

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei"

Corso di Laurea Triennale in Ottica e Optometria

TESI DI LAUREA

*L'influenza della dominanza oculare sull'equilibrio posturale
in soggetti giovani*

*The influence of ocular dominance on postural balance in
young subject*

Relatore: Prof. Pietro Gheller

Correlatore: Prof. Luca Stanco

Laureanda: Galbero Corinna

Matricola: 1023030/OPT

Anno Accademico 2014/2015

INDICE

1. Abstract	1
2. Introduzione	3
3. Cenni di anatomia oculare	5
3.1. La struttura dell'occhio	5
3.2. La trasmissione dell'impulso visivo	8
4. La postura e l'equilibrio	11
4.1. I principale elementi che influiscono	12
4.2. Il ruolo della visione	13
5. Lateralita' e dominanza oculare	17
6. Lo studio	19
6.1. Soggetti	19
6.2. Procedura e strumentazione	19
6.3. Test principale	21
6.4. Test per la ripetibilita'	23
7. Analisi statistica dei dati	25
7.1. Dominanze	25
7.2. Analisi sulla ripetibilita'	27
7.3. Analisi del test principale	29
7.4. Correlazione peso e altezza	35
8. Conclusioni	39
Bibliografia	41

1. ABSTRACT

OBIETTIVO: Lo scopo principale di questo studio consiste nell'indagare il grado di influenza che l'occhio dominante possiede sull'equilibrio posturale in soggetti giovani. Inoltre si intende evidenziare le possibili differenze presenti nei comportamenti dei soggetti destri e mancini.

METODO: un gruppo di 41 soggetti, di età compresa tra i 19 e i 22 anni, è stato sottoposto a una serie di test per determinare le principali dominanze individuali e successivamente alla misurazione dell'equilibrio posturale su una pedana stabilometrica. Il test principale è stato effettuato in due condizioni: con l'occhio destro aperto e il sinistro chiuso e viceversa. Inoltre su un singolo soggetto sono state effettuate due serie di misurazioni a distanza di una settimana per verificare la ripetibilità e l'attendibilità dello strumento.

RISULTATI: l'analisi della ripetibilità ha confermato l'attendibilità dei dati ottenuti dalla pedana utilizzata; l'analisi dei soggetti separati in due gruppi in base alla dominanza ha portato all'osservazione di sottopopolazioni aventi diverse tendenze; infine non è stata riscontrata alcuna correlazione tra aree stabilometriche e peso o altezza.

CONCLUSIONI: dallo studio è emersa un'influenza parziale della dominanza oculare sull'equilibrio posturale. Le informazioni visive acquisite per la stabilizzazione in pedana vengono comunque integrate con quelle provenienti dagli altri sistemi sensoriali, dei quali sono state riportate le dominanze. Nei soggetti giovani l'elevata capacità di percezione degli elementi ambientali e la successiva rielaborazione complessiva ad opera degli altri organi sensoriali, impedisce di analizzare in modo accurato il ruolo della visione indipendentemente dal resto.

Il risultato ottenuto dallo studio dell'area stabilometrica si è rivelato innovativo poiché nelle popolazioni di destri e mancini sono emersi diversi comportamenti.

2. INTRODUZIONE

La visione svolge un ruolo fondamentale nel mantenimento della postura e soprattutto dell'equilibrio. L'osservazione degli elementi che ci circondano fornisce diverse informazioni e punti di riferimento che, attraverso un'elaborazione dettagliata, permettono la localizzazione del proprio corpo nello spazio. Senza queste informazioni non saremo in grado di eseguire e calibrare i nostri movimenti rispetto all'ambiente. Sebbene sia stata assodata e dimostrata attraverso diversi studi l'influenza della vista sull'equilibrio, tuttavia non è ancora ben noto quanto sia determinante in questa funzione.

Generalmente nello svolgimento di certe attività si sviluppa una preferenza nella modalità in cui la si esegue, a seconda se si ci si trova più comodi o se si è più allenati nello svolgerla in quel determinato modo. Ad esempio nel caso della scrittura utilizziamo una mano preferenziale e allo stesso modo nel momento in cui bisogna calciare un pallone utilizziamo prevalentemente un piede. Analogamente abbiamo una preferenza per l'occhio da utilizzare quando dobbiamo guardare attraverso un singolo foro o obiettivo, ad esempio, e viene perciò spontaneo domandarsi se questa dominanza prevale anche in altre situazioni, sebbene ci si trovi in condizioni di visione binoculare per la maggior parte del tempo.

L'obiettivo di questo studio è quello di osservare se vi è o meno un'influenza della dominanza oculare nell'equilibrio posturale. Il test principale prevede una determinata sequenza di movimenti effettuati in condizioni statiche, in modo tale da poter considerare e osservare se anche le altre dominanze che possediamo influenzino o meno il risultato del test. Inoltre si osserverà se vi è una correlazione tra l'area di equilibrio e il peso e l'altezza dei soggetti. Prima di studiare i dati ottenuti si verificherà poi la validità delle misure se sono ripetibili o meno a distanza di breve tempo.

3. CENNI DI ANATOMIA OCULARE

L'apparato visivo è un sistema complesso di strutture aventi diverse proprietà e funzionalità, le quali portano tutte ad un unico fine: la visione. Nei paragrafi successivi verranno analizzate le componenti fondamentali con particolare attenzione a quelle che permettono il movimento dell'occhio e la trasmissione dell'impulso visivo.

3.1. LA STRUTTURA DELL'OCCHIO

L'occhio si trova in una cavità ossea del cranio denominata orbita, di un volume sufficientemente grande da ospitare il globo oculare, i vasi sanguigni, i nervi, il grasso periorbitale e i muscoli estrinseci. La sclera è lo strato protettivo esterno del globo oculare, che nella parte anteriore forma la cornea trasparente attraverso la quale passano i raggi luminosi che entrano nell'occhio. Lo strato più interno aderente alla sclera è la coroide che contiene molti vasi sanguigni che nutrono le strutture del globo. I due terzi posteriori della coroide costituiscono la retina, tessuto nervoso che contiene le cellule recettrici [1]. Il cristallino è una lente trasparente mantenuta in posizione da un legamento circolare detto legamento del cristallino connesso al corpo ciliare, il bordo ispessito della coroide, contenente fibre muscolari circolari e longitudinali. Davanti alla lente vi è l'iride, una struttura opaca e pigmentata che delimita il forame pupillare. L'iride contiene fibre muscolari circolari che restringono la pupilla e fibre muscolari radiali che la dilatano consentendole di variare la quantità di luce entrante fino a 5 volte. Lo spazio compreso tra il cristallino e la retina è riempito da una sostanza gelatinosa e incolore detta umor vitreo. La camera anteriore dell'occhio è riempita dall'umor acqueo, una sostanza con la funzione di nutrire la cornea e il cristallino.

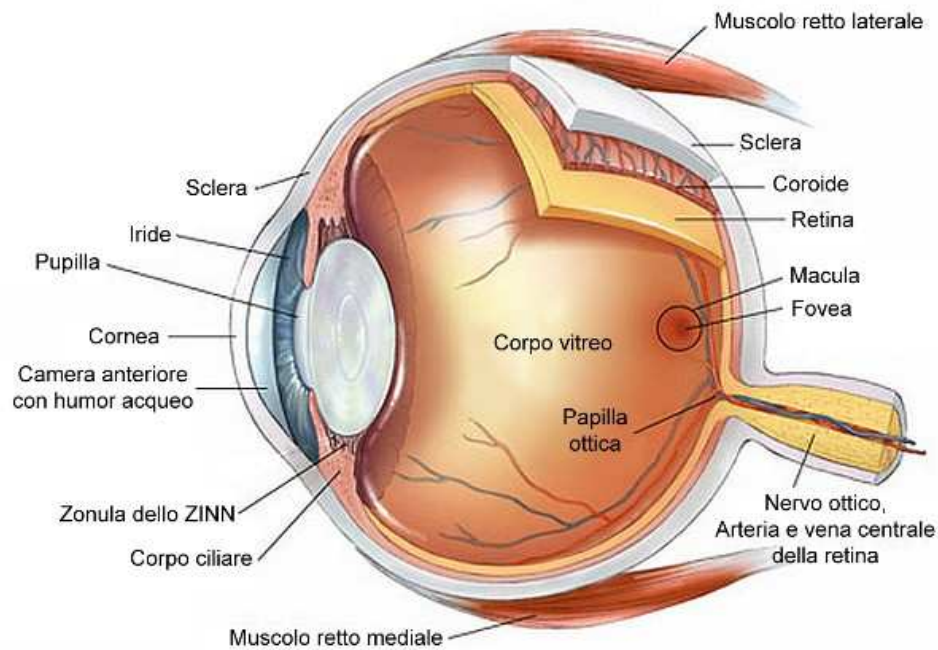


Figura 3.1.1: Sezione schematica orizzontale dell'occhio.

La retina è uno strato di tessuto nervoso che contiene i coni e i bastoncelli che sono i fotorecettori. L'informazione ricevuta da questi attraversa più strati di cellule nervose di vario tipo e viene trasportata al cervello attraverso il nervo ottico fuoriuscente dal bulbo oculare attraverso la papilla o disco ottico, zona cieca perché priva di fotorecettori. Nel polo posteriore dell'occhio vi è una piccola area detta macula all'interno della quale si trova la fovea centrale, porzione della retina più sottile priva di bastoncelli ma ricca di coni, dove l'acuità visiva è massima. I bastoncelli sono circa 120 milioni, sono molto sensibili alla luce e sono i recettori per la visione notturna. I coni sono circa 6 milioni, hanno un'acuità visiva più accurata e dettagliata e sono responsabili della visione a luce intensa e di quella a colori. Infatti esistono 3 differenti tipi di coni ciascuno contenente un fotopigmento con sensibilità massima a lunghezze d'onda di 440nm (blu), 535nm (verde), 665nm (rosso). Su tutta la retina prevale il numero dei bastoncelli su quello dei coni eccetto che nella fovea. L'intervallo di spettro a cui è sensibile l'occhio varia da 390nm a 780nm.

Il movimento del bulbo oculare è permesso dalla coordinazione dei muscoli estrinseci, che hanno origine dall'anello tendineo di Zinn e aderiscono

all'occhio attraverso inserzioni oculari. I muscoli vengono classificati in retti (superiore, inferiore, mediale e laterale) ed obliqui (superiore ed inferiore). I primi hanno forma allungata e nastriforme che si assottiglia progressivamente dall'occhio al punto di origine; la loro disposizione assume la forma di un cono con apice nell'anello di Zinn e base a livello del bulbo dove aderiscono le loro terminazioni. I muscoli obliqui, superiore ed inferiore, sono rispettivamente il più lungo e il più corto tra tutti; il loro decorso forma delle anse attorno alla parte posteriore del bulbo. Il movimento dei muscoli è permesso dall'innervazione di tre paia di nervi cranici: oculomotore, trocleare ed abducente [2].

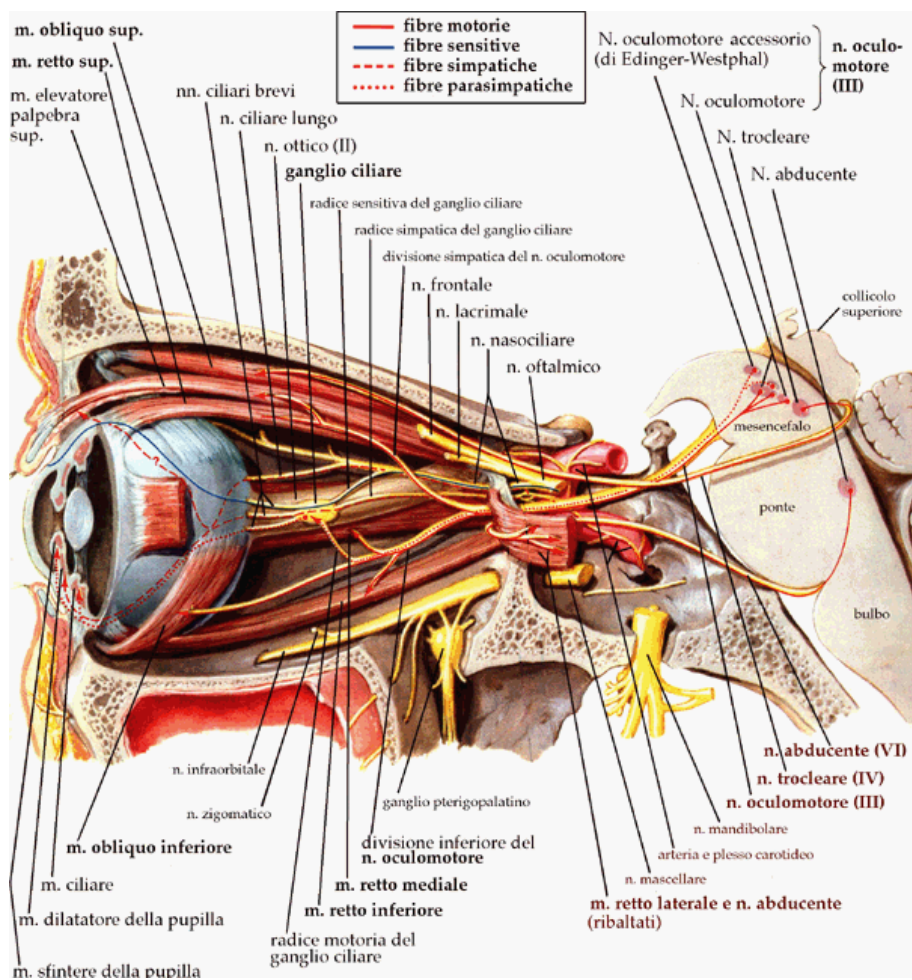


Figura 3.1.2: Struttura muscolare e innervazione dell'occhio. (Da F.H. Netter, *The Ciba Collection of Medical Illustrations*, vol.1)

3.2. LA TRASMISSIONE DELL'IMPULSO VISIVO

L'occhio possiede una struttura particolarmente specializzata al fine raccogliere più elementi possibili dall'ambiente esterno, per poi inviarle alle diverse aree cerebrali per ricavare informazioni utili all'individuo.

La luce una volta attraversata la cornea, il forame pupillare, il cristallino e l'umor vitreo giunge alla retina, dove viene assorbita dai fotorecettori e dalle cellule dell'epitelio pigmentato adiacente. A livello foveale avviene l'integrazione migliore delle immagini visive poiché queste vi giungono nella forma meno distorta, per il numero ridotto di strati che devono attraversare rispetto alla regione periferica. La disposizione dei neuroni al centro della fovea è funzionale per impedire di ostacolare la luce che vi arriva, motivo per cui gli occhi si muovono costantemente per mantenere attiva la percezione delle immagini in quel determinato punto.

La fototrasduzione dello stimolo avviene tramite una serie di eventi biochimici a cascata nei fotorecettori e i segnali evocati dalla luce vengono elaborati dalla retina prima di essere inviati ai livelli superiori. I segnali vengono trasmessi mediante tre tipi di motoneuroni: cellule bipolari, orizzontali ed amacrine. Una volta completato questo processo le cellule gangliari, attraverso gli assoni costituenti il nervo ottico, inviano le informazioni sotto forma di potenziale d'azione al corpo genicolato laterale, al collicolo superiore e ai nuclei del tronco dell'encefalo. Vi sono diversi tipi di cellule gangliari specializzati nel raccogliere le diverse caratteristiche delle immagini visive, come la luminosità, i dettagli e il colore oppure il movimento e gli elementi generali dell'oggetto di interesse.

L'informazione visiva viaggia attraverso il nervo ottico, giunge al chiasma, dove si incrociano le fibre nervose della metà nasale di ciascuna retina, e da qui prosegue nei tratti ottici. L'immagine corrispondente all'emicampo visivo controlaterale viene trasmessa ai nuclei pretettali, al collicolo superiore, al nucleo genicolato laterale e all'ipotalamo, che rappresentano le vie principali dell'integrazione visiva [2].

La via retino-pretettale controlla i movimenti pupillari. Le cellule gangliari, specializzate nel rilevare la variazione della luminosità, proiettano alla regione pretettale e le cellule di quest'area a loro volta proiettano ai neuroni pregangliari del nucleo di Edinger-Westphal (n. oculomotore accessorio). I neuroni raggiungono ed innervano la muscolatura dello sfintere dell'iride, unendo i loro assoni alle cellule del nervo oculomotore e prendendo contatto con quelle del ganglio ciliare durante il tragitto [3].

La via retino-collicolare permette il riconoscimento degli oggetti. Il collicolo superiore è costituito da sette strati in cui sono rappresentate le mappe sensoriali tra le quali vi è quella del campo visivo controlaterale.

Una mappa motoria è connessa alle mappe visiva, somestesica e di localizzazione degli stimoli uditivi, permettendo così al collicolo di utilizzare le diverse informazioni per indirizzare i movimenti oculari alla localizzazione o all'inseguimento dello stimolo a prescindere dalla sua natura. Inoltre il collicolo superiore proietta a diverse zone, riportate qui di seguito, per permettere lo svolgimento delle funzioni ad esse collegate:

- tronco dell'encefalo per i movimenti oculari;
- midollo cervicale per i movimenti della testa e del collo;
- cervelletto per la coordinazione dei movimenti della testa e degli occhi.

La via oculo-cerebellare controlla i movimenti oculari e l'informazione posturale. Il nucleo genicolato laterale possiede un preciso ordine retinotopico e le caratteristiche dell'informazione visiva, separate anatomicamente, come il tipo di cellula che genera l'impulso e l'occhio di provenienza di questo [2].

4. LA POSTURA E L'EQUILIBRIO

La postura è l'insieme delle posizioni assunte dal nostro corpo nello spazio [4], sia in condizioni statiche che dinamiche, e si caratterizza per l'esigenza del mantenimento dell'equilibrio in una condizione di continue sollecitazioni dovute alla forza di gravità [5]. La risposta dell'organismo a tale forza è espressa dalla necessità di continui adattamenti del corpo alle condizioni ambientali e necessarie per compiere i movimenti. Ciò deve avvenire con il minimo dispendio energetico possibile, inteso come il lavoro compiuto dai muscoli; senza una coordinazione di questi non saremo in grado di mantenere la posizione assunta [6] e il dispendio minimo di energia permette di effettuare continui cambiamenti per mantenere l'equilibrio senza risultarne affaticati. Da qui deriva l'importanza della dipendenza tra postura e equilibrio per ottenere la stabilità posturale.

L'equilibrio dunque è l'espressione del rapporto ideale tra l'individuo e l'ambiente nel mantenimento della postura, attuato nelle diverse condizioni ambientali, temporali e di lavoro. Da qui si evince che è fondamentale la capacità di adattamento del soggetto per far fronte alle diverse variabili che possono interferire.

Il principale compito del sistema di equilibrio diviene quindi quello di controllare e mantenere la proiezione del baricentro, o centro di massa corporea, all'interno della nostra base di appoggio idealmente trapezoidale (Fig. 4.1), utilizzando tutte le informazioni possibili provenienti dagli organi di senso [7].

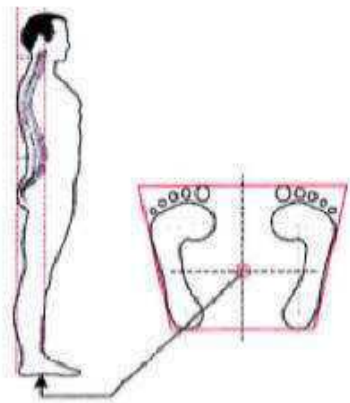


Fig.4.1: proiezione del baricentro all'interno della base di appoggio trapezoidale.

4.1. I PRINCIPALI ELEMENTI CHE INFLUISCONO

Le caratteristiche della postura si basano su un sistema estremamente complesso, al quale concorrono fattori neurofisiologici. La postura è infatti il risultato dell'interazione tra cervello e organi sensoriali: questi inviano continuamente informazioni al cervello, che successivamente fornisce un'adeguata risposta. L'integrazione e l'elaborazione di questi dati consente la regolazione della postura grazie a specifici comandi del sistema nervoso centrale. Una postura corretta e funzionale è caratterizzata da corretti rapporti tra i vari segmenti corporei e assenza di tensioni muscolari asimmetriche o anormali [8]. Una postura scorretta porta all'alterazione delle tensioni a livello muscolare, articolare e fasciale. Questi cambiamenti provocano disequilibri nelle catene muscolari che, non operando più sinergicamente, causano asimmetrie e variazioni nelle funzioni che permettono il movimento. A lungo termine questa situazione porta ad alterazioni posturali con continui compensi da parte di tutto il corpo [9]. Esistono diversi sistemi sensoriali del nostro organismo che ci permettono di ottenere informazioni sulle condizioni del nostro corpo e su ciò che lo circonda. L'integrazione e l'elaborazione delle informazioni ottenute avviene a livello cerebrale e ci permette di relazionarci e adattarci alle diverse situazioni della vita quotidiana.

Fondamentalmente il cervello, attraverso dei processi cognitivi, elabora delle strategie motorie per evitare di perdere l'equilibrio e le informazioni dettagliate giungono al cervello attraverso tre fondamentali sistemi sensoriali:

- visivo: grazie alla vista siamo consapevoli della posizione assunta nello spazio, considerando le distanze dai punti di riferimento presenti nell'ambiente in cui ci si trova;
- vestibolare: il vestibolo riveste un ruolo di fondamentale importanza nella capacità di mantenere l'equilibrio poiché le sue componenti rilevano le accelerazioni lineari e angolari della testa durante i movimenti;

- propriocettivo: riceve informazione dalla posizione del nostro corpo e dalla posizione di articolazioni, muscoli e tendini.

L'insieme delle informazioni ottenute da questi sistemi sensoriali arrivano al tronco encefalico e successivamente al cervelletto, dove vengono integrate ed elaborate. Grazie alle modificazioni motorie compiute in modo inconscio (riflessi) e messe in atto in risposta agli stimoli esterni ed interni siamo in grado di restare in equilibrio [2]. Le informazioni raccolte sono inoltre necessarie per la formazione dello "schema corporeo", indispensabile per riconoscere la posizione del proprio corpo rispetto ai sistemi di riferimento spaziali [10]. In caso di assenza o mal funzionamento di uno dei tre sistemi sensoriali gli altri sono comunque in grado di compensare, in parte, questa mancanza apportando delle modificazioni a tutta la struttura [11].

4.2. IL RUOLO DELLA VISIONE

L'occhio e le sue vie centrali sono molto complesse e formano interconnessioni che coinvolgono molteplici organi e sistemi. L'occhio è il principale organo sensoriale del sistema afferente nella postura e dal quale provengono la maggior parte delle informazioni esteroceettive dirette al sistema nervoso centrale. La vista, inoltre, costituisce la principale sorgente della sensazione cinestetica [12]. L'occhio è considerato un organo esteroceettivo per la funzione retinica in cui i fotorecettori inviano informazioni all'encefalo sull'ambiente esterno, come distanza, profondità e rilievo di ciò che lo circonda. Svolge un'ulteriore funzione come organo propriocettivo poiché è legato sia all'attività dei muscoli estrinseci oculari, sia alle vie dell'oculocefalogiria che controllano i muscoli del collo, della spalla e dell'occhio. Essendo intimamente collegati [13] sono di fondamentale importanza nel mantenimento dell'equilibrio durante fissazioni, saccadi ed inseguimenti. La contrazione dei muscoli estrinseci determina il movimento degli globi oculari e allo stesso tempo provoca una stimolazione a livello delle terminazioni anelliformi. Questa scaturisce la

contrazione dei muscoli della nuca per poter effettuare il movimento della testa per mantenere la fissazione di ciò che si sta osservando. Questo cambiamento posturale porta alla stimolazione dei recettori articolari che informano l'apparato vestibolare; per mantenere l'equilibrio nella posizione eretta i nuclei vestibolari trasmettono impulsi al fine di regolare la tonicità dei muscoli erettori [14]. La funzione visiva stessa, inoltre, funge da propriocettore fornendo informazioni sulla posizione del corpo, considerando e analizzando diversi punti di riferimento.

Tuttavia bisogna considerare che esiste una relazione bidirezionale tra visione e postura: infatti sebbene un'alterazione della funzione visiva comporti una modifica della postura, anche un'alterazione di quest'ultima può implicare una modificazione della funzione visiva. Dunque questi due meccanismi estremamente legati vanno a costituire un unico processo percettivo [15].

Diversi esperimenti hanno verificato che la retina (visione periferica) influenza maggiormente la stabilità posturale sul piano antero-posteriore, inviando informazioni ottenute dall'ambiente esterno. La fovea (visione centrale) invece influenza maggiormente sul piano medio-laterale, analizzando in maniera precisa e dettagliata l'elemento preso come riferimento [16] [17]. La funzione visiva è fondamentale nel mantenimento dell'equilibrio sia nelle condizioni di staticità che di movimento: questo è spiegato dal fatto che circa il 20% delle fibre nervose provenienti dagli occhi formano sinapsi con neuroni provenienti da aree motorie prima di raggiungere la corteccia [18]. Per osservare l'influenza che il sistema visivo ha sulla postura è necessario indagare e approfondire l'ambito neurologico e bio-meccanico. Come affermato inizialmente vi sono molteplici interconnessioni tra il sistema visivo e le altre strutture facenti parte del sistema posturale, come il vestibolo, il cervelletto e le aree encefaliche frontali e parietali.

I principali movimenti oculari che concorrono alla visione sono:

- saccadi;
- fissazioni;
- inseguimenti;
- riflesso optocinetico;
- riflesso vestibolo oculomotore;
- vergenze.

Questi movimenti si influenzano reciprocamente, tuttavia soltanto alcuni hanno un maggiore coinvolgimento nell'equilibrio posturale.

Il riflesso optocinetico rappresenta la base del controllo visuo-posturale ed è attivato dalla traslazione delle immagini sulla retina provocati dalle oscillazioni laterali della testa; per ragioni geometriche più è lontano l'elemento di riferimento visivo minore sarà la traslazione retinica.

Le oscillazioni posturali aumentano di ampiezza in relazione al progressivo crescere della distanza del punto di riferimento. Al superamento del 5 metri dall'elemento osservato le oscillazioni sono equivalenti a quando si tengono gli occhi chiusi e l'informazione sensoriale non è più attiva, poiché le informazioni vengono considerate irrilevanti per essere processate dal sistema posturale. Da questa affermazione si evince dunque che la stabilità posturale aumenta al diminuire della distanza tra l'occhio e gli elementi, presi come riferimenti stazionari, considerati nel proprio campo visivo [19].

Il riflesso vestibolo-oculomotore origina nel vestibolo e stimola i muscoli oculomotori attraverso una via diretta e una indiretta che passa per il cervelletto. Meccanicamente i muscoli estrinseci oculari fanno parte della catena propriocettiva posturale e ogni modifica della loro tensione provoca un'alterazione che scatena una serie di adattamenti, che interessando la catena muscolo-connettivale coinvolgono le strutture fino all'appoggio podalico.

Inconsciamente durante un'attività, grazie all'insieme di informazioni visive raccolte, si forma uno schema di esecuzione del gesto e il nostro cervello pianifica ed esegue successivamente il movimento voluto.

L'insieme degli elementi che compongono questa sequenza viene chiamato flusso visivo [20].

L'importanza della visione dal punto di vista pratico può essere verificata attraverso un semplice esperimento: chiudere gli occhi stando in piedi cercando di restare nella stessa posizione; dopo un breve periodo si nota che il corpo tende ad oscillare. La mancanza di informazione sulla retina non consente al sistema di equilibrio, in particolare propriocettivo e cinestetico, di riassetare l'asse del corpo sulla verticale. Il corpo perciò non riesce a riorganizzare i muscoli in modo adeguato per ristabilire l'equilibrio [21], senza una continua integrazione delle informazioni ottenute dalla stimolazione della retina, che avviene tramite l'assunzione delle immagini dei punti di riferimento considerati. Affinché queste operazioni possano essere svolte efficientemente deve essere assicurato il funzionamento binoculare ottimale della percezione visiva. Se si avrà una preferenza per uno dei due occhi, nel momento in cui le due retine non vengono stimulate in modo equivalente e il campo visivo risulti maggiore per un occhio rispetto all'altro, il corpo tenderà ad assumere una determinata rotazione di base, a cui andranno a seguire modificazioni in base all'attività richiesta. Questo rappresenta un importante aspetto che l'optometrista deve considerare durante la ricerca della correzione più adatta alle esigenze del soggetto.

5. LATERALITA' E DOMINANZA OCULARE

La consapevolezza del lato destro e sinistro del corpo e il successivo sviluppo di una predilezione nell'utilizzo in particolare di uno di questi rispetto all'altro, vengono indicati con l'espressione di lateralità corporea.

Lo sviluppo e la maturazione di questa inizia nei primi mesi di vita per arrivare a consolidarsi intorno ai 7-8 anni. Questo processo può essere considerato concluso quando l'individuo acquisisce una maturazione neuromotoria per la quale una metà del corpo risulta predominante rispetto all'altra metà [22]. Molto precocemente si osserva inoltre l'affermarsi delle dominanze che riguardano determinate e diverse parti del corpo. La dominanza rappresenta una forma di specializzazione cerebrale, ovvero consiste nella prevalenza di un emisfero rispetto all'altro che comporta l'uso preferenziale di una parte del corpo rispetto all'altra; un chiaro esempio è dato dall'uso asimmetrico che si fa delle mani.

La lateralità si riferisce maggiormente all'aspetto neurologico mentre la dominanza a quello corporeo-motorio. Infatti l'individuo in età infantile, sebbene abbia già espresso un tipo di dominanza, non ne è ancora del tutto consapevole fino al completo sviluppo della lateralità, ovvero dopo il raggiungimento di una maggiore maturità nervosa, quando si accorgerà di avere un lato del corpo preferito nello svolgere le attività. Tuttavia bisogna anche considerare lo sviluppo di dominanze crociate, cioè l'utilizzo preferenziale di determinate parti del corpo che non appartengono allo stesso lato del corpo.

La dominanza oculare è la tendenza nel preferire le informazioni visive ricevute dall'occhio dominante, rispetto al non dominante [23], che provocano l'attivazione di una larga area di corteccia a livello cerebrale [24]. A livello cognitivo è stato inoltre riscontrato che l'occhio dominante processa 14 millisecondi più velocemente del sub-dominante [25]. Dal punto di vista percettivo le immagini acquisite dall'occhio dominante appaiono più grandi [26] e chiare [27] e quelle retiniche stabilizzate sbiadiscono più lentamente [28]. Queste caratteristiche esprimono il motivo

per cui il cervello dedica un'area maggiore della corteccia per l'elaborazione delle informazioni visive ottenute dall'occhio dominante. Inoltre le immagini acquisite monocularmente restano visibili più a lungo [29], probabilmente poiché non vi è la rivalità binoculare con l'occhio non dominante [30]. Molti studi hanno evidenziato la correlazione tra dominanza occhio-mano-piede, ed è emerso che quasi il 50% sono ipsilaterali mentre il restante 50% sono più o meno crociati [31].

Attraverso uno studio effettuato sul controllo dell'equilibrio, Gentaz suggerì che l'occhio preferito, detto "occhio posturale", che permetteva una migliore stabilità non corrispondeva necessariamente a quello dominante [21].

6. LO STUDIO

Nei paragrafi seguenti viene descritto nei dettagli lo studio effettuato e la strumentazione utilizzata per determinare l'influenza della dominanza oculare in soggetti giovani.

6.1. SOGGETTI

A questo studio hanno partecipato 41 soggetti, 9 ragazzi e 32 ragazze di età compresa tra i 19 e i 22 anni. I soggetti presi sono stati selezionati per lo studio secondo i seguenti criteri: assenza di traumi o infortuni, correzione visiva adeguata monoculare che raggiungesse almeno i 7/10.

6.2. PROCEDURA E STRUMENTAZIONE

I test sono stati effettuati sempre una volta a settimana durante la mattina a cadenza regolare per un mese e mezzo (novembre-dicembre 2013).

La sede dello studio sono i laboratori di ottica ed optometria dell'Università di Padova dove è stata utilizzata la stanza più ampia in cui sono state mantenute le stesse condizioni ambientali (luminosità) per tutta la durata dei test, con la strumentazione posizionata ogni volta nello stesso posto.

La strumentazione utilizzata per i test che sono stati effettuati durante questo studio, descritti successivamente, comprende: occlusori, occhiale anaglifico rosso-verde, cartoncino formato A4 (20x30) con un foro centrale (diametro 1 cm), occhialino di prova, pedana stabilometrica (Fig.6.2.1).



Fig. 6.2.1 : Pedana stabilometrica Nintendo Wii.

Si tratta di una piattaforma rettangolare a tre sensori della Nintendo Wii, collegata ad un computer con sistema operativo Windows 8 sul quale è stato installato il programma Visual Postural Board 1.2. Questo software rileva e registra gli spostamenti della proiezione del centro di massa corporea sulla piattaforma e li monitora per la durata impostata per la misurazione. La variazione dello spostamento della posizione della proiezione sulla pedana del baricentro forma il “gomitolo posturale”. L’elaborazione dei dati raccolti da questa rappresentazione grafica permette di quantificare l’area di distribuzione del peso, in millimetri quadrati (mm^2), nelle diverse situazioni di nostro interesse.

Qui di seguito sono riportate le dominanze prese in considerazione con il rispettivo test per individuarle:

- **VISUO-MOTORIA:** il test per l’occhio dominante, considerato per l’esperimento principale, è stato condotto mediante l’utilizzo del cartoncino con un foro al centro. Il soggetto, tenendo il cartoncino con le mani sul lato più corto e braccia distese in avanti all’altezza delle spalle, osserva con entrambi gli occhi aperti attraverso il foro un punto indicato sul muro posizionato davanti ad esso alla distanza di 3 metri. Mediante l’utilizzo di un occlusore si chiudono alternativamente i due occhi e quello con cui il soggetto ha puntato realmente l’obiettivo è quello dominante [32];
- **VISIVA:** corrisponde all’occhio che vede meglio; per individuarlo si fa osservare monocularmente la riga dei 7/10 di un ottotipo alla distanza di 3 m, con la migliore correzione, e viene confrontata l’immagine dei due occhi spostando l’occlusore da un occhio all’altro per far apprezzare le differenze tra i due occhi. Il test viene eseguito facendo sedere i soggetti in postazione in modo tale da mantenere la corretta e uguale distanza durante la ripetizione del test [33];
- **SENSORIALE:** per individuare questa dominanza si fa osservare la mira dei 4 punti di Worth in condizioni di buio, ponendo poi davanti

un occhiale anaglifico rosso verde. Prima con il filtro rosso sull'OD e verde sull'OS e successivamente scambiandoli, il soggetto osservando il punto più in basso di colore bianco deve indicare con quale sfumatura di rosso o verde lo vede prevalentemente colorato in entrambi i casi. Il caso in cui il soggetto afferma di vedere prima la sfumatura sul rosso e nell'altra condizione sul verde indica che l'occhio dominante è il destro, viceversa per il sinistro [33];

- MANUALE: ovvero la mano che si preferisce usare, al soggetto viene chiesto di mostrare con quale mano scrive mediante l'utilizzo di un foglio e una penna [34];
- ACUSTICA: corrisponde all'orecchio preferito per l'ascolto; al soggetto viene chiesto di mostrare il gesto nel momento in cui debba rispondere al telefono, chiedendo inoltre se durante la chiamata tende a cambiare mano per evidenziare una possibile dominanza crociata rispetto a quella manuale;
- PODALICA: al soggetto è stato chiesto di calciare una pallina per mostrare quale piede utilizza preferibilmente [34].

6.3. TEST PRINCIPALE

Prima di effettuare la serie di test la pedana è stata calibrata da un tecnico, in una sede differente da quella in cui si sono svolti i test. La pedana presenta il disegno delle sagome dei piedi in modo che questi risultino collocati correttamente e simmetricamente nelle due metà della pedana quando il soggetto prende posizione su di essa. Per le misurazioni è stato chiesto di indossare calzature comode, con tacco non superiore ai 2 centimetri, per evitare lo slittamento del baricentro rispetto alla sua posizione normale.

Il test di Romberg rappresenta il metodo tradizionale per evidenziare l'influenza della visione sulla postura. Il soggetto deve stare in posizione eretta, con i talloni dei piedi uniti e le punte divaricate, e braccia distese in

avanti per alcuni secondi durante i quali si valuta la stabilità, prima con gli occhi aperti e successivamente viene ripetuto con gli occhi chiusi [35].

Il test principale dello studio serve per evidenziare l'occhio posturale. Per raggiungere tale scopo è stata fatta una modifica al test tradizionale di Romberg per poter testare l'equilibrio usando come variabile indipendente l'occhio, mentre il vestibolo e i piedi si comportano come variabili dipendenti. Al soggetto è stato chiesto di eseguire una sequenza di movimenti stando sulla pedana. La posizione di partenza prevede mani e braccia rilassate lungo i fianchi e piedi ben appoggiati in pedana secondo l'indicazione dei disegni guida (piedi paralleli ma con le punte leggermente divaricate verso l'esterno). Di seguito viene riportata la sequenza numerica con la descrizione del movimento assegnato:

- 1: il soggetto distende le braccia in avanti fino a raggiungere l'altezza delle spalle, mantenendole dritte e parallele, e contemporaneamente alza il ginocchio destro all'altezza del bacino, mantenendo la posizione per 2 secondi circa;
- 2: il soggetto ritorna nella posizione di riposo di partenza;
- 3: il soggetto ripete lo stesso movimento per le braccia fatto in precedenza al numero 1 ma alzando in contemporanea il ginocchio sinistro;
- 4: il soggetto ritorna alla posizione di riposo.

La sequenza dei movimenti viene eseguita mantenendo la fissazione su un punto sulla parete ad una distanza di 5 metri.

La durata in secondi della registrazione dei dati viene impostata tramite il programma, mentre per l'intervallo delle sequenze viene utilizzato un metronomo. Il movimento dura esattamente 10 secondi durante i quali si conta fino a 4 e ciascun numero rappresenta un movimento.

Prima dell'esecuzione del test a ciascun soggetto è stata fatta prendere confidenza con l'area ridotta di appoggio della pedana e con la serie di movimenti che doveva eseguire per il test fino a quando non si sentiva pronto per l'esecuzione.

La sequenza del movimento del test è stata ripetuta due volte da ciascun soggetto: la prima mantenendo aperto l'occhio destro e occluso il sinistro e viceversa durante la seconda.

Questo test permette di analizzare l'influenza dell'occhio dominante sulla postura ponendo il soggetto nella situazione in cui l'unica variabile che resta costante e indipendente dalle altre durante il test è la visione monoculare. Viene testata la capacità di ciascun occhio di recepire informazioni e integrarle al fine di mantenere l'equilibrio posturale ad ogni cambiamento di posizione. Si presuppone, mediante l'analisi del gomito posturale, che un corpo maggiormente in equilibrio dia in termini numerici un'area del gomito minore, poiché durante i movimenti la proiezione del baricentro si sposta su un'area più piccola. I soggetti con maggior disequilibrio invece presentano un'area maggiore, poiché la proiezione si sposta spaziando su un'area più ampia nella ricerca di una posizione stabile. La situazione di maggior equilibrio corrisponderà alla condizione di utilizzo dell'occhio la cui funzionalità nel mantenimento della postura è migliore rispetto all'altro.

6.4. TEST PER LA RIPETIBILITA'

Al fine di verificare l'attendibilità delle misure effettuate con la pedana è stato necessario prendere un'ulteriore serie di dati per poter constatare se le misure risultino costanti nel tempo senza una variazione significativa, ovvero che siano ripetibili.

Su uno stesso soggetto sono state fatte due serie da 15 misurazioni ciascuna, una nella condizione di occhio destro aperto (OD) e sinistro chiuso e una in quella con sinistro aperto (OS) e occhio destro chiuso, utilizzando la stessa sequenza di movimenti. Questa misurazione è stata effettuata anche una seconda volta a distanza di una settimana esatta, ottenendo così un totale di 4 serie di 15 misure.

7. ANALISI STATISTICA DEI DATI

L'analisi statistica dei dati è stata effettuata mediante l'utilizzo del programma Microsoft Excel 2010, installato su sistema operativo Windows 7 Professional. Sono state annotate le diverse dominanze ottenute dai test effettuati e i valori dell'area del gomito posturale, prima con l'occhio destro aperto e poi con l'occhio sinistro aperto. Sono stati riportati inoltre il peso e l'altezza dei soggetti per l'analisi di una possibile correlazione con l'area di equilibrio stabilometrico.

7.1. DOMINANZE

Le diverse dominanze sono state analizzate per determinare il loro grado di influenza sul risultato finale del test principale. La dominanza di maggior interesse è quella visuo-motoria, che si studia per vedere se ha un'influenza sull'area di equilibrio, mentre il rilevamento e lo studio delle altre dominanze sono necessari per vedere se vi è la possibilità che possano influenzare la prima.

Per ciascuna dominanza è stato calcolato l'errore, come scarto quadratico medio, i cui valori hanno portato a una suddivisione in 2 gruppi: il primo comprende quella visuo-motoria, visiva e sensoriale mentre il secondo quella manuale, acustica e podalica. Successivamente è stato eseguito lo Z-test, cioè è stata calcolata la "distanza" Z in termini di deviazione standard dalla media (Fig.7.1.1), e i valori ottenuti sono stati espressi in percentuale (Tab.I-II).

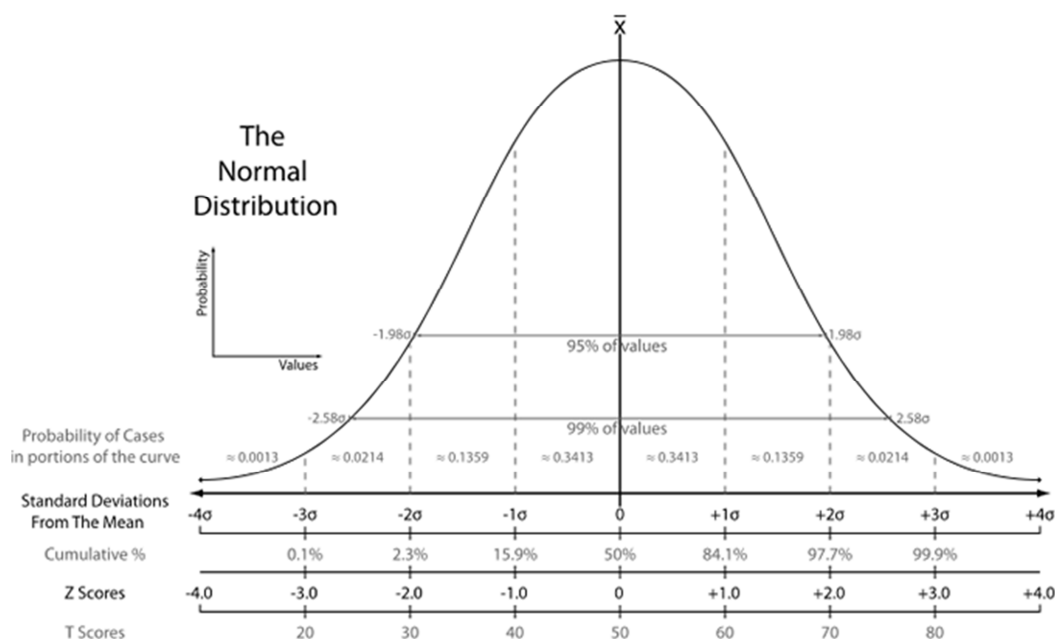


Fig. 7.1.1 : Immagine che mostra i vari metodi di classificazione in una distribuzione normale. Include: deviazione standard, percentuale cumulativa, percentuale equivalente, valori Z e T (Heds I, da Wikipedia).

Tab.I e II: a sinistra (I) valori ottenuti applicando lo Z-test convertiti poi in percentuale del primo gruppo; a destra (II) valori ottenuti applicando lo Z-test convertiti poi in percentuale del secondo gruppo.

1° gruppo	Z - test	Percentuale
Visiva	0,69	52%
Sensoriale	0,44	34%
Visuo motor	0,69	52%

2° gruppo	Z - test	Percentuale
Manuale	1,69	90%
Acustica	1,80	93%
Podalica	1,88	94%

Le percentuali sono necessarie per evidenziare quali delle diverse dominanze possono influenzare maggiormente il risultato finale, osservando la predominanza che hanno all'interno della popolazione. In particolare il secondo gruppo di dominanze indica un comportamento prevalentemente destro all'interno della popolazione che potrebbe portare i soggetti con dominanza visuo-motoria destra ad avere una maggiore stabilità.

È stato riscontrato inoltre che le dominanze visuo-motoria, manuale e podalica sono unilaterali nel 50% dei soggetti mentre risulta crociata nei restanti soggetti, confermando così quanto considerato precedentemente in letteratura.

7.2. ANALISI SULLA RIPETIBILITA'

Prima di procedere con l'analisi del test principale è stata verificata la ripetibilità delle misure ottenute dalla pedana.

È stato realizzato un grafico di distribuzione di frequenza per ognuna delle 4 serie di dati da 15 misurazioni ciascuna. Avendo un basso numero di misurazioni, sulle due serie di dati ($n=30$) nella condizione di OD aperto e poi sulle due serie con OS aperto, è stato applicato il test di t-Student. Il t-Student è una forma più elaborata del classico test statistico del χ^2 , basato sulla funzione di probabilità di Student, che corrisponde alla distribuzione normale applicata a campionamenti molto limitati numericamente. Il t-Student è comunque applicato come test di ipotesi, dove si confronta l'ipotesi nulla H_0 (nessuna differenza) con l'ipotesi alternativa H_1 (differenza significativa ad un dato livello di confidenza). Nel nostro caso l'ipotesi nulla consta nel fatto che le medie non differiscono significativamente tra loro, mentre l'ipotesi alternativa afferma che le due medie differiscono significativamente. È stata confermata l'ipotesi nulla secondo la quale le medie dei gruppi di misure non differiscono significativamente, con $t = 0,06$ e $t = 0,35$, aventi entrambi probabilità maggiore di 0,05 (p-value $p > 0,05$). Dato il risultato ottenuto, per comodità rappresentativa ciascuna coppia di insieme di dati è stata unificata in un unico insieme ottenendo così un grafico con distribuzione di frequenza per l'area con l'occhio destro aperto e uno per quella con il sinistro aperto.

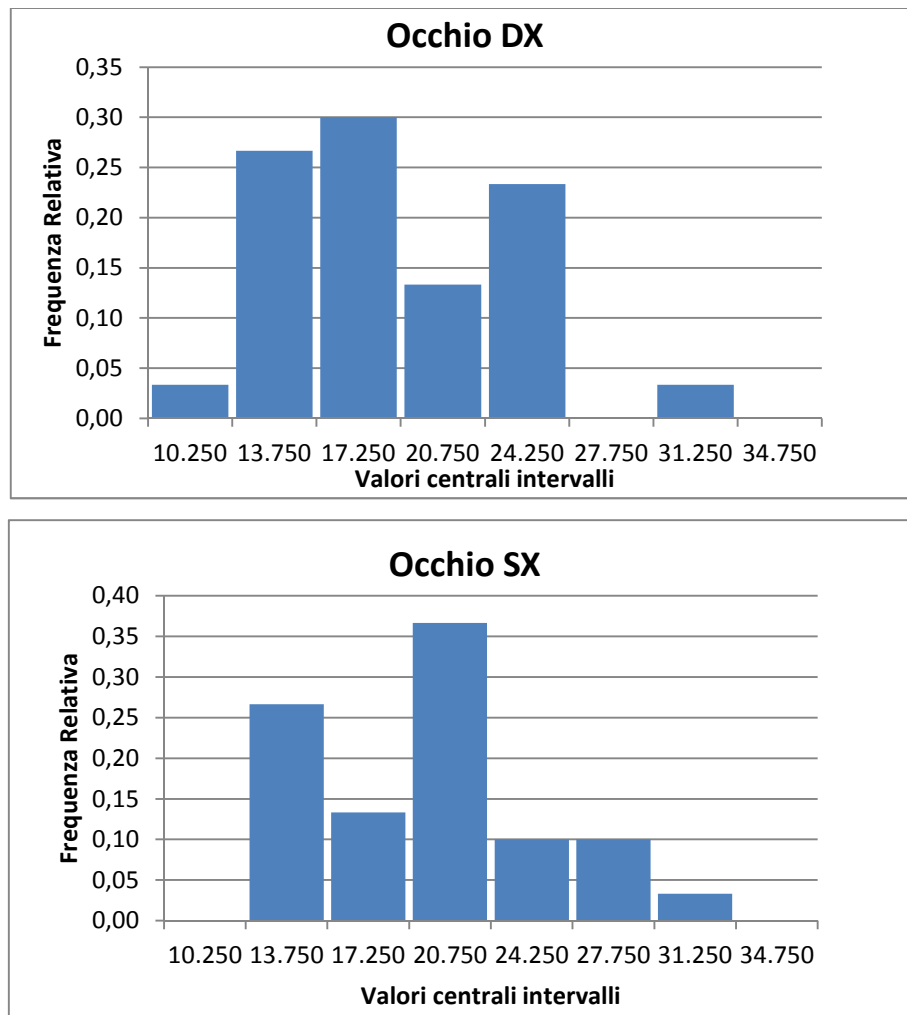


Fig. 7.2.1 e 7.2.2.: In alto (7.2.1) grafico distribuzione di frequenza dei dati dell'area stabilometrica con l'occhio destro aperto; in basso (7.2.2) grafico distribuzione di frequenza dei dati dell'area stabilometrica con l'occhio sinistro aperto. I grafici sono riferiti al soggetto preso per le misure per la ripetibilità.

Utilizzando i dati per la ripetibilità è stato estratto l'errore sulle singole misure che corrisponde a $\sigma = \pm 4.567$ mmq. Per ottenerlo le medie sono state riportate a zero, ovvero ad ogni singolo valore è stata sottratta la media della serie di appartenenza. Sono state calcolate la media e lo scarto quadratico medio di tutte le misure da cui poi sono stati ricavati i corrispettivi errori.

7.3. ANALISI DEL TEST PRINCIPALE

Le due serie composte ciascuna da 41 dati sono state rappresentate in grafici di distribuzione di frequenza da cui, emerge che l'area misurata con l'occhio destro aperto è più concentrata rispetto all'area con l'occhio sinistro aperto (Fig.7.3.1-7.3.2).

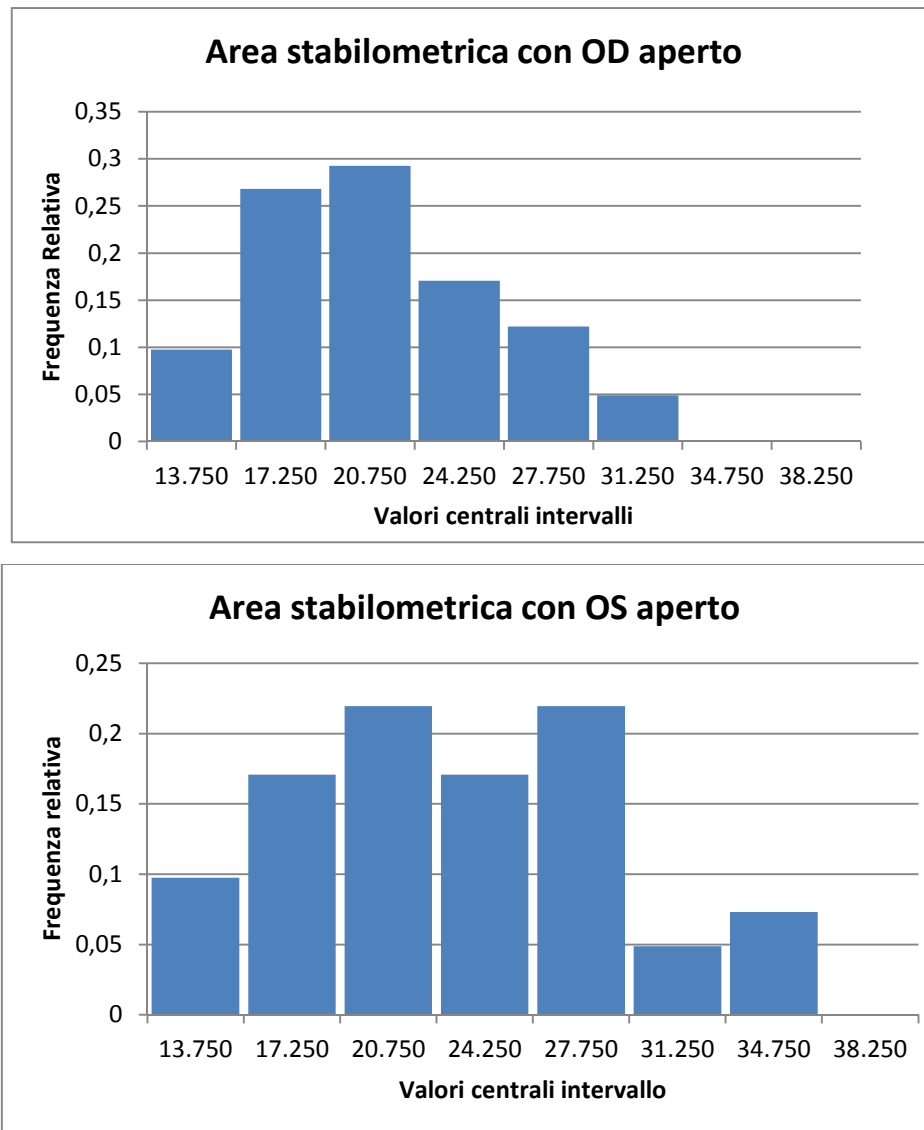


Fig. 7.3.1 e 7.3.2: In alto (7.3.1) grafico distribuzione di frequenza dei dati dell'area stabilometrica con l'occhio destro aperto; in basso (7.3.2) grafico distribuzione di frequenza dei dati dell'area stabilometrica con l'occhio sinistro aperto. I grafici riportano la distribuzione dei dati dei 41 soggetti.

Dall'osservazione dei grafici si deduce la presenza di un'influenza da parte delle altre dominanze. Si considera ciò che è emerso in precedenza: circa il 50% dei soggetti ha una dominanza unilaterale destra, mentre il restante

presenta una dominanza crociata, e il 90% della popolazione presenta un comportamento destro per il secondo gruppo delle dominanze (Tab.7.1.2). I soggetti dunque non hanno particolari difficoltà nel mantenimento dell'equilibrio nella situazione con l'occhio destro aperto e perciò le aree ottenute risultano distribuite più gaussianamente (Fig.7.3.1). Nella condizione con l'occhio sinistro aperto si notano dei cambiamenti nella distribuzione di frequenza, dovuti alla maggior difficoltà nel ricercare e mantenere l'equilibrio. Il conflitto tra le diverse dominanze non permette di trovare una posizione di equilibrio in pochi secondi, a causa della difficoltà nell'integrazione delle informazioni provenienti dai diversi recettori, preferenziali e non preferenziali. Dopo questa prima analisi qualitativa è stato applicato il test di t-Student sulle medie. Il risultato $t=1,85$ è leggermente inferiore rispetto al valore di $t=1,99$ che per 80 gradi di libertà corrisponde ad una probabilità del 5% (p-value) di comportamenti uguali. Ciò dunque non confermerebbe le valutazioni qualitative, cioè che vi sia una differenza significativa tra le medie studiate. Tuttavia il valore ottenuto è molto vicino a quello necessario per avere una significanza del 95% (2σ).

Tab. III: Tabella dei dati delle medie con i relativi errori.

(mmq)	Dx	Sx
Media	20.991	23.140
Errore media	708	921

Sono state inoltre confrontate le medie con i rispettivi errori (Tab. III), per osservare l'eventuale presenza di una compatibilità o meno.

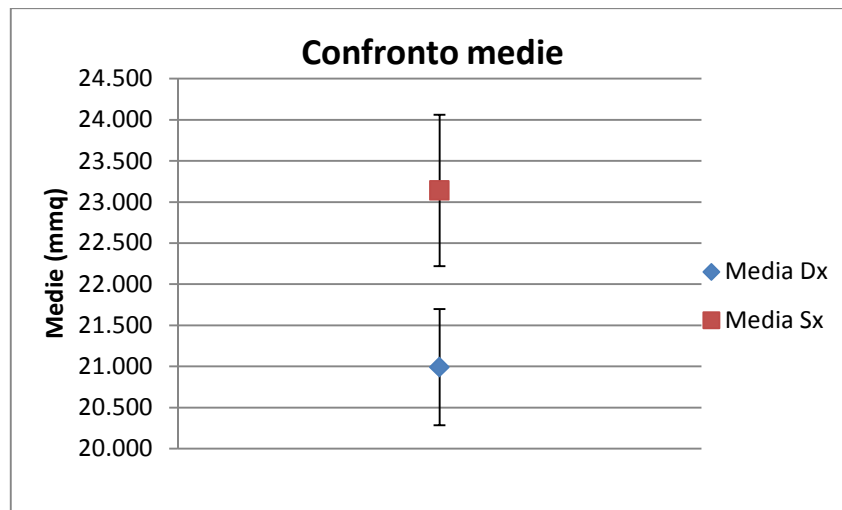


Fig. 7.3.3: Confronto delle medie.

Dal grafico soprastante (Fig.7.3.3) si evince solamente una evidenza di non compatibilità poiché siamo in presenza di una differenza di 1,8 sigma, ottenuta applicando lo Z-test. Ciò, corrisponde appunto a una indicazione di una tendenza ad avere medie diverse. Se avessimo un numero maggiore di dati, e di conseguenza anche errori più piccoli, e se continuasse ad osservare la succitata tendenza, si potrebbe arrivare a stabilire una significativa differenza. Il risultato è coerente con quanto affermato in precedenza dal test di t-Student.

È stata svolta inoltre un'analisi più approfondita sui dati dell'area stabilometrica dei soggetti. Si ricorda il presupposto per cui un soggetto stia più facilmente in equilibrio e risulti avere un'area stabilometrica minore utilizzando l'occhio con migliore funzionalità. I soggetti sono stati suddivisi secondo la dominanza visuo-motoria in due gruppi e per tutti i soggetti è stata calcolata la differenza Δ tra le due aree sottraendo quella dell'occhio non dominante, presumibilmente più grande, a quella dell'occhio dominante, presumibilmente più piccola. I soggetti aventi un delta Δ negativo risultano essere quelli con maggiore equilibrio mentre quelli aventi un delta positivo presentano maggior disequilibrio rispetto agli altri.

Ipoteticamente, se la dominanza visuo-motoria fosse predominante o avesse una grande influenza sulle altre dominanze, ci si aspetterebbe che nei due

gruppi, destri e mancini, vi sia un comportamento coerente e uniforme senza evidenti variazioni nell'andamento della distribuzione del grafico.

Ciò che risulta invece analizzando i dati è che i due gruppi della dominanza visuo-motoria presentano diverse popolazioni, aventi diversi comportamenti. Nel primo grafico (Fig.7.3.4) vengono riportati le differenze Δ delle aree stabilometriche dei soggetti destrorsi ed è possibile notare che vi sono tre diverse popolazioni (A, B e C), le quali sono rappresentate dal diverso coefficiente angolare della corrispettiva linea di tendenza.

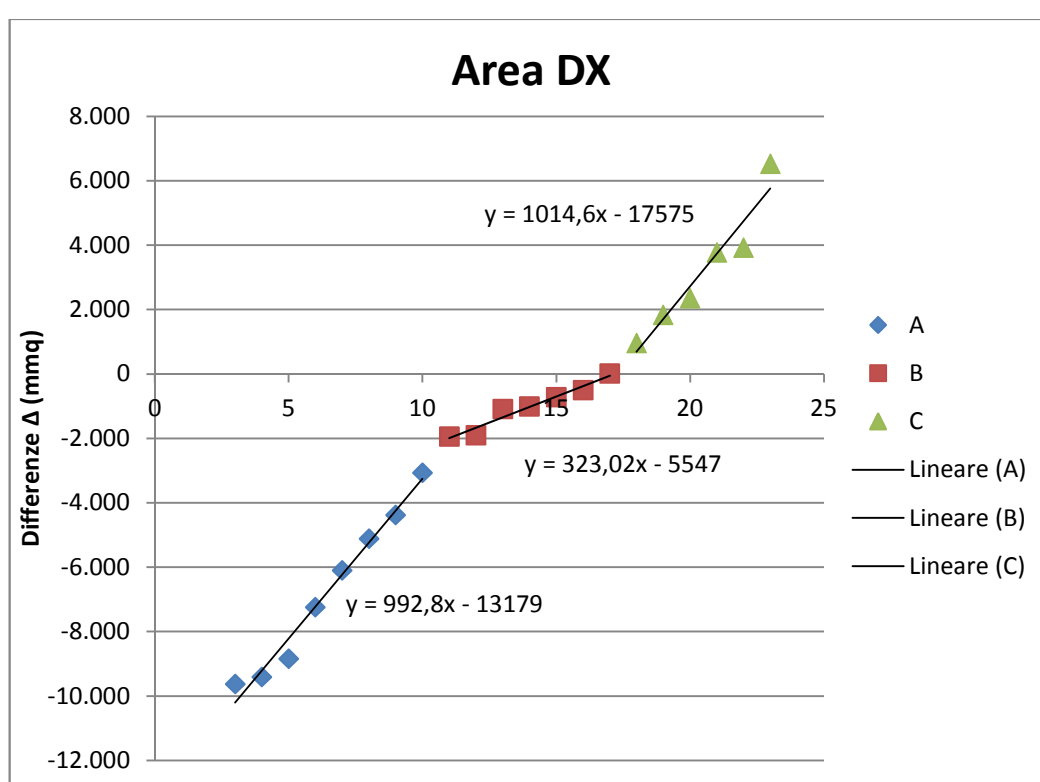


Fig.7.3.4: Grafico delle differenze Δ dei destri con evidenziati i diversi andamenti delle popolazioni.

L'andamento dei soggetti appartenenti alla popolazione A risulta regolare e uniforme e questo è dovuto al fatto che i soggetti di cui ne fanno parte sono ipsilaterali ovvero presentano lo stesso tipo di dominanza, in questo caso destra, in tutte quelle misurate. La popolazione centrale B invece è composta principalmente da soggetti con dominanza ipsilaterale o aventi solo una dominanza discordante dalle altre. L'andamento rappresenta una minima variazione nell'area di distribuzione del peso perciò questi soggetti

sono dotati di un notevole equilibrio mantenendo però una preferenza nella dominanza destra. La terza popolazione C è costituita da soggetti aventi la maggior parte 2 o più dominanze non concordanti, come la visiva, sensoriale e podalica; questo spiega il maggior disequilibrio di questo gruppo rappresentato da un Δ positivo crescente.

Nel secondo grafico (Fig.7.3.5) vengono riportati le differenze Δ delle aree stabilometriche dei soggetti mancini ed è possibile notare che qui invece vi sono 2 diverse popolazioni (D e E).

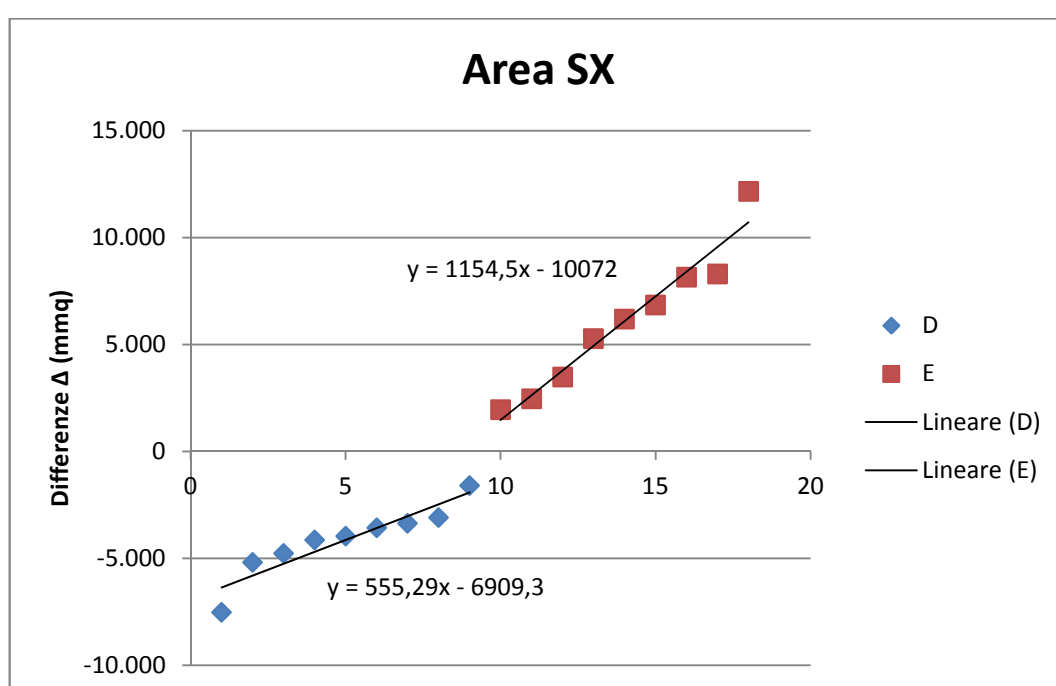


Fig.7.3.5: Grafico delle differenze Δ dei mancini con evidenziati i diversi andamenti delle popolazioni.

La popolazione D è composta prevalentemente da soggetti con dominanze manuale e acustica con comportamento (destro) discordante da quello della dominanza visuo-motoria (mancino) a cui si aggiunge in alcuni soggetti anche quella podalica. La popolazione E è costituita da soggetti aventi anche le dominanze visive e sensoriali discordanti da quella principale. La prima popolazione (D) rappresenta i soggetti con dominanze crociate che, tuttavia, possiedono un'adeguata capacità nel mantenimento dell'equilibrio sfruttando le informazioni ottenute dall'occhio sinistro. La seconda popolazione (E) ha elementi contrastanti che influenzano la ricerca

dell'equilibrio, tra cui le altre dominanze visive, portando così i soggetti ad ampliare la propria area di equilibrio per ricercare la stabilità, dovuta alla difficoltà di integrazione delle informazioni visive raccolte.

Sono stati confrontati i coefficienti angolari (m) e i rispettivi errori σ_m (Tab.IV) dei fit di tendenza dei grafici analizzati precedentemente per osservare l'eventuale presenza di compatibilità o meno.

Tab. IV: Tabella dei dati dei coefficienti angolari (m) e dei relativi errori dei fit di tendenza dei grafici 7.3.4 e 7.3.5.

RETTE	A	B	C	D	E
coeff. ang. (m)	992,80	323,02	1.014,64	555,29	1.154,47
errore di m (σ_m)	57,83	32,03	145,32	82,75	101,96

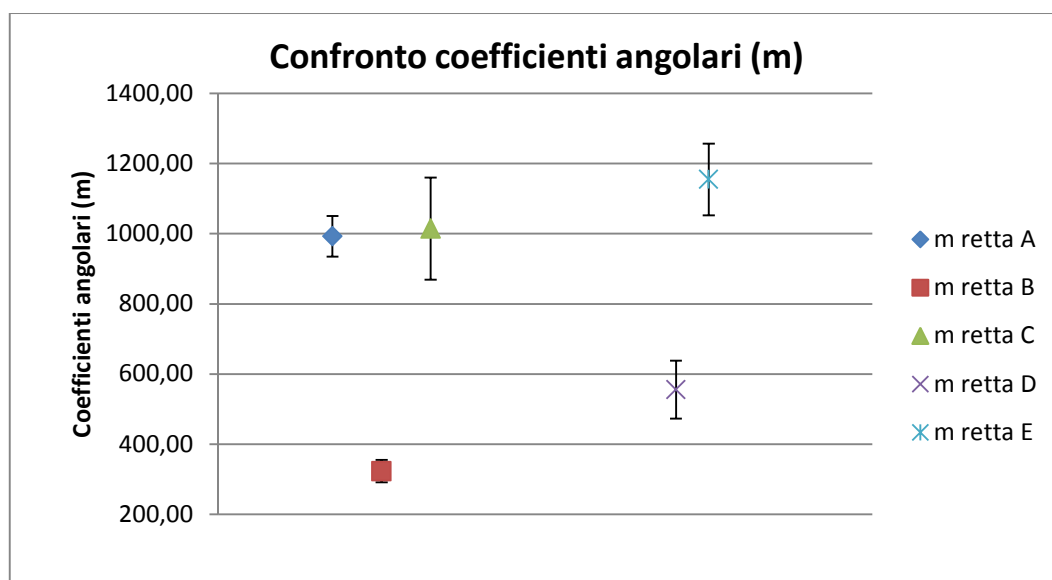


Fig. 7.3.6: Confronto dei coefficienti angolari dei fit di tendenza dei grafici 7.3.5 e 7.3.6.

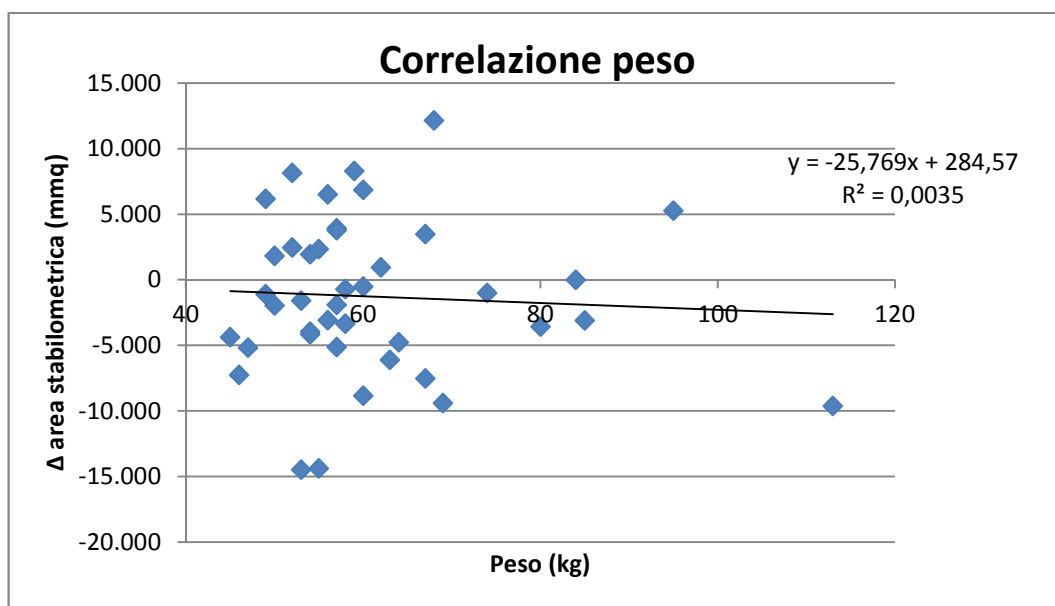
Il grafico (Fig.7.3.6) conferma ciò che si poteva apprezzare già visivamente dall'osservazione dell'inclinazione delle rette di tendenza.

I coefficienti delle rette A e C sono compatibili fra di loro (i loro errori si sovrappongono) e questo indicherebbe un comportamento molto simile dei due campioni, nonostante le differenze qualitative dei soggetti appartenenti a queste due popolazioni. L'applicazione dello Z-test lo conferma in quanto la "distanza" statistica che li separa corrisponde solo a $0,14 \sigma$. La retta centrale B invece possiede una tendenza che si discosta molto dalle altre e questo è principalmente dovuto alle caratteristiche diverse dei soggetti che

la compongono rispetto a quelli delle altre popolazioni. In particolare il coefficiente B dista da A ben 10σ , che rappresenta una differenza al di là di ogni dubbio. Anche i coefficienti delle rette D e E sono diversi fra loro, essendo distanziati $4,6\sigma$. Non vi è quindi compatibilità tra queste due popolazioni, aventi caratteristiche molto più varie per i diversi tipi di dominanze coinvolti. Inoltre osservando il grafico si osserva i gruppi A, C ed E sono compatibili: questo indica che le popolazioni con minore bilanciamento nell'equilibrio tra i due occhi seguono comunque un predeterminato andamento. I coefficienti delle rette B e D tuttavia, sebbene appartengano ai fit delle popolazioni aventi maggior equilibrio in generale, non risultano compatibili fra loro essendo “distanti” $2,6\sigma$. Una possibile spiegazione è che le due popolazioni si basano su informazioni aventi qualità e caratteristiche differenti.

7.4. CORRELAZIONE PESO E ALTEZZA

L'analisi per osservare la presenza di una correlazione tra l'area stabilometrica, considerando le differenze Δ , e il peso e l'altezza dei soggetti è stata fatta mediante l'analisi visiva della distribuzione dei dati inseriti in grafici a dispersione (Fig.7.4.1-7.4.2).



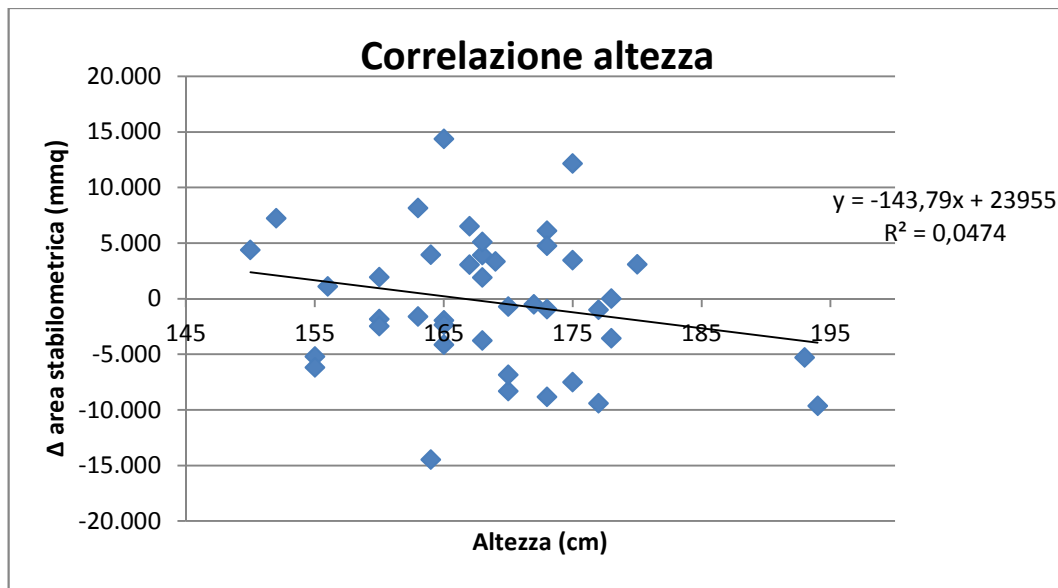


Fig. 7.4.1 e 7.4.2: In alto (7.4.1) grafico a dispersione correlazione peso- Δ area stabilometrica confronto delle medie; in basso (7.4.2) grafico a dispersione correlazione altezza- Δ area stabilometrica. Le due rette sono il risultato di un fit lineare, il cui coefficiente angolare possiede però un valore perfettamente compatibile con lo zero (retta orizzontale=nessuna correlazione)

Dalla disposizione assunta dai dati nei grafici emerge chiaramente che non vi è una correlazione, poiché non c'è una distribuzione particolare dei dati (o tendenza), che possa far supporre la presenza di un legame tra le aree stabilometriche ottenute e queste due variabili.

Come nell'analisi precedente sono stati confrontati i coefficienti angolari (m) e i rispettivi errori σ_m (Tab.V) dei fit di tendenza dei grafici per la correlazione di peso e altezza per osservare l'eventuale presenza di una compatibilità.

Tab. V: Tabella dei dati dei coefficienti angolari (m) e dei relativi errori dei fit di tendenza dei grafici 7.4.1 e 7.4.2.

RETTE	Peso	Altezza
coeff. ang. (m)	-25,77	-143,79
errore di m (σ_m)	69,76	103,26

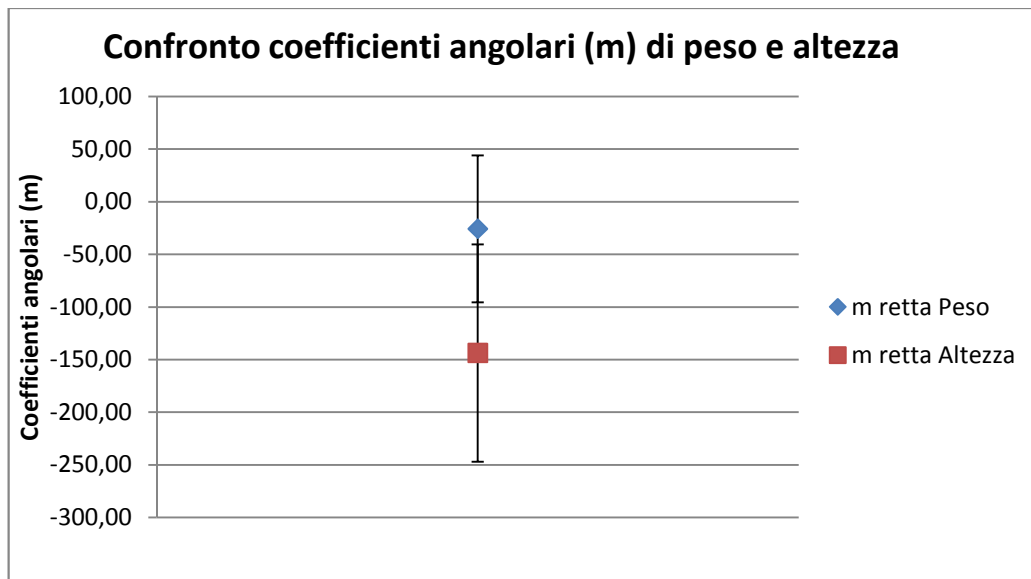


Fig. 7.4.3: Confronto dei coefficienti angolari dei fit di tendenza dei grafici 7.4.1 e 7.4.2.

I coefficienti delle rette di tendenza risultano essere compatibili dalla sovrapposizione dei rispettivi errori; applicando lo Z-test risulta una “distanza” statistica pari a $0,9 \sigma$. Inoltre i coefficienti angolari sono singolarmente compatibili con zero (Tab.7.4.1), per il peso entro $0,37 \sigma$ e per l’altezza entro $1,39 \sigma$. In definitiva la mancanza di una correlazione tra area stabilometrica e peso o altezza avviene in ugual misura per entrambi i casi.

8. CONCLUSIONI

Lo studio condotto mostra l'influenza parziale della dominanza oculare sulla postura nonostante la presenza di altre dominanze; se queste corrispondono a quella dell'occhio utilizzato l'equilibrio posturale risulta più facilmente raggiungibile e più stabile. La popolazione studiata corrisponde ad una maggiore percentuale di destri, facilitando così lo studio per quel tipo di dominanza ma impedendo un confronto diretto con quelli aventi dominanza opposta poiché possiedono dominanze crociate. Le correlazioni tra area stabilometrica e peso/altezza sono state studiate ed escluse permettendo di concludere che l'influenza di queste variabili, molto differenti nei vari soggetti, sono trascurabili nel controllo dell'equilibrio posturale. Questa ovviamente è la conclusione di questo studio particolare. Non si può escludere la possibilità che mediante l'utilizzo di altri test pratici in studi futuri possa esserci una correlazione.

Tuttavia è difficile poter valutare l'influenza dell'occhio dominante in modo statisticamente significativo, poiché nei soggetti giovani vengono raccolte numerose e dettagliate informazioni dagli altri organi di senso che concorrono al mantenimento della postura in tutte le condizioni in cui ci si trova. Sebbene si ponga l'occhio come variabile indipendente, le informazioni raccolte dalle altre strutture, essendo di buona qualità grazie all'efficacia della percezione, vanno ad aggiungersi a quelle visive modificando e alterando parzialmente i risultati possibili se fossimo in grado di isolarle. Numerosi studi hanno riscontrato l'influenza della dominanza oculare nei soggetti anziani poiché nell'età avanzata i sistemi sensoriali per il mantenimento della postura iniziano a deteriorarsi, portando gli individui a basarsi su quello che fornisce maggiori informazioni per la propria collocazione spaziale ovvero la visione [36].

Sono state volutamente omesse delle altre informazioni ottenute da questo studio poiché non erano strettamente inerenti o particolarmente utili per l'obiettivo prefissato, come il comportamento di alcuni soggetti ipsilaterali

mancini, essendo un numero troppo piccolo per poter avere rilevanza nei risultati.

In futuro, avendo a disposizione una statistica molto più ampia, si potrebbe realizzare una comparazione dei diversi test adibiti alla rilevazione del ruolo della dominanza oculare per osservare quale sia quello più significativo e più attendibile.

Un risultato molto interessante e innovativo ha riguardato lo studio della differente area stabilometrica a seconda di quale occhio si utilizzi. Si è evidenziata una chiara differenza tra destri e mancini, oltre alla presenza di 3 tipi diversi di risposta per i destri e solo di 2 tipi per i mancini. Tali differenze nelle risposte posturali meriterebbero senz'altro uno studio accurato che esula però dagli scopi di questa tesi.

La realizzazione di questo studio mi ha permesso di approfondire il legame tra visione e postura, in particolare quanto la prima abbia ripercussioni sul mantenimento dell'equilibrio statico. Questa relazione deve essere sempre tenuta in considerazione durante lo svolgimento del proprio lavoro per il raggiungimento di uno stato ottimale del paziente, con particolare riguardo nel trovare la soluzione correttiva più adatta alle sue esigenze.

BIBLIOGRAFIA:

- [1] Bucci M. G., Oftalmologia, Società Editrice Universo, 2001.
- [2] Università degli studi di Trieste, Appunti di anatomia oculare, [Online]. Available: <http://fc.units.it/ppb/visione>.
- [3] Gheller P., Le basi della posturologia clinica, Bologna, 2013.
- [4] D'Andrea A., La connessione tra occhi e postura, L'Osteopatia e Medicine Complementari, 25 Febbraio 2012.
- [5] Gambari M., Correlazione tra sistema visivo e postura.
- [6] Gallozzi C., Il ruolo dell'equilibrio corporeo nella traumatologia dello sport, Medicina dello Sport, vol. 56, n. 4, Dicembre 2003.
- [7] Shumway-Cook A., Anson D.e Haller S., Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients, Arch Phys Med Rehabil, vol. 69, n. 6, pp. 395-400, 1988.
- [8] Bartolomei F., Postura e sistema visivo, [Online]. Available: <http://cavazza.it/vedereoltre/2007-2/bartolomei1.html>.
- [9] La Postura, [Online]. Available: http://archivio.pubblica.istruzione.it/essere_benessere/postura.shtml.
- [10] Scoppa F., Posturologia e schema corporeo, Attualità in Terapia Manuale e Riabilitazione, vol. 3, n. 4, Ottobre-Dicembre 2001.
- [11] La Postura e l'Equilibrio, 10 04 2014. [Online]. Available: <http://ginestrasudmilano.com/2014/04/10/la-postura-e-lequilibrio>. [Consultato il giorno Gennaio 2015].
- [12] Herman R. et. al., Idiopathic scoliosis and the central nervous system: a motor control problem, Spine, vol. 10, pp. 1-14, 1985.
- [13] Busquet L., Le catene muscolari, Vol. %1 di %2I-IV, Roma: Marrapese Editore, 1998.
- [14] Herman R., Mixon J., Fisher A., Maulucci R.e Stuyck J., Idiopathic scoliosis and the central nervous system: a motor control problem. The Harrington lecture, 1983. Scoliosis Research Society, Spine, vol. 10, n. 1, pp. 1-14, 1985.
- [15] Jouen F., Head position and posture in newborn infants, in The head-neck sensory motor system, New York, Oxford University Press, 1992, pp. 118-20.

- [16] Berencsi A., Ishihara M. e Imanaka K., The functional role of central and peripheral vision in the control of posture, *Human Movement Science*, vol. 24, pp. 689-709, 2005.
- [17] Paulus W., Straube A. e Brandt T., Visual stabilization of Posture. Physiological stimulus characteristics and clinical aspects, *Brain*, vol. 107, n. 4, pp. 1143-63, Dicembre 1984.
- [18] Duke-Elder W. e Stewart, *Recent advances in ophthalmology*, Churchill Livingstone, 1975.
- [19] Pantaleo G., Sistema visivo e postura, [Online]. Available: <http://www.posturologiaweb-it.it/postura-e-sistema-visivo/>. [Consultato il giorno Ottobre 2014].
- [20] Salteri S. E., Sport & Medicina, 30 Giugno 2004. [Online]. Available: http://besport.org/sportmedicina/sindromi_posturali.htm.
- [21] Gentaz R., L'oeil postural, *Agressologie*, vol. 29, n. 10, pp. 685-6, 1988.
- [22] Pannucci C., Dominanza, lateralizzazione e loro implicazioni: cos'è l'esame della lateralità?, [Online]. Available: http://www.disgrafie.eu/?page_id=36.
- [23] Porac C. e Coren S., The dominant eye, *Psycho Bull*, vol. 83, n. 5, pp. 880-97, Settembre 1976.
- [24] Rombouts A., Barkhof F., Sprenger M., Valk J. e Scheltens P., The functional basis of ocular dominance: functional MRI findings, *Neuroscience Letters*, n. 221, pp. 1-4, 1996.
- [25] Coren S. e Porac C., Monocular asymmetries in visual latency as a function of sighting dominance, *Am J Optom Physiol Opt.*, vol. 59, n. 12, pp. 987-90, 1982.
- [26] Porac C. e Coren S., Size accentuation in the dominant eye, *Nature*, vol. 260, n. 5551, pp. 527-8, 1976.
- [27] Searleman A., Porac C. e Coren S., Writing hand posture and four indexes of lateral preference, *Brain Cogn.*, vol. 3, n. 1, pp. 86-93, 1984.
- [28] Porac C. e Coren S., The relationship between sighting dominance and the fading of a stabilized retinal image, *Percept Psychophys*, vol. 32, n. 6, pp. 571-5, Dicembre 1982.
- [29] Wade N., Monocular and binocular rivalry between contours, *Perception*, vol. 4, n. 1, pp. 85-95, 1975.
- [30] Alistair P., Ono H. e B. R., What does the dominant eye dominate? A brief and

somewhat contentious review, *Perception & Psychophysics*, vol. 65, n. 2, pp. 310-17, 2003.

- [31] Rymar K., Kameyama T., Niwa S., Hiramatsu K. e Saitoh O., Hand and eye preference patterns in elementary and junior high school students, *Cortex*, vol. 20, n. 3, pp. 441-6, Settembre 1984.
- [32] Cheng C., Yen M., Lin H., Hsia W. e Hsu W., Association of ocular dominance and anisometropic myopia,» *Invest Ophthalmol Vis Sci*, vol. 45, n. 8, pp. 2856-60, 2004.
- [33] Rossetti A. e Gheller P., *Manuale di optometria e contattologia*, Bologna: Zanichelli, 2001.
- [34] Maffioletti S. e Pregliasco R., *L'esame optometrico integrato nella valutazione del bambino tra i cinque e gli otto anni*, Riccione, 2001.
- [35] Khasnis A. e Gokula R., Romberg's test, *J Postgrad Med*, vol. 49, n. 2, pp. 169-72, 2003.
- [36] Park R., Kee H., Kang J., Lee S., Yoon S. e Jung K., Effecto of dominant versus non-dominant vision in postural control, *Ann Rehabil Med*, vol. 35, n. 3, pp. 427-31, 2011.