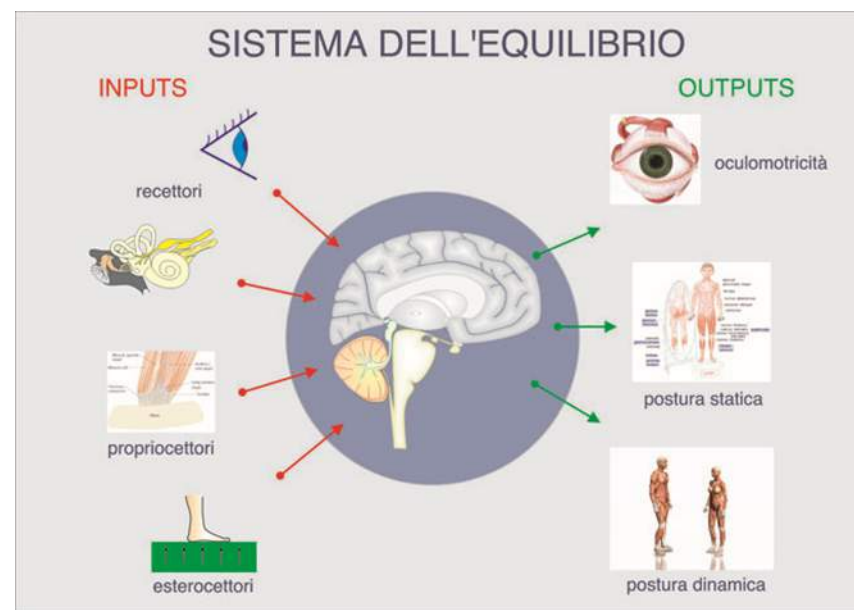
Per postura si intende ciascuna delle posizioni assunte dal corpo, contraddistinta da particolari rapporti tra i diversi segmenti corporei.

In condizione di stazione eretta si paragona il soma ad un pendolo invertito con oscillazioni, soprattutto sagittali, di circa  $4^\circ$  attorno al fulcro rappresentato dalla caviglia. L'equilibrio viene mantenuto fino a quando il centro di gravità cade entro il perimetro del poligono di sostegno, delimitato sul suolo dalla nostra base d'appoggio. Le finalità del controllo posturale sono quindi: mantenere la corretta postura, garantire la base dei movimenti volontari e contribuire al mantenimento dell'equilibrio.



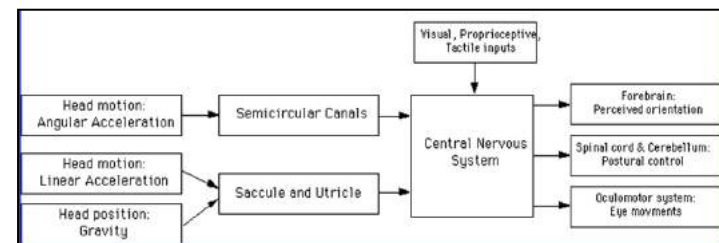
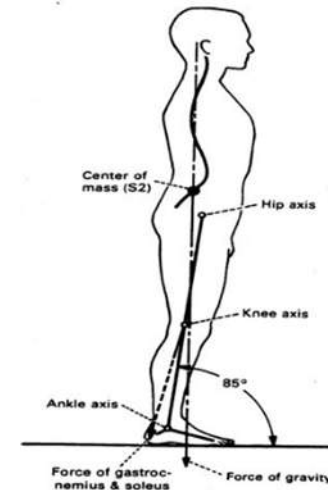
Il mantenimento della **postura** necessita di movimenti compensatori elaborati automaticamente tramite archi riflessi sotto il controllo tronco-cerebellare e dipende da informazioni fornite da tre classi di afferenze sensoriali:

- esterocettori e propriocettori muscolari** che rilevano le variazioni di lunghezza/tensione muscolare,
- recettori vestibolari** che rilevano le inclinazioni corporee sulla base del movimento della testa
- afferenze visive** che trasmettono informazioni di movimento del campo visivo.



Attraverso le integrazioni delle afferenze sensoriali in tempo reale il centro di gravità corporeo viene mantenuto, sia nella stazione eretta che nella deambulazione, all'interno del poligono di sostegno.

Le informazioni fornite dai 3 sistemi sensoriali sono ridondanti e l'equilibrio può essere mantenuto agevolmente anche in caso di assenza o perturbazioni di uno dei canali sensoriali.



# POSTUROGRAFIA/stabilometria

Osservazione/misurazione di una avvenuta stabilizzazione contro la gravità ed eventuali agenti perturbatori, siano essi interni o esterni al corpo.

Permette di valutare e misurare l'equilibrio attraverso una pedana computerizzata che risponde a precise norme internazionali di costruzione, sensibilità e taratura.

Viene utilizzata per lo studio della postura, valutando la distribuzione delle forze verticali sul piano di appoggio e misurando la stabilità mediante la precisione del controllo posturale e l'energia utilizzata.

Serve per stabilire se un determinato tipo di stazione eretta rientra nei limiti della normalità.

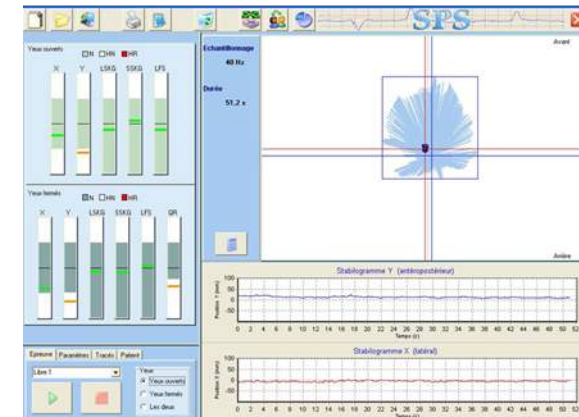
Contribuisce alla diagnosi dei disturbi dell'equilibrio (vestibolopatie periferiche o centrali, disturbi cerebellari, lesioni corticali, disturbi dell'apparato visivo, malattie osteo-muscolari), al monitoraggio delle terapie riabilitative e farmacologiche (come metodo non invasivo indicato per valutare l'influenza di alcuni farmaci con target sul SNC), alla valutazione medico-legale per stabilire l'autenticità di

**disturbi.** *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2004 Feb;24(1):8-12. Role of dynamic posturography (Equitest) in the identification of feigned balance disturbances. Artuso A1, Garozzo A, Contucci AM, Frenguelli A, Di Girolamo S.

La **posturografia statica** valuta quantitativamente l'oscillazione posturale, attraverso l'impiego di una piattaforma di forza fissa, che misura le tre componenti della reazione vincolare al terreno ed i movimenti rispetto ai tre assi per un soggetto che si trovi fermo in posizione eretta (quiet standing) sopra di essa.



Piattaforma dotata di sensori di pressione interfacciata con un computer che valuta il controllo posturale statico (valore medio, minimo e massimo del centro di pressione sul piano sagittale e frontale, superficie totale, lunghezza, frequenza e velocità delle oscillazioni)

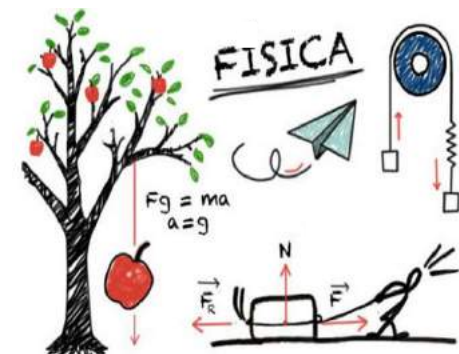


Nella **stabilometria dinamica** la postura spontanea viene perturbata da stimoli esterni imprevisti, allo scopo di valutare il contributo apportato dai canali visivo, vestibolare e somatosensoriale al recupero della postura iniziale.

Consente di studiare il controllo degli adeguamenti posturali alle variazioni della base di appoggio e consente, inoltre, di trarre informazioni riguardo alle strategie usate dal paziente per mantenere la stazione eretta in situazioni destabilizzanti.

# concetti base della dinamica posturale

- Centro di gravità (CoG)/centro di massa (CoM), centro di pressione (CoP)
- Centro di supporto dei piedi
- Angolo di oscillazione A-P del COG
- Limiti di stabilità





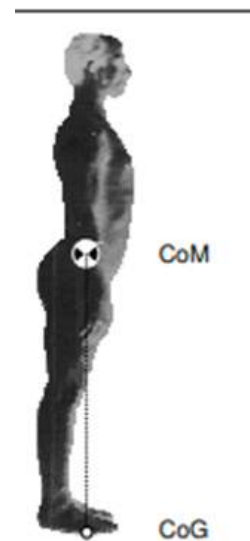
## Centro di massa (CoM)

È il centro geometrico di tutti gli elementi di massa che compongono il corpo.



## Centro di gravità (CoG)

La proiezione del CoM sul terreno



## Centro di pressione (CoP)

È il centro geometrico delle pressioni applicate sotto la base di appoggio, la posizione del punto di applicazione della risultante delle forze scambiate tra la base di appoggio ed il mondo esterno. Nel caso di un corpo fermo rispetto ad un sistema di riferimento inerziale CoG coincide con CoP

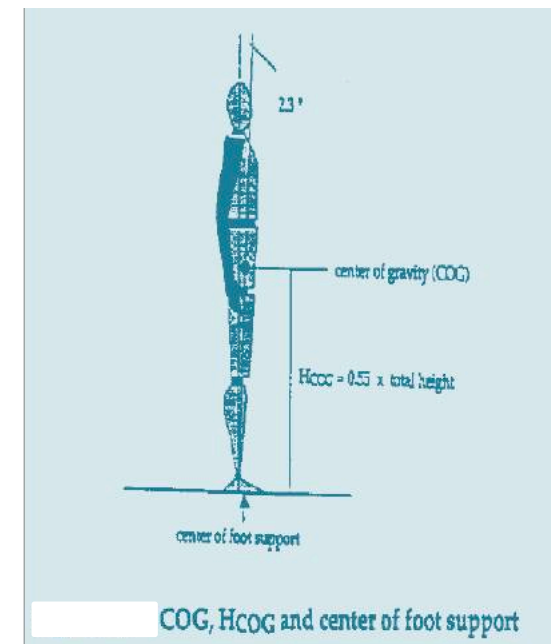
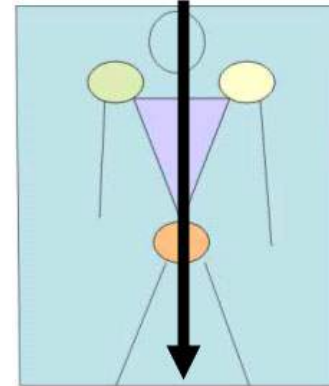


# CENTRO DI MASSA-CENTRO DI GRAVITÀ (COG/COM)

Punto in cui si applica la risultante delle forze di gravità che agiscono nei diversi punti del corpo umano;

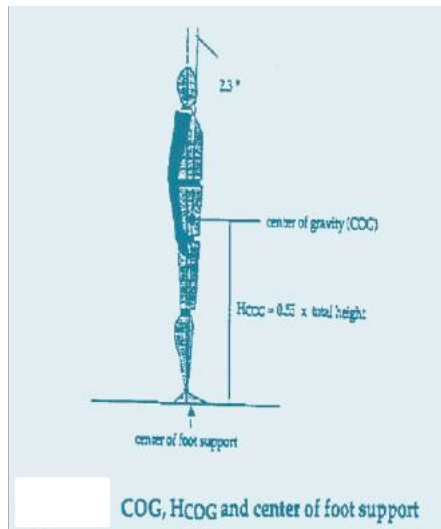
Nel soggetto normale e in ortostatismo:

- nella parte bassa dell'addome,
- 53-55% dell'altezza totale,
- in corrispondenza del malleolo mediale, su una linea inclinata di  $2,3^\circ$  rispetto ad una linea verticale passante per le caviglie



# CENTRO di SUPPORTO dei PIEDI

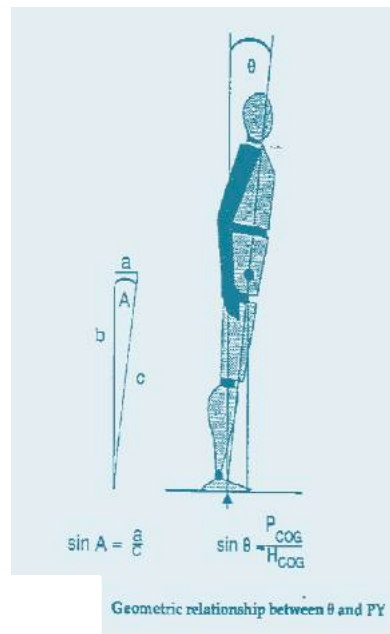
leggermente al davanti  
dell'articolazione della  
caviglia, a metà strada dai  
margini laterali del piede



(Bioastronautics Data Book- NASA, 1962)

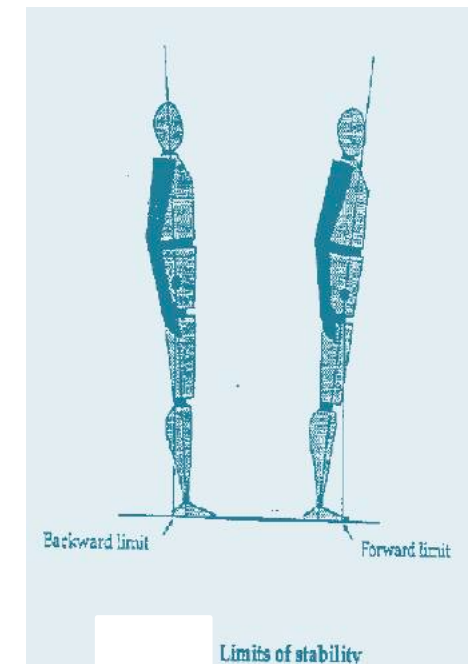
# ANGOLO di OSCILLAZIONE ANTERO-POSTERIORE del COG

angolo compreso tra una retta  
verticale proiettata dal centro  
di supporto del piede ed una  
retta passante dal centro di  
supporto del piede ed il COG



# LIMITI DI STABILITA'

angolo di massima  
oscillazione che mantiene la  
proiezione del COG entro  
l'area del supporto dei piedi  
Normalmente l'oscillazione  
antero-posteriore può  
raggiungere i 12,5° complessivi



La valutazione delle oscillazioni corporee dovrebbe essere effettuata monitorando istante per istante la posizione del Centro di massa (CoM), ossia di quel punto dello spazio in cui si situa il baricentro delle forze peso agenti su ogni parte del corpo.

Poiché questo non è tecnicamente semplice, si ricorre ad una misura indiretta, che consiste nel valutare la traiettoria del Centro di Pressione (CoP), ossia del punto di applicazione della risultante delle forze scambiate tra corpo e terreno per il tramite delle regioni plantari.

Occorre quindi uno strumento (piattaforma di forza) che sia in grado di calcolare la posizione del COP e di registrarla, con una certa frequenza.

# La storia



-Primi esperimenti effettuati con prototipi condotti con una piattaforma che oscillava in modo sinusoidale.

-Allum e coll. utilizzarono la registrazione elettromiografica (EMG) di gruppi muscolari degli arti inferiori (tibialis anterior, soleo, ecc) in seguito a movimenti improvvisi e randomizzati del piano di appoggio. Associarono, quindi, un feed – back visivo e/o acustico nella situazione di esame effettuato anche ad occhi chiusi.

- Molti autori (Diner e Dichgans, Bles, De Wit, Keshner, Honneger, Hamid, Lipp, etc.) si sono interessati alla stabilometria dinamica con prove che comportavano variazioni del piano di appoggio o che agivano sulla componente di panorama visivo con inclinazioni e rotazioni dell’ambiente.

-Si deve a **Nashner e Black** la standardizzazione dei parametri di risposta in un sistema cosiddetto dinamico. Tale sistema, detto Equitest, consente di valutare l’influenza, l’integrazione e il ruolo compensatorio delle afferenze visive, propriocettive e labirintiche.

-L’Equitest fu progettato e sviluppato con finanziamento della NASA. E successivamente del National Institute of Health

-Approvato dalla FAD nel 1986



# Componenti del sistema:

- piattaforma formata da due pedane e dotata di trasduttori di forza e da servomotori, in grado di muoversi orizzontalmente rispetto al piano e di inclinarsi lungo l'asse latero - laterale;
- schermo mobile che racchiude il campo visivo del paziente e che può inclinarsi in modo sincrono alle oscillazioni del paziente;
- unità di controllo dei movimenti della piattaforma e dello schermo, che include gli amplificatori di forza, l'interfaccia tra piattaforma e computer ed il convertitore analogico - digitale;
- unità di elaborazione costituita da un computer dotato di stampante e di hard - disk per controllare i test, acquisire ed immagazzinare i dati, comandare i servomotori, analizzare e graficare i risultati.

Sono inoltre previsti due dispositivi di sicurezza:

- un'imbragatura nella quale viene imbrigliato il paziente sorretto dalla struttura portante il panorama, per evitare le cadute;
- un sistema di interruzione in caso di necessità.

# sistemi



## Description

Balance Quest is the only truly dynamic platform available. When the platform center support is released from its static position, the Balance Quest platform essentially floats on a spring suspension allowing dynamic motion with 6 degrees of freedom of movement. This dynamic freedom more accurately mimics natural conditions that disturb proprioceptive information.

The platform allows linear movement in X (forward/backward); Y (side to side); and Z (up/down) planes. In addition, there are three axes of angular movement allowed: Yaw (twist clockwise / counterclockwise); Pitch (tilt forward / backward); Roll (tilt left / right). The Balance Quest software measures center of pressure in the X, Y, and Z planes plus pitch and roll axes for unparalleled information about the direction and amplitude of sway.

The information allows you to identify fall risk factors, work related dysequilibrium, and malingering in addition to assessing whether your patient's balance disorder is due to misinformation or misinterpretation of sensory and motor inputs and his/her ability to suppress information that is inaccurate.

## Features

- Sensory Organization Test (SOT) with 6 conditions
- Three degrees of freedom with pneumatic control for unstable platform
- Rehabilitation protocols for vestibular and orthopedic patients
- Four-point safety harness to catch patients in the event of falling
- Limit of Stability Test (LOS) that analyzes the patient's ability to lean forward, backward, and to the sides in relation to standing stable in the center position.

# sistemi





*sistemi*

## Bertec Balance Advantage – Dynamic CDP



### Solution

- Bertec Balance Advantage™ software
- Immersive Virtual Reality
- Standardized protocols with normative data
- Unsurpassed classroom education
- Low 4' step height onto an 18"x20" dual balance plate
- 500lb load capacity
- Configured to meet your needs
- One year parts and labor warranty with ongoing support
- Patient data can be synchronized with other stand-alone Bertec systems

### Assessments

- Sensory Organization Test
- Motor Control Test
- Adaptation Test
- Limits of Stability
- Weight Bearing Squat
- Rhythmic Weight Shift
- Unilateral Stance

### Trainings

- Seated
- Mobility
- Closed Chain
- Weight Shifting
- Quick Training



*sistemi*



BIODEX

NEW Balance System™ SD



*sistemi*

# NeuroCom Equitest Computerised Dynamic Posturography

ParagonCare



## NeuroCom Equitest – Standardised Assessment and Rehabilitation Protocols

NeuroCom offers a comprehensive library of balance and gaze stability assessment protocols that quantify the impact of impairments on a patient's ability to perform mobility tasks required for safe and effective function in daily life.

### Assessment of Sensory Impairments

- Sensory Organisation Test (SOT)
- Head Shake-Sensory Organisation Test (HS-SOT) – available with inVision software
- Centre of Gravity (COG) Alignment

### Assessment of Dynamic Vision Impairments

- Dynamic Visual Acuity (DVA) – available with inVision software and head tracker
- Gaze Stabilisation Test (GST) – available with inVision software and head tracker

### Assessment of Motor Impairments

- Adaption Test (ADT)
- Motor Control Test (MCT)
- Weight Bearing Squat (WBS)

### Functional Limitation Assessments

- Unilateral Stance (US)
- Stability Evaluation Test (SET) – with optional Long Forceplate
- Sit-To-Stand (STS) – with optional Long Forceplate
- Walk Across (WA) – with optional Long Forceplate
- Tandem Walk (TW) – with optional Long Forceplate
- Step/Quick Turn (SQT) – with optional Long Forceplate
- Step Up/Over (SUO) – with optional Long Forceplate
- Forward Lunge (FL) – with optional Long Forceplate

### Training and Rehabilitation

- Vestibulo-Ocular Reflex (VOR) Training – with optional inVision Software

# Caratteristiche:

## piattaforma

-traslazione

sensibilità uscita 0,635/volt

range +/-6,35cm/volt

velocità massima 15,24cm/sec

tempo di massima velocità 50ms

-rotazione

sensibilità di uscita 1deg/volt

range +/-10deg

velocità massima 50deg/sec

tempo di velocità massima 50 msec

statica 271j

## schermo mobile

sensibilità di uscita 1deg/volt

range +/-10deg

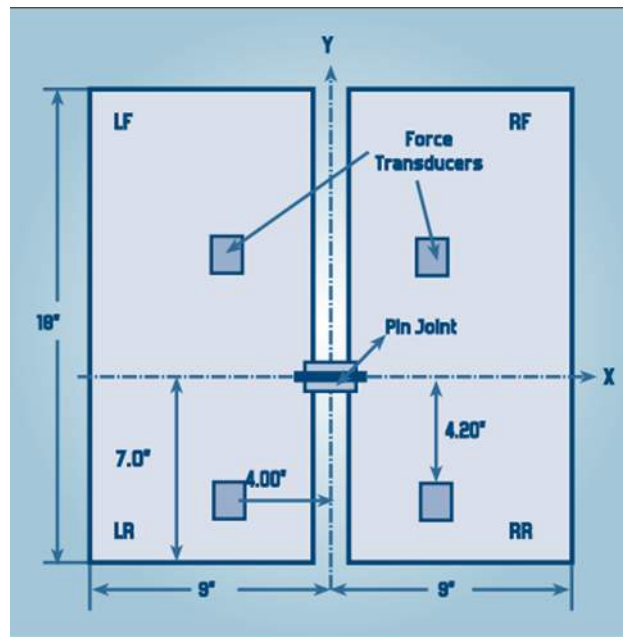
velocità max 15deg/sec

# NeuroCom Equitest Computerised Dynamic Posturography

## piattaforma

Piattaforma base: 2 pedane mobili (9x18 cm) unite da un gancio ed appoggiate su 4 trasduttori di forza, un quinto trasduttore è inserito nel gancio di giunzione; il trasduttore centrale misura le forze tangenziali al piano della piattaforma i 4 laterali misurano le forze verticali separatamente per ogni pedana.

La pedana misura la massima oscillazione come proiezione del baricentro o centro di gravità in avanti e indietro e calcola poi il rapporto tra massima oscillazione dell'esaminato ed il valore di riferimento di 12,5° per valutare la stabilità.



$$\frac{12,5^{\circ} - (\$ \max - \$ \min) \times 100}{12,5}$$

Le due pedane parallele possono

- ruotare di +/- 10° con velocità massima di 50°/s,
- Traslare di +/- 6,5 cm, con velocità massima di 15 cm/s.



Anche la cabina può ruotare consensualmente al paziente di  $\pm 10^\circ$  con velocità massima di  $20,7^\circ/s$ .

I limiti di taratura sono:

- peso 18-136 Kg,
- altezza 76-203 cm.

La cabina e la pedana seguono perfettamente le oscillazioni del paziente questo genera false informazioni visive o propriocettive della posizione del corpo tali da obbligare il paziente ad affidarsi alle vie alternative per mantenere l'equilibrio.

## NeuroCom Equitest Computerised Dynamic Posturography

unità di controllo  
MONITOR



All'inizio del test e durante la sua esecuzione l'esaminatore controlla la posizione del paziente. Alla fine del test vengono riassunte tutti i movimenti e le posizioni assunte dal paziente.



# Tests Eseguibili

## SENSORY ORGANIZATION TEST:

fornisce informazioni oggettive sulle capacità posturali globali, individua il sottosistema deficitario, definisce la strategia utilizzata

- 1) equilibrium score
- 2) sensory analysis
- 3) movement strategies
- 4) CoG alignment

## MOTOR CONTROL TEST:

reca informazioni sulla efficacia dei riflessi motori e le capacità di adattamento a traslazioni improvvise:

- 1) response latency
- 2) adaptation
- 3) weight symmetry
- 4) amplitude scaling

## ADAPTATION TEST:

Valuta le capacità adattative in seguito ad modificazioni rotatorie rapide

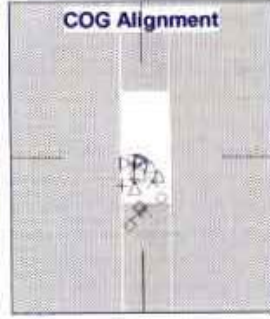
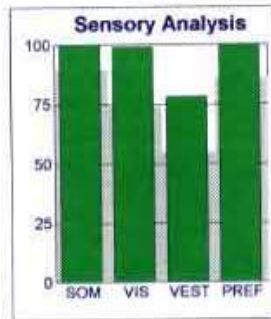
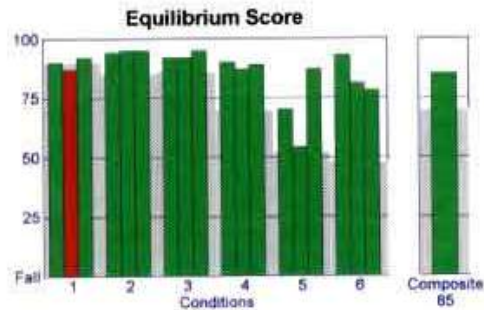
# unità di elaborazione

# MOTOR CONTROL TEST

## SENSORY ORGANIZATION TEST

### Sensory Organization Test

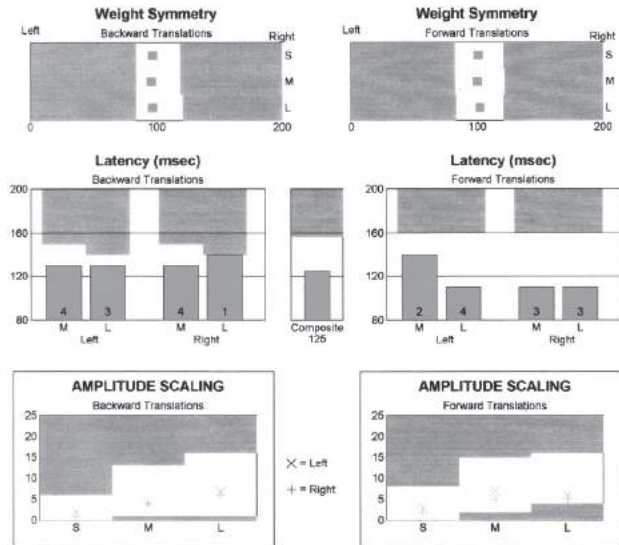
(Sway Referenced Gain: 1.0)



## ADAPTATION TEST

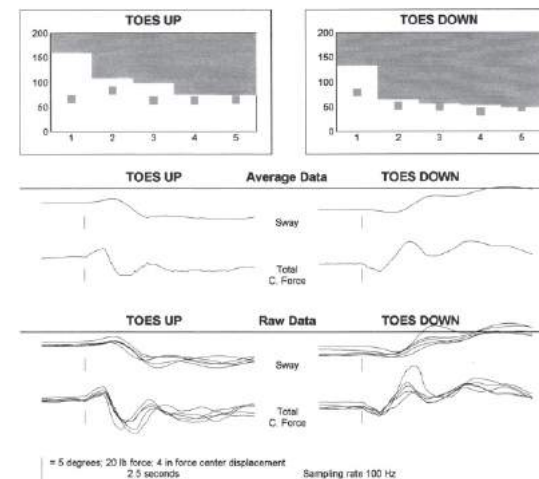
È possibile inoltre ottenere i dati numerici relativi alle prove ed alle analisi specifiche

### Motor Control Test



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20-59  
Post Test Comment:

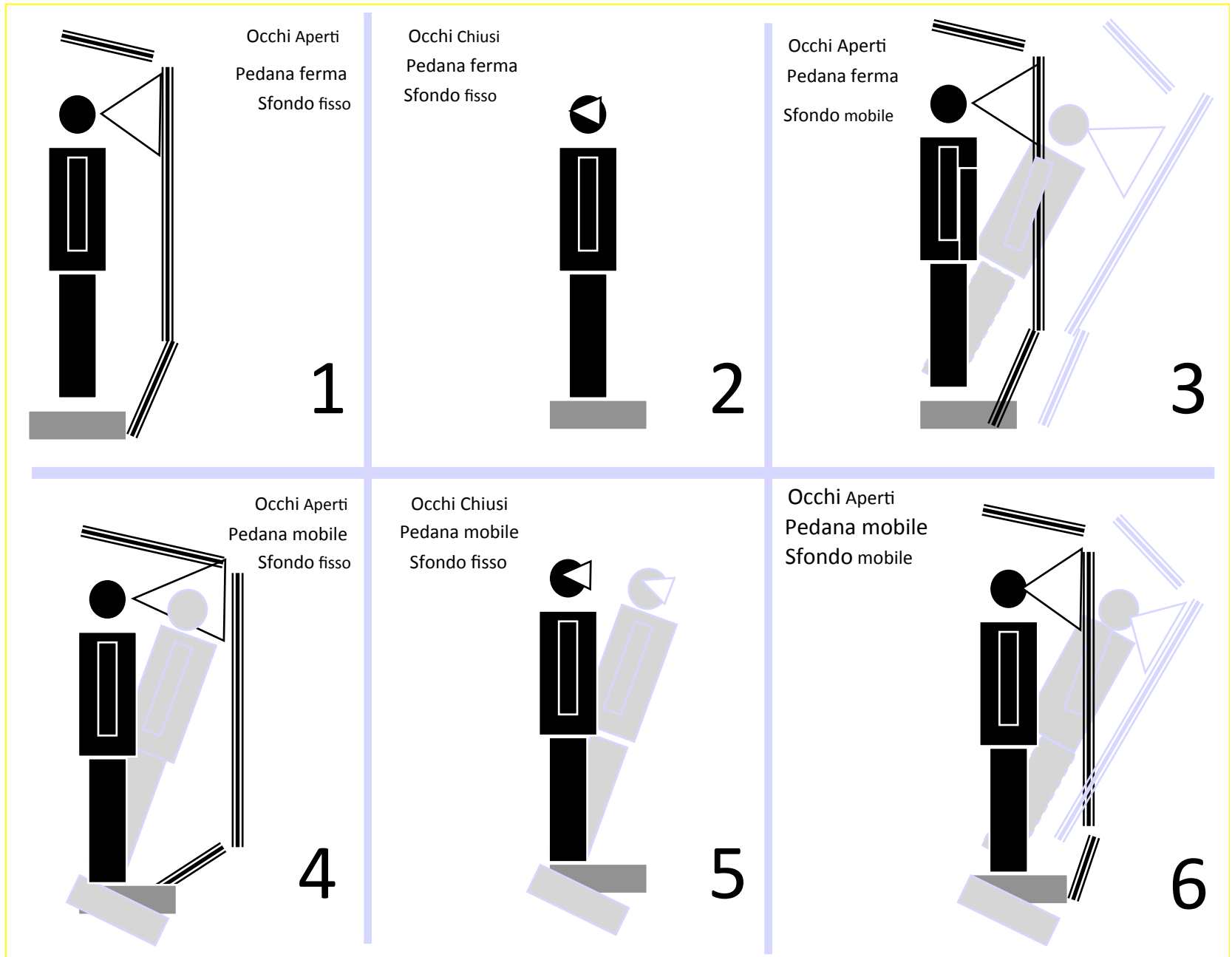
### Adaptation Test



Data Range Note: NeuroCom Data Range: 20-59  
Post Test Comment:



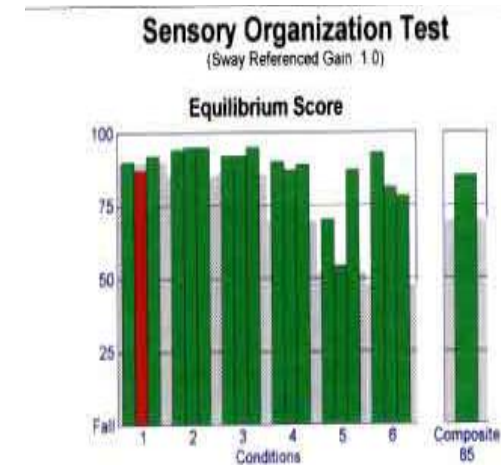
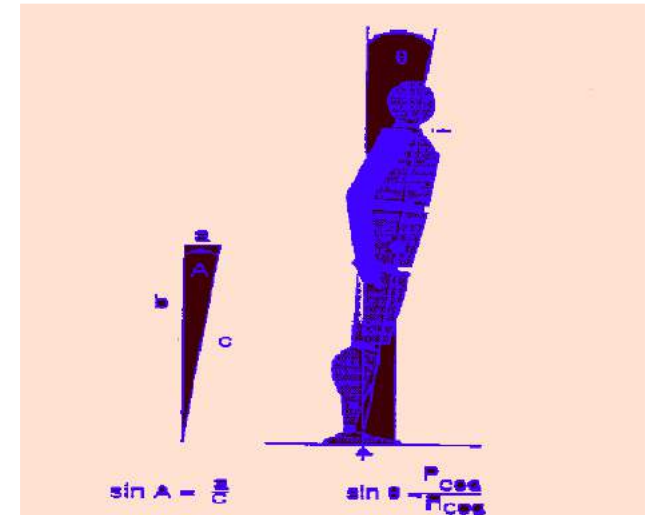
# SENSORY ORGANIZATION TEST



# SENSORY ORGANIZATION TEST

1) **EQUILIBRIUM SCORE**: rapporto tra lo spostamento effettuato dal CoG ed il suo massimo teorico possibile nelle 6 condizioni di esame (confronto tra l'oscillazione massima del paziente sul piano antero – posteriore con limite di stabilità anteriore a 8,5° e posteriore a 4°, per un totale di 12,5°). Il risultato è espresso come % da 0 a 100 (0 = caduta; 100 = perfetta stabilità, in riferimento ad un gruppo di pari età ed altezza)

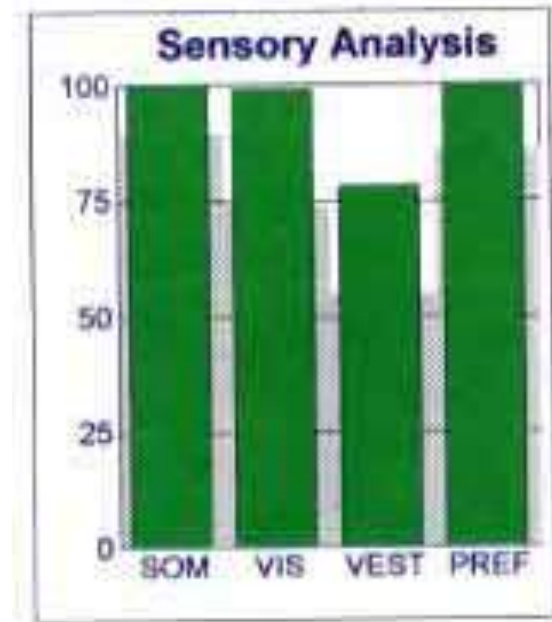
2) **Composite equilibrium score** (punteggio complessivo), ottenuto dividendo per 6 la somma delle singole prove delle condizioni 3/4/5/6 con la media della condizione 1 e 2.



# SENSORY ORGANIZATION TEST

## 2) SENSORY ANALYSIS

Identifica le disfunzioni sensoriali o la eventuale preferenza sensoriale nel controllo posturale.



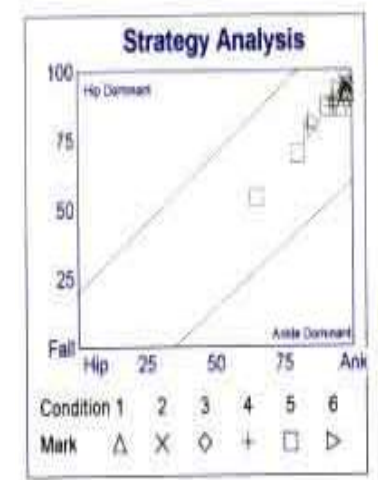
- Funzione somatosensoriale: condizione 2/condizione 1.
- Funzione visiva: condizione 4/condizione 1
- Funzione vestibolare: condizione 5/condizione 1.
- Funzione della “preferenza visiva”:  
somma delle condizioni 3 e 6/ somma delle condizioni 2 e 5.  
(quanto è possibile ignorare inputs visivi in una situazione di conflitto visivo).

SOM	$\frac{\text{Condition 2}}{\text{Condition 1}}$
VIS	$\frac{\text{Condition 4}}{\text{Condition 1}}$
VEST	$\frac{\text{Condition 5}}{\text{Condition 1}}$
PREF	$\frac{\text{Condition 3+6}}{\text{Condition 2+5}}$

# SENSORY ORGANIZATION TEST

## 3) STRATEGY STRATEGIES

quantifica i movimenti della caviglia e dell'anca attuati dal paziente per mantenere l'equilibrio



Durante il SOT viene valutato con i punteggi di strategia, calcolando le forze tangenziali applicate dai piedi sulla pedana quando il CoG accelera.

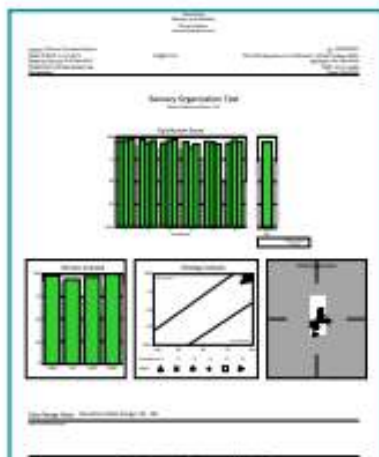
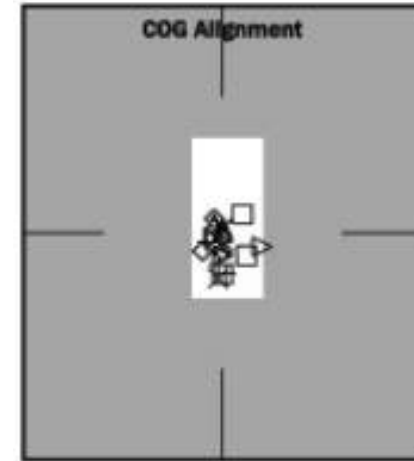
Su una superficie ampia e per piccoli spostamenti un individuo normale utilizza inizialmente la strategia di caviglie (bassa forza e basso dispendio di energia).

Nel caso di un piano di appoggio ristretto e di oscillazioni ampie, il soggetto tende ad utilizzare una strategia di bacino.

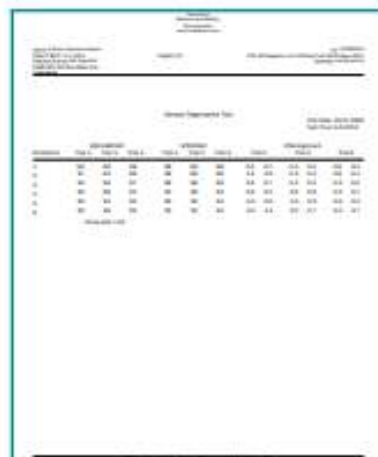
Una strategia di sole caviglie si evidenzia nel grafico di analisi di strategia con allineamento dei punti sull'asse orizzontale; una strategia di solo bacino con allineamento dei punti sull'asse verticale.

# SENSORY ORGANIZATION TEST

**4) CoG Alignment (allineamento antero – posteriore del CoG):** misura l'average della posizione del CoG sulla piattaforma all'inizio durante ogni singolo test. I soggetti con normali performances mantengono il loro CoG vicino al centro della base di appoggio.



Comprehensive Report



Numeric Report



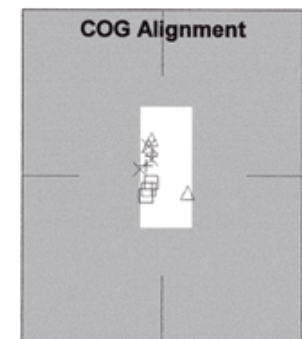
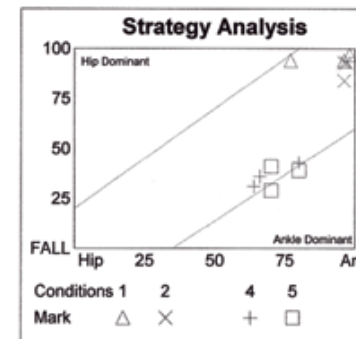
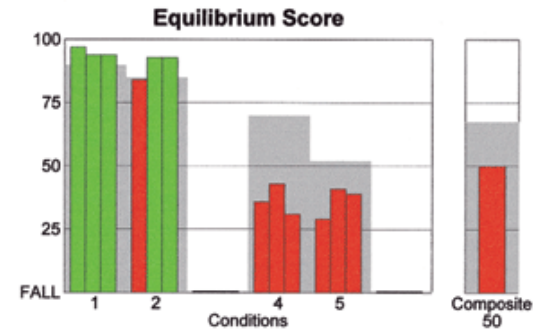
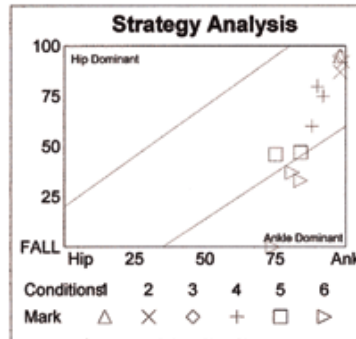
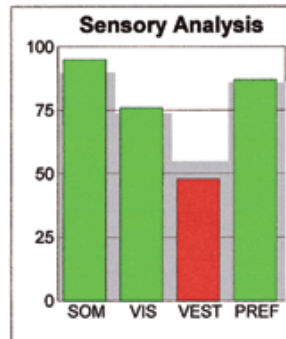
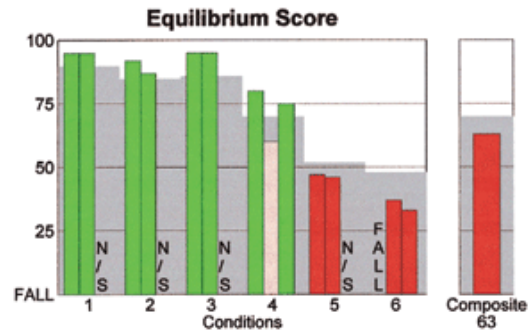
COG Tracing Report



Raw Data Report

# Sensory Organization Test

(Sway Referenced Gain: 1.0)



# MOTOR CONTROL TEST

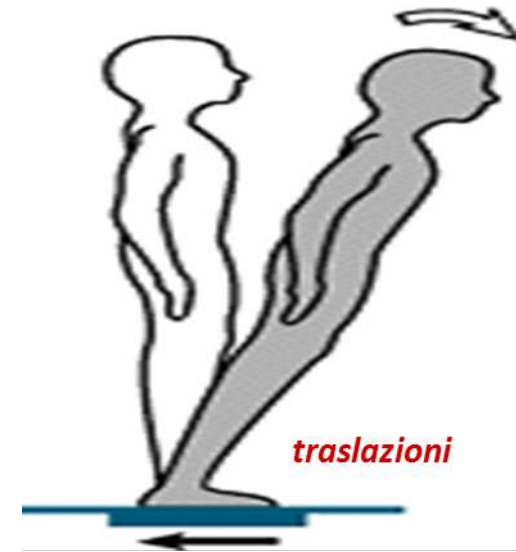
Il paziente viene sottoposto a perturbazioni traslazionali della piattaforma che evidenziano l'abilità a coordinare risposte automatiche per mantenere la postura.

Questa risposta è riferibile agli stimoli propriocettivi somatosensoriali; gli stimoli vestibolari possono modulare la risposta, ma non iniziarla. La risposta a stimoli propriocettivi somatosensoriali, infatti, è mediata da un arco riflesso che interessa i recettori tattili, muscolo-tendinei inferiori, nervi periferici sensitivi e motori, vie ascendenti e discendenti midollari fino al tronco encefalo e corteccia.

Sei prove ripetute più volte:

nove traslazioni all'indietro (3 di piccola, 3 di media, 3 di grande ampiezza),

nove traslazioni in avanti (3 di piccola, 3 di media, 3 di grande ampiezza)

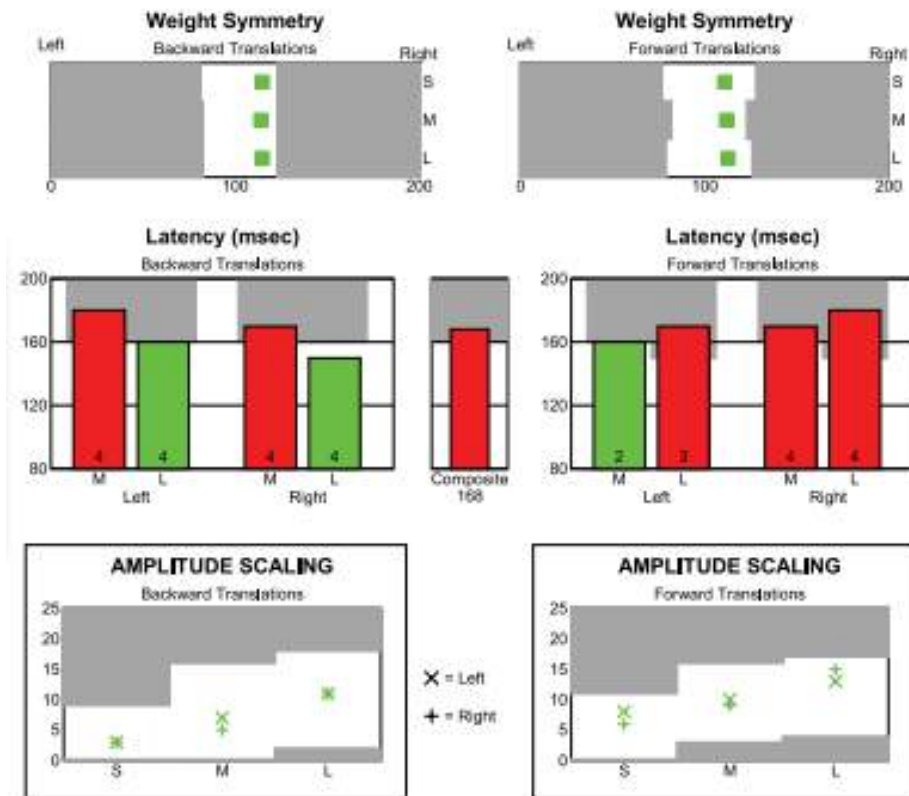




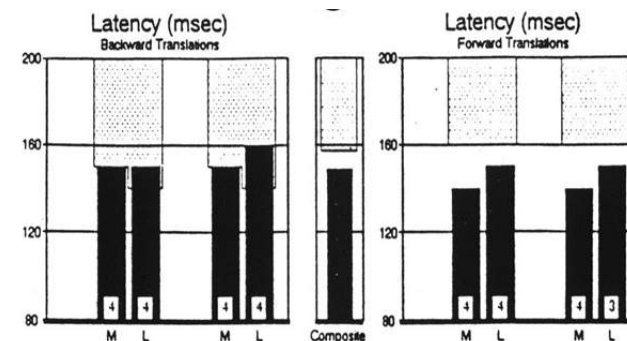
# MOTOR CONTROL TEST

- 1) Response Latency
- 3) Weight Symmetry
- 4) Amplitude Scaling

Motor Control Test



1) Response Latency: tempo in msec tra l'inizio della traslazione e l'inizio della risposta attiva

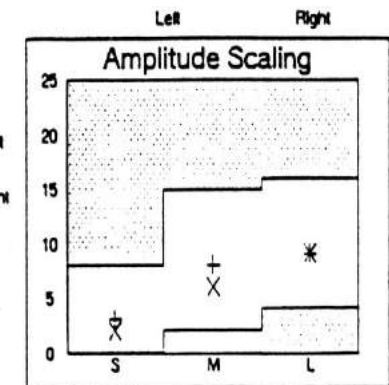
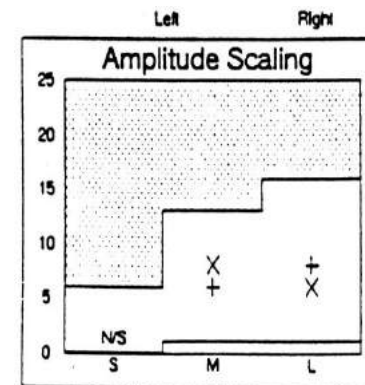
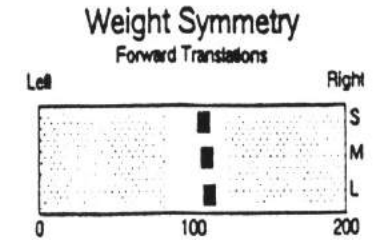
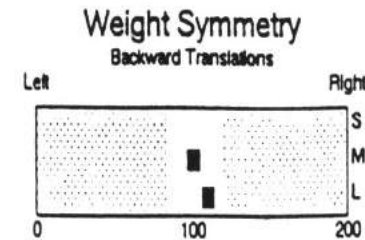




# MOTOR CONTROL TEST

**3) WEIGHT SYMMETRY:** peso sopportato da ciascun piede durante i test di traslazione, riflette l'abilità del soggetto a produrre un livello di forze appropriate per mantenere l'equilibrio. In individui normali le forze di risposta sono in diretto rapporto con l'ampiezza e la direzione della traslazione e la forza esercitata sarà uguale per ciascun piede

**4) AMPLITUDE SCALING:** ampiezza delle risposte attive del soggetto. I movimenti della pedana durante le traslazioni avvengono ad una velocità costante correlata all'altezza del paziente.



X = Left  
+ = Right

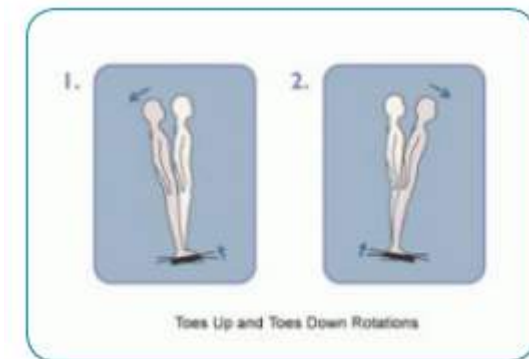
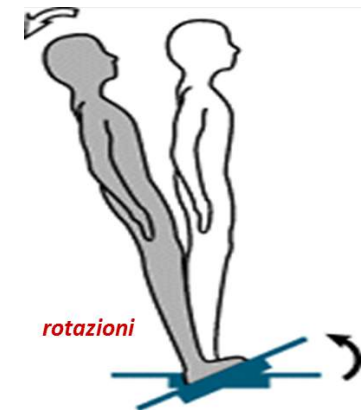
# ADAPTATION TEST

Valuta la capacità adattative in seguito ad modificazioni rotatorie rapide della piattaforma.

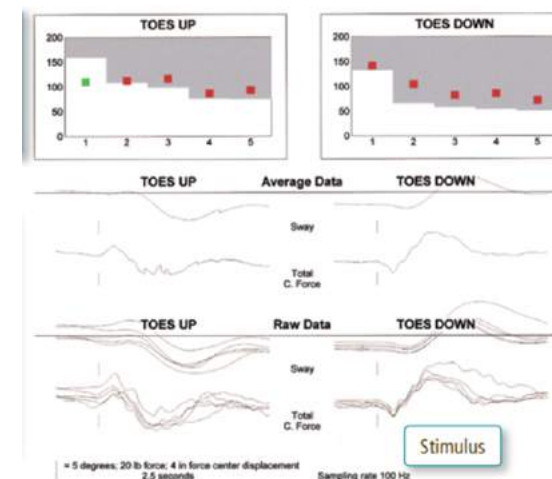
Due prove ripetute più volte:

cinque inclinazioni del supporto con punta dei piedi verso l'alto, cinque inclinazioni del supporto con punta dei piedi verso il basso.

Ad ogni prova si associa un punteggio (sway energy score/ energia di oscillazione) che quantifica l'entità della forza richiesta per superare l'instabilità posturale indotta. Le normali prestazioni dell'ADT richiedono un movimento adeguato ed una determinata forza muscolare nonché un adattamento motorio efficace.



Adaptation Test



# Altri Tests Eseguibili

- Limits of Stability (LOS): quantifies the maximum distance the patient can intentionally displace their COG in the four cardinal directions and the four diagonal directions, and maintain stability at those positions.
- Rhythmic Weight Shift (RWS): quantifies the patient's ability to rhythmically move their COG from left to right and forward to backward between two targets at three distinct speeds.
- Weight Bearing Squat (WBS)
- Unilateral Stance (US): quantifies postural sway velocity with the patient standing on either the right or left foot with eyes open and with eyes closed.
- Sit-To-Stand (STS): quantifies the patient's ability to rise from a seated to a standing position.
- Walk Across (WA): quantifies characteristics of gait as the patient walks across the length of the force plate.
- Tandem Walk (TW): quantifies characteristics of gait as the patient walks heel to toe from one end of the force plate to the other.

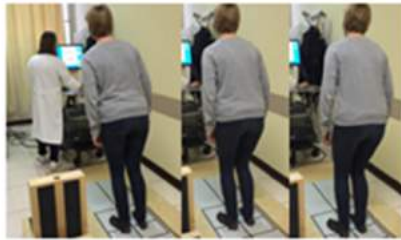
# Altri Tests Eseguibili

- Step-Quick-Turn (SQT): quantifies turn performance characteristics as the patient takes two forward steps, quickly turns 180° and returns to the starting point.
- Step-Up-and-Over (SUO): quantifies motor control characteristics as the patient steps up onto a curb with one foot, lifting the body through an erect standing position over the curb, swings the other foot over the curb, and then lowers the body to land the swing leg on the force plate.
- Forward Lunge (FL): quantifies movement characteristics as the patient lunges or steps forward onto one leg, then pushes back with that leg to return to a standing position.
- Dynamic Visual Acuity (DVA): measures changes in visual acuity at head velocities associated with the Vestibulo-Ocular Reflex (VOR).
- Gaze Stabilization Test (GST): measures the maximum head velocity the patient can achieve while maintaining accurate vision.

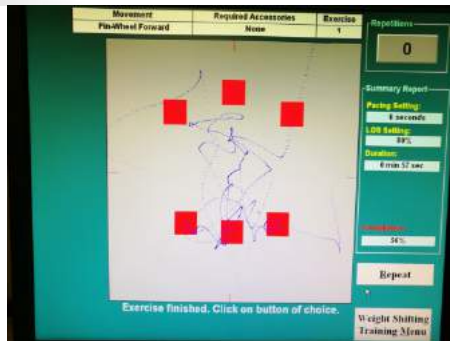
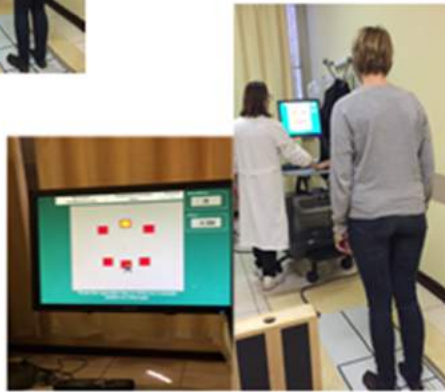
# RIABILITAZIONE

Il nostro protocollo

Neurocom Balance Manager System - Long Forceplate



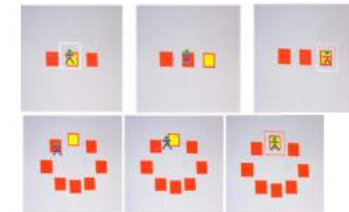
✓ Weight Shifting Activity



Il nostro protocollo

Neurocom Balance Manager System - Long Forceplate

✓ Mobility Activity



✓ Seated Activity



# APPLICAZIONI CLINICHE

- **Diagnosi patologie vestibolari periferiche e centrali** (*The limits of stability in patients with unilateral vestibulopathy. Acta Otolaryngol. 2017 Oct;137(10):1051-1056. Alvarez-Otero R1, Perez-Fernandez N2).*

- **Valutazione patologie neurologiche**

(*Relationship Between Posturography, Clinical Balance and Executive Function in Parkinson's Disease. Souza CO, Voos MC, Barbosa AF, Chen J, Francato DCV, Milosevic M, Popovic M, Fonoff ET, Chien HF, Barbosa ER. J Mot Behav. 2018 Apr 23;1-10.*)(*Shaky and unsteady: Dynamic posturography in essential tremor. J Neurol Sci. 2018 Feb 15;385:12-16. Prasad S, Velayutham SG, Reddam VR, Stezin A, Jhunjhunwala K, Pal PK.*)(*Quantification of postural stability in minimally disabled multiple sclerosis patients by means of dynamic posturography: an observational study. J Neuroeng Rehabil. 2017 Jan 10;14(1):4. Grassi L, Rossi S, Studer V, Vasco G, Motta C, Patanè F, Castelli E, Rossi S, Cappa P.*)(*Influence of foot position on COP measures in post-stroke patients in quiet standing. Gait Posture. 2018 Aug 9;66:58-62. Boumer TC, Martello SK, Devetak GF, Iucksch DD, Scrok ND, Manffra EF.*)

- **Monitoraggio terapie farmacologiche e riabilitative**

(*Posturographic pattern of patients with chronic subjective dizziness before and after vestibular rehabilitation. J Vestib Res. 2018;27(5-6):305-311. Morisod B1, Mermod M1, Maire R1).*

# APPLICAZIONI CLINICHE

- Disturbi dell'equilibrio post traumatici (medicina legale), reinserimento nel lavoro e malattie professionali (medicina del lavoro)
- Monitoraggio danno ototossico
- Valutazione del rischio di cadute nell'anziano (*Evaluation of the Sensory Organization Test to differentiate non-fallers from single- and multi-fallers. Pierchała K, Lachowska M, Wysocki J, Morawski K, Niemczyk K. Adv Clin Exp Med. 2018 Jul 30; Vestibular rehabilitation in elderly patients with postural instability: reducing the number of falls-a randomized clinical trial. Rossi-Izquierdo M, Gayoso-Diz P, Santos-Pérez S, Del-Río-Valeiras M, Faraldo-García A, Vaamonde-Sánchez-Andrade I, Lirola-Delgado A, Soto-Varela A. Aging Clin Exp Res. 2018 Jul 14. )*
- Valutazione del disequilibrio «non organico»





[Int J Pediatr Otorhinolaryngol](#), 2018 Oct;113:272-280. doi: 10.1016/j.ijporl.2018.08.005. Epub 2018 Aug 9.

**Changes of spatial and temporal characteristics of dynamic postural control in children with typical neurodevelopment with age: Results of a multicenter pediatric study.**

[Goulème N<sup>1</sup>](#), [Debue M<sup>2</sup>](#), [Spruyt K<sup>3</sup>](#), [Vanderveken C<sup>2</sup>](#), [De Siaty RD<sup>2</sup>](#), [Ortega-Solis J<sup>4</sup>](#), [Petrossi J<sup>4</sup>](#), [Wiener-Vacher S<sup>5</sup>](#), [Bucci MP<sup>5</sup>](#), [Ionescu E<sup>4</sup>](#), [Thai-Van H<sup>7</sup>](#), [Deggouj N<sup>2</sup>](#).

[Gait Posture](#), 2018 May;62:20-26. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.02.025. Epub 2018 Mar 2.

**Reactive balance performance and neuromuscular and cognitive responses to unpredictable balance perturbations in children with developmental coordination disorder.**

[Cheng YTY<sup>1</sup>](#), [Tsang WWN<sup>2</sup>](#), [Schooling CM<sup>3</sup>](#), [Fong SSM<sup>4</sup>](#).

[Chin Med J \(Engl\)](#), 2014;127(24):4197-203.

**Postural control and sensory information integration abilities of boys with two subtypes of attention deficit hyperactivity disorder: a case-control study.**

[Ren Y<sup>1</sup>](#), [Yu L<sup>2</sup>](#), [Yang L<sup>1</sup>](#), [Cheng J<sup>1</sup>](#), [Feng L<sup>3</sup>](#), [Wang Y<sup>4</sup>](#).

[Medicine \(Baltimore\)](#), 2017 Jun;96(25):e7286. doi: 10.1097/MD.00000000000007286.

**Relationship between postural instability and subcortical volume loss in Alzheimer's disease.**

[Lee YW<sup>1</sup>](#), [Lee H](#), [Chung JS](#), [Yi HA](#).

[Otol Neurotol](#), 2018 Jun;39(5):e392-e400. doi: 10.1097/MAO.0000000000001746.

**Degree of Functional Impairment Associated With Vestibular Hypofunction Among Older Adults With Cognitive Decline.**

[Micarelli A<sup>1,2</sup>](#), [Viziano A<sup>1</sup>](#), [Della-Morte D<sup>2,3,4</sup>](#), [Augimeri J<sup>5</sup>](#), [Alessandrini M<sup>1</sup>](#).

[Aerosp Med Hum Perform](#), 2018 Sep 1;89(9):805-815. doi: 10.3357/AMHP.5039.2018.

**Functional Task and Balance Performance in Bed Rest Subjects and Astronauts.**

[Miller CA](#), [Kofman IS](#), [Brady RR](#), [May-Phillips TR](#), [Batson CD](#), [Lawrence EL](#), [Taylor LC](#), [Peters BT](#), [Mulavara AP](#), [Feiveson AH](#), [Reschke MF](#), [Bloomberg JJ](#).



LIMITI: elevato costo, studio, quasi esclusivo, delle risposte sul piano sagittale; bassa sensibilità, non indicazione su sede e cause del deficit, mancanza di capacità di localizzare eventuali lesioni nel Sistema Nervoso Centrale (SNC).

PREGI: possibilità di impiego nella popolazione in età pediatrica, nella popolazione anziana, in campo neurologico e ogni qualvolta servano informazioni a livello meccanico e cibernetico ai fini riabilitativi

# Esperienza di scuola

-Postural control in patients with total hip replacement. Calò L, Rabini A, Picciotti PM, Laurino S, Passali GC, Ferrara PE, Maggi L, Piazzini DB, Specchia A, Frasca G, Ronconi G, Bertolini C, Scarano E. Eur J Phys Rehabil Med. 2009 Sep; 45(3):327-34. Epub 2009 Feb 11.

-VEMPs and dynamic posturography after intratympanic gentamycin in Menière's disease. Picciotti PM, Fiorita A, Di Nardo W, Quaranta N, Paludetti G, Maurizi M. J Vestib Res. 2005;15(3):161-8.

-Postural control and glycerol test in Ménière's disease. Di Girolamo S, Picciotti P, Sergi B, D'Ecclesia A, Di Nardo W. Acta Otolaryngol. 2001 Oct;121(7):813-7.

-Postural control in horizontal benign paroxysmal positional vertigo. Di Girolamo S, Ottaviani F, Scarano E, Picciotti P, Di Nardo W. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2000;257(7):372-5.

-Postural control in benign paroxysmal positional vertigo before and after recovery. Di Girolamo S, Paludetti G, Briglia G, Cosenza A, Santarelli R, Di Nardo W. Acta Otolaryngol. 1998 Jun;118(3):289-93.

-The role of vision on postural strategy evaluated in patients affected by congenital nystagmus as an experimental model. Di Girolamo S, Di Nardo W, Cosenza A, Ottaviani F, Dickmann A, Savino G. J Vestib Res. 1999;9(6):445-51.

-Role of dynamic posturography (Equitest) in the identification of feigned balance disturbances. Acta Otorhinolaryngol Ital. 2004 Feb;24(1):8-12. Artuso A1, Garozzo A, Contucci AM, Frenguelli A, Di Girolamo S.

Stefano Di Girolamo · Fabrizio Ottaviani  
Emanuele Scarano · Pasqualina Picciotti  
Walter Di Nardo

## Postural control in horizontal benign paroxysmal positional vertigo

Sixteen patients affected by benign paroxysmal positional vertigo of the horizontal semicircular canal (BPPV-HSC) were investigated by means of dynamic posturography (DP) and during bithermal caloric stimulation. Data were compared to data from 40 patients with benign paroxysmal positional vertigo of the posterior semicircular canal (BPPV-PSC) and 20 healthy controls. No postural deficit was observed before or after a liberative Lempert's manoeuvre when patients were compared to control subjects. BPPV-PSC postural scores were significantly impaired compared to scores from the BPPV-HSC group. A residual significant postural impairment was also observed after a successful liberative manoeuvre in the BPPV-PSC group. Electronystagmographic recordings before recovery revealed significant hypoexcitability of the affected ear in 8/16 patients of the BPPV-HSC group. After the liberative manoeuvre, a symmetric bilateral response to caloric stimulation was recorded in all patients. Three main conclusions can be drawn from the present data.

- 1) disorders of the horizontal semicircular canal do not change postural control.**
- 2) dynamic posturography can detect the postural imbalance due to posterior semicircular canal dysfunction even after resolution of paroxysmal vertigo attacks.**
- 3) utricular dysfunction can be ruled out as a cause of the residual postural deficit observed in BPPV-PSC patients.**
- 4) Therefore the recovery delay observed even 1 month after the liberative manoeuvre in the BPPV-PSC-group might be due to the persistence of small amounts of residual debris in the canal, to paralysis of ampullar receptors, or to the time needed for central vestibular re-adaptation.

## **Postural control and glycerol test in Ménière's disease.**

Di Girolamo S, Picciotti P, Serqi B, D'Ecclesia A, Di Nardo W.

Institute of Otorhinolaryngology, Catholic University of Rome, Italy. [sdigirolamo@rm.unicatt.it](mailto:sdigirolamo@rm.unicatt.it)

Ménière's disease is a clinical disorder, characterized by fluctuating hearing loss, recurrent spontaneous episodic vertigo, tinnitus and aural fullness, which may be defined as the idiopathic syndrome of endolymphatic hydrops. The most important test for diagnosis of Ménière's disease is the glycerol test. This is a simple and rapid method and several authors have confirmed its efficiency for identifying endolymphatic hydrops. This test provides information on the cochlear response to the osmotic changes produced by glycerol in the inner ear, whereas modifications in the vestibular labyrinth are usually not evaluated. The aim of this study was **to evaluate the effects of glycerol on postural control during attacks of Ménière's disease, and to correlate this data with data on cochlear function. After the glycerol test, an improvement in postural control was recorded in 70% of patients, with all patients reporting a recovery of vertigo.** The impairment of postural control during endolymphatic hydrops could be related to a pressure increase in the labyrinth, which interferes with the normal dynamics of the endolymph, and a rapid functional recovery could occur during an osmotic depletion. **Dynamic posturography improves the sensitivity of the glycerol test and may therefore be useful in the diagnosis and staging of Ménière's disease.**

## VEMPs and dynamic posturography after intratympanic gentamycin in Menière's disease

Pasqualina M. Picciotti<sup>a,\*</sup>, Antonella Fiorita<sup>a</sup>, Walter Di Nardo<sup>a</sup>, Nicola Quaranta<sup>a,b</sup>, Gaetano Paludetti<sup>a</sup> and Maurizio Maurizi<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Department of Otorhinolaryngology, Catholic University of the Sacred Heart, Rome, Italy

<sup>b</sup>ENT Clinic, Department of Ophthalmology and Otorhinolaryngology, University of Bari, Italy

In this study, we investigated **whether** vestibular evoked myogenic potentials (VEMPs) and **dynamic posturography (DP) are useful in the evaluation of the vestibular function in patients affected by active monoaural Menière's disease (MD) treated with intratympanic gentamycin**. Twelve subjects affected by monoaural MD were treated with weekly intratympanic injections of 0.5 ml of gentamycin at a concentration of 20 mg/ml. VEMPs were used to test saccular function, while postural control was analyzed by DP. The results obtained with these two techniques were compared with those obtained by using bithermal caloric test. The mean follow-up was 15.3 months (6--28 months). Therapy resulted in complete absence of the caloric response in six subjects (50) and in caloric test-induced asymmetry in the remaining individuals, ranging from 83 to 27. At follow-up, eleven patients (91.6%) were free of vertigo, while one patient had two vertigo spells 9 months after treatment. Before treatment, VEMPs were present in the affected ear of eleven patients. After treatment VEMPs were absent in all the patients. At the end of follow-up, reappearance of VEMPs was observed in two patients, with no changes in latency values and amplitude ratio. **DP demonstrated a reduction of the Composite Score (CS) one week after therapy, with a prevalent reduction of the vestibular component. After 6 months, there was an improvement of the CS and, in particular, of the vestibular component.** The present study demonstrates that bithermal caloric test and VEMPs allow for the functional evaluation of both the horizontal semicircular canal and the sacculus, suggesting that these techniques might be used together to monitor the efficacy of intratympanic gentamycin therapy. In addition, our data indicate that **DP might provide important information on compensation phenomena and show that intratympanic gentamycin can improve postural control in MD patients.**



## Postural control in patients with total hip replacement

L. CALÒ, A. RABINI, P. M. PICCIOTTI, S. LAURINO, G. C. PASSALI, P. E. FERRARA, L. MAGGI, D. B. PIAZZINI, A. SPECCHIA, G. FRASCA, G. RONCONI, C. BERTOLINI, E. SCARANO

**AIM:** The aim of this study was to **investigate the balance of the standing position and the motor responses by means of dynamic posturography (DP) in patients affected by hip osteoarthritis and treated by total hip replacement (THR).**

**METHODS:** Data obtained from THR patients were compared with those of control adult groups of age-matched subjects with normal hearing and no history of audio-vestibular symptoms. The statistical tests used were paired and unpaired Student's t-test. Significance was set for  $P < 0.05$ . The study was carried out at the Department of Otorhinolaryngology and Department of Physiatrics and Rehabilitation of the A. Gemelli University Hospital of Rome (Italy). Twenty-three consecutive patients, without cochleo-vestibular or neurological pathologies (screened by accurate case-history), affected by hip osteoarthritis and treated by THR were enrolled. The main outcome measure were Sensory Organization Test (SOT), Motor control test (MCT) and Adaptation test (AT) obtained by means of Equi-Test Dynamic Posturography System by NeuroCom (Int. Inc., Clackamas, OR, USA).

**RESULTS:** When analysing the SOT and MCT, no statistically significant differences were observed between patients and controls. In the AT, the sway energy score decreased in the course of the test in an up and down perturbation both in healthy and in THR patients.

**CONCLUSIONS:** **These data confirm a normal postural control and symmetrical responses in THR patients and confirm the absence of a detectable relationship between balance problems and fall risk.** These results could be justified by an irrelevant role of intracapsular proprioceptors in maintaining balance. Moreover DP could be useful in osteo-articular diseases for understanding balance, evaluating surgical outcome and monitoring the rehabilitation program.

ORIGINAL ARTICLE

**Vestibular evoked myogenic potentials in evaluation of whiplash syndrome disability**

LEA CALÒ<sup>1</sup>, LUCA LIBERATI<sup>1</sup>, ANTONELLA FIORITA<sup>1</sup>, GIANDOMENICO LOGROSCINO<sup>2</sup>, GIUSEPPE VETRUGNO<sup>3</sup>, EMANUELE SCARANO<sup>1</sup>, GAETANO PALUDETTI<sup>1</sup> & PASQUALINA M. PICCIOTTI<sup>1</sup>

Objective: Whiplash is an acceleration-deceleration mechanism of energy transfer to the neck that may result from a rear-end or side impact, predominantly in motor vehicle accidents but also from other mishaps. Vertigo and dizziness after whiplash injury are the most frequent, persistent and disabling symptoms, even in the absence of anatomical and cervical spine damage. Vestibular disturbances in whiplash patients have been widely investigated; nevertheless, physiopathology of vertigo and dizziness still remains an unsolved problem. The aim of our study was to demonstrate that cVEMPs (cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials) represent a valid and non-invasive technique able to investigate vestibular function, in particular the vestibulo-collic reflex and macular function. Study design: We examined 25 patients affected by disabling post-whiplash injury by means of audiovestibular tests: audiometric and impedance tests, nystagmus evaluation, caloric test, **dynamic posturography** and cervical VEMPs. Data obtained were compared with those of a normal control group. Results: Audiological tests, impedance tests, nystagmus evaluation, and caloric tests were normal in all patients. **Comparison of dynamic posturography values obtained in whiplash patients and in the normal control group demonstrated significant differences in the Composite Equilibrium Score and Visual Component.** Finally, cVEMPs were bilaterally absent in 72% of patients, unilaterally absent in 16% and present in 12%. Conclusions: Based upon neurophysiological evidence and our results, we can hypothesize that a concussion of the macular receptors takes place and that the maculae are more sensitive than the ampulla or cochlea receptor to this kind of injury. We conclude that cervical VEMPs represent a valid and non-invasive technique to evaluate disability after whiplash injury.



