

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI GENOVA



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN SCIENZE E TECNICHE DELL'ATTIVITA' MOTORIA PREVENTIVA E ADATTATA

TESI DI LAUREA

"Studio dei parametri globali della pedana stabilometrica, con particolare riferimento allo studio dell'ellisse, in soggetti praticanti AFA"

Relatore: Prof. Bricchetto G.

Correlatore: Dott. Piastra G.

Candidato

Simone Boggiano

Anno accademico 2019/2020

Sommario

CAPITOLO I	3
1.1 Equilibrio.....	3
1.2 Base d'appoggio e Stabilita'.....	7
1.3 Strutture anatomiche correlate all'equilibrio.....	8
CAPITOLO II	16
2.1 Alterazioni e modificazioni dell'equilibrio: cause.....	16
2.2 Dizziness.....	19
2.3 Le Cadute.....	23
CAPITOLO III	26
3.1 AFA: di che cosa si tratta?.....	26
3.2 Esercizi AFA: protocollo AFA-TONO e AFA-CIRCUITO.....	31
CAPITOLO IV	44
4.1 Materiali e Metodi: l' Impedenziometria.....	32
4.2 Materiali e Metodi: la Pedana Stabilometrica.....	34
4.3 Il test di Romberg.....	36
4.4 Score of Postural Functionality ("SPF").....	44
CAPITOLO V	44
5.1 Scopo dello Studio.....	44
CAPITOLO VI	45
6.1 Risultati sperimentali.....	45
6.1.1 Età dei soggetti.....	46
6.1.2 Confronto N soggetti - SPF.....	48
6.1.3 Sway Path.....	50
6.1.4 Sway Area.....	54
6.1.5 Ellisse.....	57
CAPITOLO VII	60
7.1 Considerazioni e Conclusioni.....	60

CAPITOLO I

1.1 Equilibrio

Quante volte abbiamo sentito la famosa frase...

...è tutta una questione di “*equilibrio*”?

Il concetto di “equilibrio” riempie le pagine non solo della letteratura scientifica, ma anche di quella umanistica: l’essere umano, immerso da sempre in un ambiente in cui poli contrapposti si scontrano, in un disperato tentativo di prevalere l’uno sull’altro, cerca costantemente di attribuire un ordine ad un disordine sia esteriore, che interiore: il raggiungimento di tale situazione è detta “armonia”.



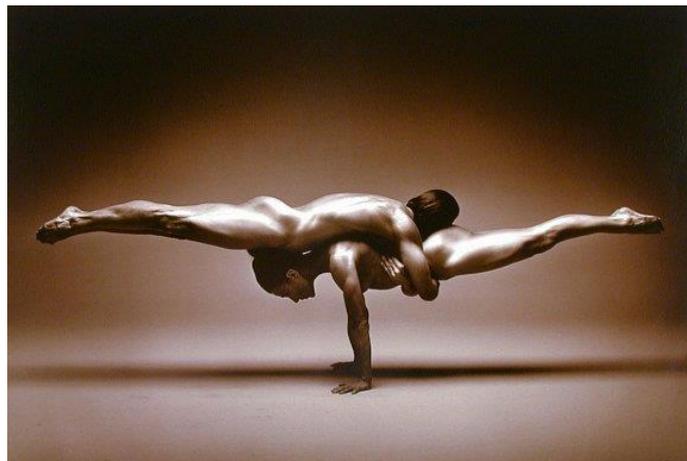
Se invece esploriamo l’ambito scientifico, notiamo che il termine equilibrio assume un significato diverso da quello che si potrebbe pensare: in chimica e nelle reazioni che sottendono alla biologia, ad esempio, il processo di omeostasi garantisce la funzionalità cellulare, ma è un procedimento che richiede due parti tra loro disomogenee, quindi di diversa concentrazione e distribuzione, per poter avvenire: non è l’equilibrio, ma bensì il disequilibrio che permette lo scambio e il trasporto di sostanze, garantendo la sopravvivenza della cellula.

Per quanto riguarda l’**equilibrio corporeo**, è interessante considerarlo in una posizione intermedia rispetto ai due ambiti visti in precedenza.

In fisica, si definisce “**equilibrio**” la condizione per cui, dato un corpo, la risultante delle forze che agiscono su tale corpo è nulla: tutte le forze che agiscono sul sistema non devono essere necessariamente uguali e opposte (come concetto simile a quello delle reazioni biochimiche), ma la loro risultante deve essere nulla, ossia il corpo deve mantenere la sua condizione, che sia essa statica (il corpo è in uno stato di quiete) o dinamica (il corpo è in uno stato di moto rettilineo uniforme, a velocità costante).

Per quanto riguarda il corpo umano, tuttavia, il concetto di equilibrio “meccanico” derivato unicamente dalla fisica non è sufficiente, per svariate ragioni:

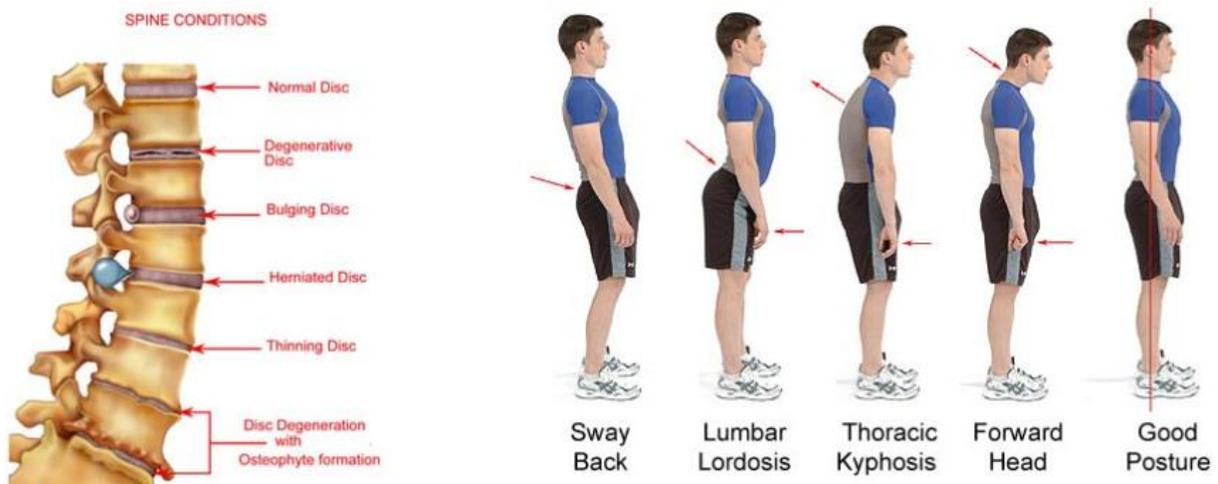
- l’apparato muscolo scheletrico è formato da ossa, articolazioni e muscoli, che possono assumere varie posizioni nel tempo e nello spazio;
- il corpo umano non tende mai ad uno stato assoluto di quiete (vi è infatti, anche a riposo, un tremore essenziale), né tantomeno ad uno stato di moto rettilineo uniforme;
- il corpo umano non è inserito in uno spazio ideale, ma in un ambiente in perenne mutamento: questo comporta l’essere sottoposto a forze di natura diversa (ad es. forza di gravità) che cercano di destabilizzare e alterare lo stato fisico meccanico del corpo;
- il corpo umano è tuttavia programmato per il movimento: questo implica un continuo spostamento dei segmenti corporei nello spazio, la loro continua regolazione anatomico funzionale nei confronti di tale scopo e quindi una reazione alle forze a cui è sottoposto;



In base a queste ragioni il solo principio fisico non è più sufficiente: è necessario considerare un'altra branca scientifica che applichi i principi della meccanica agli organismi viventi: la biomeccanica.

Possiamo dare dunque una nuova definizione di “**equilibrio**”, inteso come “un insieme di aggiustamenti automatici ed inconsci che permettono di mantenere lo stato in cui il corpo si trova (atteggiamento corporeo/posizione)”: ad esempio, in un atteggiamento ortostatico, l’ “essere in equilibrio” consiste nel mantenere la verticalità.

L’atteggiamento corporeo, ossia la posizione complessiva del corpo e degli arti, e il loro orientamento nello spazio e nel tempo è detta “**postura**” o “**atteggiamento posturale**”.



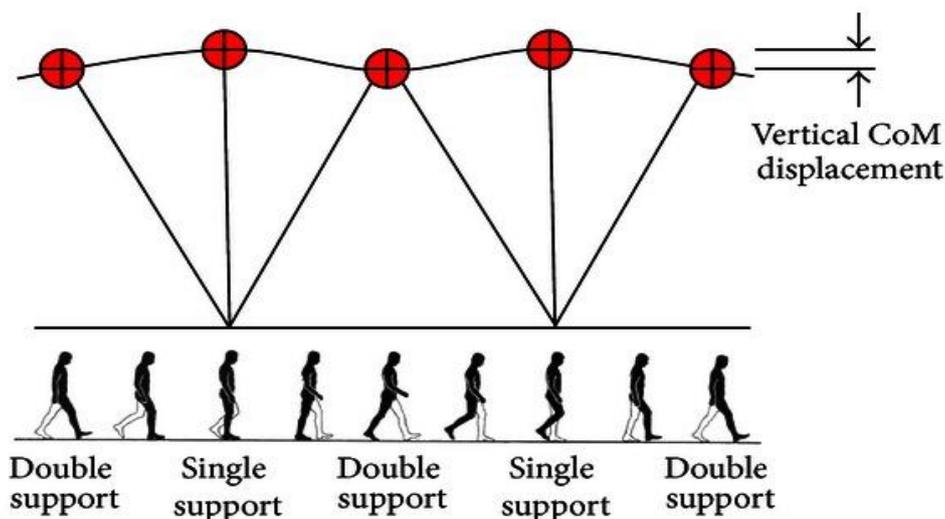
Nonostante il soggetto, anche in posizione eretta, non sia mai in una condizione di immobilità assoluta, ma eserciti dei movimenti impercettibili su base stazionaria, vengono definite sostanzialmente due condizioni di equilibrio:

- equilibrio di tipo “**STATICO**”:
rappresenta la capacità del segmento corporeo e/o del corpo nella sua totalità di mantenere una posizione statica;
- equilibrio di tipo “**DINAMICO**”:
rappresenta la capacità di mantenere, durante le situazioni di movimento e le traslocazioni, i segmenti corporei in una condizione di equilibrio;

L'uomo, in ogni situazione statica o dinamica, deve rapportarsi con un fattore che interviene e condiziona ogni atteggiamento posturale e movimento, in qualsiasi momento: la **forza di gravità (g)**.

Ogni nostra posizione ed ogni nostro gesto comporta l'intervento coordinato di gruppi muscolari che, grazie a contrazioni concentriche, isometriche o eccentriche, ci permettono di contrastare la forza di gravità e i suoi effetti.

Si può pensare di applicare tutte le forze che agiscono su un corpo (inclusa la forza gravitazionale) in un punto chiamato "**centro di massa**" ("**COM**") o "**baricentro**", che in posizione statica per convenzione è situato all'incirca a livello della prima/seconda vertebra sacrale, poco al di sotto dell'ombelico.



Essendo il corpo umano una struttura formata da più segmenti, la posizione del baricentro non è fissa, ma cambia in relazione alla forma, alla posizione e al movimento delle parti che compongono il corpo.

La condizione fisica fondamentale affinché un corpo possa rimanere in equilibrio è che la proiezione a terra del suo baricentro cada all'interno della base d'appoggio.

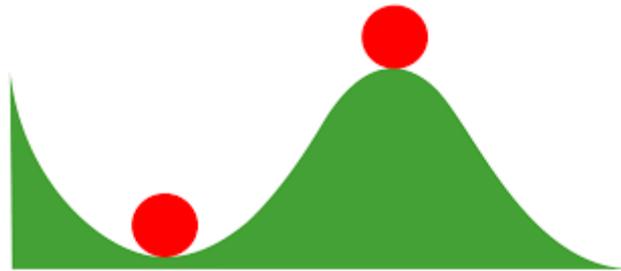
1.2 Base d'appoggio e Stabilità

- **Il corpo umano cerca equilibrio o stabilità?**

La condizione necessaria al corpo per trovarsi in situazioni “agevoli” è lo stato di equilibrio (ad esempio la condizione di ortostatismo).

Il concetto di stabilità è invece legato al modo di arrivare a tale equilibrio.

- Se un corpo è tendenzialmente stabile, una volta perturbata la sua condizione di equilibrio, esso tenderà a tornarvi naturalmente.
- Se invece un corpo non è stabile, qualora fosse perturbata la sua condizione di iniziale equilibrio, esso non tenderebbe a riportarsi, bensì si avvierebbe ad assumerne una nuova.



Si pensi ad esempio ad un'asta di metallo incernierata ad un muro su una delle due estremità, posizionata in modo tale che il suo asse principale sia perfettamente perpendicolare al terreno e l'estremità libera si trovi al di sopra di quella incernierata.

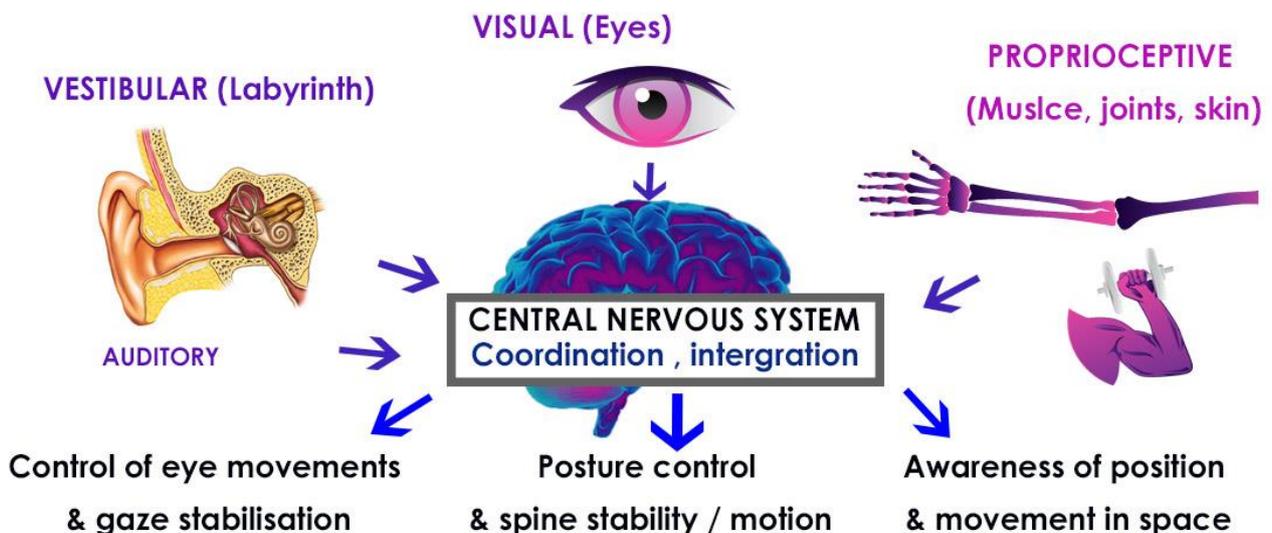
Quella sarebbe una situazione di equilibrio, ma *instabile*, in quanto basterebbe un piccolo contatto per far cadere l'asta (per effetto della forza gravitazionale) verso una nuova posizione di equilibrio.

Quest'ultima sarebbe invece *stabile*, perchè l'asta, se urtata, tenderebbe ad oscillarvi attorno per poi ristabilizzarsi, sempre sottoposta all'azione gravitazionale.

1.3 Strutture anatomiche correlate all'equilibrio

Presiedono alla regolazione della postura e dell'equilibrio umano 3 compartimenti fondamentali:

- **STRUTTURE SENSORIALI (in particolare la VISIONE);**
- **FUNZIONE VESTIBOLARE;**
- **PROPRIOCEZIONE;**



L'organizzazione di tali sistemi rappresenta un fenomeno complesso, che si basa sull'acquisizione, l'integrazione e l'elaborazione di un flusso continuo di informazioni esterne ed interne al corpo, relative alle perturbazioni che esso subisce, alla posizione reciproca che i vari segmenti corporei hanno nello spazio in rapporto alla forza di gravità e all'ambiente circostante (input sensoriali).

La maggior parte dei circuiti neuronali preposti all'organizzazione e alla coordinazione del movimento:

- è situata nel tronco dell'encefalo e del midollo spinale;

- integra le informazioni provenienti da diversi recettori, cellule specializzate che trasformano una determinata forma di energia in uno stimolo elettrico (mediante un processo di trasduzione, secondo modalità, intensità e durata dello stimolo);
- svolge compiti posturali automatici;
- è sottoposta ad un rilevante controllo discendente;

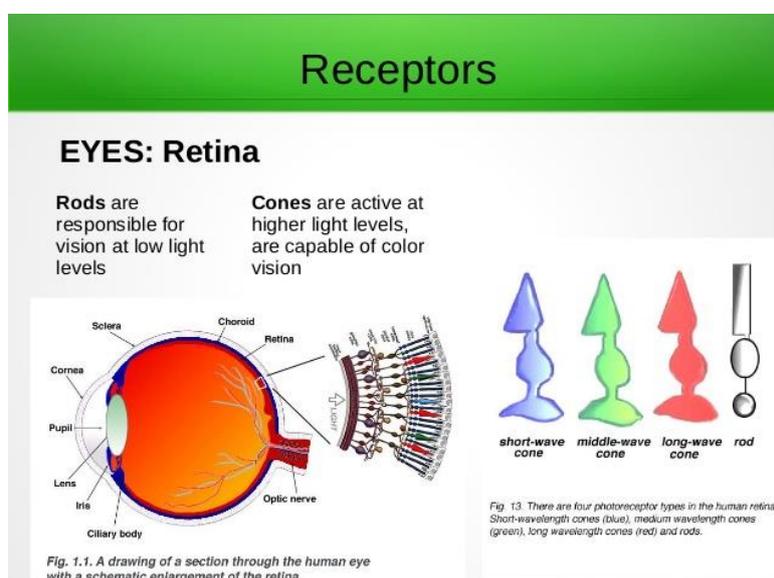
1.3.1 STRUTTURE SENSORIALI (VISIONE)

La parete dell'occhio, struttura deputata alla funzione visiva, è formata da tre tonache sovrapposte: tonaca fibrosa, tonaca vascolare e tonaca nervosa.

La tonaca nervosa è formata a sua volta da due strati distinti:

- uno strato più esterno, chiamato epitelio pigmentato (ha il compito di assorbire la luce e interagisce chimicamente con i fotorecettori);
- uno strato più interno, la retina (contiene i fotorecettori);

I *fotorecettori* sono neuroni specializzati, che vengono divisi in due categorie: i **bastoncelli** (molto sensibili alla luce, rendono possibile la visione in ambienti poco illuminati) e i **coni** (la loro stimolazione permette la discriminazione dei colori, producendo di conseguenza immagini più nitide).



Nella retina vi sono circa 130 milioni di fotorecettori, ciascuno dei quali controlla una determinata porzione retinica: l'immagine visiva deriva quindi dall'elaborazione di informazioni trasmesse dall'intera popolazione recettoriale.

Bastoncelli e coni non hanno però distribuzione uniforme: la maggior parte dei bastoncelli si trova nella parte più periferica della retina, mentre la massima concentrazione di coni si riscontra in una porzione centrale detta fovea.

E' infatti la zona foveale centrale della retina che analizza, in maniera precisa, l'oggetto di maggior interesse, fornendoci stabilità posturale latero-laterale (destra e sinistra); la zona retinica periferica, invece, invia contemporaneamente informazioni sull'insieme ambientale, consentendo la stabilità posturale antero-posteriore (oscillazioni in avanti e dietro).

La focalizzazione e la stabilità visiva vengono garantite:

- da sei muscoli oculo-motori, innervati da tre paia di nervi cranici (3°, 4°, 6°);
- dal dilatamento e il restringimento della pupilla (tramite il muscolo dell'iride);
- dal cambiamento del raggio di curvatura del cristallino (tramite il muscolo ciliare);

In questo modo, venendo stimolati i punti corrispondenti delle due retine, che lavorano simultaneamente, si va a localizzare l'elemento visivo che funge come punto di organizzazione spazio-posturo-temporale; l'input visivo viene però considerato dal sistema posturale se l'oggetto è ad una distanza non superiore a 5 m, in caso contrario le informazioni derivate dai recettori visivi verranno trascurate.

Sebbene l'occhio e l'orecchio interno forniscano una percezione diretta dell'ambiente esterno, affinché il sistema tonico-posturale possa utilizzare le informazioni derivate da questi due canali è necessario che esse vengano comparate e relazionate a quelle derivanti dall'apparato vestibolare e dal sistema propriocettivo (in particolare dalle informazioni derivanti dall'appoggio plantare): l'occhio infatti non riesce a distinguere da solo se lo scorrere delle immagini sulla retina sia dovuto al movimento dell'occhio, della testa o dell'intero corpo.

1.3.2 FUNZIONE VESTIBOLARE

Le informazioni vestibolari permettono l'orientamento spazio-temporale.

Il complesso vestibolare è la porzione di orecchio interno che genera sensazioni relative all'equilibrio, rilevando rotazione, gravità e accelerazione.

Il senso dell'equilibrio dipende dalle cellule ciliate vestibolari, recettori non neuronali che rispondono e trasducono il movimento delle loro ciglia: ciò che fa muovere queste strutture non è l'onda sonora, bensì il grado di accelerazione.

Il complesso vestibolare è costituito da 3 componenti:

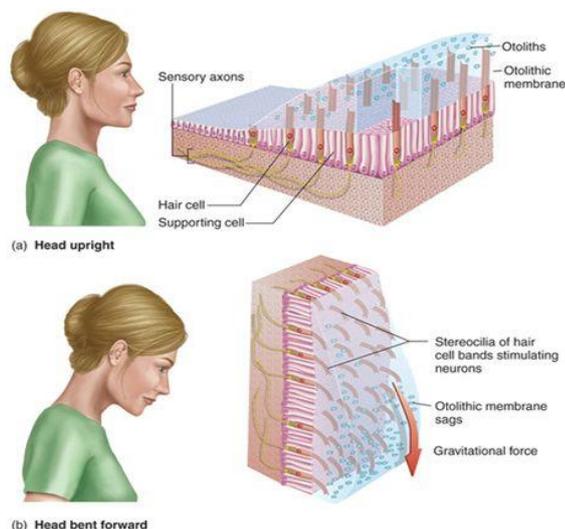
- UTRICOLO;
- SACCULO;
- 3 CANALI SEMICIRCOLARI;

Utricolo e sacculo sono connessi tramite un sottile canale endolinfatico, e rispondono ad **accelerazioni lineari**;

I **canali semicircolari** (anteriore, posteriore, laterale) rispondono ad **accelerazioni rotazionali**.

Utricle and Saccule

- Utricle sensitive to horizontal acceleration
 - Hairs pushed backward during forward acceleration
- Saccule sensitive to vertical acceleration
 - Hairs pushed upward when person descends



1.3.3 PROPRIOCEZIONE

La sensibilità propriocettiva è un meccanismo molto sofisticato, che ha lo scopo di fornire al SNC informazioni della massima precisione, in tempo reale, a proposito di:

- 1) parametri del movimento biomeccanico (velocità, forza, direzione, accelerazione);
- 2) parametri fisiologici sullo stato e sui cambiamenti biologici che si verificano nell'apparato muscolo scheletrico;

La maggior parte delle informazioni propriocettive non raggiunge mai il livello di coscienza, essendo deputate al controllo dell'elaborazione del progetto motorio e alla sua esecuzione.



Il controllo e l'esecuzione del progetto motorio avvengono sia nella fase di trasmissione, nella quale il progetto motorio viene trasmesso ai motoneuroni, sia nella fase di esecuzione, in cui i motoneuroni attivano l'apparato locomotore che esegue fedelmente gli ordini ricevuti.

La sensibilità propriocettiva è anche alla base dei riflessi midollari, reazioni di difesa deputate a mantenere l'integrità del corpo a fronte di situazioni potenzialmente dannose.

In questo loro compito, i recettori attivano alcuni circuiti, esclusivamente midollari, in grado di provocare movimenti reattivi di difesa dell'organismo. Al di là di questi numerosi compiti, il sistema propriocettivo, nel suo insieme, fornisce informazioni anche alle strutture nervose in grado di elaborare i processi di consapevolezza e coscienza, inviando informazioni anche alla corteccia cerebrale.

In questo sistema l'integrazione complessa delle afferenze periferiche provenienti dai differenti canali percettivi, viene unita alle informazioni provenienti dalla memoria e dall'esperienza.

La memoria porta un bagaglio informativo sulle esperienze passate, mentre l'esperienza è lo strumento attraverso il quale ciascuno di noi colora le sensazioni provenienti dal mondo esterno, facendole proprie attraverso l'attribuzione di valori personali.

La sintesi dei tre tipi di informazioni sopra riportate dà luogo a ciò che comunemente viene definito "immagine corporea", la consapevolezza cioè dell'esistenza, della posizione e del movimento del nostro corpo.

A prescindere dai comuni canali sensoriali (vista, udito, tatto), ciascuno si forma questa consapevolezza attraverso le informazioni propriocettive.

La propriocettività descrive quindi gli ingressi sensoriali che originano, nel corso di movimenti guidati centralmente, da particolari strutture:

i propriocettori.

I propriocettori sono recettori sensoriali localizzati all'interno dei muscoli scheletrici, dei legamenti e delle articolazioni, e rilevano i movimenti, la tensione muscolare e la lunghezza dei muscoli.

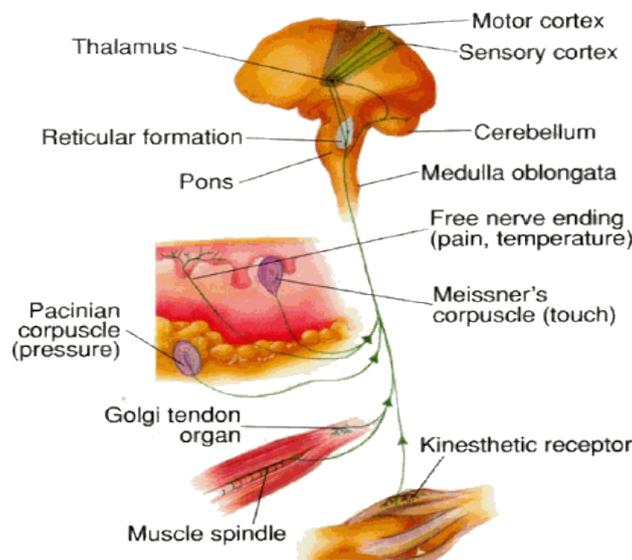
La loro funzione principale è di fornire informazioni di retroazione sui movimenti propri dell'organismo: in altre parole di segnalare, istante per istante, quali siano i movimenti che l'organismo stesso sta compiendo.

Proprio sulla base di queste informazioni i centri superiori sono in grado di correggere o modificare il movimento in corso.

Nel muscolo scheletrico ci sono 3 tipi di propriocettori:

- **FUSI NEUROMUSCOLARI:**
sono sensibili allo stiramento del muscolo, inviano all'encefalo e/o al midollo spinale informazioni sulla lunghezza del muscolo;
- **ORGANO TENDINEO DEL GOLGI:**
si trova nella giunzione tra tendine e muscolo, ed è quindi disposto "in serie" rispetto alle fibre muscolari; rispondono principalmente alla tensione (forza) sviluppata durante la fase isometrica della contrazione. Quando il muscolo si contrae, il tendine si comporta come un elemento elastico, e quindi viene sottoposto ad un certo grado di stiramento, che viene trasmesso all'organo del Golgi, il quale comprime le terminazioni sensoriali dei neuroni afferenti, evitando un'eccessiva contrazione muscolare;
- **RECETTORI ARTICOLARI:**
svolgono un ruolo importante per quanto riguarda l'elaborazione delle informazioni cinestetiche;

Proprioceptors



L'esecuzione di qualsiasi movimento volontario, anche il banale mantenimento della stazione eretta, richiede continui “**aggiustamenti posturali**”, che consistono in movimenti rapidi mediati da recettori vestibolari, propriocettori ed afferenze visive.

Tali aggiustamenti si dividono in:

- AGGIUSTAMENTI POSTURALI COMPENSATORI

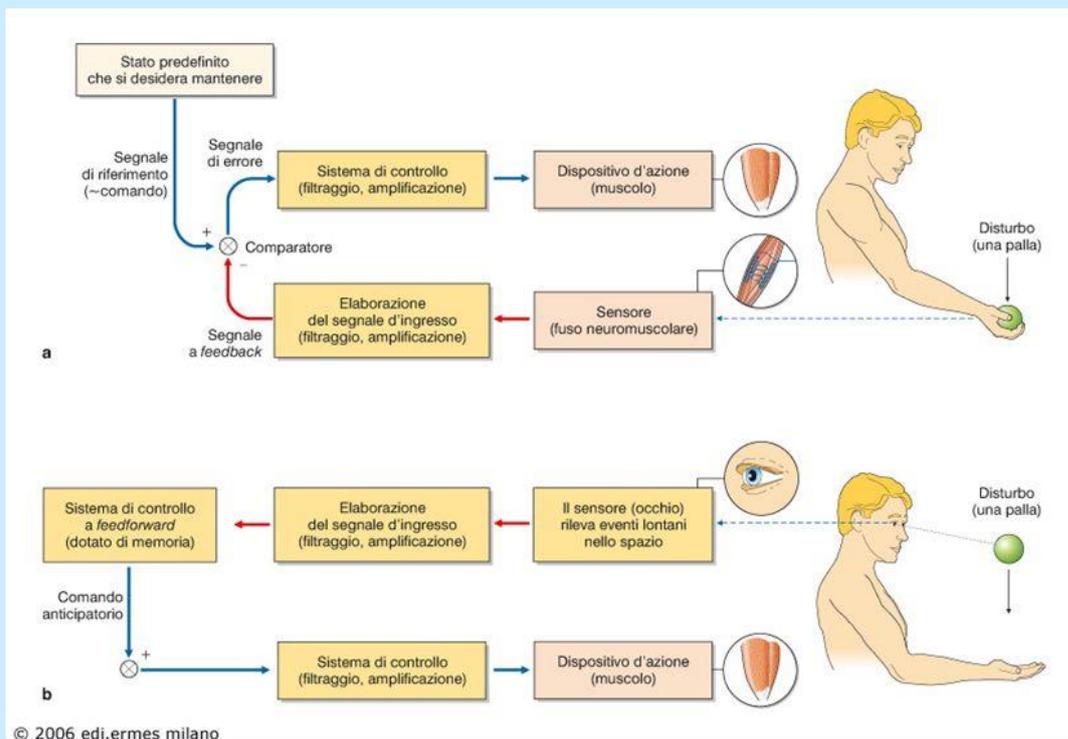
- (detti a “**FEED-BACK**”):

è un circuito a “retroazione”, la risposta torna indietro per modulare lo stimolo in ingresso;

- AGGIUSTAMENTI POSTURALI ANTICIPATORI

- (detti a “**FEED-FORWARD**”):

l'evoluzione ha permesso la nascita di alcuni riflessi che permettono al corpo di prevedere il verificarsi di un cambiamento, innescando un circuito di risposta anticipato;



CAPITOLO II

2.1 Alterazioni e modificazioni dell'equilibrio: cause

Come già accennato, il mantenimento di postura ed equilibrio è un'operazione soggetta a diversi meccanismi, poiché il “cercare di mantenere” implica che entrambe le condizioni vengano continuamente alterate.

Le modificazioni a cui sono soggette possono essere:

- **INTERNE** all'organismo (o fattori INTRINSECI);
- **ESTERNE** all'organismo (o fattori ESTRINSECI);

Per “**modificazioni interne**” intendiamo un'alterazione dell'equilibrio dovuta a cambiamenti somatici dell'organismo.

Tali cambiamenti possono essere fisiologici, in quanto il mutare corporeo è dovuto allo scorrere del tempo, o patologici, indotti da un quadro clinico che comporta segni e sintomi.

In particolare, se ci riferiamo al processo di “invecchiamento”, spesso avremo a che fare con episodi in cui convivono entrambi i meccanismi, in quanto esso risulta fenomeno di deterioramento dipendente dal tempo e dalle funzionalità dell'organismo.

Nel processo di invecchiamento, avremo infatti:

- **ALTERAZIONI FISILOGICHE LEGATE ALL'ETA':**
 - 1) dell'APPARATO MUSCOLO SCHELETRICO:
 - riduzione della massa ossea;
 - riduzione della massa muscolare;
 - riduzione dell'ampiezza del passo;
 - incremento oscillazioni posturali in equilibrio statico;

2) dell'APPARATO CARDIOVASCOLARE:

- riduzione della frequenza cardiaca massima;

3) del SNC:

- riduzione della velocità di conduzione assonale;
- rallentamento riflessi;
- ridotta efficienza della sensibilità;

4) del SISTEMA VISIVO:

- cristallino opacizzato;
- riduzione acuità visiva e visione notturna;

5) del SISTEMA VESTIBOLARE:

- perdita delle cellule cigliate e di neuroni;

• **ALTERAZIONI PATOLOGICHE:**

1) dell'APPARATO MUSCOLO SCHELETRICO:

- ipostenia arti inferiori;
- artrosi;
- deformità ai piedi;

2) dell'APPARATO CARDIOVASCOLARE:

- aritmie;
- scompenso cardiaco;
- ipertensione/ipotensione ortostatica;

3) del SNC:

- malattie psichiatriche;
- morbo di Parkinson;
- malattia di Alzheimer;
- demenze;
- neuropatie periferiche;

4) del SISTEMA VESTIBOLARE:

- perdita delle cellule cigliate e di neuroni;

Per “**modificazioni “esterne”**” si intendono i fattori legati alle caratteristiche riguardanti l’ambiente, e le mutazioni riguardanti ciò che circonda e che condiziona il soggetto in tre ambiti:

- PSICOLOGICO
- COGNITIVO
- SOCIALE

e influenza in maniera determinante la sua qualità di vita.

In un soggetto l’incidenza di modificazioni interne ed esterne, e il loro sovrapporsi con l’aumentare dell’età crea un contesto di pluralità di deficit a livello sistemico (chiamate “sindromi”) con tempistiche variabili a seconda dell’entità del deficit, ma in ogni caso con rilevanti conseguenze a livello personale, sociale e sanitario.

Inoltre, una modificazione interna dell’organismo che coinvolga gli apparati muscolare-scheletrico e nervoso comporta inevitabilmente ad un’alterazione sistematica che deve essere controbilanciata da nuovi assetti posturali del corpo stesso, andando nel tempo a sovraccaricare certe strutture, e ad impoverirne altre.

Nell’ambito trattato, due sono le sindromi che verranno sviscerate, considerate serie problematiche in età adulta ed emergenze pure in ambito geriatrico e non:

- DISTURBI DELL’ANDATURA E DELL’EQUILIBRIO (“DIZZINESS”);
 - CADUTE;

2.2 Dizziness



“Dizziness is one of the most challenging symptoms in Medicine: it is difficult to define, impossible to measure, a challenge to diagnose, and troublesome to treat. ... Not the best example of evidence based practice”

Sloane 2001

E' un termine generico, paragonabile nel gergo italiano al “**capogiro**”, con cui si definisce la sensazione soggettiva e sgradevole di incertezza - instabilità nella postura e/o nella marcia, o di movimento nello spazio, ma anche altre sensazioni quali malessere generale e obnubilamento.

Può anche essere considerato come il prodotto di alterazioni strutturali e fisiologiche conseguenti all' invecchiamento delle strutture implicate nel mantenimento dell'equilibrio: lo stato di tali alterazioni, talvolta di origine idiopatica, è detto “*presbiastasia*”.

Il capogiro ha spesso un significato diverso per persone diverse e può riconoscere numerose cause.

La prevalenza nei soggetti è elevata e varia a seconda della fascia di età considerata, con una tendenza crescente fino a circa 80 anni per poi diminuire nelle età estreme (a causa dello stato sempre più importante di ipocinesia):

tuttavia, esso non sembra essere correlato ad un aumento della mortalità o della perdita di autonomia a breve termine (a meno che non si associ ad aumento di incidenza di cadute).

Possiamo individuare nel “dizziness” l’implicazione di uno o più fattori in comorbidità, che rappresentano i quadri più comuni:

- **VERTIGINE:**

La **vertigine** (“allucinosi della sensibilità spaziale” secondo Arslan) è l’erronea percezione di movimento rotatorio da parte del paziente rispetto all’ambiente (vertigine soggettiva) o dell’ambiente rispetto al paziente (vertigine oggettiva). E’ l’espressione di una alterata risposta dell’unità centrale: o per errata informazione ricevuta dalla periferia (vertigini periferiche), o per errata elaborazione di un messaggio inviato in modo corretto ma gestito in modo non appropriato da parte dell’unità centrale (vertigini centrali).

WHAT IS VERTIGO?

Vertigo is characterized by dizziness and head movements, triggered by certain changes in positioning. It is common and easily treatable.

Effects of vertigo

- ▶ Sense of spinning
- ▶ Dizziness
- ▶ Loss of coordination
- ▶ Headache
- ▶ Imbalance
- ▶ Fatigue



Causes of vertigo

- ▶ Meniere's disease
- ▶ Inner ear infection
- ▶ Head or neck injury
- ▶ Stroke or tumor
- ▶ Headache
- ▶ Medicines that cause dizziness

Le più comuni cause di vertigini periferiche sono:

- La condizione nota con il nome di **vertigine parossistica posizionale benigna** o **VPPB**.
La vertigine parossistica posizionale benigna è, in assoluto, la più comune causa di vertigini.
Più diffusa nella popolazione anziana, la VPPB tende a insorgere senza particolari ragioni; tuttavia, in rare circostanze, fa la sua comparsa dopo: un'infezione dell'orecchio, un intervento chirurgico, un trauma alla testa o un lungo periodo di allettamento (dovuto, per esempio, ad una grave malattia);
- La **labirintite**, che consiste nell'infiammazione del labirinto, ossia l'insieme di tutti i canali semicircolari che costituiscono l'apparato vestibolare dell'orecchio interno.
In genere insorge a seguito di un'infezione virale o batterica.
La labirintite è motivo di vertigini perché, in presenza di un'infiammazione a suo carico, il labirinto funziona in maniera inadeguata e invia segnali errati all'encefalo.

Tra le più comuni cause di vertigini centrali, rientrano:

- L'**emicrania**, una condizione patologica caratterizzata da cefalee unilaterali (cioè su un solo lato della testa), che tendono a un peggioramento e sono in grado di provocare dolore intenso e pulsante;
- La **sclerosi multipla** ;
- Il **neurinoma acustico** (o **Schwannoma vestibolare**): è un tumore che colpisce le cellule di Schwann dell'VIII nervo cranico (o nervo vestibolococleare). L'VIII nervo cranico è un nervo sensoriale che controlla udito ed equilibrio.
- Un episodio di **ictus** o TIA;

- **LIPOTIMIA:**

Il termine lipotimia definisce la sensazione di imminente perdita di coscienza.

Indica spesso la presenza di un disordine cardiovascolare con ipoperfusione cerebrale e, dal punto di vista nosologico, viene associata alla sincope.

Le cause più frequenti sono l'ipotensione posturale, episodi vagali, aritmie, ipersensibilità del seno carotideo.

- **CAPOGIRO ASPECIFICO:**

Si parla di capogiro aspecifico quando il paziente lamenta una sensazione di "instabilità – incertezza" che però non rientra chiaramente in nessuna delle categorie descritte in precedenza.

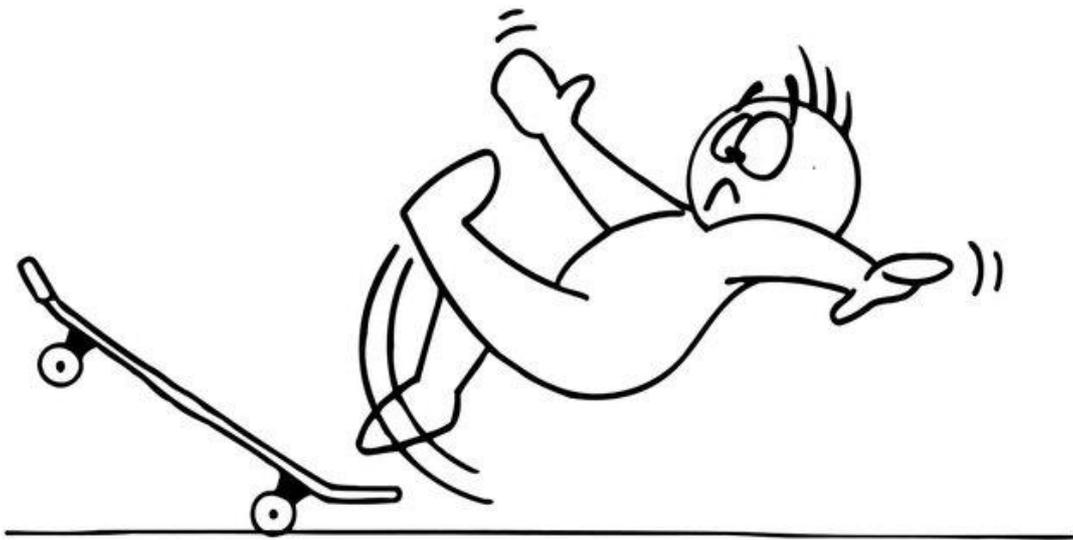
Spesso riferito come vaga sensazione di "testa vuota".

Non indirizza verso una patogenesi specifica, ma può essere considerato in relazione a difficoltà di interazione tra il controllo esecutivo (integrazione e pianificazione dell'azione), il sistema cognitivo (percezione visuospatiale e attenzione) e la dimensione affettiva.



2.3 Le cadute

La **caduta** è definita come “un improvviso, non intenzionale, inaspettato spostamento verso il basso dalla posizione ortostatica a quella clinostatica”.



Le cadute possono essere classificate come:

- **accidentali**: quando la persona cade involontariamente (per esempio scivolando sul pavimento bagnato);
- **fisiologiche imprevedibili**: quando sono determinate da condizioni fisiche non prevedibili fino al momento della caduta;
- **fisiologiche prevedibili**: quando avvengono nei soggetti esposti a fattori di rischio identificabili

Si stima che circa il 14% delle cadute in ospedale sia classificabile come accidentale, l'8% come fisiologico imprevedibile, mentre il restante 78% rientrerebbe fra le cadute fisiologiche prevedibili.

La possibilità di “cadere” è rappresentata mediante un indice, detto “**rischio di caduta**” (“*Risk Of Fall*”, **ROF**).

DATI STATISTICI

Le cadute sono la prima causa di infortuni tra i soggetti con età superiore ai 65 anni: infatti nell'anziano rappresentano una priorità per la sanità pubblica perché, oltre ad essere frequenti, possono causare o aggravare disabilità preesistenti.

Il problema delle cadute nell'anziano ha un impatto sanitario, sociale ed economico rilevante: secondo l'Organizzazione mondiale della sanità tra il 20% e il 30% di coloro che cadono subiscono danni che riducono la mobilità e l'indipendenza e aumentano il rischio di morte prematura.

Circa il 10% delle cadute determina danni gravi; di questi il 5% sono fratture. Nelle persone anziane circa il 95% delle fratture del femore è causato dalle cadute; tra le persone che cadono riportando la frattura del femore circa la metà non riprende più il cammino e il 20% muore entro 6 mesi.

Il "cadere" porta inoltre a conseguenze oltre che fisiche (traumi e fratture) anche psicologiche, come quelle identificate nella cosiddetta Post Fall Sindrome (PFS), che comporta nei pazienti anziani la riduzione fino al 30% della qualità della vita.

COSTI PER IL SISTEMA SOCIO-SANITARIO

Una persona su tre di età superiore ai 65 anni, e la metà di quelli di età superiore a 80 anni, cade almeno una volta all'anno (Todd e Skelton 2004).

Una ricerca inglese sostiene che le cadute costano il NHS più di 2 miliardi di sterline l'anno, e comportano un effetto a catena sui costi di produttività in termini di tempo e assenza dal lavoro (Snooks et al 2011) .

Il fatto che il numero di persone di età 65 anni e oltre dovrebbe aumentare di 2 milioni entro il 2021, implica un ulteriore aumento dei costi.

Dalle modificazioni e dalle alterazioni che avvengono a carico dei vari sistemi corporei che di norma garantiscono la senso-percezione dell'equilibrio e il mantenimento della postura, e dalle conseguenze che ne derivano è evidente che occorre attuare un vero e proprio programma di prevenzione che consiste in un'analisi accurata del problema, nell'identificazione di obiettivi chiari, di interventi pratici ed efficienti e di un sicuro impegno da parte di tutte le persone coinvolte.

Va eseguita una **valutazione multifattoriale** dei rischi nei soggetti che si rivolgono al medico per una caduta o riferiscono cadute ricorrenti nell'anno trascorso, oppure hanno difficoltà di deambulazione e/o di equilibrio.

Gli interventi di prevenzione devono tener conto del fatto che le alterazioni dell'equilibrio, gli squilibri posturali e le cadute hanno un'eziologia multifattoriale e complessa: pertanto il messaggio principale è che **“una pluralità di interventi mirati sono più efficaci rispetto a interventi volti a modificare un singolo fattore di rischio”**.

Le operazioni proposte quindi non mireranno unicamente alla conservazione della mobilità per svolgere le abitudinali attività quotidiane: è altrettanto fondamentale per la persona che svolge attività motoria ricercare un piacere nello svolgere esercizi e occupazioni diverse dalle solite, un'evasione dalla realtà monotona che può crearsi nella vita di tutti i giorni.

Il programma deve inoltre porre come obiettivo quello di mantenere le abilità funzionali all'autonomia, favorendo il mantenimento della propria indipendenza il più a lungo possibile, rallentando quei processi che possono condurre alla disabilità, educando ad uno stile di vita attivo attraverso il benessere psico-fisico della persona.

Un valido intervento è rappresentato dal **“progetto AFA”**, una realtà territoriale che, mediante un percorso esclusivamente basato sull'attività fisica adattata ai vari livelli di età e di patologie, e l'osservazione diretta delle condizioni del soggetto tramite l'utilizzo di macchinari e strumenti, riesce a soddisfare la necessità di prevenzione e di contenimento verso un sistema corporeo di un soggetto che rischia di perdere la propria funzionalità.

CAPITOLO III

3.1 AFA: di che cosa si tratta?



Per **Attività Fisica Adattata** (AFA) si intendono programmi di esercizi non sanitari, svolti in gruppo, e costruiti per i bisogni dei cittadini, con patologie croniche, finalizzati alla modificazione dello stile di vita per la prevenzione secondaria e terziaria della disabilità.

L' AFA non è un'attività riabilitativa: essa interviene nella fase cronica stabilizzata della malattia, quando il trattamento riabilitativo ha esaurito il suo intervento.

Ciononostante, essa assume un ruolo ampiamente rilevante da quando è stato ampiamente dimostrato che in molte malattie croniche il circolo vizioso disabilità-sedentarietà-ulteriore disabilità possa essere interrotto con adeguati programmi di attività fisica regolare e continuata nel tempo.

Tale concetto risale ai primi decenni dell'800 come provvedimento a favore degli alunni non vedenti e ipovedenti.

In Italia l' AFA è stato inizialmente promosso dalla regione Toscana con il DGR 595/05, che ha dato origine ad un percorso sperimentale alternativo a quello sanitario per algie o sindromi da ipomobilità o croniche stabilizzate; dal 2007,

questo programma ha avuto un ampliamento, e la Toscana ha iniziato ad effettuare programmi di AFA particolari per persone affette da disabilità più complesse (es. infarto, ictus ecc..)



Il percorso “AFA” si articola in due direzioni principali:

- orientato in un’ottica QUALITATIVA;
- orientato in un’ottica QUANTITATIVA;

La **dimensione qualitativa** si basa su miglioramenti dovuti all’attività che si pratica veicolati su tre fronti:

- **fisico** (il movimento porta ad effetti positivi e benefici generali: un rallentamento dell’invecchiamento biologico e il miglioramento globale della salute fisica e psichica; una riduzione dei rischi connessi a malattie quali osteoporosi, diabete, depressione e ansia e il rinforzo delle difese immunitarie.

Attraverso la pratica di un’attività nell’anziano vi è un miglioramento della prestazione motoria e di quella cardiorespiratoria: in caso di interruzioni dell’attività, anche di 4-5 settimane, i miglioramenti ottenuti non vengono annullati, consentendo all’individuo un recupero più rapido di quanto precedentemente acquisito.

Forza e resistenza sono caratteristiche indispensabili per ritardare la perdita dell'autonomia;

- **psicologico:** l'invecchiamento può portare alla formazione di fenomeni che possono creare modificazioni a livello psicologico del soggetto: con il passare del tempo autostima, autoefficacia e umore sono soggette a ripercussioni negative. Infatti, nel processo di invecchiamento sono molti i cambiamenti fisici e le strutture dell'io che possono modificarsi: per esempio, la consapevolezza di non riuscire più a fare movimenti o azioni che un tempo si era capaci tranquillamente di compiere. Sono però presenti diverse risorse grazie alle quali le persone possono superare tali problematiche, o tentare almeno di migliorare la situazione, ed è evidente che l'attività fisica è una di queste risorse.

Anche l'immagine corporea può risultare migliorata attraverso l'esecuzione programmata di esercizi fisici: grazie ad attività e compiti di riappropriazione del proprio corpo, l'anziano può percepire un aumento nelle sue capacità di prestazione.

L'attività fisica ha quindi effetti positivi sulle funzioni cognitive, in particolar modo su quelle nell'ambito delle prestazioni che richiedono controllo e attenzione: sono stati documentati miglioramenti soprattutto nel mantenimento e sviluppo della memoria a breve termine, della capacità decisionale e della rapidità di pensiero.

Infatti, l'esercizio fisico può essere un fattore positivo anche sull'umore e nella riabilitazione di persone con disturbi mentali o cronici; sembra che, allo stesso modo, chi compie regolare attività motoria sia meno esposto al rischio di disturbi mentali, anche se mancano ancora certezze in tal senso. Può inoltre avere un ruolo importante nella prevenzione di malattie degenerative più gravi, come la demenza.

Il regolare esercizio fisico è utile in particolar modo nella diminuzione dell'ansia e della depressione; è dimostrato che l'attività fisica può rivelarsi utile sia nella prevenzione che nel trattamento dei questi disturbi dell'umore.

Molti studi sostengono che i soggetti, dopo aver eseguito gli esercizi e l'allenamento aerobico, riportano come effetto una riduzione dello stato ansioso. In molti hanno utilizzato la pratica fisica e sportiva come trattamento della depressione clinica.

Tutto ciò cerca di dimostrare l'influenza positiva della pratica di Attività Fisica Adattata sulle funzioni psicologiche, e il bisogno di una adeguata

spinta motivazionale per poter seguire utilmente e costantemente un programma d'esercizio.

La motivazione per l'esercizio è influenzata positivamente da alcuni fattori: l'auto-efficacia, il supporto sociale, la percezione dei benefici e l'atteggiamento positivo verso l'esercizio stesso; influenze negative alla pratica del movimento possono essere invece la percezione delle barriere e dei rischi;

- **sociale**: è uno dei meccanismi che traggono beneficio dall'attività fisica, in quanto essa comporterebbe una riduzione cospicua dell'incidenza di patologie croniche o età associate, e di conseguenza una diminuzione i costi del sistema sanitario a fronte dei trattamenti medico-sanitari; in un campo differente, sempre nel sociale, da non dimenticare la possibilità di fare nuove conoscenze, di instaurare nuovi rapporti, di ampliare la rete sociale;

La **dimensione quantitativa** si occupa invece di tramutare concetti come il "benessere psicofisico" e il "beneficio dell'attività fisica" in forma sperimentale e concreta, giustificabile e criticabile mediante ipotesi, tesi e dimostrazioni: tutto ciò con lo scopo di dimostrare ed evidenziare gli effetti dell'attività in maniera oggettiva, nell'individuo e nel sociale.

I percorsi AFA, essendo gestiti da palestre o centri esterni al sistema sanitario nazionale, non sono compresi nei Livelli Essenziali di Assistenza (LEA): perciò il partecipante contribuisce in una tariffa minima, stabilita a livello regionale, ai costi del programma.

Dato il concetto di "stile di vita sano", la questione che si pone immediatamente è se l'attività fisica, almeno quella proposta agli anziani, dovrebbe essere considerata come un intervento medico o meno.

D'altronde il legame tra attività fisica e salute è nato in medicina in aggiunta al processo di riabilitazione, come strumento per la medicina preventiva, e non stupisce che accanto al procedimento etico si accosti quello sociale: un programma formato da esercizi organizzati e finalizzati alla persona come il

progetto AFA porterebbe ad un risparmio considerevole al costo della salute pubblica: come dice la parola “adattata”, il concetto principale è l'esecuzione di semplici esercizi legati ad un compito specifico, ad un livello di intensità adeguato alle condizioni specifiche di ciascun individuo

Questo concetto, unito al fatto che l'attività fisica, oltre a favorire l'invecchiamento sano, ha un ruolo specifico nel recupero funzionale e nella prevenzione di malattie specifiche, il principale “sponsor” della promozione delle attività fisiche dovrebbe essere proprio il medico generico a cui è affidata la prevenzione primaria della malattia: egli non può comportare una vera "prescrizione", altrimenti l'attività fisica diventerà uno strumento medico, ma dovrebbe esistere un collegamento attivo e bidirezionale tra il medico di famiglia e l'istruttore di attività fisica.

Vi è un vivo dibattito sull'argomento ma, nonostante il nome - se si tratta di una prescrizione o di un consiglio - l'attore principale dovrebbe essere il medico generico, che dovrebbe essere a conoscenza dei vantaggi che l'attività fisica crea e dei criteri generali di prescrizione.

Progetto Asl-4 Chiavarese

Nel 2008 l'ASL 4 Chiavarese ha avviato un progetto sperimentale AFA specifico per il mal di schiena, la cifosi dorsale e la riabilitazione di equilibrio. Dopo quasi 6 mesi di esercizio fisico di due volte settimanali di AFA (un'ora per sessione) sono stati osservati risultati incoraggianti: gli effetti benefici dell'AFA sono stati misurati in termini di riduzione del dolore, di riduzione delle necessità di assistenza medica e qualità di miglioramento della vita.

Il programma ha avuto successo e i partecipanti erano soddisfatti.

Sulla base delle richieste individuali e del medico di famiglia, la popolazione che accede ai corsi AFA è costantemente cresciuta a oltre 2.500 persone (marzo 2016).

Lo sforzo necessario per trovare spazi e strutture adeguati nel territorio ASL4, che copre le valli sulla costa orientale della Liguria, è stato piuttosto difficile ma alla fine ha dato i suoi frutti: ad oggi sono presenti 62 corsi in 13 Comuni dove le stanze possono ospitare gruppi di 20 persone che esercitano AFA e la scelta di realizzare sale per esercizi vicini alle aree vitali è stata fondamentale per il successo del programma

3.2 Esercizi AFA: protocollo AFA-TONO e CIRCUITO

Gli esercizi sono stati selezionati tra quelli definiti da Macchi & Benvenuti (2012) per due volte settimanali di 1 ora per gruppi di massimo 20 partecipanti, e sono stati organizzati in base al corso specifico e progettati secondo uno schema standard, seguito in tutti i corsi dello stesso tipo da tutti i formatori.

AFA-TONO/AFA-CIRCUITO:

2 sessioni settimanali, 1 ora ciascuna

Obiettivo: aumento della forza muscolare e del tono per migliorare la postura e il controllo motorio per la sarcopenia e il rischio di caduta.

Ogni sessione è suddivisa in tre fasi:

- In piedi (15') Riscaldamento e esercizi motori di coordinazione;
- In piedi o per terra (30 ') tonificazione muscolare ad intensità bassa/media per diversi distretti muscolari (principalmente addominali e arti inferiori e superiori) con carichi di peso ridotti (0,5, 1,0 o 1,5 Kg);
- Defaticamento (15 ') e rilassamento / allungamento dei sistemi muscolari con esercizi specifici (respirazione e allungamento)

(Gli esercizi sono specificatamente selezionati tra un elenco di 70:

15 per il riscaldamento, 35 per la tonificazione muscolare, 20 per l'allungamento, la respirazione e il rilassamento).

Il lavoro effettuato in un contesto AFA deve però acquisire valenza e consistenza oggettiva: al fine di tale obiettivo è necessario l'utilizzo di specifici strumenti di valutazione che implicano una certa attendibilità e specificità: come già detto, sono essenziali per un'analisi obiettiva della persona, e necessari per avere come risultato dei dati in base ai quali possono essere tratte delle considerazioni.

Tra gli strumenti messi a disposizione nel piano AFA, due si questi meritano un particolare approfondimento: l'**impedenziometria** e la **pedana stabilometrica**.

CAPITOLO IV

4.1 Materiali e Metodi: l'Impedenziometria

L'**impedenziometria (IN-BODY)** è una metodica utilizzata per la determinazione della composizione corporea: essa misura l'impedenza del corpo, un rapporto tra tensione e corrente che rappresenta la forza di opposizione di un circuito al passaggio di una corrente elettrica (in genere a bassa potenza e ad alta frequenza).

L'impedenza rappresenta quindi la resistenza del corpo al passaggio della corrente elettrica: le varie componenti che costituiscono l'organismo reagiscono diversamente al passaggio della "microcorrente", e danno risultati diversi a seconda del comportamento elettrico del materiale biochimico corporeo a cui vanno a contatto.



La corrente viene fatta passare attraverso degli elettrodi posti ai punti di contatto con il corpo (mani e piedi): essendo quindi questi quattro, chiamiamo questa disposizione "tetrapolare".

Questi elettrodi hanno otto punti di contatto: quattro di fonte di corrente alternata, e quattro di rilevazione della misura dell'impedenza corporea.

L'obiettivo dell'uso del macchinario "In Body" è quindi quello di avere un'analisi dettagliata e strumentale della persona riguardo la sua composizione corporea.

Questa si basa sul rilevare (in maniera pluri-compartimentale) di:

- **ACQUA INTRACELLULARE ("Intracellular Water");**
- **ACQUA EXTRA-CELLULARE ("Extracellular Water");**
- **MASSA MAGRA ("Lean Body Mass");**
- **MASSA GRASSA ("Body Fat Mass");**

suddividendo il corpo in cinque ideali "cilindri" (riconosce in maniera segmentale la composizione dei quattro arti e il tronco).

Nella pratica clinica InBody fornisce un supporto significativo in molte discipline:

- valutazione del bilancio idrico in quadri di ritenzione e disidratazione;
- valutazione del bilancio proteico o metabolico;
- valutazioni pre e post dialisi;
- valutazioni dell'edema linfatico;
- valutazione delle anomalie miotrofiche, delle asimmetrie corporee e negli esiti da lesione;

Nella Medicina di Base InBody fornisce un valido supporto alla valutazione dei fattori di rischio e delle forme dismetaboliche che possono suggerire forme patologiche gravi.

Nella Medicina dello Sport InBody risulta di grande efficacia per l'impostazione e l'ottimizzazione di programmi d'allenamento tramite il controllo dello stato d'idratazione e delle modificazioni della Massa Muscolare e della Massa Grassa a livello amatoriale ed agonistico, per verificare situazioni cataboliche a seguito di allenamento intenso e/o mancata introduzione della corretta quantità proteica e per prevenire stati di disidratazione acuta e relativa caduta di performance.

Una caratteristica fondamentale del test di InBody è la sua riproducibilità: i valori forniti sono quelli realmente calcolati con il metodo impedenziometrico, e non secondo il risultato di calcoli empirici.

Per la valutazione corporea del soggetto è necessario inserire:

- GENERE (maschio/femmina);
- ETA'
- SESSO;
- ALTEZZA;

in quanto i soggetti devono avere un range di appartenenza equo per la valutazione funzionale (es. la composizione dei fluidi e dei liquidi corporei di un soggetto giovane non saranno equiparati ad un soggetto anziano). Il test effettuato è rapido e non invasivo, ma presenta controindicazioni per soggetti aventi pacemaker.

4.2 Materiali e Metodi: la Pedana Stabilometrica

La **pedana stabilometrica** è uno strumento capace di misurare i cambiamenti della pressione esercitata al suolo dall'utente.

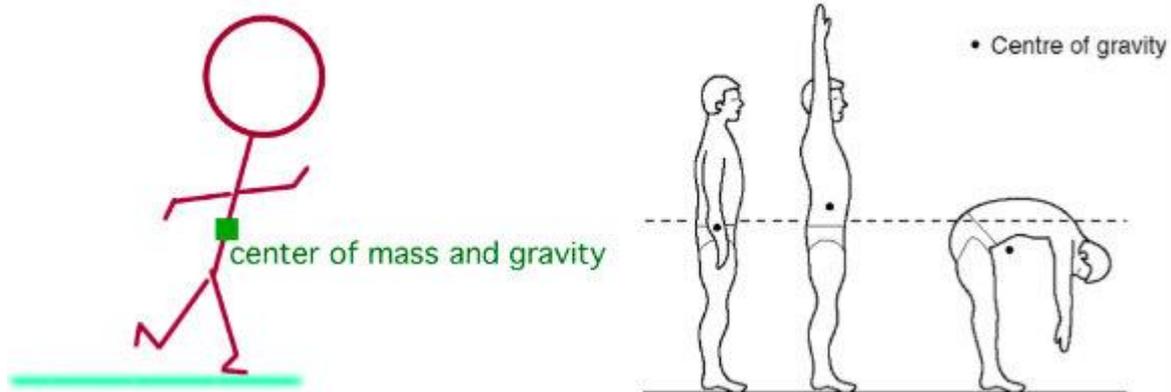
Lo strumento utilizzato nello sviluppo della tesi è la pedana stabilometrica **ARGO©RGMD**: dal punto di vista strutturale è composta da una superficie d'alluminio di 600mm x 600mm che poggia su quattro piedini regolabili in altezza, che svolgono anche la funzione di sensori di forza peso (l'altezza da terra della superficie d'appoggio è di circa 110mm, a seconda della regolazione dei piedini): tali sensori hanno il compito di trasdurre la pressione esercitata dal corpo sulla pedana.



Figure 1: The ARGO force platform.

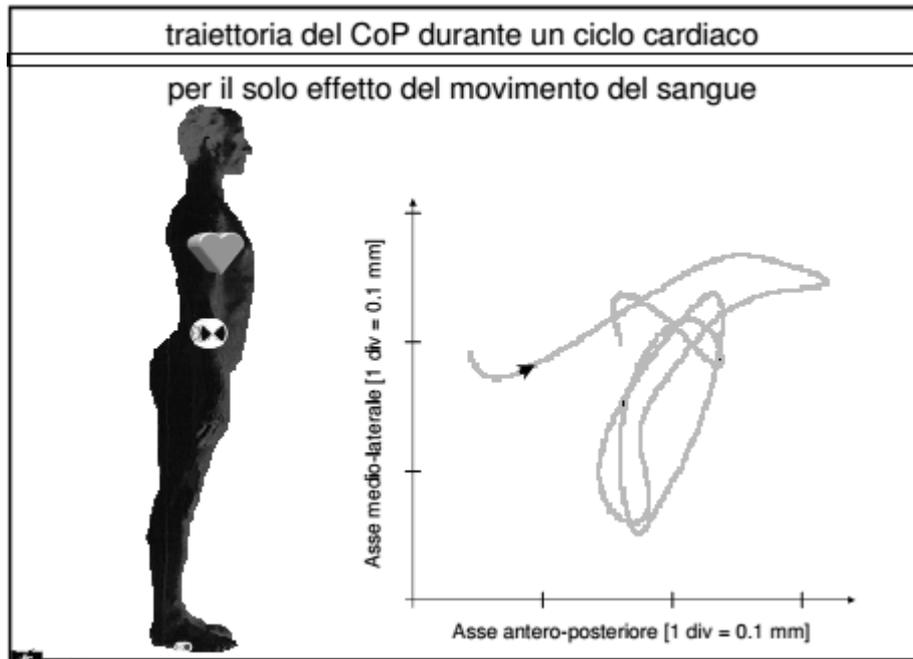
Come già detto l'uomo, nella sua posizione eretta, è capace di mantenere l'equilibrio e la stabilità grazie a continue oscillazioni che hanno lo scopo di controbilanciare la forza peso che tenderebbe, per effetto della gravità, a farlo cadere.

Infatti le risultanti di forze uguali ed opposte, la prima dovuta alla gravità e la seconda causata dalla reazione vincolare del suolo, si applicano rispettivamente al **centro di massa** (CoM), o **centro di gravità** (CoG), ossia il punto centroide degli elementi di massa che compongono il corpo umano: l'equilibrio viene ottenuto solo quando questi due vettori si trovano allineati sull'asse della verticale del soggetto.



I continui aggiustamenti messi in atto dal corpo per contrastare la sommatoria delle forze che tende a destabilizzarlo implicano un continuo movimento del corpo stesso, il più delle volte impercettibile.

Tali spostamenti coinvolgono anche il CoM, il quale viene proiettato sul piano d'appoggio: la proiezione del CoM sulla pedana viene chiamato **centro di pressione** (CoP), e la sua posizione viene registrata, istante per istante e in un tempo stabilito, dallo strumento (“*outcome measure*”).



4.3 Il test di Romberg

Lo studio su pedana dell'equilibrio statico rappresenta un'evoluzione del classico “**test di Romberg**”, ideato dal neurologo tedesco Moritz Heinrich Romberg nel 1853 per diagnosticare disturbi legati all'equilibrio.

Come già detto precedentemente, il mantenimento della posizione corporea è il risultato dell'integrazione di tre meccanismi fisiologici: la propriocezione, la funzione vestibolare e la visione.

Romberg, volendo individuare problemi legati all'apparato vestibolare, valuta prima il paziente in una situazione normale, cioè non inibendo nessuno dei tre sistemi sensoriali (prova ad occhi aperti), per poi confrontare le oscillazioni con quelle riscontrate escludendo la vista (seconda prova): in questo modo, in caso di test positivo, era possibile ricondurre il precario stato di equilibrio ad un disturbo di tipo vestibolare o propriocettivo.

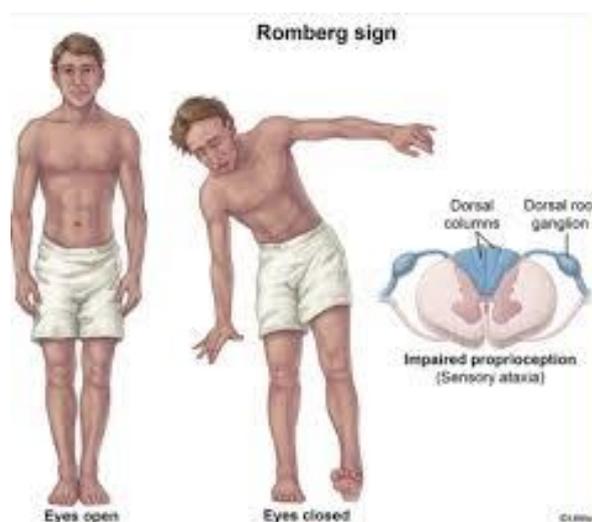
Con la strumentazione odierna è possibile avere riscontri oggettivi sull'oscillazione del CoM e di conseguenza effettuare un test molto più preciso.

Il test di Romberg prevede una procedura standardizzata e ripetibile.

Il soggetto deve essere in posizione ortostatica rilassata, il morso non serrato, le braccia devono essere distese lungo il corpo con i palmi delle mani aperti, la pianta dei piedi deve poggiare completamente a terra, i malleoli devono toccarsi e le punte devono essere leggermente divaricate (circa 30°): il tutto deve svolgersi in un luogo privo di rumori e di luci troppo intense o troppo lievi.

Al soggetto viene quindi chiesto di fissare un punto davanti a sè: si attendono alcuni istanti affinché il soggetto si stabilizzi nella posizione e poi si procede con la registrazione, per una durata che oscilla tra i 30 e i 50 secondi.

Terminata la prova ad occhi aperti (“**open eyes**”, **OE**), si lasciano al soggetto alcuni attimi per rilassarsi senza che scenda dalla pedana e si procede poi con la prova ad occhi chiusi (“**closed eyes**”, **CE**) anche questa di durata pari al precedente test.



Grazie a questo test è possibile ricavare il **quoziente di Romberg**, ossia il rapporto tra un parametro calcolato nella prova ad occhi chiusi e lo stesso calcolato per quella ad occhi aperti.

Il quoziente di Romberg viene calcolato come il rapporto tra superficie occhi chiusi e superficie occhi aperti moltiplicato per cento. (Van Parys, J.A.P., 1976).

$$\mathbf{Q.R. = (Sup. o.c. / Sup. o.a.) \times 100}$$

- se il quoziente di Romberg supera di molto l'unità è presente un deficit propriocettivo;
- se il valore si avvicina all'unità, ma i parametri sono maggiori di quelli di riferimento, è presente un deficit nel controllo centrale;
- se il valore della prova ad occhi chiusi è migliore rispetto a quella ad occhi aperti, è presente un deficit nel controllo visivo;

Altri esempi di utilità nell'utilizzo del Romberg li troviamo nell'Alzheimer, nel Parkinson, in deficit propriocettivi che danno oscillazioni casuali soprattutto ad occhi chiusi e in contratture antalgiche, che causano deficit posturali per una posizione asimmetrica.

Per tutti questi esempi possiamo ipotizzare che il test di Romberg sia valido anche nella valutazione del ROF, in quanto molte di queste patologie e deficit rappresentano una quantità rilevante delle cause di caduta.

Il quoziente di Romberg non rappresenta però l'unico dato ricavabile: molti dei dati posturografici estraibili dipendono dal tipo e dalla sensibilità della piattaforma su cui si analizza il soggetto.

I dati provenienti dalla ARGO vengono campionati con una frequenza di 100 Hz: il software in dotazione li riceve, li filtra e li elabora in modo da fornire all'utente e all'esaminatore un'ampia gamma di informazioni.

Il test effettuato consiste in una valutazione su pedana dell'equilibrio statico. Durante lo svolgimento di un test vengono visualizzati sul monitor i diagrammi in tempo reale degli spostamenti del CoP (center of pressure) relativi all'asse medio-laterale e a quello anteroposteriore (stabilogramma),

è possibile scegliere preventivamente la durata del test ed una volta terminato il software esegue immediatamente la rielaborazione dei dati.

L'accesso ai parametri di interesse è immediato e deve avvenire tramite il software, è comunque possibile esportare i valori del CoP relativi agli assi medio-laterale (x) e antero-posteriore (y).

Lo studio dei parametri derivanti dall'elaborazione degli spostamenti registrati del CoP fornisce una visione completa sullo stato di equilibrio: tramite l'analisi di questi è possibile valutare quindi la presenza o meno di disturbi correlati e dedurne la natura.

Di seguito vengono proposti i **parametri posturografici** che la pedana ARGO elabora e fornisce in un'operazione di "force transducers": essi vengono classificati in due tipologie principali:

- **PARAMETRI GLOBALI**

Esprimono numericamente la grandezza del gomito (percorso registrato del CoP) sia nel dominio del tempo sia in quello della frequenza.

In tutto abbiamo **9** parametri globali:

- **Sway Path [mm/sec]**: velocità media del moto del CoP calcolata come rapporto fra la lunghezza complessiva della traiettoria ed il tempo utilizzato per percorrerla; è la velocità media del percorso posturografico:

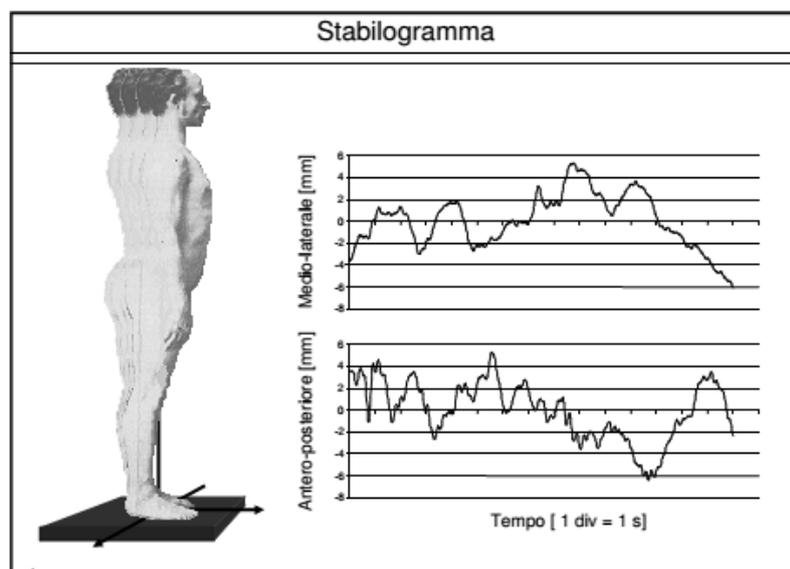
$$SP = \text{Traiettoria CoP} / t \text{ (mm/s)}$$

- **Sway Area [mm²/sec]**: l'area coperta dal gomito creato dal percorso del CoP nel tempo; esprime quanta superficie copre il gomito nell'unità di tempo:

$$SA = A \text{ tot. gomito} / t \text{ (mm}^2\text{/s)}$$

- **Oscillazione massima [mm]:** massima ampiezza di oscillazione sui due piani, rappresenta i piani e la possibile direzione del CoP (antero-posteriore (AP, asse Y) e medio-laterale (ML, asse X));
- **Analisi in Frequenza:** caratteristiche delle oscillazioni sui due piani ipotizzata stazionaria e ripetitiva e consente di caratterizzare il movimento;
- **Armoniche principali:** frequenze (una per ciascun piano di oscillazione) in corrispondenza delle quali si ha il massimo; la presenza di fenomeni oscillatori coerenti possono far ipotizzare un disturbo di origine centrale;
- **Area Ellisse e Assi [mm²,mm,mm]** misura l'area dell'ellisse che racchiude il 95% dei punti della traiettoria del CoP e lunghezza degli assi (asse maggiore e asse minore);
- **Inclinazione:** l'inclinazione angolare dell'asse maggiore dell'ellisse rispetto al piano frontale;

A livello grafico i valori dei parametri globali vengono rappresentati mediante lo “*stabilogramma*”, che visualizza le oscillazioni sui due piani, AP e LL.



• PARAMETRI STRUTTURALI

Descrivono l'organizzazione della traiettoria seguita dal CoP, mettendone in evidenza una discontinuità, rappresentata dalla presenza di un'alternanza tra accelerazioni e momenti di stabilità.

Il CoP infatti è alla continua ricerca di quelli che potremmo definire “centri di equilibrio”, o “centri di stabilità”: sono istanti in cui il centro di pressione sembra fermarsi in un determinata zona, raffigurata a cerchio.

I punti rappresentano quante volte il CoP cade all'interno di questi centri di stabilità: si conta quanti di questi cadono consecutivamente all'interno dei centri, ed eseguendo questo procedimento con tutti i punti del tracciato si ottiene la “**curva sway density**” (“*Sway Density Curve*”, SDC), che è formata da valli e picchi (i picchi rappresentano il conteggio più elevato di punti).

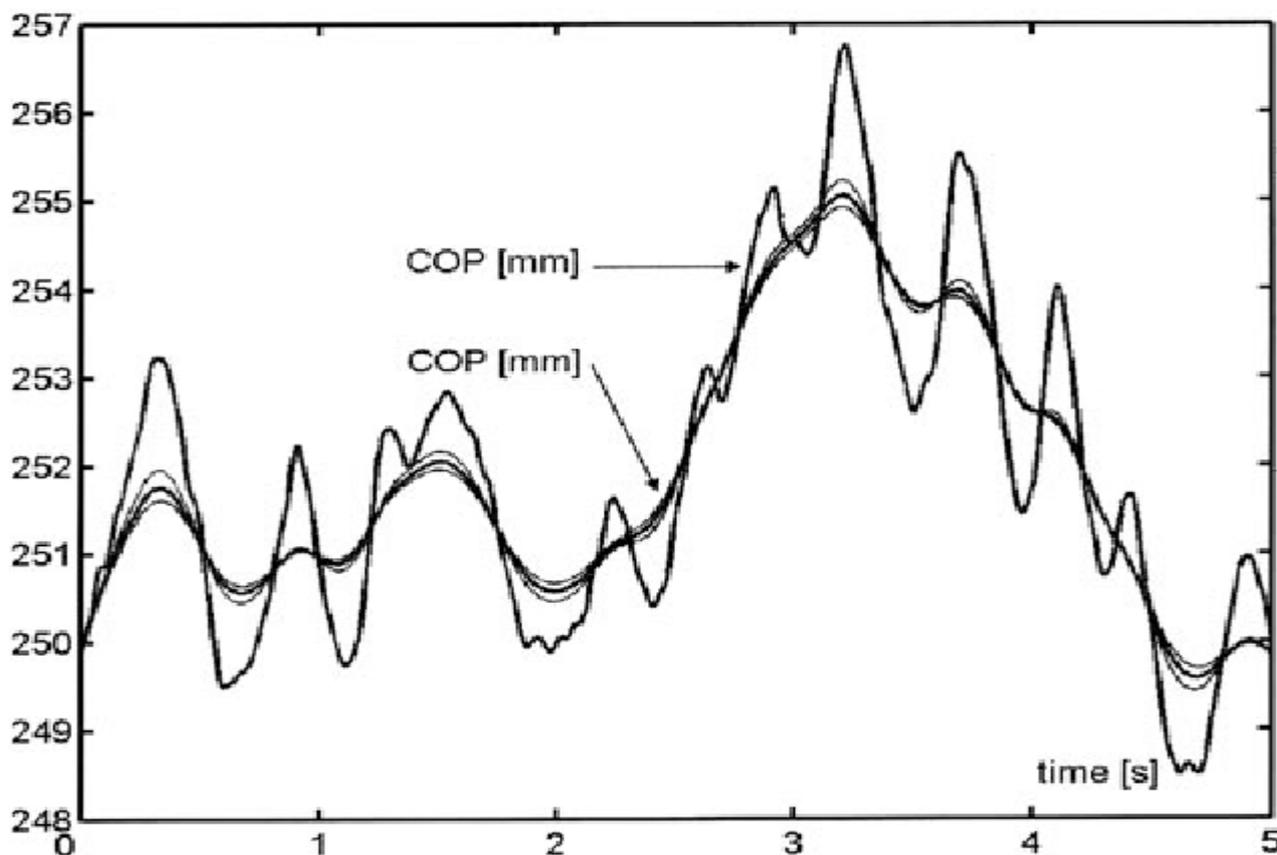
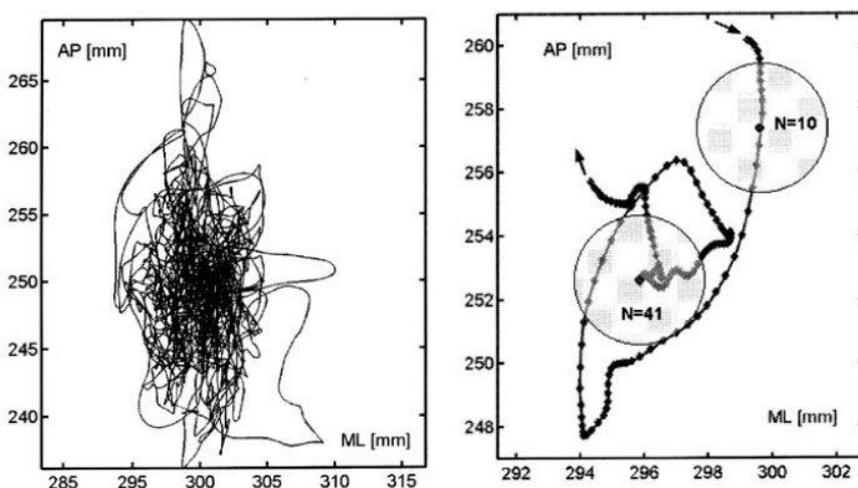
- Ad occhi chiusi (CE) il CoP, mancando di riferimento visivo, si sposterà continuamente alla ricerca dei centri di stabilità, nel più breve tempo possibile (devo rapidamente trovarli) e compiendo naturalmente più strada;
- Ad occhi aperti (OE) il CoP si sposta meglio e più lentamente, compiendo meno percorso (non ho necessità di spostarmi velocemente per trovare il centro di equilibrio);

Nell'identificare la sequenza di picchi, possiamo estrarre altri parametri dalla curva di Sway Density:

- ***Mean Spatial Distance [SD, mm]***: è la distanza media che percorre il CoP tra due centri di stabilità consecutivi;
- ***Mean Stay Time [ST, t]***: è il tempo medio di permanenza del CoP nei centri di stabilità;

Si può osservare quindi la funzionalità con cui si attivano i meccanismi di controllo e l'influenza di feedback esterni che generano instabilità o ricerca di stabilità.

A livello grafico i valori dei parametri strutturali vengono rappresentati mediante lo "statokinesigramma", che visualizza la traiettoria del COP.



• PARAMETRI DEL DOMINIO DELLA FREQUENZA

Sono rappresentati dall'energia dello spettro di due componenti del posturogramma: sono divise in 8 bande di frequenza, per un totale di 8 parametri (da 0.01 a 10 Hz);

4.4 Score of Postural Functionality (“SPF”)

Se sommiamo il numero di parametri globali, parametri strutturali e quelli del dominio della frequenza otteniamo 27 parametri posturografici di base, nelle due condizioni sperimentali, occhi aperti e occhi chiusi.

Ma anche il rilevamento e l'elaborazione di questi dati apparrebbe debole nel dare forma ad un setting diagnostico sufficientemente valido: perciò si è reso necessario integrare ai parametri posturografici 36 indicatori posturografici, aventi origine dalla correlazione dei coefficienti dei parametri della popolazione di riferimento con la popolazione sana, per un totale di:

$$27 + 36 = \mathbf{63 \text{ parametri complessivi}}$$

Nel tentativo di manipolare, correlare ed elaborare una quantità simile di dati, e di dare loro un significato, è stata proposta una nuova scala di valutazione, un “punteggio di funzionalità posturale” chiamato SPF (o “Score of Postural Functionality”): tale punteggio è ottenuto “contando” il numero di anomalie posturali rispetto ai 63 parametri sopracitati. Di conseguenza, il valore di SPF rientra in un intervallo:

$$\mathbf{0 \leq SPF \leq 63}$$

e rappresenta il numero relativo di anomalie: maggiore è il punteggio, minore sarà l'efficienza nel controllo dell'equilibrio.

L'obiettivo è quello di definire una variabile di riferimento statisticamente significativa per la discriminazione di individui normo funzionali da soggetti disfunzionali.

CAPITOLO V

5.1 Scopo dello studio

Lo scopo dello studio si basa su un'analisi statistica di **904** soggetti (maschi e femmine) che prendono parte al progetto **AFA-TONO** e **AFA-CIRCUITO**, ovvero una serie programmata di attività mirate al recupero e al rinforzo muscolare.

L'analisi prevede l'estrazione di parametri derivati dalla pedana stabilometrica, una loro scrematura (al fine di individuare i dati necessari) ed infine una loro elaborazione, mediante grafici e tabelle.

In particolare, la tesi ha come obiettivo lo studio dei parametri caratteristici dell'ellisse (es. Area, SPF, Sway Path, Sway Area ecc..) in relazione alle due variabili della persona (età e sesso), e le relative considerazioni che se ne possono trarre.

CAPITOLO VI

6.1 Risultati Sperimentali

Per lo studio della nostra analisi sono stati necessari i dati derivati dall'utilizzo di uno dei macchinari elencati sopra, la pedana stabilometrica "ARGO": dai dati ottenuti è stato necessario scremare e raggruppare le variabili che rientrano nella valutazione dell'equilibrio statico.

Queste variabili sono:

1. **ETA'**;
2. **SESSO**;
3. **SPF (occhi CHIUSI e APERTI)**;

e vengono confrontati con i parametri di

4. **Sway Path**;
5. **Sway Area**;
6. **Area Ellisse**;

6.1.1 ETA' DEI SOGGETTI

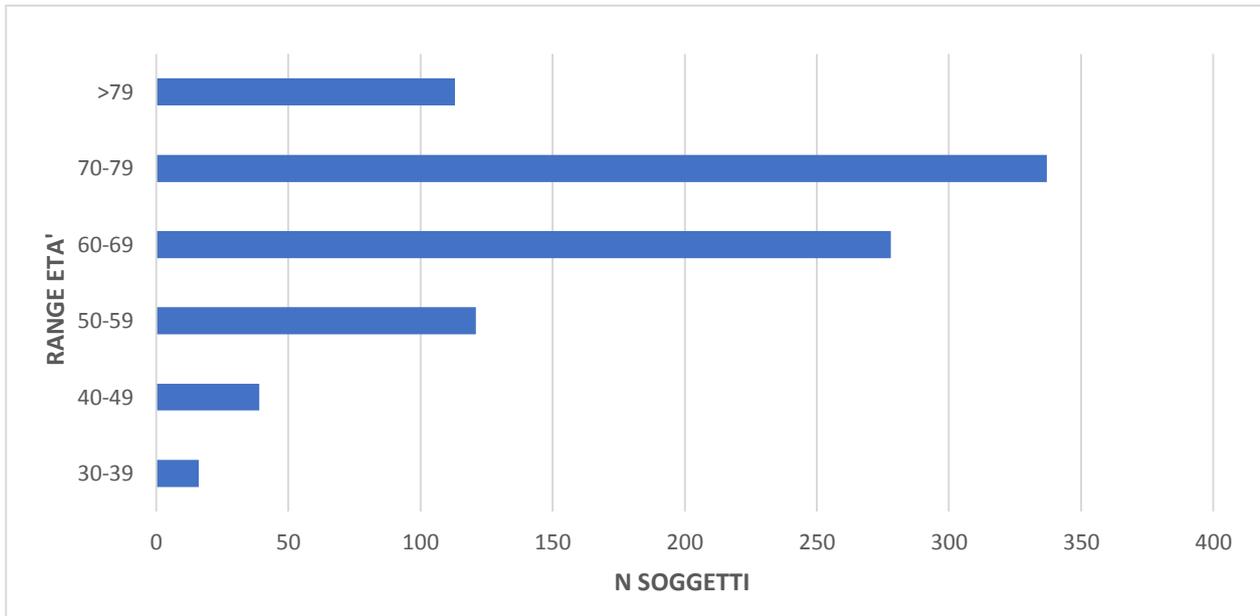
I soggetti analizzati sono stati innanzitutto suddivisi per sex e range di età.

In tutto sono stati analizzati i dati di 904 soggetti:

RANGE DI ETA'	N SOGGETTI FEMMINE	N SOGGETTI MASCHI	FR	%
30-39	13	3	0,018	1,8
40-49	36	3	0,043	4,3
50-59	107	14	0,134	13,4
60-69	250	28	0,308	30,8
70-79	294	43	0,373	37,3
>79	108	5	0,125	12,5
	808	96		
TOTALE	904		1	100

Come si può facilmente notare, il numero di soggetti maschi è nettamente inferiore al numero di soggetti appartenenti al genere femminile (il numero di soggetti di sesso femminile rappresentano l' 89.3 % del totale, contro il 11.7% dei soggetti di sesso maschile)

E' necessario ricordare il numero basso di praticanti AFA di sesso maschile, perché sarà un collegamento fondamentale nella discussione della tesi più avanti.



Inoltre, i range di età con il numero più elevato di soggetti (maschi e femmine) sono rappresentati dalla fascia **60/69** e **70/79** (si parla di 615 persone, che rappresentano il 68% del totale dei soggetti valutati).

La classificazione in range di età diventa necessaria considerando che i soggetti di ogni fascia hanno caratteristiche morfologiche e richieste fisiologiche diverse dagli altri gruppi.

Infine, 113 soggetti su 904 (quindi un 12,5% rispetto al totale) entrano nella fascia d'età anziana avanzata.

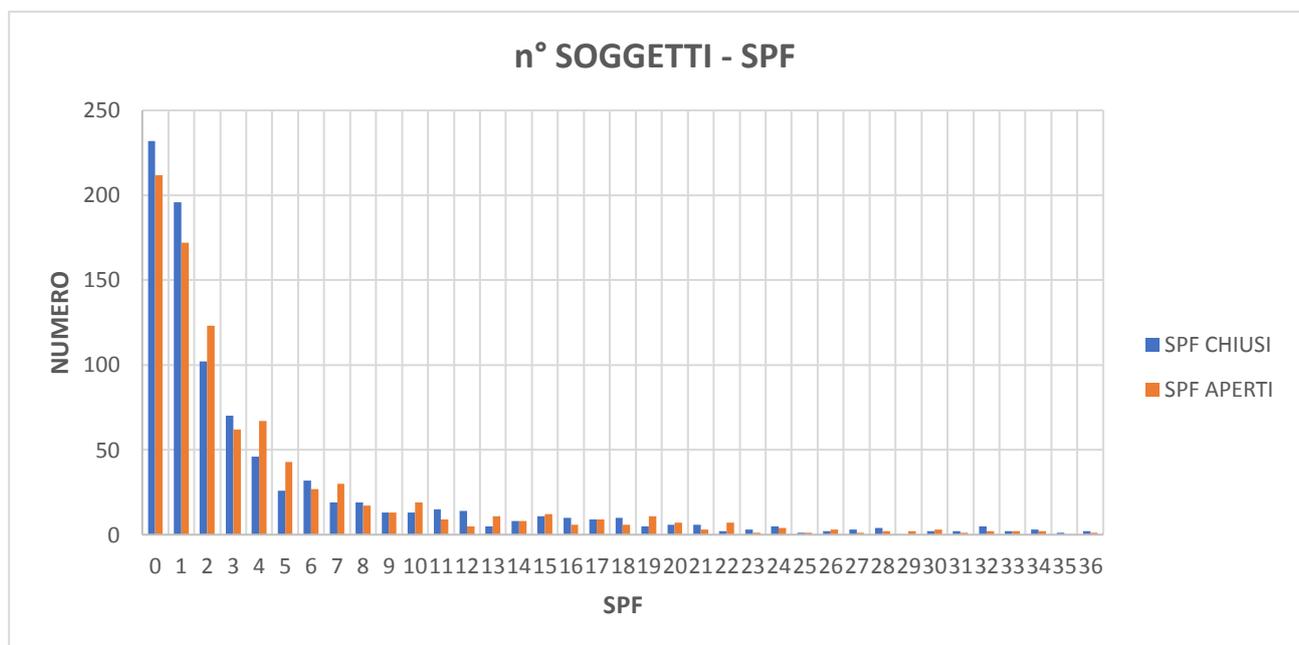
6.1.2 CONFRONTO N. SOGGETTI - SPF

SPF	OCCHI CHIUSI	%		SPF	OCCHI APERTI	%	
0	232	25,66%		0	212	23,45%	
1	196	21,68%		1	172	19,03%	
2	102	11,28%		2	123	13,61%	
3	70	7,74%		3	62	6,86%	
4	46	5,09%		4	67	7,41%	
5	26	2,88%		5	43	4,76%	
6	32	3,54%		6	27	2,99%	
7	19	2,10%		7	30	3,32%	
8	19	2,10%		8	17	1,88%	
9	13	1,44%	17,92%	9	13	1,44%	16,70%
10	13	1,44%		10	19	2,10%	
11	15	1,66%		11	9	1,00%	
12	14	1,55%		12	5	0,55%	
13	5	0,55%		13	11	1,22%	
14	8	0,88%		14	8	0,88%	
15	11	1,22%		15	12	1,33%	
16	10	1,11%		16	6	0,66%	
17	9	1,00%		17	9	1,00%	
18	10	1,11%		18	6	0,66%	
19	5	0,55%		19	11	1,22%	
20	6	0,66%		20	7	0,77%	
21	6	0,66%		21	3	0,33%	
22	2	0,22%		22	7	0,77%	
23	3	0,33%		23	1	0,11%	
24	5	0,55%		24	4	0,44%	
25	1	0,11%		25	1	0,11%	
26	2	0,22%		26	3	0,33%	
27	3	0,33%		27	1	0,11%	
28	4	0,44%		28	2	0,22%	
29	0	0,00%		29	2	0,22%	
30	2	0,22%		30	3	0,33%	
31	2	0,22%		31	1	0,11%	
32	5	0,55%		32	2	0,22%	
33	2	0,22%		33	2	0,22%	
34	3	0,33%		34	2	0,22%	
35	1	0,11%		35	0	0,00%	
36	2	0,22%		36	1	0,11%	

Come illustrato precedentemente, il valore di SPF è compreso tra 0 e 63. Un suo aumento, in particolare **uguale o superiore al valore di 9**, indica un maggior numero di anomalie posturali e una minor efficienza nel controllo dell'equilibrio.

Se correlato al numero di soggetti, si può notare come, nelle due condizioni su pedana, il 17.9% dei soggetti ha un valore di SPF superiore o uguale a 9 nello stato “**occhi chiusi**” (161 soggetti), e come il 16,7 % dei soggetti ha un valore di SPF uguale o superiore a 9 nello stato “**occhi aperti**” (151 soggetti)

L'analisi grafica rende più evidente la considerazione, ma non deve ingannare, poiché un 16/17 % di soggetti con potenziale rischio di mantenimento di equilibrio rimane un dato preoccupantemente alto.

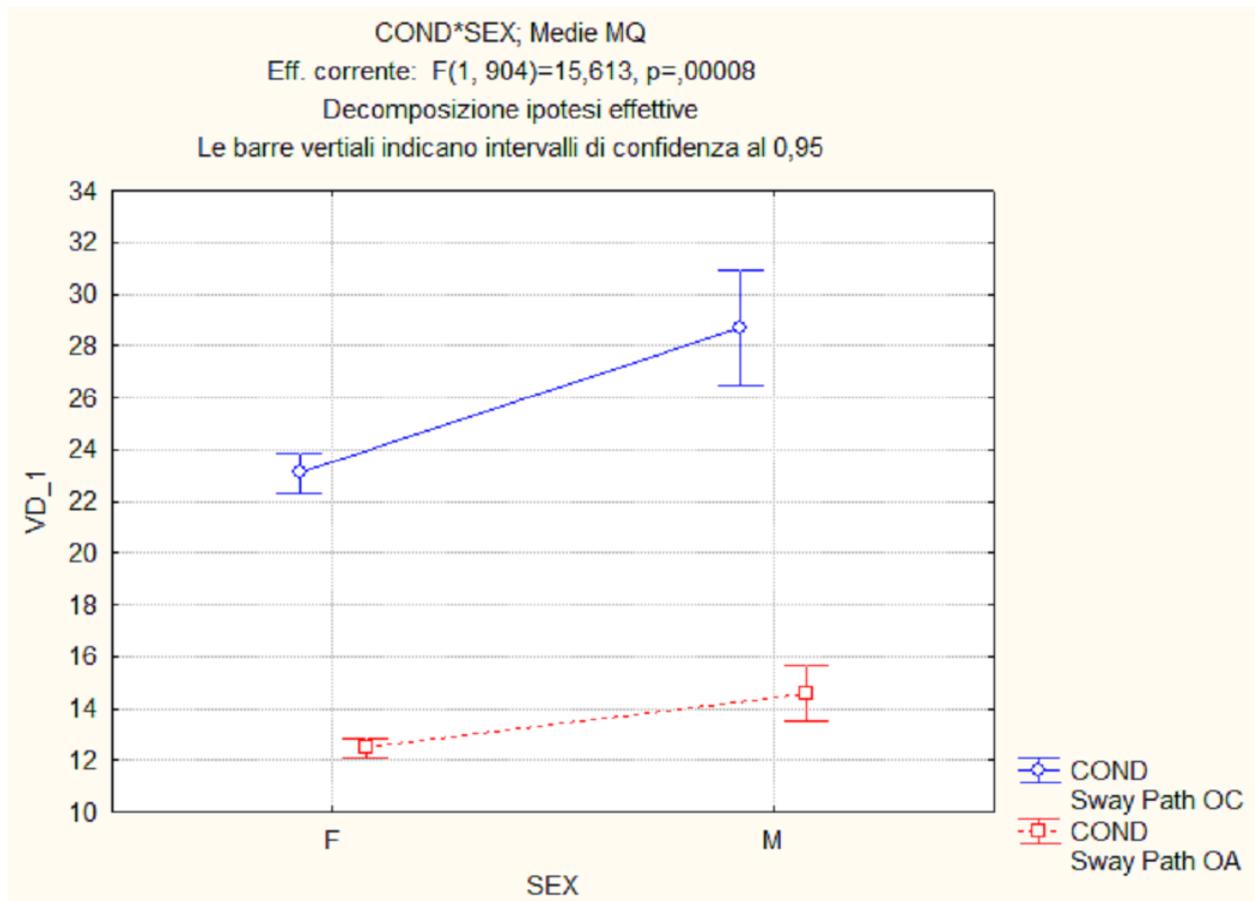


6.1.3 SWAY PATH

I valori della “**Sway Path**” dei soggetti, ossia la **velocità media del percorso posturografico del CoP (mm/s)** sono stati messi a confronto con i parametri riguardanti:

- **SESSO:**

GENDER: Sway Path



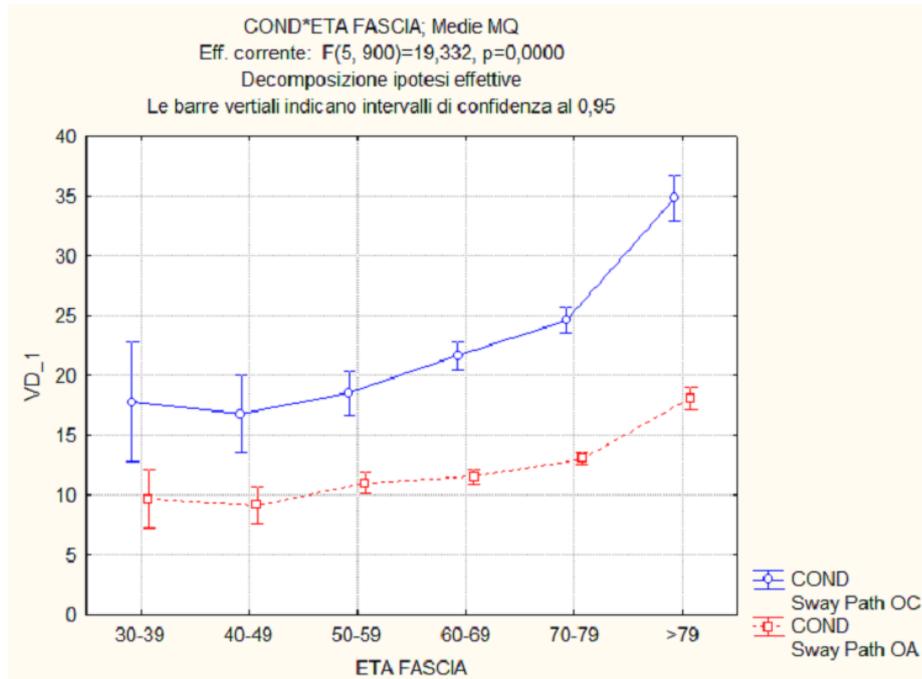
Test Bonferroni;variabile VD_1 (Spreadsheet1)						
Probabilità per Test Post Hoc						
Errore: Tra-Grp; Entro; MS Aggreg = 76,186, gl = 1379,3						
N. Cella	SEX	COND	{1}	{2}	{3}	{4}
1	F	Sway Path OC	23,101	12,486	28,680	14,563
2	F	Sway Path OA	0,000000		0,000000	0,465697
3	M	Sway Path OC	0,000015	0,000000		0,000000
4	M	Sway Path OA	0,000000	0,465697	0,000000	

In questo grafico, attraverso il test di Bonferroni, si nota come vi sia una differenza significativa (segnata nel grafico sottostante in rosso nella combinazione delle quattro condizioni) tra la condizione OC rispetto a

quella OA: inoltre, la velocità del CoP è significativamente più alta nei maschi rispetto alle femmine.

- **ETA’:**

AGE: Sway Path



Test Bonferroni;variabile VD_1 (Spreadsheet1)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: Tra-Grp; Entro; MS Aggreg = 63,871, gl = 1425,1

N. Cella	ETA FASCIA	COND	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	30-39	Sway Path OC	17,773	0,002628	1,000000	0,018439	1,000000	0,090635	1,000000	0,159175	0,448714	1,000000	0,000000	1,000000
2	30-39	Sway Path OA	0,002628		0,171182	1,000000	0,002002	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,087030
3	40-49	Sway Path OC	1,000000	0,171182		0,000000	1,000000	0,005092	0,266679	0,008090	0,000203	0,387728	0,000000	1,000000
4	40-49	Sway Path OA	0,018439	1,000000	0,000000		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000072
5	50-59	Sway Path OC	1,000000	0,002002	1,000000	0,000000		0,000000	0,249016	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	1,000000
6	50-59	Sway Path OA	0,090635	1,000000	0,005092	1,000000	0,000000		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000003
7	60-69	Sway Path OC	1,000000	0,000000	0,266679	0,000000	0,249016	0,000000		0,000000	0,013710	0,000000	0,000000	0,004857
8	60-69	Sway Path OA	0,159175	1,000000	0,008090	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000		0,000000	1,000000	0,000000	0,000000
9	70-79	Sway Path OC	0,448714	0,000000	0,000203	0,000000	0,000001	0,000000	0,013710	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000
10	70-79	Sway Path OA	1,000000	1,000000	0,387728	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000		0,000000	0,000191
11	>79	Sway Path OC	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
12	>79	Sway Path OA	1,000000	0,087030	1,000000	0,000072	1,000000	0,000003	0,004857	0,000000	0,000000	0,000191	0,000000	

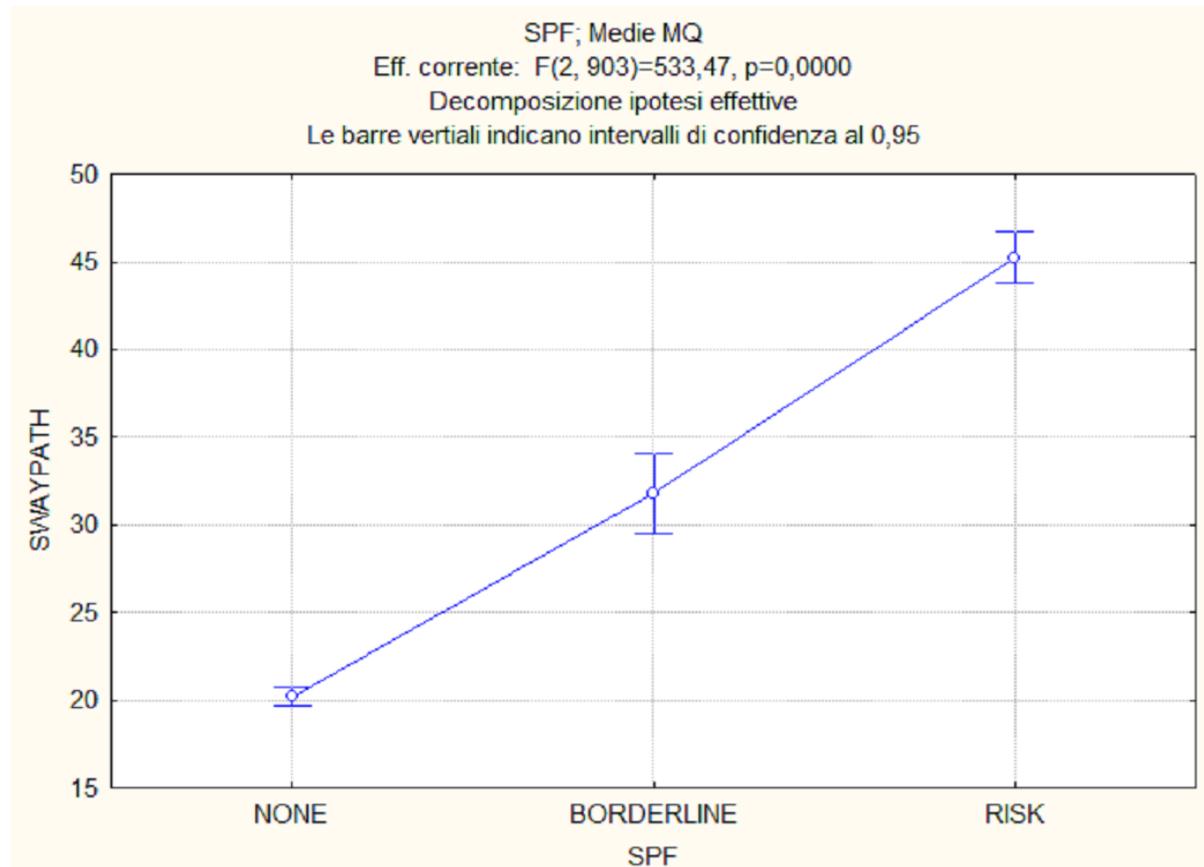
Nella correlazione “**SWAY PATH – ETA**”, attraverso il test di Bonferroni, si può notare inizialmente un’impennata di entrambe le curve (quindi sia ad occhi aperti che chiusi) della Sway Path, che ascende in modo marcato nei soggetti dopo i 79 anni di età.

Ci si potrebbe inoltre aspettare una significatività della curva tra soggetti ad es. con range 30/39 e soggetti di range 70/79, ma questa non sussiste: infatti,

la linea di variabilità del range 30/39 è molto più alta rispetto al range 70/79 (nel gruppo 30/39 il numero di soggetti è estremamente basso rispetto al gruppo 70/79, rendendo tale confronto non significativo).

- **SPF OC/OA**

SPF OC: Sway Path



Test Bonferroni; variabile SWAYPATH (Spreadsheet2)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: MS Tra-grp= 57,737, gl = 903,00

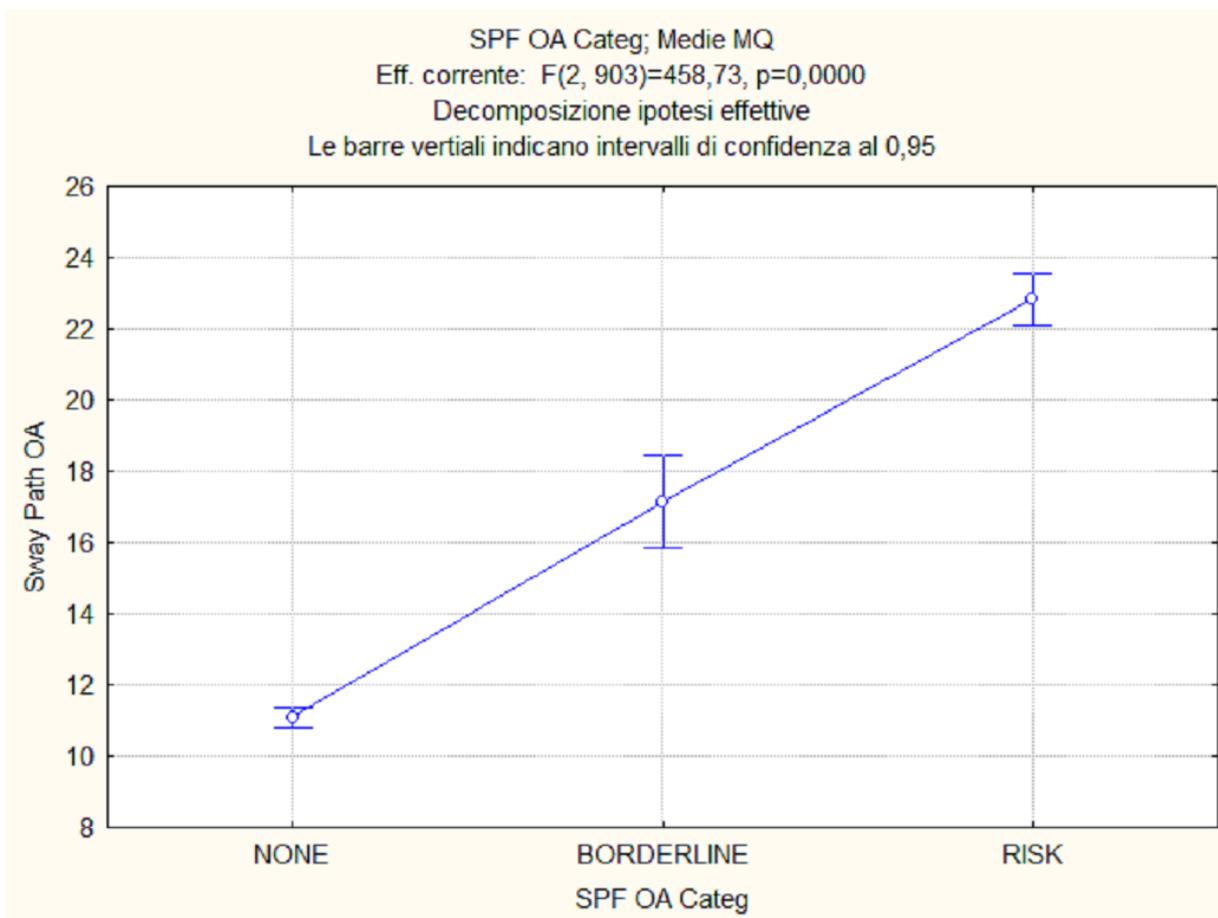
	SPF	{1}	{2}	{3}
N. Cella		20,198	31,806	45,222
1	NONE		0,00	0,00
2	BORDERLINE	0,00		0,00
3	RISK	0,00	0,00	

Il valore di SPF viene suddiviso in 3 categorie:

- **NONE:** è un numero basso di SPF, inferiore al valore 9.
Non rappresenta un rischio a livello di equilibrio.

- **BORDERLINE:** il valore di SPF è compreso tra 9 e 20.
Rappresenta un rischio a livello di equilibrio.
- **RISK:** è numero alto di SPF (sopra il 20), è grave problematica.

SPF OA: Sway Path



Test Bonferroni; variabile Sway Path OA (Spreadsheet1)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: MS Tra-grp= 14,857, gl = 903,00

N. Cella	SPF OA Categ	{1}	{2}	{3}
1	NONE		0,000000	0,000000
2	BORDERLINE	0,00		0,000000
3	RISK	0,00	0,000000	

La correlazione “SWAY PATH - SPF”, attraverso il test di Bonferroni, ha un andamento lineare, in entrambi i casi (occhi aperti e occhi chiusi). All’aumento del valore di SPF in entrambi le condizioni corrisponde un’aumento della Sway Path, quindi un’aumento direttamente proporzionale della velocità media del tracciato del CoP sulla pedana.

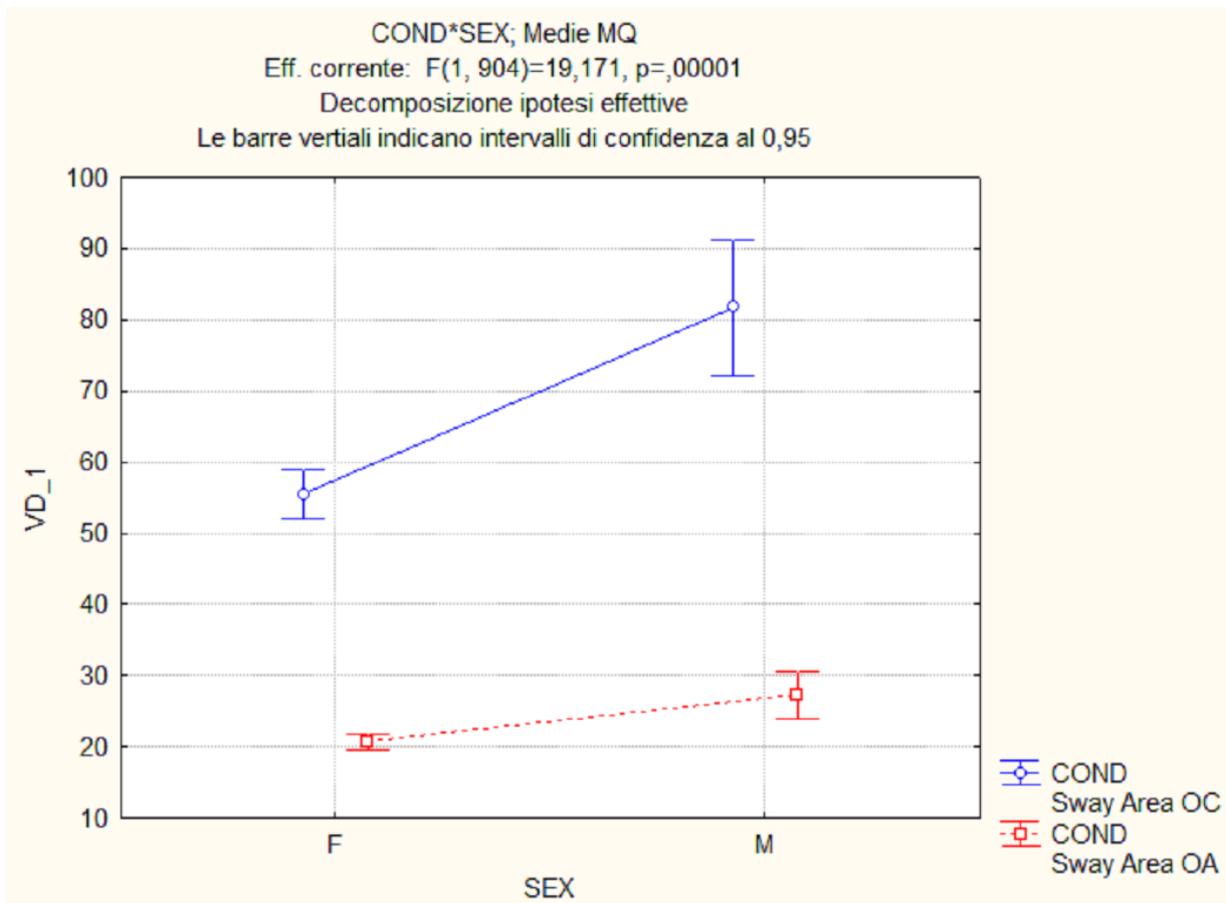
Inoltre, si può osservare che la media della Sway Path (correlata ai livelli di SPF) è maggiore nella curva OC rispetto alla curva OA.

6.1.4 SWAY AREA

I valori della “**Sway Area**” dei soggetti, ossia l’area coperta dal gomito creato dal percorso del CoP nell’unità di tempo (mm²/s) (quanta superficie copre il gomito nell’unità di tempo) sono stati messi a confronto con parametri riguardanti:

- **SESSO:**

GENDER: Sway Area



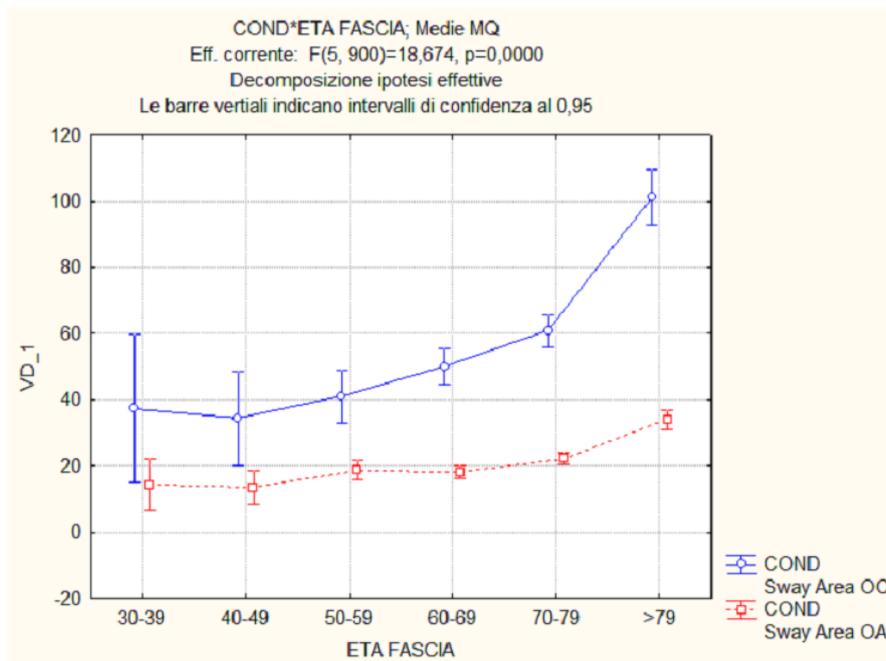
Test Bonferroni; variabile VD_1 (Spreadsheet1)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: Tra-Grp; Entro; MS Aggreg = 1286,3, gl = 1629,5

N. Cella	SEX	COND	{1}	{2}	{3}	{4}
1	F	Sway Area OC		0,000000	0,000000	0,000000
2	F	Sway Area OA	0,000000		0,000000	0,832587
3	M	Sway Area OC	0,000000	0,000000		0,000000
4	M	Sway Area OA	0,000000	0,832587	0,000000	

Nonostante la linea di variabilità maschile sia più alta di quella femminile, vi è comunque una significatività, in particolare ad occhi chiusi: in mancanza di riferimento visivo, l'area coperta dal gomito nel tempo aumenta in entrambi i sessi, in particolare in quello maschile.

• **ETA'**:

AGE: Sway Area



Test Bonferroni;variabile VD_1 (Spreadsheet1)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: Tra-Grp; Entro: MS Aggreg = 1149,6, gl = 1647,4

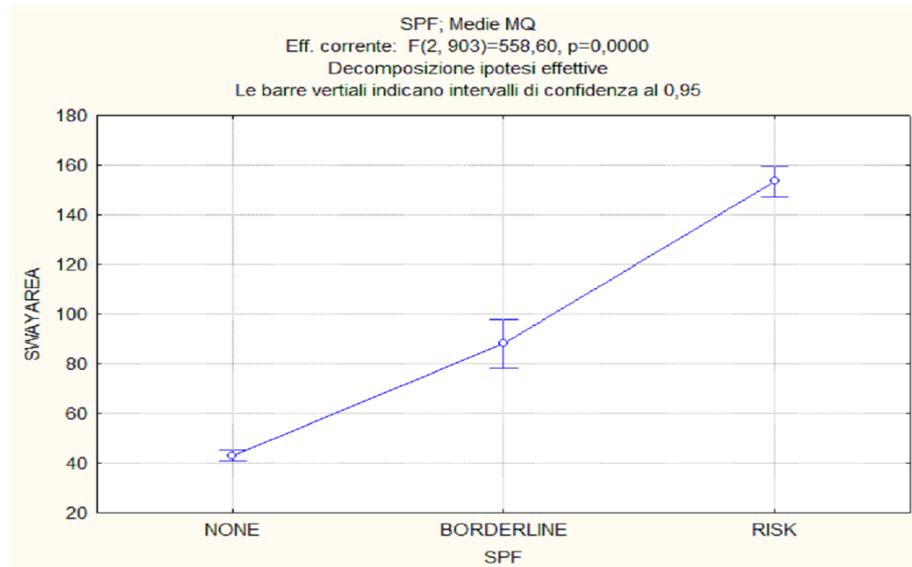
N. Cella	ETA FASCIA	COND	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	30-39	Sway Area OC		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000
2	30-39	Sway Area OA	1,000000		1,000000	1,000000	0,204070	1,000000	0,002830	1,000000	0,000006	1,000000	0,000000	1,000000
3	40-49	Sway Area OC	1,000000	1,000000		0,074740	1,000000	0,774679	1,000000	0,321430	0,004016	1,000000	0,000000	1,000000
4	40-49	Sway Area OA	1,000000	1,000000	0,074740		0,000761	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,292113
5	50-59	Sway Area OC	1,000000	0,204070	1,000000	0,000761		0,000000	1,000000	0,000000	0,000104	0,000013	0,000000	1,000000
6	50-59	Sway Area OA	1,000000	1,000000	0,774679	1,000000	0,000000		0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,165345
7	60-69	Sway Area OC	1,000000	0,002830	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000		0,000000	0,039336	0,000000	0,000000	0,001644
8	60-69	Sway Area OA	1,000000	1,000000	0,321430	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000		0,000000	1,000000	0,000000	0,015492
9	70-79	Sway Area OC	1,000000	0,000006	0,004016	0,000000	0,000104	0,000000	0,039336	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000
10	70-79	Sway Area OA	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000013	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000		0,000000	0,331173
11	>79	Sway Area OC	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000
12	>79	Sway Area OA	1,000000	1,000000	1,000000	0,292113	1,000000	0,165345	0,001644	0,015492	0,000000	0,331173	0,000000	

Il grafico è molto simile a quello del rapporto “Sway Path – Eta” : attraverso il test di Bonferroni, i soggetti vengono suddivisi per gruppi di età il range di soggetti “30/39” ha una linea di variabilità troppo alta per poter essere significativo con altri dati, eccetto per il gruppo “70/79”.

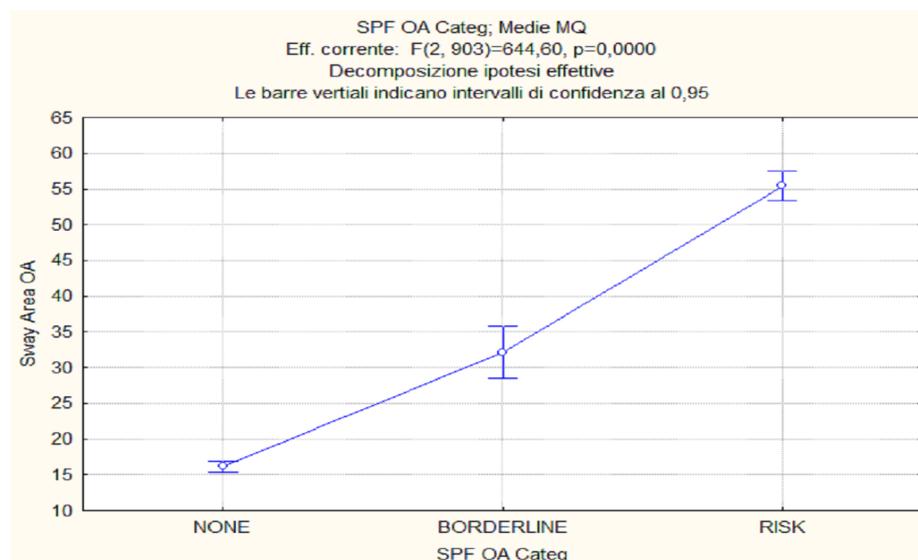
Ciononostante, la curva ascende e dimostra come, specialmente ad occhi chiusi, l'area coperta nel tempo dal CoP aumenti con l'aumentare dell'età, in particolare dopo i 79 anni.

- **SPF OC/OA:**

SPF OC: Sway Area



SPF OA: Sway Area



Nel confronto di “Sway Area” e “SPF”, attraverso il test di Bonferroni, notiamo che non vi è una linearità quasi perfetta, rispetto a quella vista nella correlazione con la Sway Path: la curva infatti, da SPF “borderline” a “risk”

ascende in modo leggermente più marcato (sia nella condizione ad occhi chiusi che in quella ad occhi aperti).

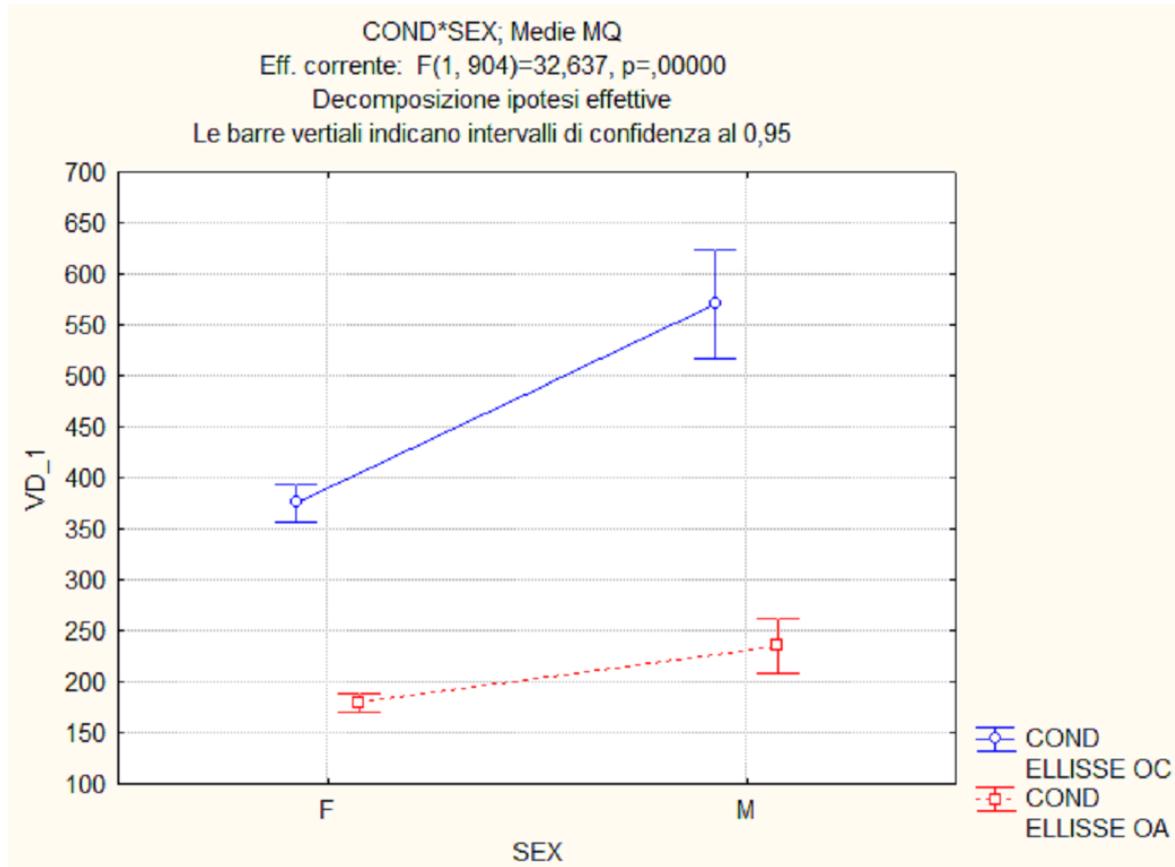
Quindi ad un aumento del valore di SPF corrisponde un'aumento della Sway Area, in particolare in modo più incisivo nei casi con valori di SPF alto o molto alto.

6.1.5 ELLISSE

I valori dell' **“Ellisse”** dei soggetti, ossia l'area coperta dal gomito creato dal percorso del CoP (mm²) (quanta superficie copre il gomito) sono stati messi a confronto con parametri riguardanti:

- **SESSO:**

GENDER: ELLISSE



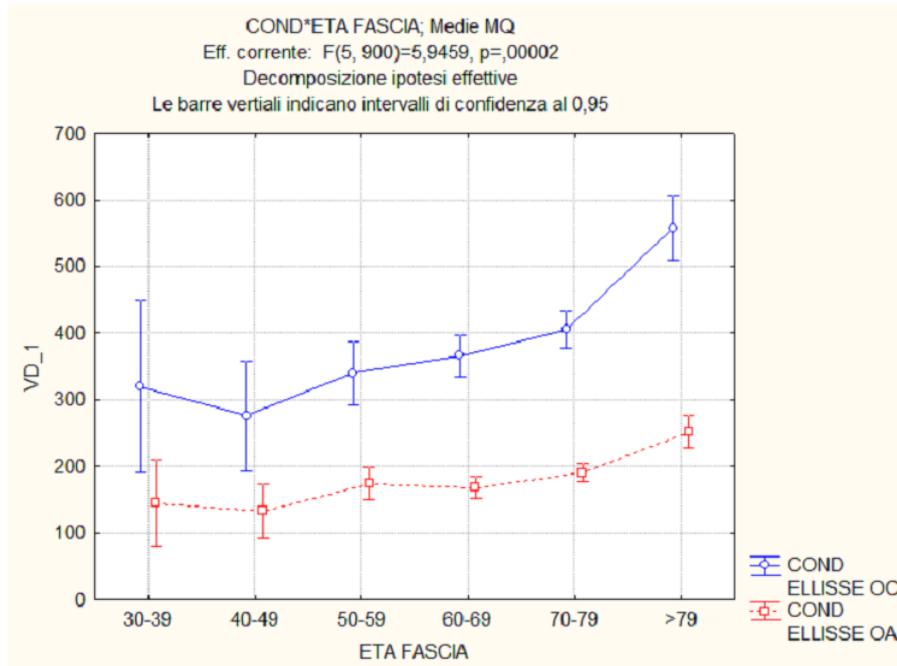
Test Bonferroni; variabile VD_1 (Spreadsheet1)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: Tra-Grp; Entro; MS Aggreg = 43948,., gl = 1538,9

N. Cella	SEX	COND	{1}	{2}	{3}	{4}
1	F	ELLISSE OC		0,000000	0,000000	0,000000
2	F	ELLISSE OA	0,000000		0,000000	0,243700
3	M	ELLISSE OC	0,000000	0,000000		0,000000
4	M	ELLISSE OA	0,000000	0,243700	0,000000	

Dal grafico, attraverso il test di Bonferroni, si evince come l'area e la dimensione dell'ellisse aumentino significativamente nella condizione ad occhi chiusi, in particolare nei soggetti di sesso maschile.

• **ETA'**:

AGE: ELLISSE



Test Bonferroni; variabile VD_1 (Spreadsheet1)
 Probabilità per Test Post Hoc
 Errore: Tra-Grp; Entro; MS Aggreg = 43299, gl = 1546,3

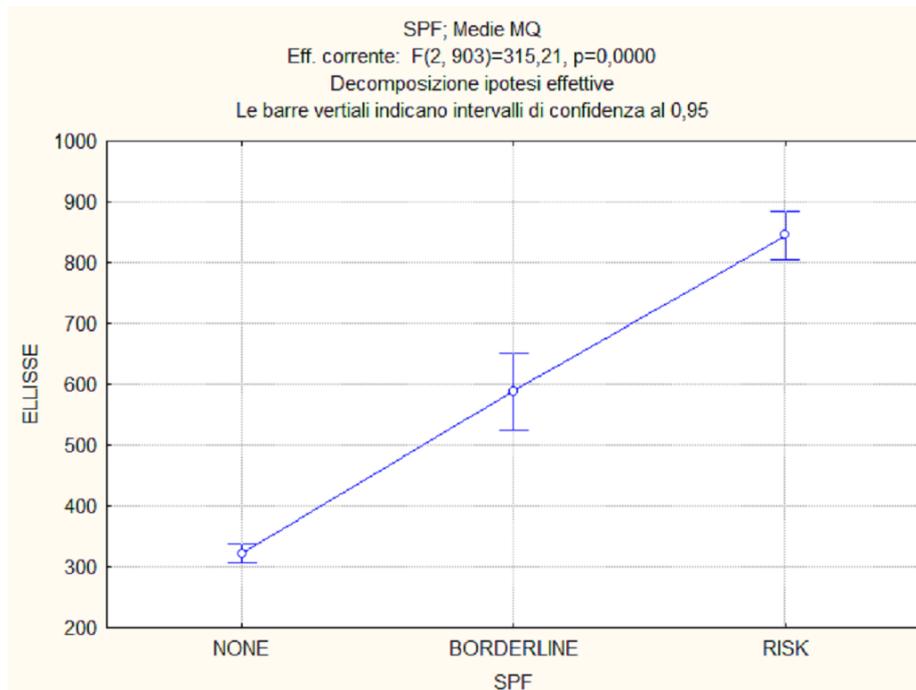
N. Cella	ETA FASCIA	COND	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}
1	30-39	ELLISSE OC	319,79	144,60	276,02	132,47	339,58	173,85	366,00	168,31	404,74	190,72	558,36	251,72
2	30-39	ELLISSE OA	0,137380	1,000000	1,000000	0,162864	1,000000	0,558246	1,000000	0,309305	1,000000	1,000000	0,020448	1,000000
3	40-49	ELLISSE OC	1,000000	1,000000	1,000000	0,005574	1,000000	0,511040	1,000000	0,165203	0,137981	1,000000	0,000000	1,000000
4	40-49	ELLISSE OA	0,162864	1,000000	0,005574	1,000000	0,000005	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,619460
5	50-59	ELLISSE OC	1,000000	0,029039	1,000000	0,000005	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,845694	0,000000	0,000000	0,084110
6	50-59	ELLISSE OA	0,558246	1,000000	0,511040	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000
7	60-69	ELLISSE OC	1,000000	0,002427	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000062
8	60-69	ELLISSE OA	0,309305	1,000000	0,165203	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,164538
9	70-79	ELLISSE OC	1,000000	0,000075	0,137981	0,000000	0,845694	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	0,000000	0,000000
10	70-79	ELLISSE OA	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000
11	>79	ELLISSE OC	0,020448	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000
12	>79	ELLISSE OA	1,000000	1,000000	1,000000	0,619460	0,084110	1,000000	0,000062	0,164538	0,000000	1,000000	0,000000	1,000000

In questo grafico, attraverso il test di Bonferroni, appare evidente come la dimensione dell'ellisse aumenti all'aumentare dell'età: nelle fasce d'età più giovani in maniera più sfumata, mentre più accentuato nelle fasce d'età più anziane.

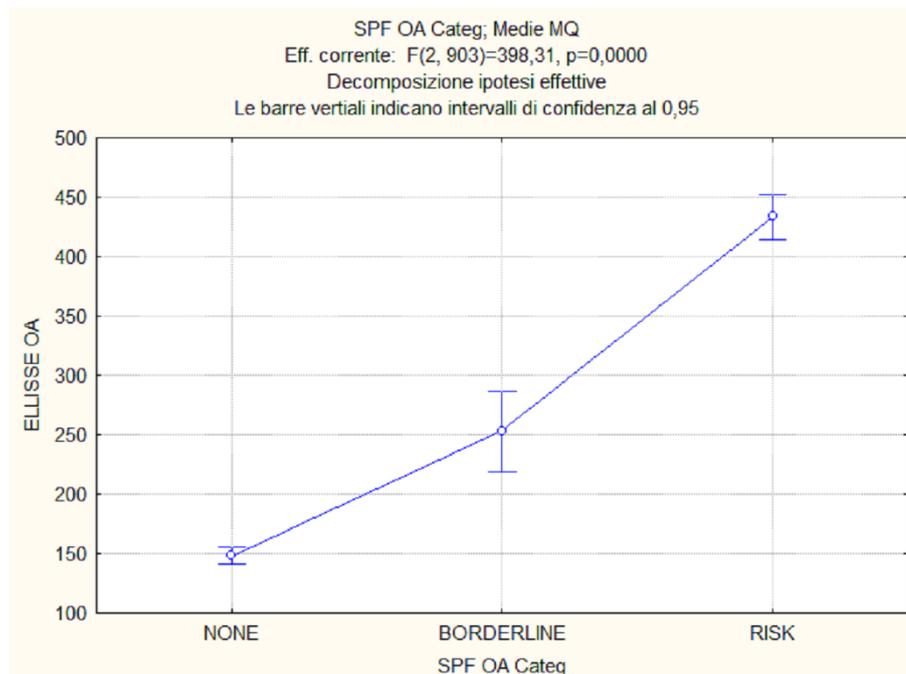
L'area dell'ellisse aumenta in modo particolare nella condizione "occhi chiusi".

• **SPF OC/OA:**

SPF OC: ELLISSE



SPF OA: ELLISSE



Nel confronto “**ELLISSE – SPF**”, attraverso il test di Bonferroni, si può evidenziare che in entrambe le curve (occhi aperti e chiusi) ci sia un’andamento ascendente, ma il range medio della dimensione dell’ellisse ad occhi chiusi è decisamente superiore rispetto alla media dell’area dell’ellisse dei soggetti con condizione “occhi aperti”

(range SPF ellisse OC = 300 mm² – 900 mm²) (range SPF ellisse OC = 150 mm² – 450 mm²) .

CAPITOLO VII

7.1 Considerazioni e Conclusioni

In seguito alle evidenze scientifiche e ai grafici esibiti si possono avanzare alcune considerazioni e conclusioni:

- Con il fisiologico avanzare dell'età, o per cause di tipo patologico, in ogni soggetto i sistemi deputati al controllo e al mantenimento dell'equilibrio vengono compromessi.
Il soggetto inizia quindi inconsciamente ad affidarsi sempre di più alla funzione visiva: se questa viene meno (ad es nel test “occhi chiusi”) la persona è costretta ad attingere, per il mantenimento della postura, agli altri due sistemi rimanenti, il propriocettivo e il vestibolare;
- Anche questi ultimi subiscono, durante il processo di invecchiamento, dei mutamenti, dovuti a : riduzione dei recettori articolari e tattili, compromissione effettori osteoarticolari, neuropatie periferiche (deficit propriocettivo e somatosensoriale); riduzione delle cellule maculari e ampollari, degenerazione otolitica, involuzione dei neuroni gangliari (deficit vestibolare);
- E' confermato dai dati raccolti e dalle analisi effettuate, che:
 - Un valore alto o molto alto di SPF indica anomalie posturali e deficit del controllo dell'equilibrio;
 - L'aumento di Sway Path, Sway Area e Area Ellisse è decisamente più marcato nei soggetti maschi rispetto al sesso femminile;

- L'aumento di Sway Path, Sway Area e Area Ellisse correlato all'età è poco proporzionale all'aumento dell'età dei soggetti di sesso femminile; decisamente proporzionale all'aumento dell'età nei soggetti di sesso maschile, in modo particolare nei "grandi anziani";
- I valori di Sway Path, Sway Area e Area Ellisse sono significativamente e considerevolmente maggiori nella condizione "Occhi Chiusi" rispetto alla condizione "Occhi Aperti": venendo a meno del riferimento visivo, il CoP fa più "fatica" a raggiungere i "centri di equilibrio" nel suo percorso posturografico: di conseguenza aumenta la sua velocità per tentare di trovarli il prima possibile (aumento della Sway Path), il tracciato complessivo (aumento Area Ellisse), e di conseguenza la velocità con cui copre l'area descritta (aumento Sway Area);

Come conclusione è interessante osservare di come **gli elementi più colpiti da tale analisi siano i soggetti appartenenti al sesso maschile e ad un'età anziana**, a cui si associa un'aumento dei valori di Sway Path, Sway Area e Area Ellisse.

Inoltre, la decisa preponderanza di soggetti di sesso femminile rispetto ai soggetti di sesso maschile nelle attività AFA rappresenta un chiaro segno di come il soggetto anziano maschio sia tendenzialmente più sedentario e meno incline all'attività rispetto al soggetto femmina dello stesso range di età, andando a confermare le considerazioni e le analisi appena enunciate.

E' quindi utile rafforzare la presa di coscienza da parte dei soggetti, specie di soggetto maschile, sul fatto che adottare uno stile di vita sano abbinato ad un programma di attività fisica adattata rimane, ad oggi, la strategia migliore da attuare per il mantenimento di una salute fisica e mentale soddisfacente.

BIBLIOGRAFIA

1. Roubenoff R, et al. Standardization of nomenclature of body composition in weight loss. *Am J Clin Nutr* 1997;66(1): 192-6.
2. Morse JM . Enchanging the safety of hospitalization by reducing patient falls. *American Journal of Infection control* 2002;30:376-80.
3. Aagaard P., Andersen JL, Leffers AM, Wagner A, Magnusson SP, et al. A mechanism for increased contractil strenght of human pennate muscle in response to strenght training changes in muscle architecture. *J Physiol* 2001: 534(2): 613-62.
4. WHO - World Health Organization. What are the main risk factors for falls amongst older people and what are themost effective interventions to prevent these falls? Genève 2004
5. Roubenoff R, Baumgarthner RN, Harris TB, et al. Application of bioelectrical impendance analysis to elderly population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1997; 52: M129-36.
6. Kuk JL, Saunders TJ, Davidson LE, Ross R. Age-related changes in total and regional fat distribution *Ageing Res Rev* 2009; 8:339-48.
7. National Patient Safety Agency (NPSA). Slips, trips and falls in hospital. The third reportfrom the patient Safety Observatory 2007
8. New Zealand Guidelines Group 2003. Prevention of hip fracture amongst people aged 65 years and over. <http://www.guideline.gov>
9. Todd C, Skelton D. What are the main risk factors for falls among older people and what are the most effective interventions to prevent these falls? Copenhagen, WHO Regional Office for Europe Health Evidence Network report 2004. <http://www.euro.who.int/document/E82552.pdf>
10. Tinetti ME. Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *New England journal of medicine* 2003;348:42-9

11. *Instrumental Assessment of Balance Functional Performance. A Numerical Score to Discriminate Defective Subjects: A Retrospective Study*
12. *Feder G, Cryer C, Donovan S, et al. Guidelines for the prevention of falls in people over 65. The Guidelines Development Group. Bmj 2000;321:1007-11*
13. *Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A review of balance instruments for older adults. American Journal of Occupational Therapy 1998,52:666-71*
14. *Balance Problems and Disorder, National Institute on Aging (NIA)*
15. *Prasansuk S, Siriyananda C, Nakorn AN, Atipas S, Chongvisal S. Balance disorders in the elderly and the benefit of balance exercise.*
16. *Marquer A, Barbieri G, Pèrennou D. The assessment and treatment of postural disorders in cerebellar ataxia: a systematic review.*

RINGRAZIAMENTI

Mi è stato detto che potevo, eventualmente, evitare di inserire la pagina relativa ai ringraziamenti, ma non avrei potuto tralasciare questa parte così importante.

Chiedo scusa se sfocerò nella banalità, ma non posso evitare di ringraziare per primi l'uomo e la donna che mi hanno offerto questa e tante altre possibilità, che nonostante le difficoltà del percorso mi hanno aiutato, supportato e incoraggiato SEMPRE fino a questo traguardo: mia madre e mio padre.

Un grazie alle persone che hanno permesso la stesura di questa tesi: il prof. Giampaolo Bricchetto, persona di grande esperienza ma soprattutto di grande umanità, con cui spero vivamente di poter tornare a confrontarmi e a collaborare in un futuro; il dott. Piastra e la dott.ssa Porzio, con i suoi consigli, il suo sostegno e il suo grande aiuto professionale.

Un enorme grazie a mio fratello Matteo, che sempre, comunque per me c'è, e c'è sempre stato.

Un enorme grazie ad Alessia, che spero possa continuare ad essere al mio fianco e a far parte della mia vita per lungo, lungo tempo.

Un grazie ai miei nonni Maria, Lina, Pietro e Raffaele, e ai miei zii, con qualche consiglio dettato dall'esperienza e una bella dose di aiuto considerevole.

Molto, molto più che un ringraziamento va a coloro che mi hanno ospitato e aiutato tre anni presso la loro casa ad Albisola, e che mi hanno trattato come se fossi di famiglia, in particolare Giovanni e Angelo : una convivenza e uno stare insieme che sono andati oltre ogni mia più grande aspettativa, un filo che oramai mi lega a ognuno di loro.

Ed infine, un enorme grazie ai miei amici: ai nuovi incontrati in questo percorso, che spero vivamente di poter continuare a frequentare; e, in particolare, a quelli che ci sono sempre stati e continuano ad esserci (Micol, Gabriele, Matteo e molti altri) dimostando che, nonostante i problemi , nonostante ognuno di noi alla fine prenda strade diverse per costruirsi un futuro, nonostante tutto...l'amicizia, quella vera, rimane, sempre.

Non so cosa riserva il futuro, non lo so io e non lo sa nessuno, e il consiglio che mi danno tutti è anche l'augurio che mi faccio: nonostante tutto, nonostante quello che possa accadere da ora in avanti, continuare ad essere me stesso, a essere gentile, mantenendo la testa bassa, con impegno e lavoro costante, cercando di non mancare mai, mai di rispetto a nessuno