



UNIVERSITÀ DI PISA

FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

DIPARTIMENTO DI ENDOCRINOLOGIA E METABOLISMO,
ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA, MEDICINA DEL LAVORO

Master di I° livello in
POSTUROLOGIA CLINICA
a.a. 2008-2009

Presidente onorario: Prof. G. Guido

Presidente: Prof.ssa G. Raffaetà

Coord. Scientifico: Dr. G. Palattella

Coord. Didattico: Prof. P. Caiazzo

TITOLO TESI

I movimenti saccadici oculari nel controllo posturale.

Candidati: DANIELE UGOLINI

Relatore: CRISTINA MAZZONI

BARBARA CASTAGNA

Abstract:

*In collaborazione coi colleghi dell'**Accademia Italiana Optometristi Contattologi**, con sede a Firenze (www.aiocitalia.com), abbiamo fatto un lavoro di misurazione delle relazioni tra **attività saccadica oculare** e **controllo della Postura**.*

Nello specifico, abbiamo preso, in modalità random, 23 elementi, di età variabile tra i 20 e i 71 anni, con moderato squilibrio posturale.

Abbiamo fatto un preventivo esame posturale, seguendo la metodologia proposta da Philippe Caiazza (T.O.P. – Terapia Osteopatico-Posturale), abbiamo quindi evidenziato i recettori squilibrati.

*Inoltre abbiamo fatto le rilevazioni stabilometriche su **Cyber Sabots** (M. Ouaknine), in condizioni statiche, sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi, con appoggio podalico spontaneo.*

Come parte operativa, abbiamo applicato due test per l'attività saccadica oculare (1' totale di lavoro), sempre con il soggetto su pedana stabilometrica, quindi abbiamo monitorato le modifiche dei parametri dello stato-chinesigramma.

Infine abbiamo ripetuto l'esame clinico, per evidenziarne i cambiamenti.

I risultati sono stati i seguenti:

miglioramento medio del 49,42% dei parametri stabilometrici rilevati, così ripartito:

- 51,09% dei parametri migliorati nelle prove ad occhi aperti
- 47,83% dei parametri migliorati nelle prove ad occhi chiusi.

Anche dal lato clinico abbiamo osservato la normalizzazione della maggior parte dei parametri.

Questo a conferma dell'importanza dell'attività saccadica oculare nel controllo della Postura.

Lo scopo di questo studio.

È noto da tempo che l'entrata oculare gioca un ruolo importante nel controllo posturale, tuttavia spesso ci si è occupati dei movimenti di vergenza, trascurando quasi completamente i movimenti saccadici.

È opportuno ricordare che l'attività saccadica oculare è la via principale che fa da substrato a tutti i nostri processi cognitivi, prima informazione esplorativa e conoscitiva ambientale: l'informazione propriocettiva derivante dalla muscolatura estrinseca oculare è in grado di bypassare il gap negativo degli altri recettori, tanto da migliorarne la risposta.

Proprio per questo in questa sede ci interessava evidenziare quanto stavamo da tempo osservando dal lato clinico: che l'attività saccadica oculare interviene rapidamente ed efficacemente nel controllo del tono muscolare posturale.

Abbiamo quindi formulato i seguenti quesiti:

- **Il quesito principale:** l'attività saccadica oculare, penalizzata dai compiti quotidiani (fissazione prolungata di un target troppo vicino) può produrre conseguenze a carico dell'oculomotricità e dei meccanismi ad essa correlati?
- **Il quesito derivante:** esercizi elementari, volti al ripristino della normale attività saccadica oculare, possono migliorare la postura dell'individuo?

Scenderemo nei dettagli più avanti.

I movimenti oculari nel controllo posturale.

L'occhio esplora lo spazio, tutto ciò che lo fronteggia viene percepito; ma è la **fovea** la zona discriminante, un'area di circa 1 mm di diametro disposta approssimativamente al centro della retina.

La discriminazione e il riconoscimento di un particolare del mondo che ci circonda, infatti, avviene attraverso la visione foveale, per effettuare e mantenere la quale muoviamo gli occhi all'interno delle orbite e le orbite stesse col movimento del capo. Durante questi movimenti è necessario che l'immagine venga mantenuta fissa sulla retina.

Per fare questo vengono sfruttate le informazioni sul movimento del capo veicolate dal **riflesso vestibolo-oculare** che, per aumentare la velocità di risposta, non sfrutta le informazioni visive. Il circuito infatti è più corto e quindi più rapido di quello che porta alla proiezione corticale dell'immagine.

Sei sistemi neuronali di controllo mantengono la fovea sul bersaglio visivo.

Una comune via efferente, composta da tre gruppi di motoneuroni troncoencefalici, contribuisce alla funzione su menzionata, attraverso cinque sistemi neuronali di controllo, di cui tre portano l'immagine sulla fovea e due stabilizzano gli occhi durante i movimenti del capo:

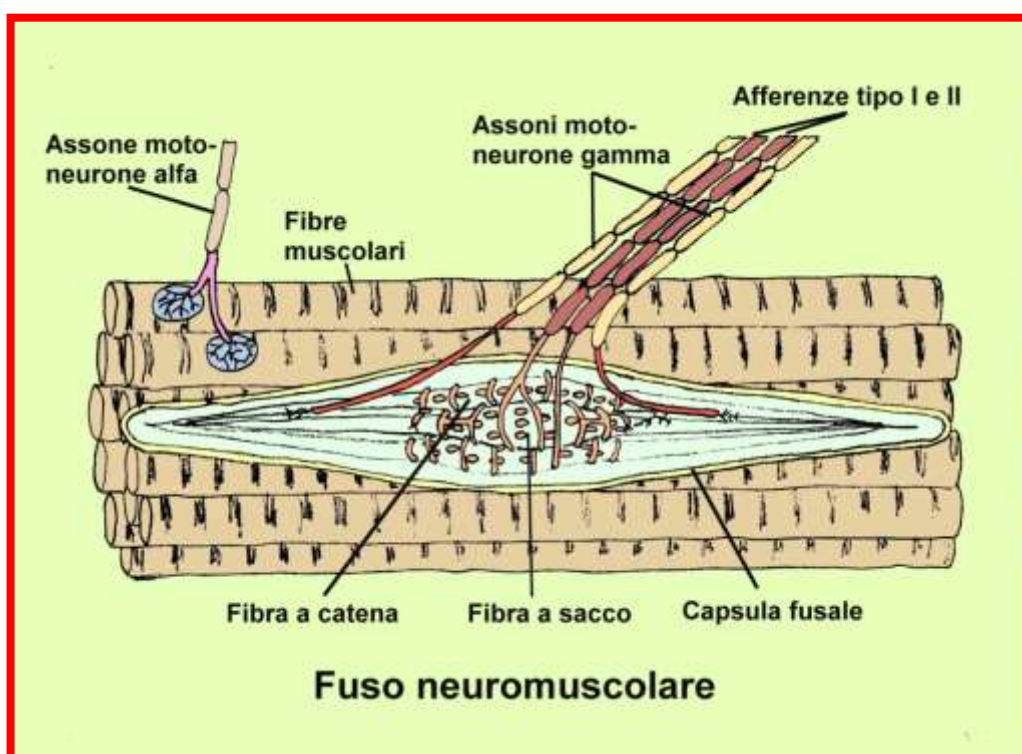
1. **Movimenti saccadici:** movimenti rapidi (ballistici) che portano la fovea verso il bersaglio posto alla periferia del campo visivo
2. **Movimenti d'inseguimento lento:** mantengono la visione foveale del bersaglio che si sposta nel campo visivo
3. **Movimenti di vergenza:** mantengono la visione bifoveale all'avvicinarsi od allontanarsi del bersaglio nel campo visivo; sono gli unici movimenti disgiuntivi, i due occhi si spostano in direzione opposta durante la visione
4. **Movimenti vestibolo-oculari:** utilizzano le informazioni vestibolari per mantenere la visione retinica durante i movimenti del capo nello spazio
5. **Movimenti optocinetici:** utilizzano informazioni oculari e mantengono stabile l'immagine retinica durante i movimenti rotatori prolungati del capo nello spazio.

Esiste un sesto sistema neuronale di controllo, o **sistema di fissazione**, che interviene a mantenere stabili gli occhi inibendo attivamente i movimenti oculari, quando guardiamo un oggetto che suscita il nostro interesse. Questo sistema non è attivo quando vengono compiute azioni che non richiedono la vista, per esempio quando compiamo operazioni di calcolo.

I movimenti oculari sono gestiti da un complesso neuromuscolare composto da sei muscoli e tre nervi cranici.

Le informazioni propriocettive dei muscoli oculomotori segnalano la posizione degli occhi all'interno delle orbite e la velocità del loro movimento.

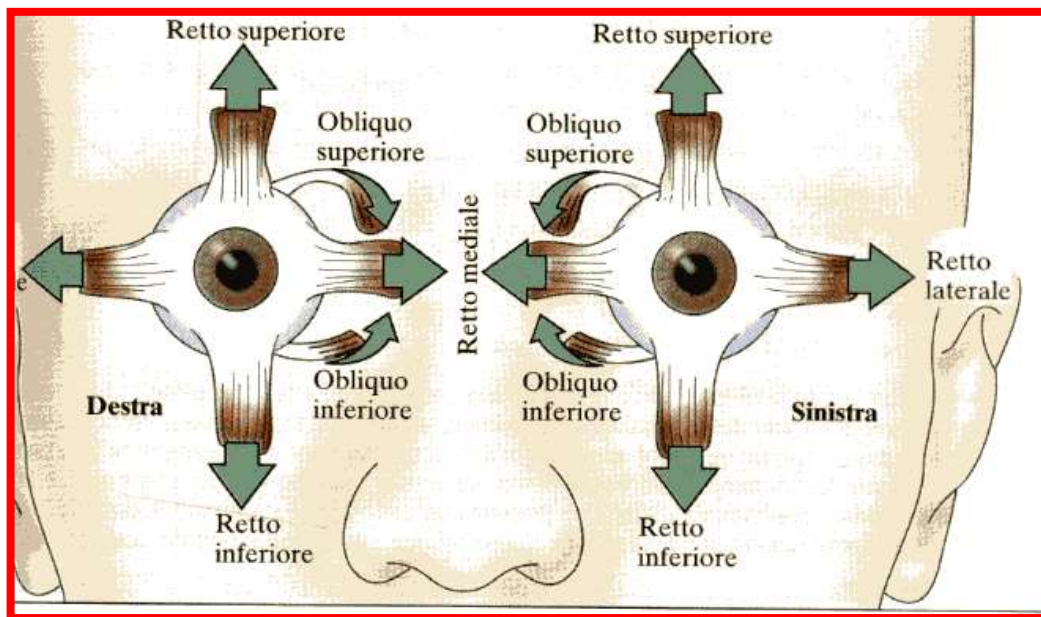
Nei muscoli striati del nostro corpo, infatti, è presente una struttura sensoriale, il **fuso neuromuscolare**, collocato in parallelo rispetto alle rimanenti fibre: così disposto, il fuso risponde allo stiramento passivo di qualsiasi entità, anche minima e genera, come afferenza, una frequenza di scarica che è direttamente proporzionale allo stiramento; a livello centrale l'afferenza fa conoscere la posizione del muscolo e il suo reale allungamento.



La sommazione delle scariche dei vari muscoli coinvolti nel movimento, dà globalmente una risultante vettoriale che fornisce, sempre a livello centrale,

l'informazione in tempo reale della condizione tridimensionale del movimento stesso.

Per questo motivo, durante lo svolgimento di qualsiasi movimento, i muscoli agonisti rappresentano la componente motoria, mentre i muscoli antagonisti sono i recettori dell'attività muscolare stessa, la base della propiocezione.



*La **propriocezione** è la sorgente più importante di informazioni del corpo: è il primo senso sopra gli altri, perché gli altri recettori non potrebbero lavorare senza le informazioni propriocettive. La propiocezione alimenta le funzioni cognitive del corpo rispetto allo spazio circostante e mette in relazione il corpo stesso con il mondo esterno esplorato attraverso la visione. È l'immagine costruita di noi che ci muoviamo nello spazio, quindi è anch'essa una esterocezione.*

L'informazione propriocettiva è una scarica frequenziale.

I coniugi Jean Pierre Roll e Régine Roll, ricercatori francesi, hanno misurato con la microneurografia le frequenze di scarica dei muscoli striati: hanno evidenziato il fatto che ad ogni stato di stiramento muscolare corrisponde una precisa frequenza di scarica, che aumenta all'aumentare dell'allungamento delle fibre; durante la fase di contrazione, invece, il fuso neuromuscolare risulta essere del tutto silente.

Ma i loro studi si sono spinti ben più avanti. Hanno applicato vibrazioni meccaniche a livello dei tendini periferici dei muscoli oculomotori (inserzione distale) ed hanno osservato quanto segue: utilizzando frequenze identiche a quelle prodotte dai muscoli, hanno indotto la sensazione del movimento ed hanno misurato, su pedana stabilometrica, le risposte posturali evocate. Le conclusioni sono state le seguenti:

- **Se vengono stimolati con la vibrazione meccanica il retto esterno dell'occhio destro e il retto interno dell'occhio sinistro, si ottiene l'inclinazione laterale del corpo dal lato opposto**
- **Se vengono stimolati nell'identico modo i due retti superiori, si produce la caduta in avanti del corpo**
- **Se invece vengono stimolati i retti inferiori, si ottiene la caduta indietro del corpo.**

Sono gli stessi atteggiamenti correttivi posturali che intervengono durante il movimento dello sguardo nelle varie direzioni, quando i muscoli su menzionati sono stirati dalla contrazione dei rispettivi antagonisti.

Se la vibrazione meccanica applicata al tendine distale ha la stessa frequenza della componente muscolare del movimento, anche se il movimento in effetti non vi è stato, il cervello crede che quello sia in realtà avvenuto e reagisce con gli adattamenti posturali correlati.

Precisiamo che tutte le prove, eseguite su pedana stabilometrica, sono state effettuate con il soggetto ad occhi chiusi, per evitare il compenso visivo.

La Risonanza Magnetica funzionale cerebrale ha mostrato che le aree evocate dal movimento o dalla illusione del movimento (vibrazione meccanica) sono le medesime: si attivano difatti le aree premotorie e motorie, le principali aree associative, il gyrus cinguli, i nuclei della base e così via. Questo a conferma della complessità dell'informazione propriocettiva.

Le catene muscolari sono gli effettori del sistema propriocettivo.

La **catena posturale propriocettiva** ha ai propri estremi da una parte i muscoli extraoculari e cervicali, dalla parte opposta i muscoli della caviglia e la sensibilità tattile plantare. Ogni modifica tensionale della struttura si ripercuote lungo tutta la catena, con gli adattamenti necessari, fino a proiettarsi al suolo. Quindi è comprensibile come una modifica della muscolatura oculomotrice possa cambiare l'appoggio dei piedi, per controbilanciare il movimento, sia esso reale che percepito. La via è comunque bidirezionale e può essere letta in direzione opposta: quindi ad ogni atteggiamento del piede a terra corrisponde, in senso ascendente, un adattamento finale della muscolatura oculomotrice.

Di conseguenza si può affermare che l'occhio, per condizioni strutturali, ha due funzioni: una **funzione retinica** e una **funzione propriocettiva**, quest'ultima legata all'orientamento dell'occhio rispetto alla testa; sono questi messaggi propriocettivi che partecipano direttamente alla regolazione della nostra postura.

Per capirne l'importanza, basta pensare che ogni movimento del corpo nello spazio inizia con il movimento degli occhi in direzione del bersaglio; tutti i movimenti dell'occhio, inoltre, sono associati a movimenti compensatori della testa: per esempio, il retto superiore e il muscolo sternocleidomastoideo, dalla sua posizione di neutralità, fanno sommazione d'azione, spostando globalmente la testa indietro; il retto inferiore e i muscoli posteriori del collo, invece, si neutralizzano l'un l'altro, perché lavorano in direzione opposta.

La propiocezione extraoculare è coinvolta nella percezione della profondità.

La convergenza oculare interviene, all'avvicinarsi del bersaglio, producendo lo stiramento corpo muscolare dei retti esterni e informando, quindi, sulla distanza del bersaglio dal soggetto: allo stesso modo, la vibrazione meccanica applicata sui tendini distali dei retti esterni, nelle medesime frequenze, dà l'illusione dell'avvicinarsi o allontanarsi della mira luminosa in un ambiente oscurato.

La propiocezione dei muscoli estrinseci è assistita anche dalla propiocezione dei muscoli della testa e del collo (**oculocefalogiria**): con le informazioni derivanti da tutta la catena propriocettiva oculare, comprese quindi la muscolatura della caviglia e la sensibilità tattile plantare, interviene a dare la percezione spaziale dei segmenti del corpo tra di loro e del corpo totale nello spazio circostante.

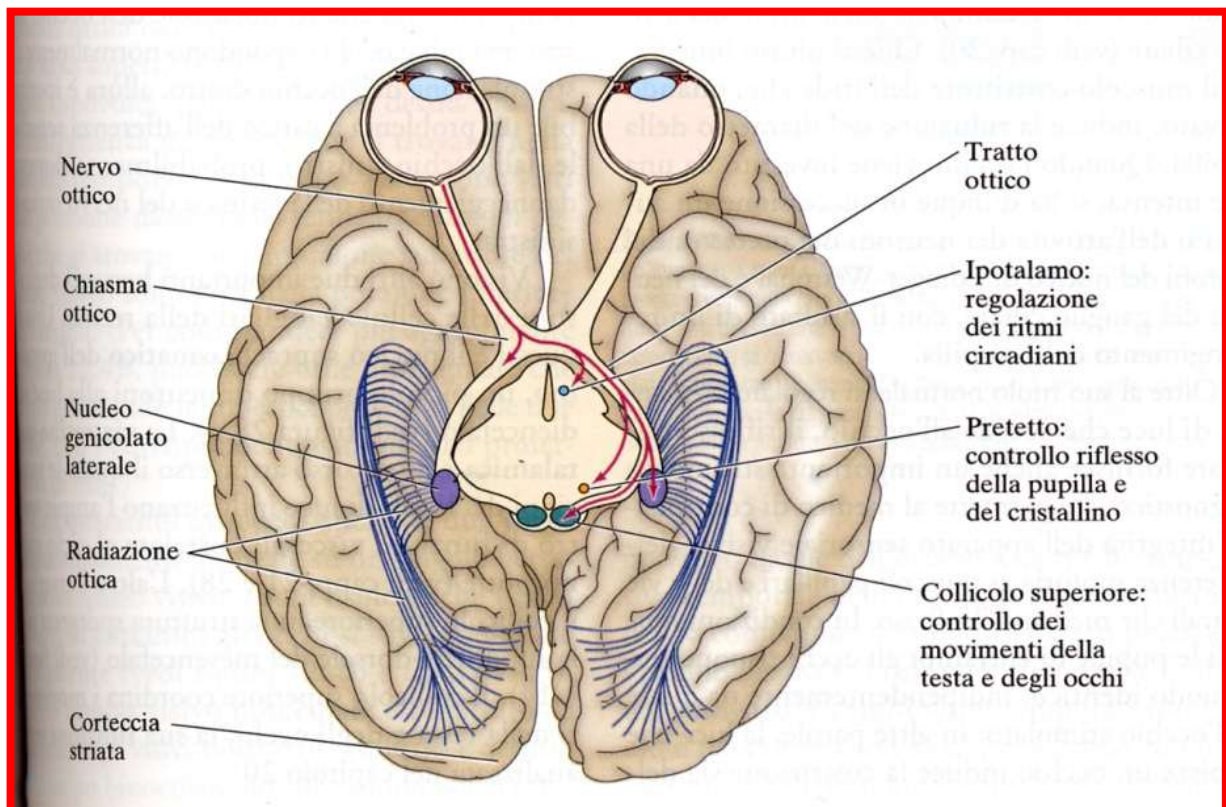
Tutti questi messaggi propriocettivi si combinano in quella che è definita **collettività dell'informazione**, cioè una sensibilità profonda, diffusa, orientata, che ha come risultante finale una sommazione vettoriale, specchio della tridimensionalità del movimento stesso: il cervello riceve i messaggi (senza distinguere se essi siano naturali o indotti), fa una lettura contestuale e produce una risposta reale o virtuale, articolata sia nella componente motoria, sia nei necessari adattamenti posturali, per renderci in ogni momento congrui con le azioni che ci siamo preposte.

Il controllo delle attività oculari è centrale.

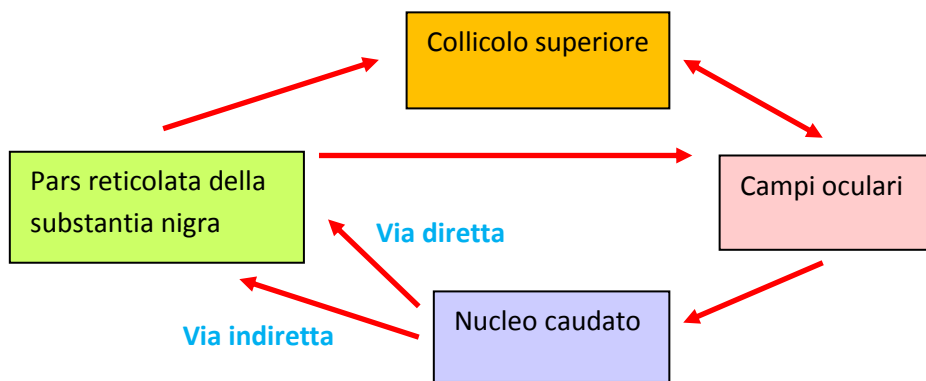
I circuiti motori che governano i movimenti saccadici si trovano localizzati nel tronco dell'encefalo: la formazione reticolare pontina genera i movimenti saccadici sul piano orizzontale, mentre la reticolare mesencefalica genera i movimenti saccadici verticali.

I movimenti saccadici sono comunque controllati ai livelli superiori: una prima integrazione tra informazioni visive e motorie avviene a livello del collicolo superiore, che ritrasmette i segnali oculomotori al tronco dell'encefalo.

Il collicolo superiore contiene una rappresentazione della fovea: riceve dai campi oculari (dai neuroni visivi, dai neuroni in rapporto con il movimento oculare, dai neuroni visuomotori) sia un feed-back positivo, sia un feed-back negativo.



Il circuito di retrocontrollo positivo (**glutammatergico**), che raggiungerà successivamente i neuroni omnipause del nucleo dorsale del rafe, interviene nell'inibizione dei movimenti saccadici durante la fissazione visiva; il circuito di retrocontrollo negativo (**GABAergico**) si proietta al nucleo caudato e da qui, attraverso due vie, una diretta ed una indiretta, arriverà alla pars reticolata della substantia nigra e servirà nell'evocare l'insorgenza di movimenti saccadici diretti verso il lato controlaterale.



Il movimento lento di inseguimento, il movimento di vergenza e la direzione dello sguardo, invece, sono controllati da sistemi diversi: per l'esecuzione dei movimenti lenti di inseguimento è necessario l'intervento coordinato della corteccia cerebrale, del cervelletto e del ponte; il movimento di vergenza, invece, è organizzato a livello del mesencefalo; mentre la direzione dello sguardo ha un circuito di retrocontrollo dipendente dai movimenti del capo e degli occhi (riflesso vestibolo-oculare, riflesso optocinetico).

Il Coefficiente di Organizzazione Neurologica è fenotipico.

L'intelligenza è un patrimonio genetico, che può essere sfruttato soltanto se sono state rispettate le tappe di maturazione caudo-craniale del Sistema Nervoso Centrale.

Anche il repertorio motorio è genetico e necessita dei successivi passaggi di sviluppo e maturazione delle strutture superiori per potersi esplicitare nella sua complessità e ricchezza.

Il midollo spinale è la sede delle competenze motorie filogenetiche: durante l'ontogenesi si sviluppano controlli superiori, via via più complessi, veicolati dalle strutture di:

- Troncoencefalo (midollo allungato o bulbo, ponte, mesencefalo)
- Prosencefalo (diencefalo, composto da talamo, sub talamo e ipotalamo)
- Telencefalo (corteccia cerebrale, nuclei grigi centrali).

Su tutti opera come supervisore il cervelletto, struttura particolarmente ricca di connessioni interneuronali.

Scendendo nei dettagli possiamo così classificare la sequenza organizzativa:

- 4 mesi di vita: sensorialità sommersa (midollo allungato o bulbo)
- 4-9 mesi di vita: sensazione (ponte)
- 9-12 mesi di vita: percezione (mesencefalo)
- 12-18 mesi di vita: tridimensionalità dell'informazione o stereo (corteccia primitiva)

- 18 mesi, 6-7 anni di vita: multifocalità (corteccia definitiva: emisfero sub-dominante e emisfero dominante)

Seguendo la lettura motoscopica effettrice:

- Monolateralità alternata
- Bilateralità
- Tridimensionalità o stereo
- Sviluppo sensoriale tattile (superficiale o esterocezione e profondo o propriocezione)
- Maturità articolare
- Senso dell'equilibrio (dialogo tra vestibolo e cervelletto)

Soltanto la suddetta corretta e completa sequenza di organizzazione può portare all'integrità delle competenze motorie e cognitive: nel caso contrario, permarrà nel soggetto una difficoltà nell'esplicazione finalizzata, che si svelerà con il tartaglio, sia esso verbale che motorio, vale a dire la correzione per tentativi tra errori via via minori, manifestazione del riverbero dell'afferenza nei passaggi tra identificazione, riconoscimento ed analisi, infine efferenza.

In concreto ed in ordine di rilevanza avremo le problematiche di dominanza e lateralizzazione: dislessie, dislalie, incoordinazione gestuale, maldestrezza, difficoltà a distinguere la destra dalla sinistra, difetti di convergenza (spesso con deficit alternati), mancata o incorretta coordinazione occhio-mano o occhio-piede, deficit d'attenzione e di concentrazione, scarsa resa scolastica e sportiva, alterazioni caratteriali e così via.

Di solito questi soggetti dimostrano difficoltà ad apprendere attività che richiedono l'utilizzo di quelle sequenze maturative che hanno subito il salto nell'appuntamento prima menzionato.

Per loro è indispensabile un'operazione di ripristino, consistente nella cancellazione delle sequenze errate, con successiva ricostruzione delle corrette sequenze ontogenetiche, dall'appuntamento saltato.

A livello oculare i movimenti saccadici precedono, per maturazione, i movimenti di vergenza.

Seguendo quanto esposto nel paragrafo precedente, possiamo così riassumere i movimenti oculari in base alla maturazione funzionale, dalla lunga distanza monoculare alla breve distanza binoculare:

- Visione monoculare
- Visione bioculare: con i due occhi non coniugati, in assenza, cioè, di processo fusionale
- Visione binoculare: in presenza di processo fusionale e quindi con percezione della tridimensionalità spaziale (stereo)

E integrando sul piano neurologico, possiamo così riassumere il processo maturativo della coordinazione binoculare:

- Ponte: movimenti saccadici sul piano orizzontale
- Mesencefalo: movimenti saccadici verticali e movimenti di vergenza
- Ponte, cervelletto, corteccia cerebrale: movimenti lenti di inseguimento
- Vestibolo e propriocezione muscolare (oculare e del collo): direzione dello sguardo.

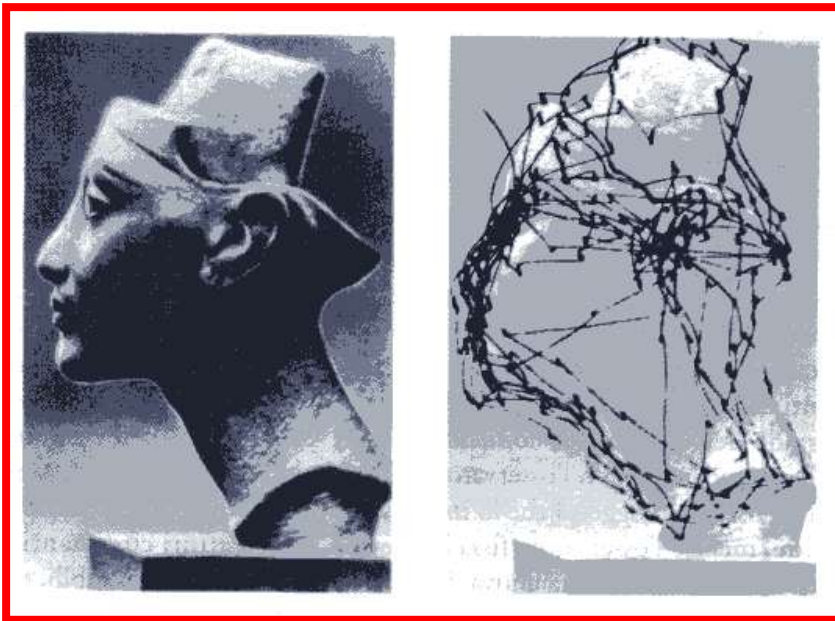
Il passaggio nella motricità oculare da una tappa a quella subito successiva necessita, perché sia correttamente effettuato, che siano rispettate le sequenze ad esso subito precedenti e così via.

Allo stesso modo possiamo interpretare una disfunzione funzionale come un'interruzione morfogenetica, quindi leggere l'intervento riabilitativo nella scala dell'ontogenesi, ripartendo dallo scalino subito precedente per ricostruire la corretta sequenza.

In quest'ottica i movimenti saccadici sono l'inizio della funzione dell'oculomotricità fusionale binoculare.

Il controllo dei movimenti saccadici può essere modificato con l'esperienza.

Quando osserviamo un'immagine od un oggetto, il nostro sguardo non



percorre tutta la superficie in maniera uniforme, bensì si sposta per saccadi successive; allo stesso modo, quando leggiamo un testo, non seguiamo le lettere ad una ad una, al contrario i nostri occhi sfruttano i meccanismi

saccadici, spostandosi a salto da un punto all'altro del bersaglio e facendo astrazione di quanto saltato.

È il cervelletto che interviene come supervisore dell'attività ballistica oculare: la parte dorsale del verme e dei nuclei del fastigio agisce, infatti, controllando l'ampiezza del movimento; il flocculo adegua l'entità dello scalino saccadico all'intensità dell'impulso, per renderlo congruente; l'effetto risultante è la riduzione della componente d'errore (**deriva post-saccadica**).

Tutto questo può essere allenato e migliorato con l'esercizio.

Il trigemino interagisce con l'oculomotricità.

L'attività saccadica può essere influenzata dalle interferenze dei piani occlusali dentali e dall'attività della lingua contro il palato nella deglutizione: questo avviene per l'intervento delle vie sensitive trigeminali che, dai recettori parodontali e dal recettore palatino, arrivano al nucleo sensitivo e quindi alla reticolare trigeminale, vera e propria stazione di prima elaborazione dell'informazione.

Dai recettori parodontali parte la **via noradrenergica**, che interviene tra l'altro nella stimolazione del locus coeruleus, struttura troncoencefalica preposta a controllo del ritmo sonno-veglia: il locus coeruleus, infatti, è attivo durante la fase di veglia, mentre riduce la frequenza di scarica nella fase non-REM del sonno, per diventare del tutto silente nella fase REM del sonno (sonno paradossale).

Da studi recenti, inoltre, risulterebbe che la dominanza occlusale (vale a dire la masticazione preferenziale unilaterale) sia in grado di influenzare, sempre a livello del SNC, la distribuzione anche di altri neurotrasmettitori (come la **dopamina**, la **colina** e la **serotonina**) e di conseguenza di condizionare la diffusione del **glutammato** a livello cerebrale. Il risultato finale si esprime a livello dei canali voltaggio-dipendenti cellulari, con alterazione della loro permeabilità per gli ioni Ca^{++} e Cl^- e con le modifiche conseguenti di sensibilità e risposta agli stimoli da parte dei neuroni stessi.

Nel **recettore palatino** o spot linguale (il punto in cui si appoggia la lingua nella sua condizione muscolare ottimale), invece, sono presenti gli stessi recettori che si trovano anche nella pianta del piede, ma nel palato lavorano non per sollecitazione da contatto, bensì per perdita di contatto: la

stimolazione del recettore palatino permette di aumentare la forza muscolare somatica e di spostare indietro la testa, per riallinearla all'asse corporeo sagittale.

Inoltre, la lingua, nel suo lavoro contro il palato, è in grado di muovere le ossa palatine e quindi di influenzare direttamente il **meccanismo respiratorio primario**, vale a dire il lavoro di flesso-estensione delle ossa craniche tra di loro, meccanismo che permette di pompare il liquor rachideo lungo tutto l'asse neuronale, dal cranio fino all'osso sacro e alle emergenze delle radici nervose spinali, sempre avvolte dal rivestimento duramerico. È un'attività che ha un ciclo di 9-12 ripetizioni minuto, ma che può variare rapidamente, in base allo stato fisio-patologico e emozionale dell'individuo.

La rilevanza del trigemino nei processi cognitivi è stata più volte evidenziata: sappiamo infatti che in corso di malattie come Parkinson, Alzheimer ed altre patologie di tipo degenerativo, sono presenti nell'insieme una deafferentazione di tipo trigeminale ed un'alterazione delle saccadi oculari; per cui si può affermare, a pieno titolo, che i movimenti saccadici e la propriocezione trigeminale fungono da substrato per tutti i nostri processi cognitivi.

I movimenti saccadici intervengono nella regolazione posturale.

Fino ad adesso era stata data rilevanza, per il controllo posturale, ai movimenti di vergenza, tuttavia, da nostre osservazioni cliniche recenti, si è evidenziato che l'attività saccadica oculare è in grado di modificare in maniera rapida i parametri posturali in soggetti con squilibrio posturale.

Da quanto riportato nei paragrafi precedenti, sappiamo anche che l'attività saccadica è gerarchicamente lo scalino più basso dell'oculomotricità binoculare, il primo appuntamento dell'organizzazione neurologica dello sguardo fusionale.

Forti di queste considerazioni, abbiamo avviato un lavoro diretto a quantificare la variazione dei parametri stabilometrici nei soggetti con squilibrio posturale, dopo somministrazione di un test specifico per i movimenti saccadici.

Il lavoro preliminare è stato condotto su 23 soggetti di età variabile, scelti in base ai seguenti **criteri di inclusione** (tutti necessari):

- Età compresa tra 18 e 80 anni
- Visione binoculare
- Presenza di moderato squilibrio posturale con minima o assente sintomatologia dolorosa
- Buon livello di comprensione delle istruzioni

- Capacità di mantenimento della stazione eretta su pedana in condizioni statiche sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi
- Assenza di patologie neurologiche o di marcate deformità di struttura (es.: scoliosi grave, mutilazioni, et al.)
- Assenza di eterotropie
- Assenza di Sindrome Disarmoniosa (quadro che vede il sistema non più in grado di rispondere in maniera adeguata alle necessità posturali).

I **criteri di esclusione** (sufficiente anche uno solo di questi) sono stati:

- Età inferiore ai 18 anni o superiore agli 80 anni
- Assenza di visione binoculare
- Presenza di squilibrio posturale con evidente o marcata sintomatologia dolorosa
- Scarso livello di comprensione delle istruzioni
- Incapacità al mantenimento della stazione eretta su pedana in condizioni statiche sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi
- Presenza di patologie neurologiche o di marcate deformità di struttura (es.: scoliosi grave, mutilazioni, et al.)
- Presenza di eterotropie
- Presenza di Sindrome Disarmoniosa (quadro che vede il sistema non più in grado di rispondere in maniera adeguata alle necessità posturali).

In realtà il campione selezionato (23 elementi) aveva un range di età compreso tra i 20 e i 71 anni. Tutti gli altri criteri sono stati rispettati.

I test per l'attività saccadica.

Il test è stato così somministrato: i soggetti sono stati posizionati su pedana stabilometrica, con appoggio podalico spontaneo e visione binoculare; il target utilizzato è stato la sfera grande di Wolfe.

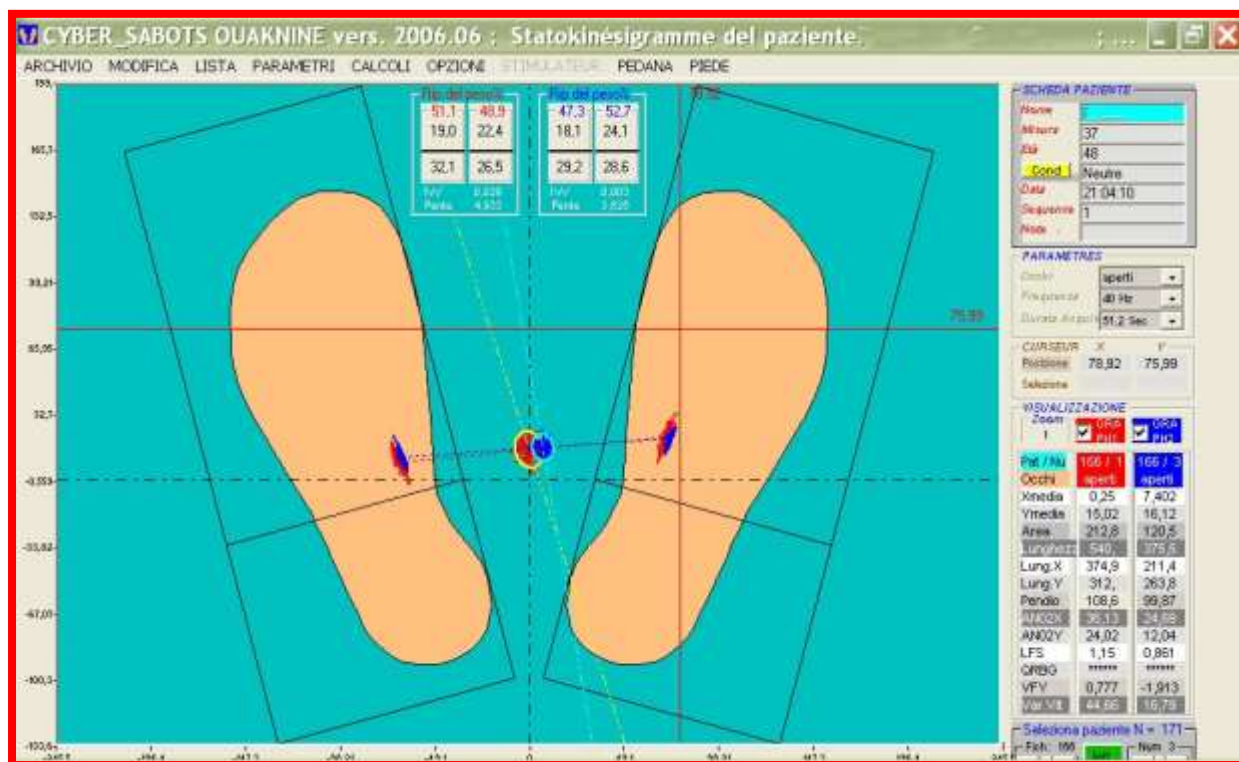
○ I° test:

- 2 target alla distanza di Harmon, a 20 cm circa dalla linea mediana per i due lati, ad altezza visiva
- Al comando il soggetto passava da un target all'altro e manteneva la visione, 10 ripetizioni

○ II° test:

- Un target a 15 cm e l'altro a 80 cm, ad altezza visiva, sulla linea mediana
- Al comando il soggetto passava da un target all'altro e manteneva la visione, 10 ripetizioni.

La rilevazione dei dati stabilometrici.



Lo strumento di rilevazione usato è stato la pedana **Cyber Sabots di M. Ouaknine**, in modalità statica, con i sabots (zoccoli) nella posizione spontanea dell'appoggio podalico del soggetto.

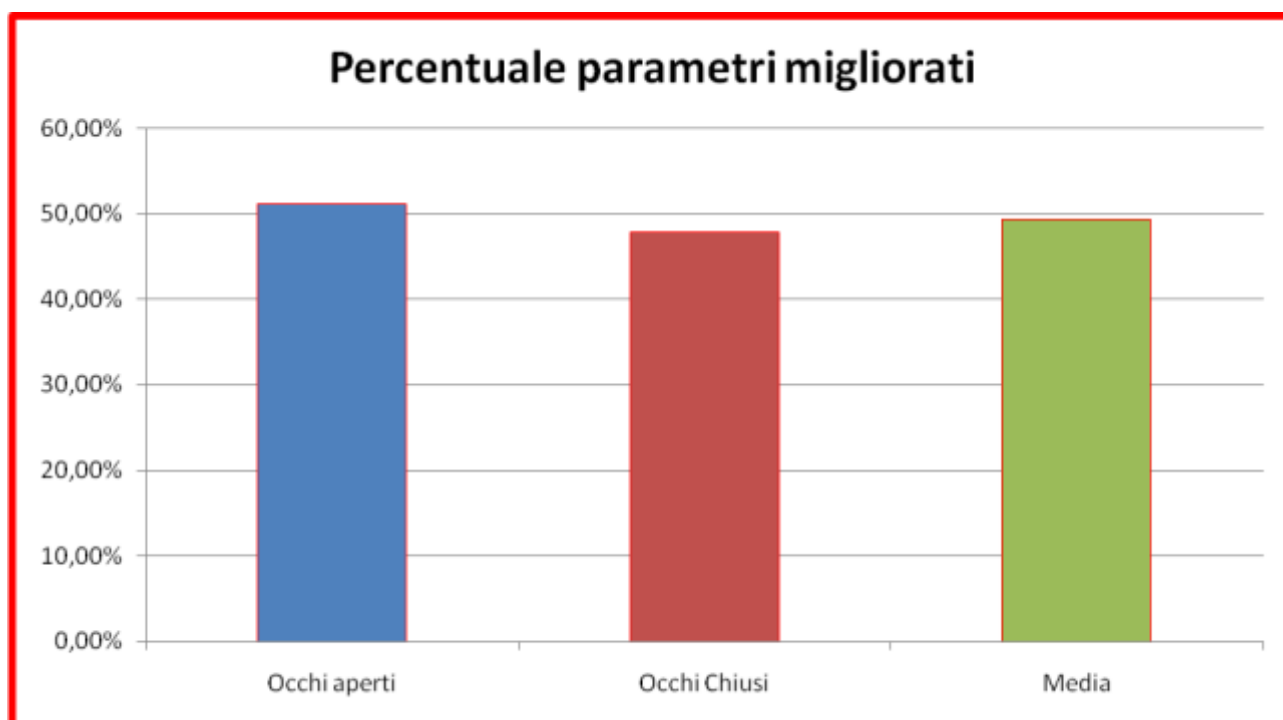
Sono state eseguite prove sia ad occhi aperti che ad occhi chiusi, della durata ciascuna di 51,2 secondi, in relazione al protocollo impostato per la pedana stessa.

I parametri che sono stati presi in considerazione sono:

- **X medio**
- **Y medio**
- **Distanza media**
- **Superficie dello statochinesigramma**
- **Lunghezza dello statochinesigramma**
- **Lunghezza in funzione della superficie (LFS)**
- **Velocità media**
- **Variazione della velocità**
- **Parametri frequenziali nella derivata di Fourier**
- **Quoziente di Romberg.**

I risultati.

Ad una prima lettura dei dati, risulta un **miglioramento medio del 49,42% dei parametri rilevati**, così ripartito:

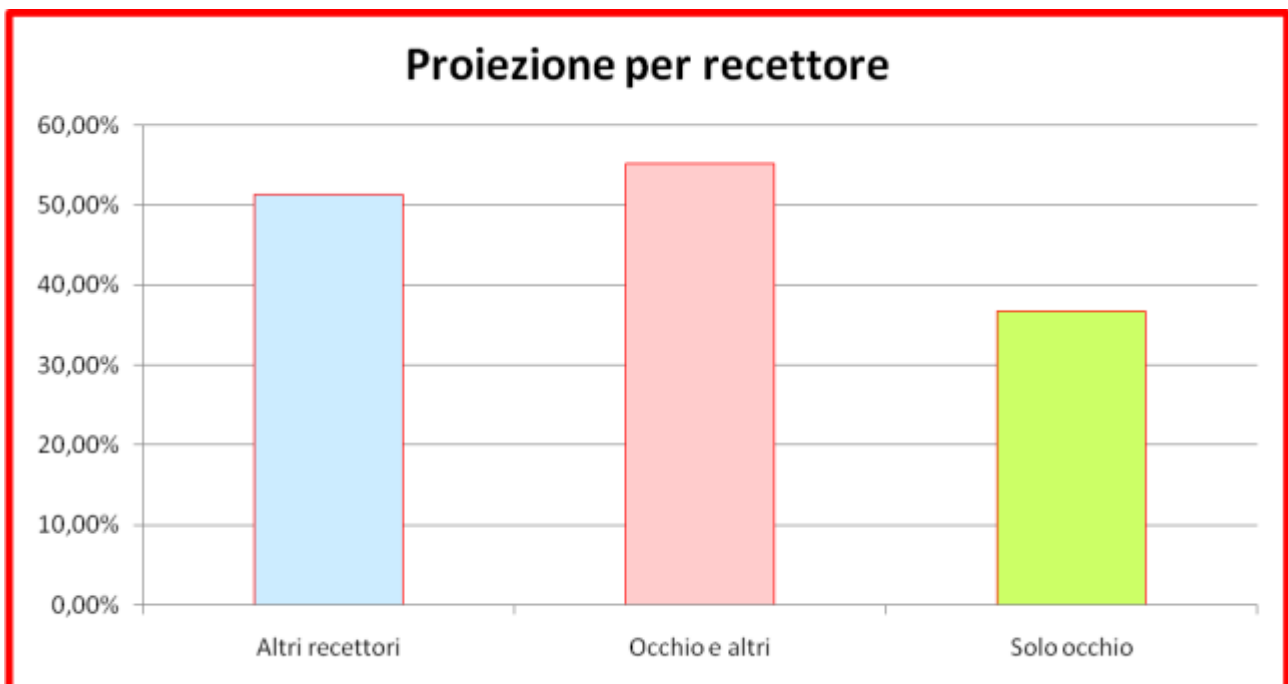


- 51,09% di parametri migliorati nelle prove ad occhi aperti
- 47,83% di parametri migliorati nelle prove ad occhi chiusi.

Inoltre, abbiamo voluto suddividere i soggetti a seconda dei recettori squilibrati (seguendo i risultati dell'esame posturale effettuato preventivamente):

- Altri recettori (escluso l'occhio)
- Occhio e altri recettori
- Solo occhio.

I risultati sono stati:



- 51,36% di parametri migliorati nella categoria altri recettori
- 55,29% di parametri migliorati nella categoria occhio e altri recettori

- 36,73% di parametri migliorati nella categoria solo occhio.

Scendendo ancora nei dettagli:

- Altri recettori
 - Ad occhi aperti 63,89% di parametri migliorati
 - Ad occhi chiusi 39,33% di parametri migliorati
- Occhio e altri recettori
 - Ad occhi aperti 53,03% di parametri migliorati
 - Ad occhi chiusi 57,45% di parametri migliorati
- Solo occhio
 - Ad occhi aperti 34,72% di parametri migliorati
 - Ad occhi chiusi 38,67% di parametri migliorati.

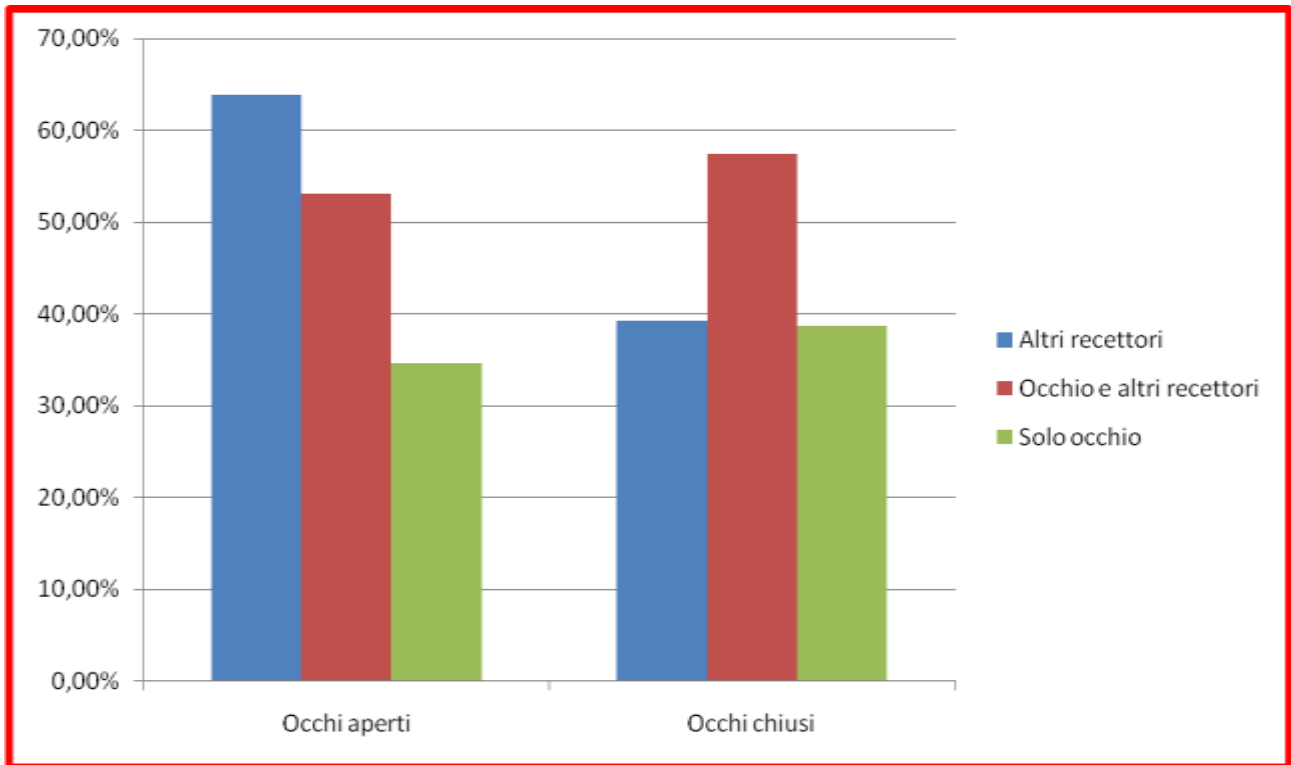
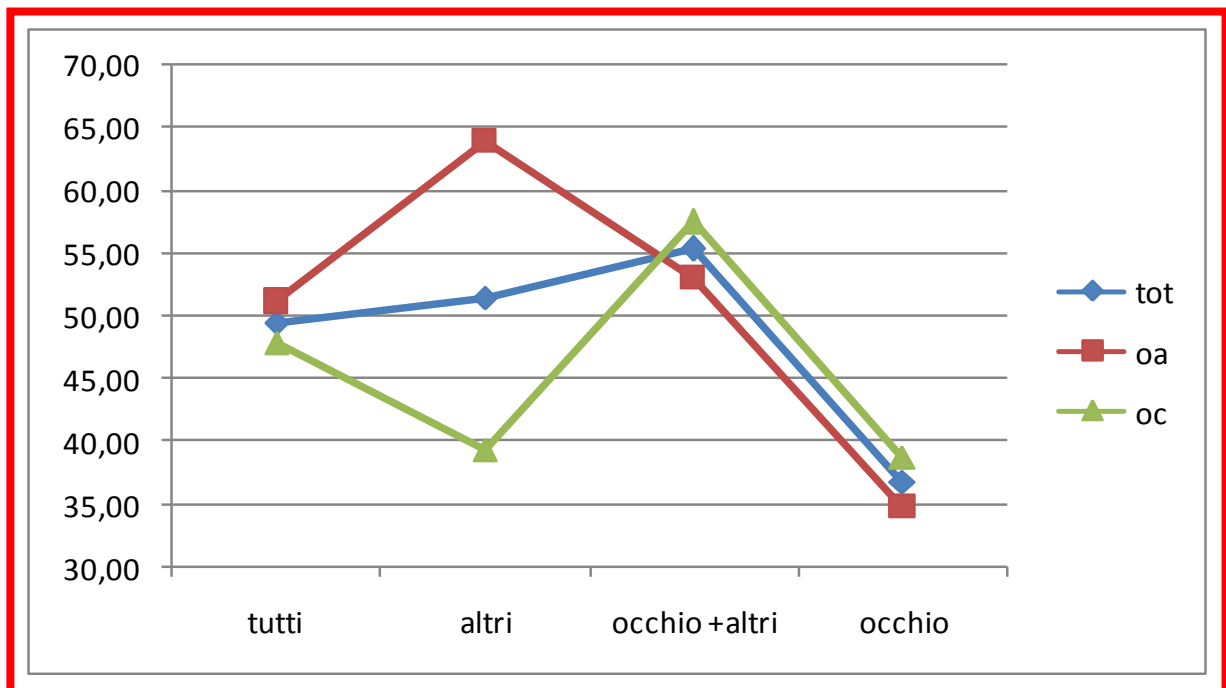
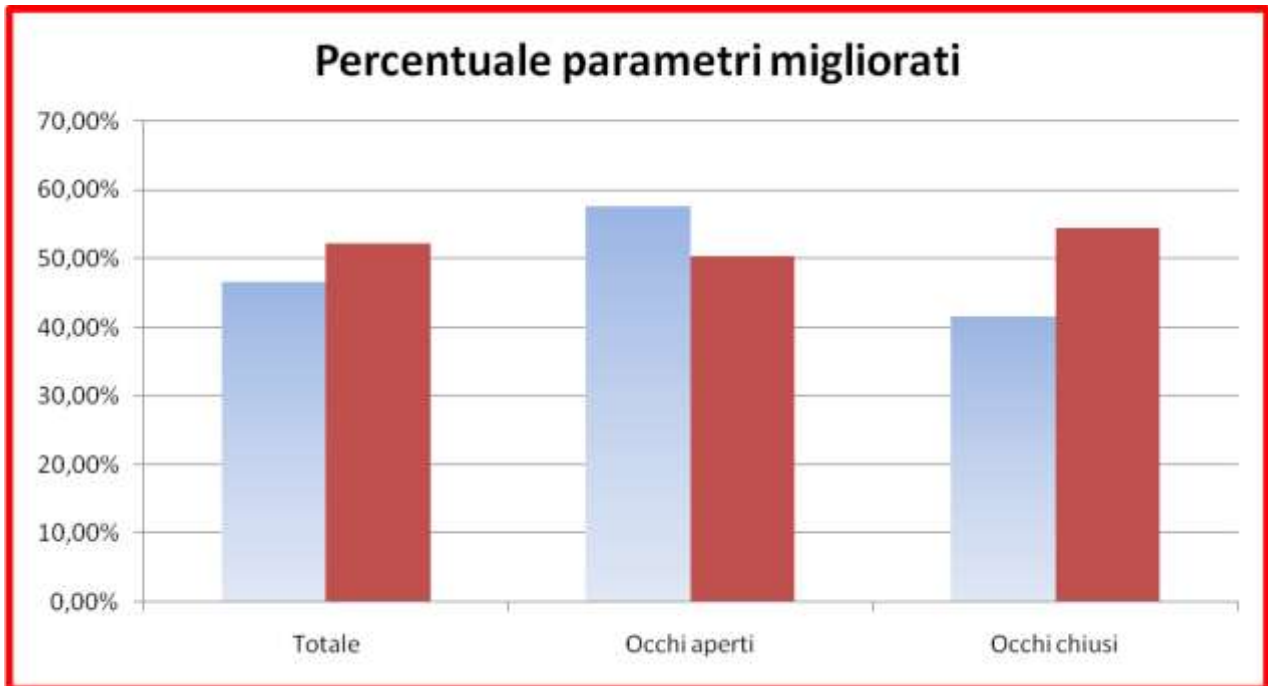


Grafico totale riassuntivo.



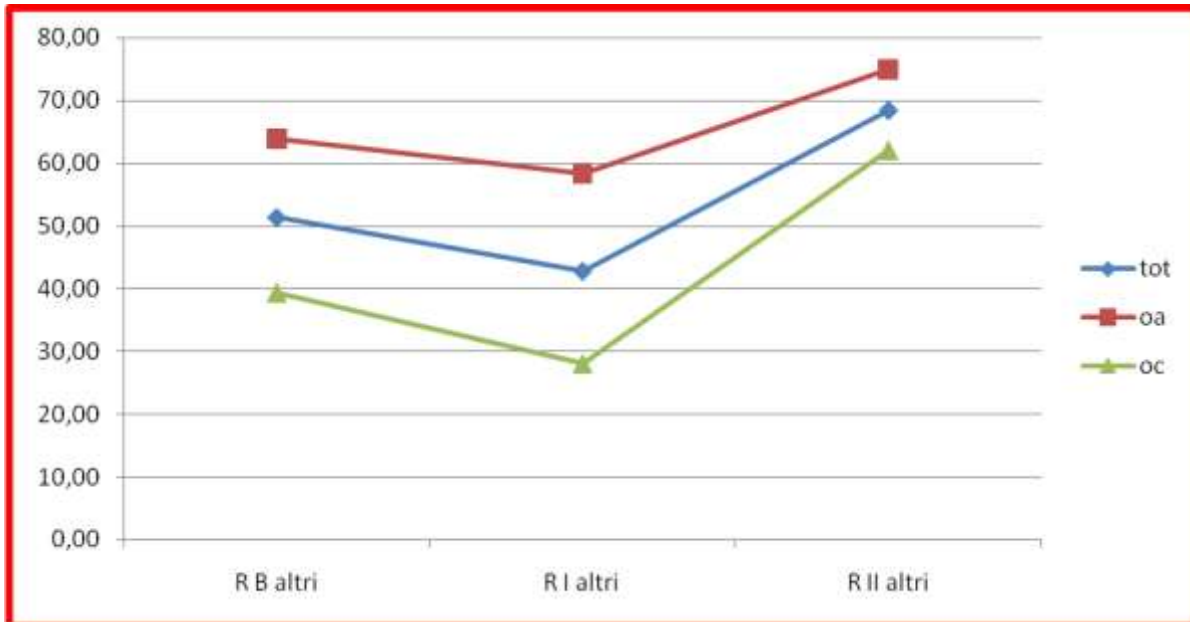
Inoltre abbiamo voluto suddividere il gruppo in due sottogruppi, in base al fatto che i soggetti erano stati visti in due sedi distinte e in due tempi diversi; abbiamo quindi rilevato quanto segue:

Risultati dei due gruppi a confronto:



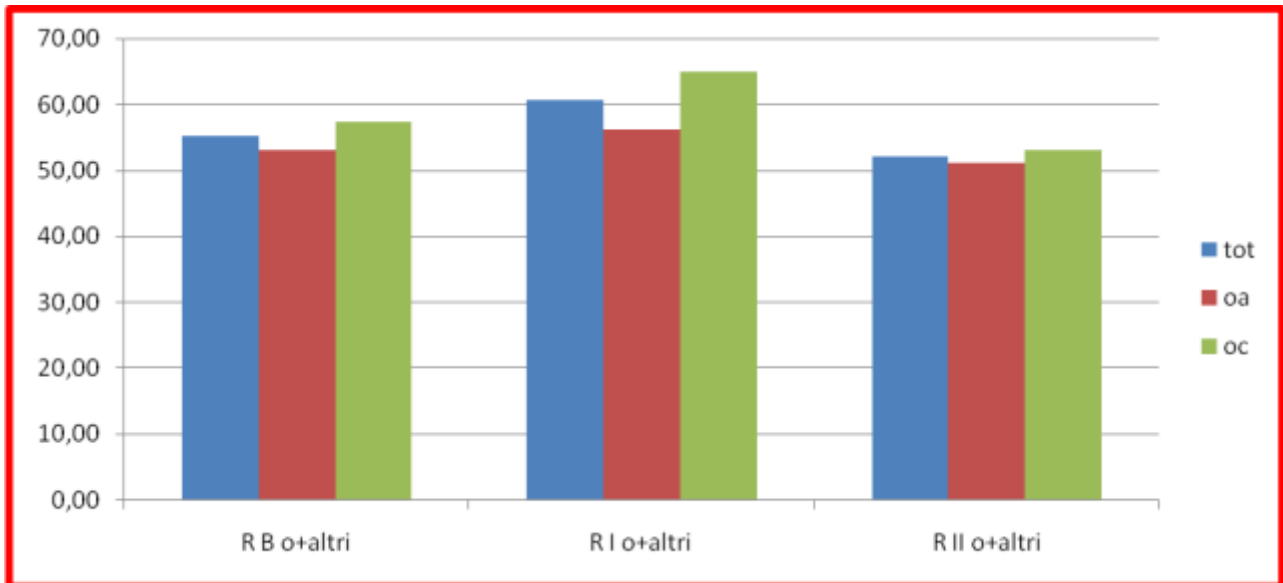
- I° gruppo: 46,60% dei parametri migliorati, così ripartiti
 - Ad occhi aperti: 51,74% dei parametri migliorati
 - Ad occhi chiusi: 41,67% dei parametri migliorati
- II° gruppo: 52,20% dei parametri migliorati, così ripartiti
 - Ad occhi aperti: 50,38% dei parametri migliorati
 - Ad occhi chiusi: 54,55% dei parametri migliorati.

Di cui, scendendo nei recettori:



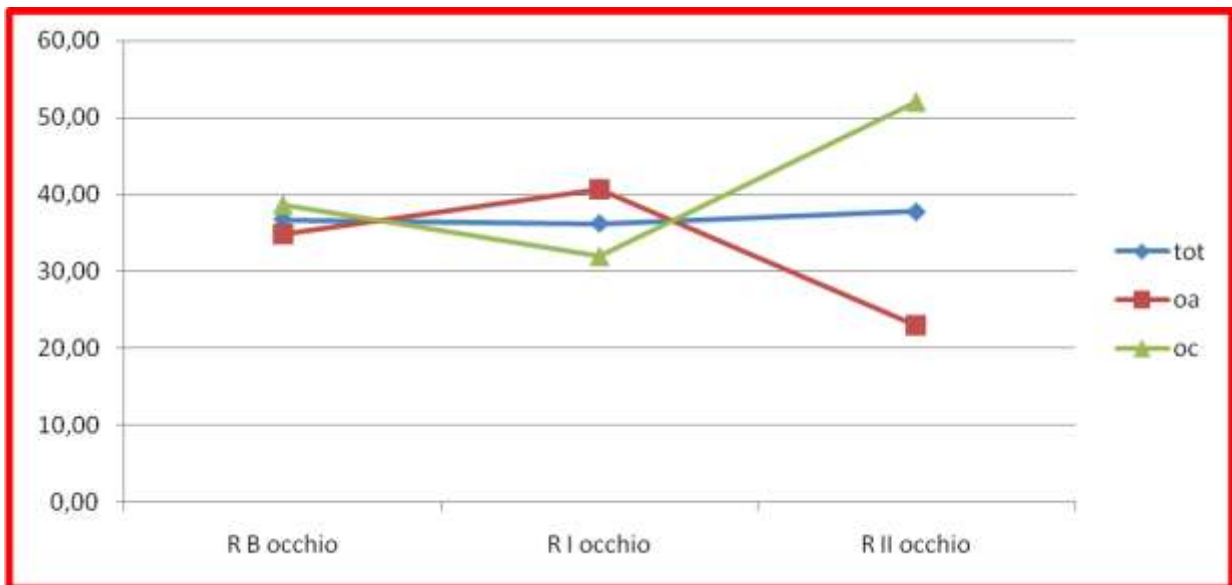
- Altri recettori:

- I° gruppo: 42,86% dei parametri migliorati, di cui
 - Occhi aperti: 58,33% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 28,00% dei parametri migliorati
- II° gruppo: 68,37% dei parametri migliorati
 - Occhi aperti: 75,00% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 62,00% dei parametri migliorati



- Occhio e altri recettori:

- I° gruppo: 60,71% dei parametri migliorati, di cui
 - Occhi aperti: 56,25% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 65,00% dei parametri migliorati
- II° gruppo: 52,19% dei parametri migliorati
 - Occhi aperti: 51,19% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 53,14% dei parametri migliorati

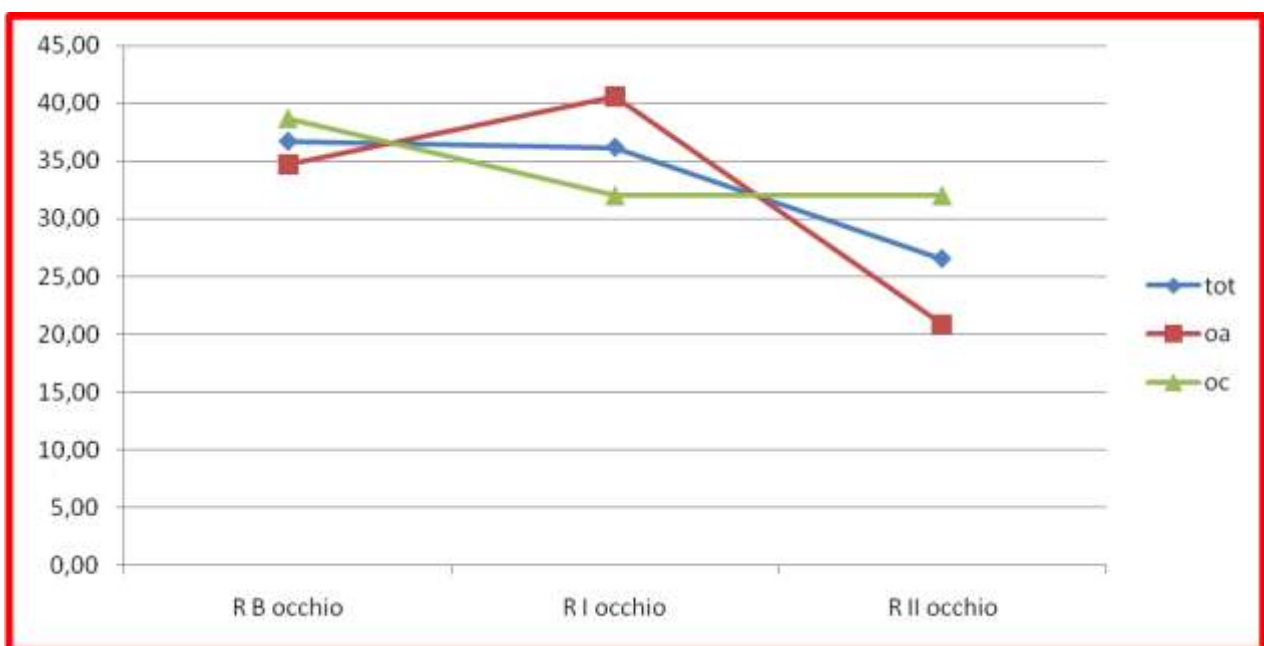


- Solo occhio:

- I° gruppo: 36,22% dei parametri migliorati, di cui
 - Occhi aperti: 40,63% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 32,00% dei parametri migliorati
- II° gruppo: 37,76% dei parametri migliorati
 - Occhi aperti: 22,92% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 52,00% dei parametri migliorati

Nel secondo gruppo, recettore solo occhio, si presenta una forbice molto aperta tra le prove ad occhi aperti e quelle ad occhi chiusi, dato piuttosto discordante rispetto agli altri grafici: tutto questo si annulla eliminando un soggetto che, dato il campione ristretto, influenza eccessivamente la curva.

Per cui, dopo tale eliminazione, il grafico risultante sarebbe il seguente:



- II° gruppo: 26,53% dei parametri migliorati
 - Occhi aperti: 20,83% dei parametri migliorati
 - Occhi chiusi: 32,00% dei parametri migliorati

Osservazioni.

Il fatto che ci ha colpito è stato che il numero minore di parametri migliorati è stato registrato nella categoria con interessamento del solo recettore oculare, mentre le altre categorie hanno spiccato per il guadagno ottenuto: ipotizziamo che questo sia avvenuto per l'adattamento recettoriale reciproco, che ha potenziato la risposta.

Ricordiamo, infatti, per quanto detto in precedenza, che i recettori dialogano in maniera continua e bidirezionale tra di loro, per produrre la necessaria modulazione adattativa finale.

Ribadiamo ancora una volta che i movimenti saccadici rappresentano il primo scalino dell'oculomotricità binoculare, ovvero fusionale, vero e proprio substrato morfologico, senza il quale, come evidenziano le Neuroscienze, non è possibile modificare gli scalini subito superiori e quindi la funzionalità dello sguardo sia nelle componenti retiniche che in quelle propriocettive.

L'indicazione che ci viene di dare è quindi sulle implicazioni terapeutiche: **la riattivazione e l'allenamento saccadico modificano la capacità di reazione oculare in tempo rapidi, con le conseguenze ad essa correlate, dando nuova disponibilità al sistema ed interagendo col controllo posturale.**

L'esercizio saccadico può, a nostro parere, essere inserito a pieno titolo nel protocollo di intervento posturale per la sua semplicità ed efficacia.

Nota aggiuntiva.

I test somministrati nel corso della sperimentazione hanno dato anche delle risposte dal lato clinico: durante le prove, infatti, abbiamo potuto osservare quanto accadeva a livello oculare, vale a dire che l'esecuzione dei test evidenziava i difetti di oculomotricità presenti.

Così abbiamo potuto rilevare le seguenti possibilità:

- Un occhio che esegue la prestazione in modo ottimale, mentre l'altro presenta una deriva saccadica, vale a dire un errore nel centrare il target: in questi casi, nella prosecuzione del test, erano evidenti saccadi successive, via via di minore entità, fino alla centratura del target
- L'altro occhio che esegue la prova correttamente: a volte era l'occhio di guardia, a volte era l'occhio direttore.

Altra possibilità:

- Entrambi gli occhi presentano, in modo asimmetrico, il fenomeno della deriva saccadica e della correzione dell'errore.

In entrambi i casi, nella prosecuzione della prova, abbiamo constatato che l'errore tendeva a diminuire.

Nessuno dei soggetti ha eseguito le prove senza errore iniziale.

Tutto questo ci ha colpito attirando la nostra attenzione e ci siamo proposti di analizzarlo in modo più approfondito con un lavoro successivo.

Esulava comunque dagli aspetti preposti e soltanto per questo non è stato affrontato in tale sede.

Tuttavia siamo arrivati alla conclusione che i test presi in considerazione possano essere usati sia in fase d'esame, per evidenziare un problema di oculomotricità, in specie a carico dell'attività saccadica binoculare, sia nella fase riabilitativa.

I ringraziamenti:

*Un ringraziamento ai colleghi dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi di Firenze e al Suo Presidente, il dr. **Giuliano Bruni**, per la gentile collaborazione e il competente aiuto prestati.*

*Un ringraziamento al prof. **Philippe Caiazza**, per il supporto e l'insegnamento datoci.*

*Un ringraziamento al prof. **Vincenzo De Cicco**, per aver stimolato le nostre menti coi i giusti stimoli a ricercare.*

*Un ringraziamento particolare all'**Università di Pisa**, nello specifico qui rappresentata dalla prof.ssa **Gloria Raffaetà**, per averci offerto questa meravigliosa occasione di crescita professionale e per l'impegno profuso alla divulgazione delle conoscenze in Posturologia.*

*Un ringraziamento speciale al prof. **Angelo Cioci**, specialista in Psicologia Medica, Clinica Pediatrica, Pediatria Preventiva, docente in neuropsicologia, che con la Sua consulenza ci ha aperto nuovi obiettivi.*

Infine un ringraziamento a tutti quelli che, in modo più o meno evidente, hanno contribuito a questo lavoro e ai suoi risultati.

Bibliografia essenziale.

- **Baron J.** – *Relazioni tra i muscoli motori oculari, le pinne e l'equilibrio dei pesci – Estratti dei resoconti delle sedute dell'Accademia delle Scienze* – Tomi 1087-1089, 1950
- **Bonavita V., Di Iorio G.** – *Neurologia Clinica* – Ed. C.G. Medico-Scientifiche, 1996
- **Bradley W.G., Daroff R. B., Fenichel G.M., Marsden C.D.** – *Neurologia nella pratica clinica* – CIC Ed, 2003
- **Busquet L.** – *Le catene muscolari* 5 vol., – Ed. Marrapese, Roma, 1996-2009
- **Busquet-Vanderheyden M.** – *Le catene muscolari, La catena viscerale*, vol. 6 – Ed. Marrapese, Roma, 2009
- **Crossman A.R., Neary D.** – *Neuroanatomia* – Springer Ed.,1998
- **Da Cunha H.M.** – *Le syndrome de déficience posturale (SDP)* – *Agressologie*, 28, 941 – 943, 1987
- **Denys Struyf G.** – *Les chaînes musculaires et articulaires* – S.B.O., 1979
- **Gagey P.M., Weber B.** – *Posturologia. Regolazione e perturbazioni della stazione eretta* – 2^a edizione – Marrapese Editore – Roma, 2000

- **Gagey PM, Martinerie J, Pezard L, Benaim C.** – *L'équilibre statique est contrôlé par un système dynamique non-linéaire* – Ann Otolaryngol Chir Cervicofac 1998;115(3):161-8
- **Kandel E.R., Schwartz J.H., Jessel T.M.** – *Principi di neuroscienze* – Terza edizione – Casa Editrice Ambrosiana – Bologna, luglio 2003
- **Montecucco NF.** – *Cyber. La visione olistica* – Edizioni Mediterranee, Roma 2000
- **Moro F.** – *Podologia non lineare – Introduzione* – Marrapese Editore – Roma, 2006
- **Pointhiere Y., Moro F.** – *Osteopatia, Postura, Evoluzione* – Attualità in Terapia Manuale e Riabilitazione 2001;1:5-11
- **Purves D., Augustine G.J. et al.** – *Neuroscienze* – Seconda edizione – Zanichelli – Bologna, dicembre 2004
- **Roll J.P., Roll R.** – *Corso di Neurofisiologia della Regolazione Posturale – Atti* – Padova, 20 settembre 2008
- **Roll J.P., Roll R.** – *Kinesthetic and motor effects of extraocular muscle vibration in man* – in: Eye movements – O'Regan J.K. & Levy-Schoen A. – Amsterdam, 1987
- **Ruggieri V., Marone P., Fabrizio M.E.** – *Immagine corporea, sensibilità tattile al solletico e anoressia mentale* – Cibus, 1, 11-21, 1997

- **Scoppa F.** – *Posturologia e approccio terapeutico integrato: Biomeccanica e Bioenergetica* – Volume Atti I° Congresso Nazionale di Posturologia, Sorrento 27-30 Maggio 1999, Scuderi Ed., Napoli, pp. 283-294

- **Tricot P.** – *Osteopatia fasciale. Approccio e tecniche tissutali per un'osteopatia della coscienza* – Marrapese Editore, Roma 2002

- **Ugolini D.** – *Importanza dell'entrata oculare nello sport* – Tesi sperimentale A.A. 2003-2004 – Master Interdisciplinare di I° livello in Posturologia – Università “La Sapienza” – Roma

- **Ugolini D.** – *Occhio e postura* – A.I.O.C. – Rivista di contattologia e optometria dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi – vol. XXXIII – n. 2 – 2009

- **Ugolini D.** – *Il controllo dello sguardo e le implicazioni posturali* – A.I.O.C. – Rivista di contattologia e optometria dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi – N. 2 – 2010

Indice.

Abstract	2
Lo scopo di questo studio	3
I movimenti oculari nel controllo posturale	4
Sei sistemi neuronali di controllo mantengono la fovea sul bersaglio visivo	5
I movimenti oculari sono gestiti da un complesso neuromuscolare composto da sei muscoli e tre nervi cranici	7
L'informazione propriocettiva è una scarica frequenziale	9
Le catene muscolari sono gli effettori del sistema propriocettivo	11
La propriocezione extraoculare è coinvolta nella percezione della profondità	12
Il controllo delle attività oculari è centrale	13
Il Coefficiente di Organizzazione Neurologica è fenotipico	15
A livello oculare i movimenti saccadici precedono, per maturazione, i movimenti di vergenza	18
Il controllo dei movimenti saccadici può essere modificato con l'esperienza	20
Il trigemino interagisce con l'oculomotricità	21
I movimenti saccadici intervengono nella regolazione posturale	23
I test per l'attività saccadica	25
La rilevazione dei dati stabilometrici	26
I risultati	28
Grafico totale riassuntivo	31
Risultati dei due gruppi a confronto	32
Osservazioni	37
Nota aggiuntiva	38
I ringraziamenti	40
Bibliografia essenziale	41
Indice	44