

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Fisica e Astronomia “Galileo Galilei”

Corso di Laurea Triennale in Ottica e Optometria

Tesi di Laurea

**“L’imprescindibile relazione tra gli occhi e la posizione del capo:
una ricerca bibliografica”**

Relatore: Prof. Facchin Paolo

Laureanda: Cesaro Margherita

Matricola: 1153977

Anno Accademico 2019/2020

INDICE

ABSTRACT.....	1
INTRODUZIONE.....	2
CAPITOLO 1: OCCHI E POSTURA.....	3
CAPITOLO 2: VIA OCULOCEFALOGIRA.....	16
2.1 Definizione.....	16
2.1.1 Dal punto di vista recettoriale.....	17
2.1.2 Dal punto di vista dei nuclei e dei rispettivi nervi cranici.....	20
2.1.3 Dal punto di vista fasciale.....	28
2.2 Riflessi stabilizzatori.....	29
CAPITOLO 3: POSIZIONE ANOMALA DEL CAPO E TORCICOLLO.....	31
3.1 Definizione.....	31
3.2 Classificazione eziologica del torcicollo oculare.....	34
3.2.1 Per migliorare l'acuità visiva.....	34
3.2.1.1 Nistagmo.....	34
3.2.1.2 Cause refrattive.....	36
3.2.1.3 Blefaroptosi palpebrale.....	39
3.2.1.4 Deficit del campo visivo.....	39
3.2.2 Per mantenere la visione binoculare - strabismo incomitante paralitico.....	41
3.2.2.1 Deficit del muscolo obliquo superiore.....	43
3.2.2.2 Deficit del muscolo retto laterale.....	45
3.2.2.3 Paralisi del III n.c.....	45
3.2.2.4 Deficit dell'elevazione monoculare.....	46

3.3 Classificazione clinica del torcicollo oculare.....	48
3.3.1 Testa ruotata.....	48
3.3.2 Testa inclinata.....	48
3.3.3 Mento elevato (chin up).....	48
3.3.4 Mento abbassato (chin down).....	49
CAPITOLO 4: METODI D'ESAME.....	50
4.1 Test 'Visual Acuity Difference'.....	50
4.2 Test 'Visuo Posturale'.....	54
4.3 Centratura delle lenti oftalmiche.....	57
CONCLUSIONI.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	61

ABSTRACT

Già intorno al 1930, Harmon descrive il corpo umano come un insieme di strutture dipendenti tra esse che si modificano, si adattano, si relazionano all'ambiente circostante al fine di garantire il massimo risultato con il minor sforzo possibile. Di fronte ad un deficit a livello oculare, refrattivo o patologico, automaticamente il corpo ricerca una condizione di stabilità e maggiore comfort, anche a discapito delle altre componenti costituenti l'organismo.

La Posizione Anomala del Capo (PAC) di origine oculare è un adattamento posturale di causa visiva acquisito dal soggetto al fine di permettere una migliore visione; consiste nell'assunzione di una posizione del capo che si discosta da quella definita 'Natural Head Position'.

Nella prima parte dell'elaborato sono riportati alcuni dei tanti studi condotti nel corso della storia dimostranti che la vista ha un ruolo fondamentale nella regolazione della postura. Si pone successivamente l'attenzione sul forte legame anatomico tra occhi, collo e sistema vestibolare, sia dal punto di vista recettoriale sia fasciale: tale legame è detto via oculocefalogira. Dopo aver definito la PAC e averla classificata in base al suo andamento nel tempo e all'asse o assi verso cui essa è orientata, vengono approfondite le cause visive principali di tale problema raggruppandole a seconda del vantaggio funzionale che il paziente ottiene con tale adattamento posturale (migliore acuità visiva o/e visione binoculare), e a seconda della posizione viziata del capo assunta (di inclinazione, di rotazione, di elevazione o abbassamento del mento).

Le cause riportate includono diverse varianti: dal semplice indossare gli occhiali in modo incorretto all'errata centratura delle lenti oftalmiche, da un astigmatismo non o mal compensato ad una correzione non più ottimale di una lente oftalmica progressiva, dal nistagmo ad una blefaroptosi palpebrale, da un deficit del campo visivo ad uno strabismo incomitante paralitico.

Per concludere sono descritti due test Visuo Posturali realizzati dal Dr. *L. Giannelli* in collaborazione con professionisti di posturologia, finalizzati a individuare condizioni che possono favorire l'insorgenza di una PAC e a distinguere una PAC oculare da una di diversa origine, dedicando un ultimo paragrafo all'attenzione da porre alla centratura delle lenti oftalmiche in soggetti che presentano tale adattamento.

INTRODUZIONE

Il sistema visivo molte volte è studiato e considerato come un apparato a sé stante, scollegato dal resto del corpo e deputato unicamente a fornirci uno dei sensi più preziosi e indispensabili: la vista.

Ci siamo mai chiesti come mai per attraversare la strada si accompagna il movimento degli occhi a destra e a sinistra con il collo? Perché quando si ha mal di testa si trova sollievo chiudendo gli occhi? E ancora, perché quando si ha un giramento di testa non si vede bene e si percepisce nausea?

Da queste semplici domande è nata l'idea di scegliere l'aggettivo 'imprescindibile', relativo al legame tra occhi, collo e sistema vestibolare, ma estendibile a tutte le componenti che costituiscono il corpo umano; deriva inoltre la curiosità di approfondire come il senso della vista sia capace di influenzare positivamente o negativamente la postura.

La vista è l'organo di senso che permette di comunicare e rapportarsi con il mondo esterno, di localizzarsi nell'ambiente circostante, ed è per questo che di fronte ad un deficit visivo il corpo adatta ogni sistema possibile al fine di garantire una visione migliore e confortevole.

Un adattamento posturale, di origine visiva, frequente nella pratica clinica e optometrica, è la cosiddetta posizione anomala del capo, o torcicollo oculare, assunta dal soggetto per due motivi principali: migliorare l'acuità visiva e mantenere la visione binoculare. Centraggi oftalmici errati, astigmatismi mal compensati, geometrie di lenti oftalmiche sbagliate, refrazioni non ottimali, sono solo una parte delle condizioni refrattive che sono in grado di promuovere un adattamento posturale del capo.

Risulta per cui utile effettuare dei test finalizzati a individuare la presenza o meno di una condizione che favorisca una eventuale posizione anomala del capo, e a differenziare una PAC di origine visiva da una di diversa causa, quale ortopedica, odontoiatrica, fisioterapica, osteopatica, suggerendo così un eventuale approccio multidisciplinare.

CAPITOLO 1: OCCHI E POSTURA

Le prime ricerche che portano alla consapevolezza della relazione tra occhi e postura risalgono ad un secolo fa, quando intorno al 1920 gli oftalmologi *C.L. Lowman* e *L. Mills* dimostrano che posture scorrette possono produrre variazioni dell'equilibrio dei due occhi favorendo l'insorgenza di eteroforie orizzontali e verticali e un aumento di condizione anisometropica.⁽¹⁾⁽²⁾

Se questi studi hanno ricevuto poche attenzioni, così non è stato per quelli di *D.B. Harmon*, un importante insegnante che ha studiato l'impatto dell'ambiente e della visione sull'apprendimento nei bambini in età scolare, i cui studi svolgono tuttora un ruolo fondamentale per l'optometria.

Nel suo articolo esteso '*The coordinated classroom*' egli afferma: "*Within certain limits, the human body is an organic mechanism fitted to survive by its capacity to adjust itself or its relationships to the environment in which it finds itself to go into action to establish balances with the forces and restraints which surround it, such as gravity, light, sound, temperature, and the like. The organism accomplishes this by shifting its internal equilibria between various bodily systems and parts, and by modifying or adapting many of its structures, through repeated function, to fit the specific environmental factors which it encounters in its day to day existence.*"

È con queste parole che egli descrive il corpo umano come un insieme di strutture che si modificano, si adattano, si relazionano all'ambiente circostante; le esperienze quotidiane di un bambino determinano la sua salute e il suo comportamento e per questo, se producono uno stress corporeo continuo, si avrà una crescita inefficiente, incompleta.

Dal 1938 *D.B. Harmon* inizia uno studio che coinvolge 160.000 bambini nel loro ambiente scolastico, e analizza come cattive abitudini posturali e inadeguate caratteristiche ambientali influenzano la crescita del corpo causando anche problemi visivi.

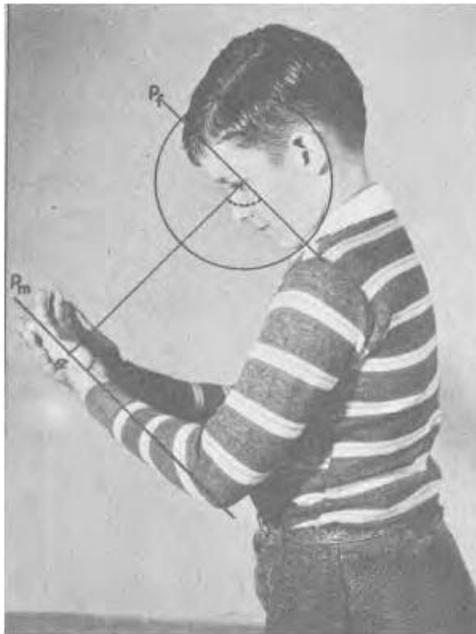
Nei primi anni svolge sui bambini esami psicologici e fisici (visivi, nutrizionali, odontoiatrici) e da essi ricava che:

- il 53.3% dei bambini presentava difficoltà visive;
- il 71.3% dei bambini presentava difficoltà nutrizionali;
- il 30.2% dei bambini presentava difficoltà posturali;
- il 20.9% dei bambini presentava affaticamento cronico.

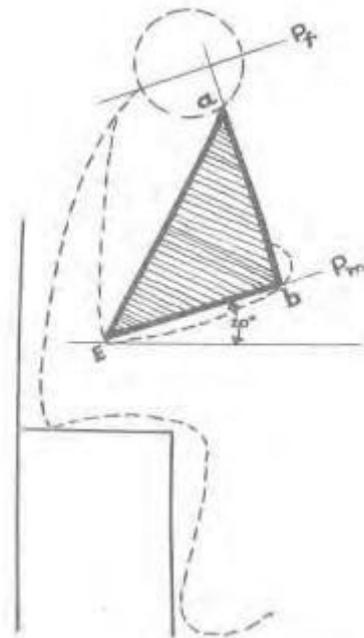
In parallelo analizza le caratteristiche ambientali dell'aula determinando i possibili fattori causanti questi disagi: la distribuzione e il numero delle finestre, la tipologia di illuminazione artificiale utilizzata, la disposizione e tipologia di sedie e tavoli, ecc.

Da attente analisi e approfonditi studi trae tre aspetti fondamentali dipendenti l'uno dall'altro:

1. la superficie di lavoro, se inclinata di un angolo del 20%, oltre a ridurre la compressione dei dischi intervertebrali della colonna vertebrale favorisce una postura corretta in quanto il piano di lavoro risulta parallelo al piano di sguardo del soggetto (piano del viso) [figura 1-2]. Su una superficie orizzontale infatti il bambino si sporge in avanti nel tentativo di portare il piano del suo viso in relazione parallela con il piano di lavoro. Poi, per sostenere le sollecitazioni gravitazionali aggiuntive sui muscoli della schiena, sostiene la testa con il braccio appoggiando il gomito sul banco, creando così una postura asimmetrica;
2. con il mantenimento della giusta distanza tra il piano di sguardo e il piano di lavoro, si ha il minimo dispendio di energia dei muscoli per sostenere il peso della testa e del tronco contro la forza di gravità. Questa misura prende il nome di distanza di Harmon, che corrisponde alla distanza tra il gomito e la parte distale della prima falange del dito medio . Mantenendo questo parametro il soggetto tiene i due occhi alla stessa distanza dal tavolo facilitando la visione binoculare e una corretta postura con un consumo minimo di energia;
3. l'altezza della scrivania dovrebbe essere tale che i piedi del bambino possano essere piatti sul pavimento.



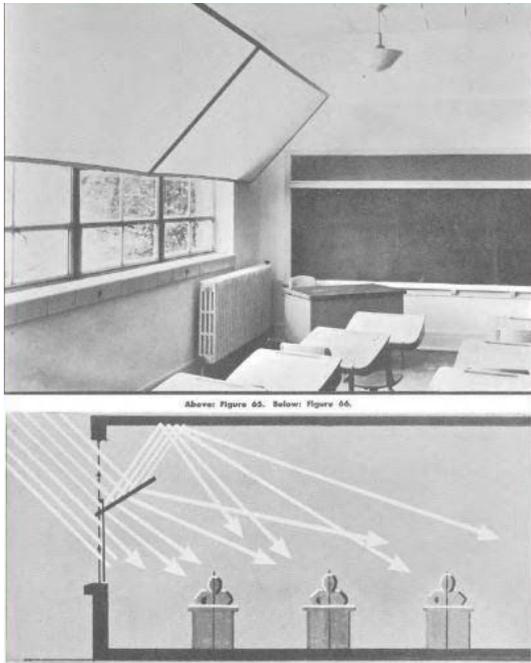
[fig.1]



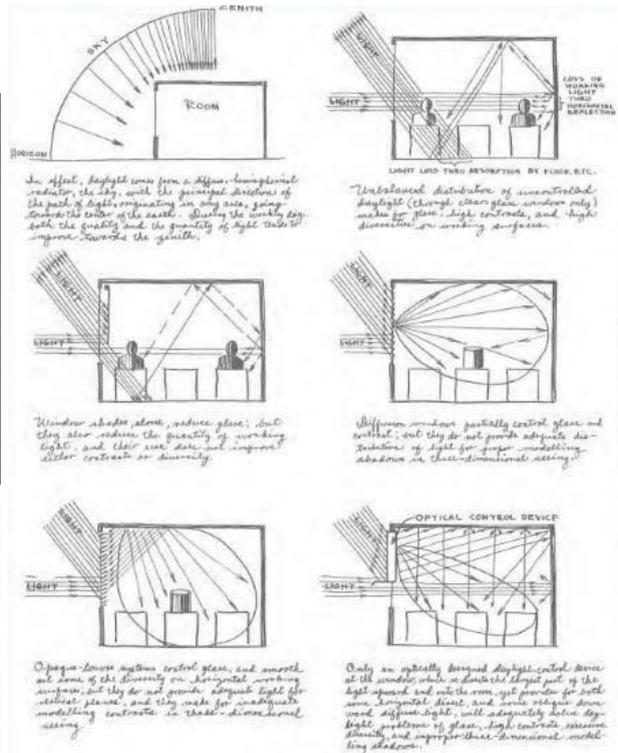
[fig.2]

Nel caso in cui un soggetto lavori a distanza ravvicinata in maniera non consona a quello descritto in precedenza, si possono sviluppare oltre ad affaticamento visivo e difficoltà nella lettura (come il mantenimento di fissazione) anomalie posturali, che richiedono un eccesso di energia per ristabilire le normali condizioni di lavoro. Tutto ciò, protratto nel tempo, può indurre miopia, ipermetropia, anisometropia, astigmatismo e iperforia per compensare le asimmetrie corporee.

D.B. Harmon osserva, studia, considera, analizza ogni aspetto dell'ambiente [figura 3-4]: l'illuminazione diurna e artificiale, le ombre create dalla mano utilizzata nella scrittura, i colori delle pareti, il contrasto che si crea tra lavagna e colore del gesso.



[fig.3]



[fig.4]

In base a queste nuove considerazioni fa ristrutturare le aule di scuola e dopo un periodo di sei mesi (da novembre 1942 a maggio 1943) sottopone ai bambini gli stessi test visivi e psicologici:

- solo il 18,6% ha riportato difficoltà visive;
- solo il 37,2% ha riportato problemi di nutrizione;
- solo il 22,4% ha riportato difficoltà posturali;
- solo il 9,3% ha riportato affaticamento visivo.

Le immagini sottostanti prese entrambe dal saggio originale *'The coordinated classroom'* di D.B. Harmon rappresentano:

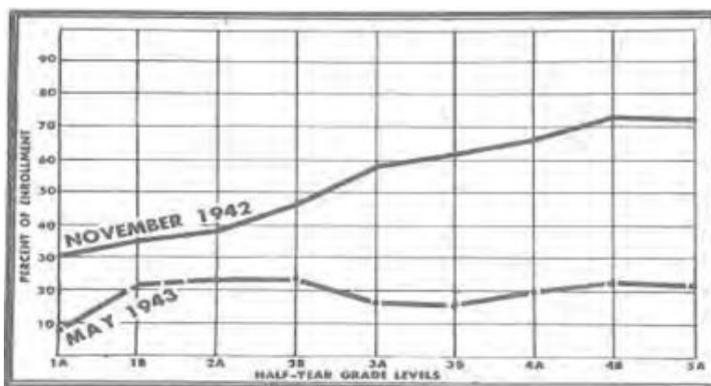
1. la tabella riportante le percentuali dei valori ricavati dai test a inizio e a fine esperimento e le percentuali di riduzione dei problemi;
2. il grafico mostrante l'andamento delle problematiche dei soggetti⁽³⁾⁽⁴⁾.

Figure 59
COMPARISON OF SOME HEALTH PROBLEMS
FOUND AT BEGINNING AND END OF THE SIX-
MONTH EXPERIMENTAL PERIOD
 November, 1942, and May, 1943.
 Becker School, Austin, Texas

PROBLEM	Per cent of cases found in November 1942	Per cent of cases found in May 1943†	Percentage change during six-month period
Visual Difficulties.....	53.3	18.6	-65.0
Nutrition Problems.....	71.3	37.2	-47.8
Chronic Infection.....	75.2	42.6	-43.3
Posture Problems.....	30.2	22.4	-25.6
Chronic Fatigue.....	20.9	9.3	-55.6

* Children entering school after November, 1942, eliminated from this table.

1.



2.

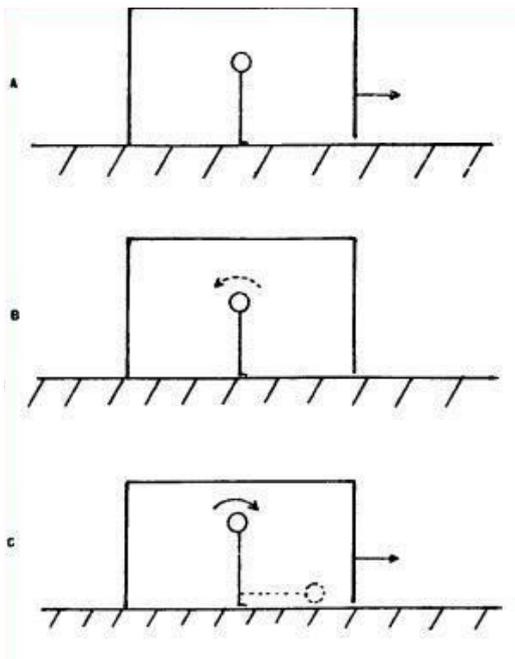
In base ai dati prodotti da *D.B. Harmon* risulta evidente quindi come la visione, la postura e le condizioni dell'ambiente circostante siano strettamente connesse.

Nel suo volume *'Notes of a dynamic Theory of Vision'* egli riporta inoltre altre ipotesi sulla postura e sulle posizioni che il nostro corpo assume in funzione della vista: i soggetti astigmatici tendono ad inclinare e/o ruotare lateralmente la testa e il grado di inclinazione tende a mostrare una relazione funzionale con l'asse dell'astigmatismo; i soggetti miopi inclinano la testa all'indietro e il mento di conseguenza si sposta in avanti mentre gli ipermetropi inclinano la testa in avanti e quindi il mento si sposta all'indietro; i soggetti esoforici sollevano e ruotano le scapole obliquamente e verso l'alto mentre i soggetti esoforici tendono a deprimere le scapole e a ruotarle obliquamente e verso l'interno.

Anni dopo, nel 1955, l'oculista francese *J. Baron* dimostra come modificando il tono della muscolatura oculomotrice dei pesci varia il loro atteggiamento relazionale spaziale; in particolare tramite una lesione iatrogena sul muscolo oculare retto esterno che produce un

difetto d'asse di meno di 4° si induce un movimento in circolo. Di conseguenza il pesce non è in grado di alimentarsi e sviluppa una scoliosi della spina⁽⁵⁾.

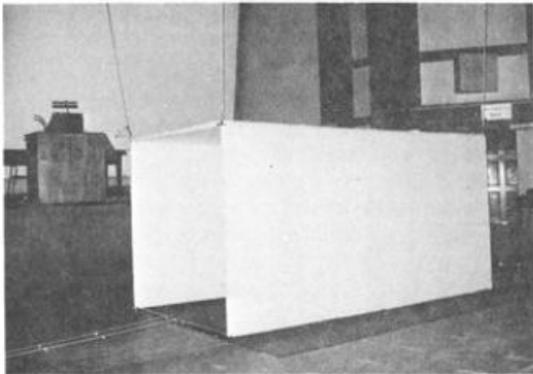
Nel 1974 gli studiosi *D. Lee* e *E. Aronson* dimostrano la correlazione tra visione ed equilibrio posturale tramite un esperimento chiamato "Moving room" [figura 5-6]. Essi scelgono di sottoporre questo test a degli infanti, in quanto nei primi anni di sviluppo le capacità di camminare, di stare in posizione eretta e di equilibrio sono più instabili e quindi gli effetti dell'esperimento sono più evidenti. Il soggetto si trova in una stanza con tre pareti e un soffitto mobili mentre il pavimento è stabile. Quest'ultima caratteristica consente di eliminare ogni tipo di influenza podalica e meccanica per poter studiare l'effetto del movimento delle pareti sulla postura e sull'equilibrio stimolando unicamente il sistema visivo. Essi notano che il soggetto oscilla, barcolla e/o cade nella direzione in cui si muove la stanza: muovendo le pareti verso il soggetto esaminato si provoca la sua caduta all'indietro poiché il cervello percepisce l'avvicinamento della parete come una caduta in avanti dell'esaminato stesso, provocando un movimento compensatorio posturale in senso opposto ovvero all'indietro. Al contrario, muovendo la stanza in avanti al soggetto viene spontaneo oscillare all'indietro, ma compie un aggiustamento posturale compensatorio e quindi cade in avanti⁽⁶⁾⁽⁷⁾. [figura 7]



[fig.7]

Questo esperimento fornisce un'ulteriore conferma riguardo la funzione di propriocettore che assume la visione, ovvero quella funzione che consiste nel fornire informazioni sulla

posizione e lo stato di ogni osso, muscolo e organo del corpo, per la regolazione della postura e, di conseguenza, dell'equilibrio.



[fig 5]



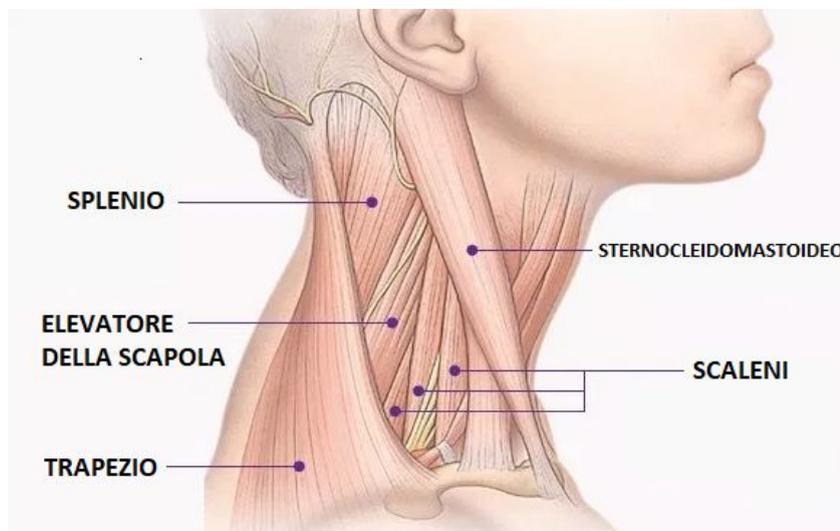
[fig.6]

I. Lie e R. Watten, ricercatori norvegesi, a metà degli anni '80 scoprono una relazione tra i muscoli del collo e l'attività accomodativa. Attraverso il monitoraggio elettromiografico di testa, collo e spalle, gli autori hanno mostrato come una attivazione accomodativa tramite lenti negative portasse ad un aumento di tono nei muscoli striati monitorati (frontale, massetere, trapezio e deltoide)⁽⁸⁾.

Tra i più recenti studi vi sono quelli di *R. & J. P. Roll* che intorno al 1990 applicano vibrazioni meccaniche alla muscolatura extraoculare di soggetti in posizione eretta, e osservano come queste inducono spostamenti del corpo intero, la cui direzione dipende strettamente da quale muscolo è stato vibrato. La vibrazione simultanea dei due retti superiori ha portato il soggetto a compiere un passo in avanti, mentre la vibrazione dei due retti inferiori ha provocato un passo all'indietro. Quando la stimolazione è stata applicata simultaneamente al retto laterale dell'occhio destro e al retto mediale dell'occhio sinistro, si è verificato uno spostamento verso sinistra e viceversa. Essi riescono così a dare credito all'ipotesi che la propiocezione extraoculare contribuisce alla regolazione della postura e

dell'intero corpo, ma non solo: sottolineano che è l'integrazione dei messaggi propriocettivi di tutti i muscoli del corpo umano a garantire il corretto equilibrio e la giusta armonia tra mondo esterno e corpo⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾.

Intorno al 1999, inoltre, gli oftalmologi svedesi *Y. Han* e *G. Lennerrstrand* confermano la relazione tra i muscoli del collo e oculari: non solo stimolando alcuni muscoli del collo con una vibrazione si provoca un movimento versionale degli occhi, ma è anche possibile determinare il tipo di movimento oculare; ad esempio attivando i muscoli sternocleidomastoideo e splenio [figura 8] si ottiene un movimento oculare di versione orizzontale. Questo sembra confermare che i messaggi propriocettivi provenienti dai muscoli del collo vengono elaborati insieme alle informazioni visive della posizione degli occhi nel determinare la direzione dello sguardo.



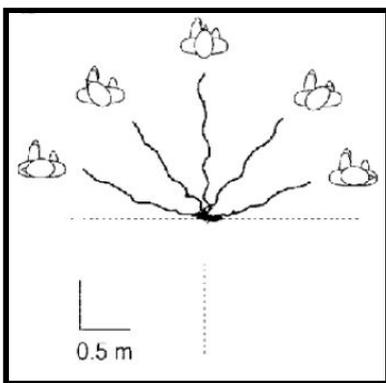
[fig. 8]

Essi studiano anche gli effetti sulla posizione degli occhi applicando una vibrazione con una determinata frequenza sui muscoli oculari stessi in soggetti con visione binoculare normale e in soggetti exotropici: l'attivazione vibratoria dei propriocettori nel muscolo retto inferiore induce un movimento oculare diretto principalmente verso l'alto in entrambi i soggetti. La vibrazione del retto laterale porta ad un movimento diretto temporalmente (abduzione) nei soggetti normali, ma un movimento diretto nasalmente (adduzione) nei soggetti exotropici⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾.

I Dott.ri *Y.P. Ivanenko*, *R. Grasso* e *F. Lacquaniti*, nel gennaio del 2000, approfondiscono gli effetti della vibrazione dei muscoli del collo in sette soggetti durante la posizione eretta

(in quiete), la camminata sul posto e la camminata su tapis roulant. Nella prima condizione si verifica un'oscillazione del corpo in avanti, mentre nel secondo caso si dimostra che non solo si ha uno spostamento, inteso come passo in avanti, del corpo come conseguenza alla vibrazione applicata, ma anche che questo spostamento è significativamente influenzato dalla direzione di sguardo del soggetto. Anche ad occhi chiusi, se l'esaminato orienta gli occhi verso un bersaglio immaginario il corpo tende a muoversi verso di esso [figura 9-10].

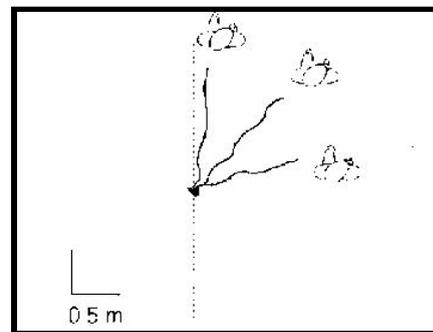
L'effetto nella camminata in avanti su tapis roulant invece si è rilevato nell'aumento della velocità di marcia, mentre nella camminata all'indietro nella diminuzione di questa. Questi studi sembrerebbero quindi dimostrare che la direzione dello sguardo altera lo stepping della marcia sul posto⁽¹⁶⁾.



[fig. 9]

a sinistra: il soggetto compie un passo verso la direzione di sguardo, con occhi aperti

a destra: il soggetto compie un passo verso la direzione di sguardo, con occhi chiusi



[fig. 10]

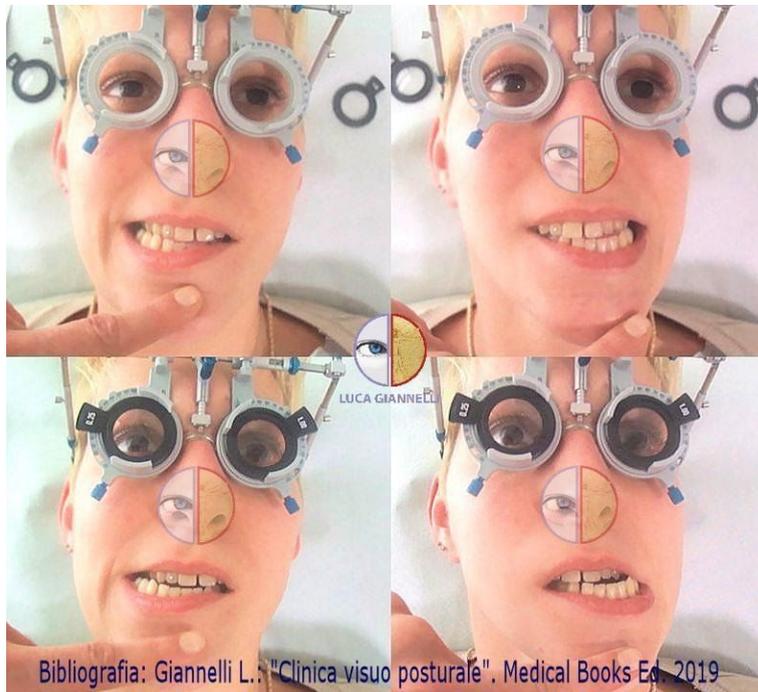
Il Dtt. *L. Giannelli*, autore del libro *'Clinica Visuo Posturale'*⁽¹⁷⁾, descrive il corpo umano come un'unica unità anatomico-funzionale, la cui funzione ed efficienza è garantita dalla totale integrazione delle informazioni provenienti dalle diverse parti che la compongono.

Infatti, il Sistema Nervoso Centrale, il principale sistema di regolazione del nostro organismo, per svolgere le funzioni di ricezione ed elaborazione delle informazioni derivanti dall'ambiente esterno e interno all'organismo, utilizza le informazioni raccolte e inviate dai recettori sensoriali distribuiti lungo tutto il corpo. Questi hanno appunto la funzione di rilevare e rispondere agli stimoli esterni ed interni mettendo sempre a corrente il SNC su cosa sta accadendo. È proprio l'integrazione di queste informazioni che permette di modulare e ottimizzare poi la risposta motoria.

Una modificazione di una componente comporta una modificazione di tutto il sistema. Non esistono tanti apparati indipendenti tra loro: esiste un apparato visivo che influenza un apparato stomatognatico, comprendente gli organi e i tessuti che svolgono le funzioni digestive (salivazione, masticazione, deglutizione), respiratorie, di fonazione e di mimica facciale, che a sua volta influenza un altro apparato e viceversa; è quindi impensabile considerare singolarmente le diverse parti che compongono il corpo umano.

Di seguito sono riportati dei semplici e pratici esempi che dimostrano quanto i nostri organi sensoriali siano collegati e dipendenti tra loro⁽¹⁷⁾:

- 1) test odontoiatrico della lateralità con e senza correzione oftalmica: con la correzione oftalmica l'ampiezza del movimento laterale a destra e a sinistra aumenta, migliora.



in alto: senza correzione oftalmica

in basso: con correzione oftalmica

- 2) postura con e senza una montatura ad asta larga priva di correzione oftalmica: la larghezza dell'asta elimina parte della visione periferica riducendo l'entrata di informazioni dal mondo esterno. Indossando la montatura (immagine a destra), si può osservare un avanzamento del bacino, un aumento della curvatura lombare e una retroazione scapolare.



a sinistra: soggetto senza montatura
a destra: soggetto con montatura

- 3) test biomeccanico di convergenza podalica con e senza correzione oftalmica: senza occhiali aumenta la mobilità dell'arto inferiore sinistro.



a sinistra: con correzione oftalmica
a destra: senza correzione oftalmica

Uno studio svolto nel 2009⁽¹⁸⁾ ha voluto valutare le ipotetiche correlazioni tra occhi, collo e mandibola prima e dopo l'introduzione di un precontatto oclusale, ovvero di 'un'interferenza' che impedisce la corretta chiusura delle due arcate dentali. Dal punto di vista visivo, i risultati ottenuti mostrano che dopo l'induzione del precontatto, un terzo dei pazienti sottoposti allo studio ha presentato una variazione della foria orizzontale.

All'Università degli Studi di Palermo, nello stesso anno, è stato condotto uno studio volto ad analizzare la possibile relazione che intercorre tra atteggiamento scoliotico dorsale e difetti di convergenza oculare. Facendo riferimento a questa valutazione, si è dimostrato come questo tipo di deficit oculare, alterando la visione binoculare, può venir compensato da un'inclinazione laterale del tronco cervico-dorsale, che nel tempo potrebbe favorire lo sviluppo di un atteggiamento scoliotico. Al fine di garantire la visione binoculare la colonna vertebrale, nel suo tratto cervico-dorsale, può modificare definitivamente la propria conformazione per compensare lo squilibrio generato dalle alterazioni di convergenza oculare. Così, protratto nel tempo, l'atteggiamento scoliotico può diventare una scoliosi permanente strutturata⁽¹⁹⁾.

Quelli riportati sono solo alcuni dei tantissimi esperimenti e studi svolti lungo il corso della storia che hanno dimostrato e confermato non solo la correlazione tra visione e postura, ma anche e soprattutto come una singola piccola parte del nostro corpo riesca ad alterare tutte le altre.

CAPITOLO 2: VIA OCULOCEFALOGIRA

E' importante sottolineare che per l'esecuzione di ogni atto motorio occorre compiere degli aggiustamenti posturali integrati con il movimento volontario: un pugile che non modifica la propria postura quando sferra un pugno cade a terra. Il sistema che garantisce questi aggiustamenti e di conseguenza l'equilibrio durante ogni nostra azione, dalla corsa alla posizione eretta, viene chiamato sistema tonico posturale.

Gli aggiustamenti posturali svolgono tre funzioni principali: sostengono il capo e il corpo contro le forze esterne tra cui la forza di gravità, mantengono il centro della massa corporea allineato ed equilibrato all'interno della base d'appoggio al suolo, e stabilizzano le parti del corpo che fungono da supporto quando le altre parti sono in movimento.

Essi avvengono tramite due tipologie di meccanismi: i meccanismi anticipatori, che prevedono i disturbi che l'esecuzione di un movimento può causare e generano sulla base di questi risposte preprogrammate assicurando il mantenimento della stabilità e dell'equilibrio (le modificazioni avvengono prima dei movimenti volontari), e i meccanismi compensatori, che accadono quando l'esecuzione di un movimento porta alla perdita dell'equilibrio (le modificazioni avvengono dopo il movimento volontario)⁽²⁰⁾⁽²¹⁾.

2.1 DEFINIZIONE

La via che lega occhi, vestibolo e propriocezione cervicale prende il nome di via oculocefalogira (OCG) e rappresenta il legame neurofisiologico che connette il sistema visivo ai movimenti del capo al fine di garantire tre fondamentali funzioni:

- mantenere stabile l'immagine sulla retina durante i movimenti del capo;
- automatizzare il movimento degli occhi accompagnato da quello del collo e viceversa, mantenendo il corpo in equilibrio;
- generare risposte motorie riflesse coordinate dei muscoli degli arti superiori e inferiori e del collo, per il mantenimento dell'equilibrio e della orizzontalizzazione dello sguardo.

Queste funzioni avvengono grazie al legame presente tra le diverse strutture coinvolte, e più precisamente alla corretta integrazione tra le informazioni derivanti dalla propriocezione

della muscolatura oculare e dalla recezione attraverso la retina, dall'informazione propriocettiva della muscolatura del collo e dall'informazione vestibolare. Grazie anche alla connessione tra i nervi oculomotori, vestibolari e accessorio e alla continuità tra le fasce di occhi, capo e collo⁽²²⁾.

2.1.1. DAL PUNTO DI VISTA RECETTORIALE

Il sistema nervoso (SN), assieme al sistema endocrino, è il principale sistema di regolazione dell'organismo. Esso si suddivide in sistema nervoso centrale (SNC) e sistema nervoso periferico (SNP). Quest'ultimo è costituito da una via afferente, formata da neuroni afferenti, e da una via efferente, formata da neuroni efferenti.

Tramite la via afferente (dal lat. *affērens -entis*, p. pres. di *afferre* 'portare, apportare') i rispettivi neuroni portano al SNC informazioni relative all'ambiente esterno ed interno. Il SNC elabora queste informazioni e fornisce istruzioni al SNP che, tramite la via efferente (Dal lat. *effērens -entis*, p. pres. di *efferre* 'portar fuori'), le trasmette agli organi effettori in tutto il corpo per produrre la risposta adeguata.

Ciò che dà il via a questo processo è uno stimolo, ovvero un qualsiasi cambiamento rilevabile dall'organismo che interagisce con i neuroni afferenti del SNP, e più precisamente con i recettori sensoriali costituenti la terminazione periferica del neurone.

Un recettore sensoriale ha la caratteristica fondamentale di rispondere a determinati tipi di stimoli generando un potenziale graduato chiamato potenziale di recettore. Questo potenziale si propaga lungo gli assoni periferici e centrali fino al midollo spinale, una delle due strutture assieme all'encefalo compresa nel SNC, dove avviene sinapsi fra i terminali dell'assone e i neuroni del midollo spinale diffondendo così l'informazione sullo stimolo.

Esistono stimoli in diverse forme di energia quali il calore, la luce, il suono, la pressione, le variazioni chimiche e ogni tipo di recettore è specializzato per rispondere ad un solo tipo di stimolo. Ad esempio i recettori dell'occhio sono sensibili alla luce, quelli dell'orecchio alle onde sonore e i recettori cutanei del calore all'energia termica⁽²³⁾.

In base alla funzione che assumono i recettori vengono distinti in esocettori, propriocettori ed enterocettori.

Gli *esocettori* sono i recettori che raccolgono le informazioni provenienti dall'ambiente esterno e le inviano al SNC. Ne fanno parte:

- il recettore oculare: riveste un ruolo primario nel mantenimento e nell'alterazione della postura. Tramite la retina fornisce informazioni sulla posizione del proprio corpo rispetto all'ambiente circostante, prendendo informazioni dall'esterno sulla posizione e sulle dimensioni degli oggetti⁽²⁴⁾;
- il recettore vestibolare: oltre al ruolo nell'udito tramite la coclea, l'orecchio contiene un'altra componente specializzata denominata apparato vestibolare, che fornisce informazioni essenziali per il senso dell'equilibrio e per la coordinazione della testa con i movimenti oculari e posturali. Questo apparato rileva le variazioni della posizione della testa grazie alle due strutture che lo compongono, localizzate in una regione dell'osso temporale in prossimità della coclea. Entrambe contengono liquido e cellule ciliate che rispondono alle deformazioni meccaniche indotte da particolari movimenti: quando si compie un movimento, il liquido e di conseguenza le ciglia si spostano in determinate direzioni; spostandosi il SNC riceve schemi di attività nervosa diversi a seconda della posizione della testa.

Le due strutture sono:

1. i canali semicircolari: rilevano le accelerazioni e le decelerazioni angolari ovvero rotazionali della testa
2. gli organi otolitici: forniscono informazioni sulla posizione della testa rispetto alla gravità (cioè sull'inclinazione statica della testa) e rilevano le variazioni della velocità lineare, ovvero il moto rettilineo in qualunque direzione.

Le informazioni vengono trasmesse attraverso il nervo vestibolare al nucleo vestibolare nel tronco encefalico e al cervelletto⁽²³⁾.

- il recettore podalico: è il più importante dei recettori cutanei; rappresenta la base di appoggio del nostro corpo e per questo può essere descritto come il tampone terminale del nostro organismo, la componente ultima che riceve e sente tutti gli stimoli del corpo. Esso fornisce al SNC una grandissima quantità di informazioni che, combinate poi con le informazioni provenienti dalle altre entrate, sono utilizzate nella scelta delle strategie posturali. Di fronte a squilibri posturali discendenti (dal cranio verso i piedi) rappresenta appunto il tampone terminale che si deforma, si torce, si bilancia, per riequilibrare lo

squilibrio posturale. In altre parole la superficie cutanea plantare rappresenta costantemente l'interfaccia tra l'ambiente e il sistema tonico posturale. ⁽²⁵⁾

I *proprioettori* sono invece sensibili alle variazioni posturali del corpo e dei singoli segmenti corporei: informano il sistema tonico posturale riguardo la posizione e lo stato di ogni osso, muscolo, legamento, od organo in rapporto con l'equilibrio.

Essi sono posizionati in posti specifici a seconda della funzione che rivestono e inviano impulsi che attraversano il midollo spinale e arrivano fino alle aree cerebrali. Queste sono deputate all'elaborazione di informazioni relative alla posizione e al movimento, necessarie per la corretta esecuzione del movimento stesso.

I proprioettori informano in particolar modo sulla posizione degli esocettori cefalici (orecchio interno e retina) in rapporto all'esocettore podalico tramite alcune afferenze:

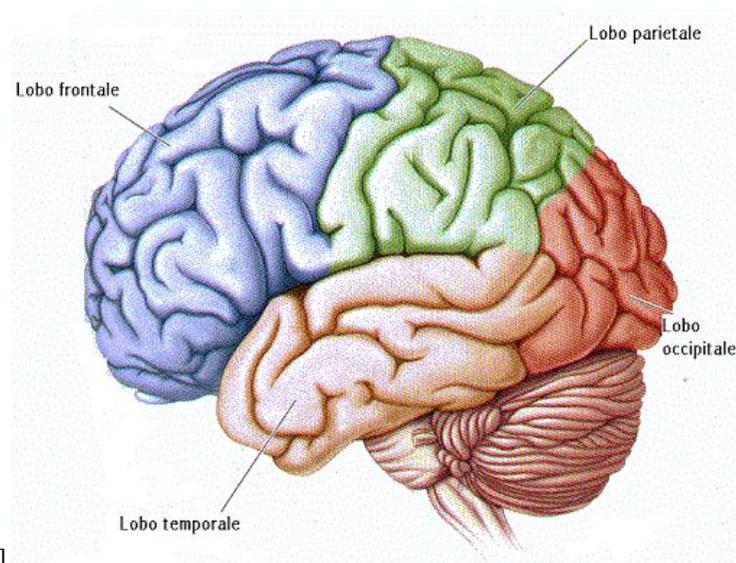
- L'afferenza oculo-motrice: permette di comparare le informazioni di posizione fornite dalla retina a quelle fornite dall'orecchio interno;
- L'afferenza rachidea: ha come scopo informare il sistema posturale sulla posizione di ogni vertebra e quindi sulla tensione di ogni muscolo;
- L'afferenza propriocettiva podalica: grazie al controllo dello stiramento dei muscoli del piede e della gamba, situa il corpo in rapporto ai piedi.

Tramite queste entrate le informazioni che vengono dall'apparato vestibolare vengono comparate alle informazioni oculari e propriocettive: il primo confronto serve a mantenere gli occhi stabili durante il movimento della testa e a percepire il movimento e l'orientamento, il secondo permette di conoscere la posizione della testa in rapporto al tronco e alla superficie podalica. Allo stesso modo le informazioni visive vengono comparate a quelle provenienti dall'apparato vestibolare e dall'appoggio plantare per il mantenimento dell'equilibrio.

Un corretto assetto posturale dell'organismo dipende quindi dall'insieme di tutti i recettori.

2.1.2. DAL PUNTO DI VISTA DEI NUCLEI E DEI RISPETTIVI NERVI CRANICI

La corteccia cerebrale è suddivisa in quattro lobi principali [figura 11]: lobo occipitale, temporale, parietale e frontale. Le sue varie funzioni sono distribuite in zone distinte dette aree corticali, o aree di Brodmann secondo la classificazione del fisiologo *Korbinian Brodmann*, che mappò la corteccia cerebrale suddividendola in 52 regioni sulla base della loro localizzazione anatomica e della loro organizzazione di cellule cerebrali e fibre nervose.



[fig. 11]

Si è soliti distinguere, in base alla loro funzione, aree corticali di proiezione ed aree corticali di associazione. Le prime sono riservate alla ricezione di impulsi nervosi provenienti dal midollo spinale o da centri encefalici sottocorticali, ed alla trasmissione di impulsi nervosi che dalla corteccia sono destinati ai centri sottocorticali; le seconde, invece, sono deputate alla ricezione ed alla rielaborazione dell'attività nervosa di certe aree corticali, alle quali devono trasmettere la propria.

La via OCG comprende moltissime tappe anatomiche che iniziano da quelle coinvolte nell'elaborazione delle informazioni visive della corteccia cerebrale e proseguono verso il tronco encefalico e il midollo spinale [figura 12].

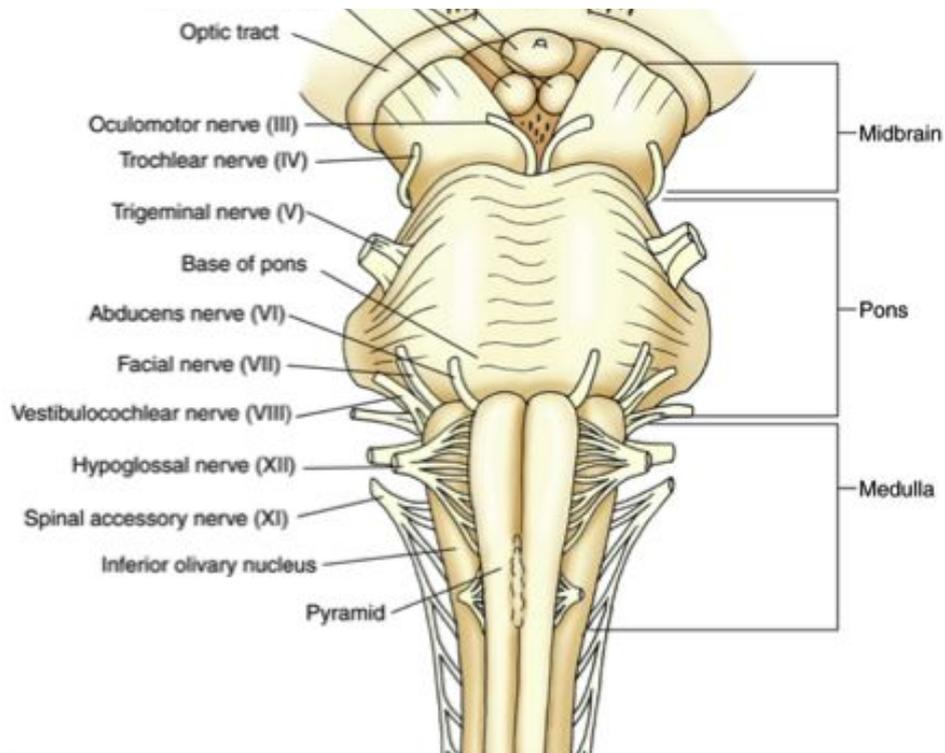
inseguimento ed è l'area maggiormente coinvolta nel controllo dei movimenti oculari in sinergia con quelli di collo e testa. Per questi motivi si può definire come l'area di inizio della via OCG. Il campo visivo frontale, assieme al campo visivo supplementare, un'altra regione del cervello situata nella corteccia frontale che partecipa non solo ai movimenti saccadici ma anche alla coordinazione occhio-mano, proietta i segnali ai collicoli superiori.

I collicoli superiori (CS) hanno un ruolo fondamentale nell'orientamento, perché dirigono lo sguardo verso oggetti di interesse attraverso i movimenti coordinati degli occhi con quelli della testa: dirigono la parte più discriminativa della retina verso lo stimolo di interesse coinvolgendo occhi, collo, vestibolo e i circuiti neuronali per il mantenimento dell'equilibrio corporeo. I CS si trovano nell'area denominata tetto del mesencefalo assieme ai collicoli inferiori; mentre i primi rappresentano una stazione intermedia delle vie visive e ricevono impulsi visivi dal corpo genicolato laterale del talamo, i secondi costituiscono una stazione intermedia uditiva e ricevono informazioni uditive dai nuclei bulbari.

Il mesencefalo contiene anche i principali nuclei della formazione reticolare; i CS sono connessi in particolar modo alla formazione reticolare mesencefalica, presente nel tronco encefalico. Il tronco encefalico si suddivide in mesencefalo, ponte e bulbo, e dà origine alla maggior parte dei nervi cranici che innervano strutture della testa e del collo con fibre sensoriali e motorie. Interviene inoltre nel controllo dei riflessi muscolari implicati nel mantenimento dell'equilibrio nella postura, ed include un importante rete di interconnessioni neuronali detta appunto formazione reticolare (FR). Questa si estende lungo tutto il tronco encefalico fino al talamo e riceve e integra tutti i segnali sinaptici in ingresso. Le fibre ascendenti della FR arrivano alla corteccia, le fibre discendenti invece fino al midollo spinale.

La formazione reticolare mesencefalica è uno dei principali fulcri della funzione oculomotoria e della relativa espressione di tono, in quanto contiene i neuroni premotori che supportano i motoneuroni dei muscoli extraoculari. Di conseguenza ha un importante ruolo nella regolazione del tono e dell'attività delle risposte di vergenza, di accomodazione e di foria. E' connessa non solo ai movimenti saccadici integrati ai movimenti del capo e ai collicoli superiori, ma anche al midollo spinale cervicale: essa proietta ai motoneuroni dei muscoli extraoculari e ai motoneuroni del midollo spinale, i quali innervano la muscolatura del collo e del tronco confermando quindi la via OCG. Infatti, assieme alla formazione reticolare bulbare e pontina, può esser definita il regista di questa via, poiché le informazioni

provenienti dagli occhi, dal vestibolo e dal collo passano tutte per essa al fine di garantire la stabilità visiva e una corretta stabilità della testa durante il movimento corporeo.



[fig. 13]

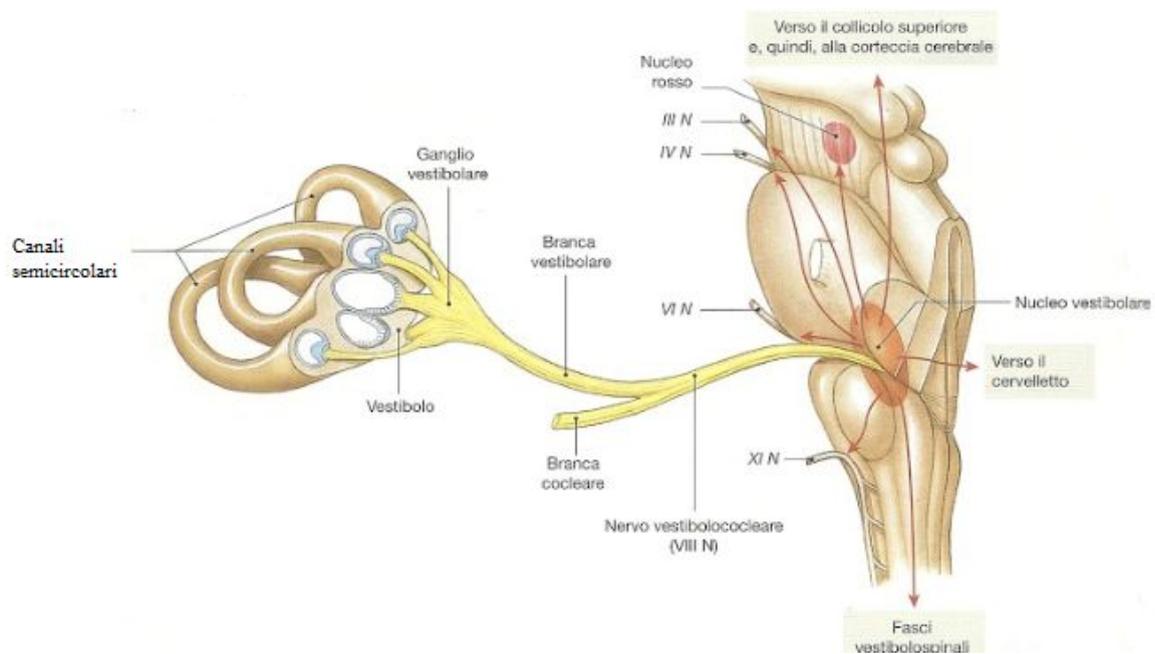
Come già riportato il tronco encefalico dà origine ad alcuni importanti nervi cranici [figura 13].

Più precisamente il mesencefalo (nell'immagine 'midbrain') contiene i nuclei motori che controllano il III e il IV nervo cranico, rispettivamente il nervo oculomotore e il nervo trocleare. Il primo controlla quattro dei sei muscoli estrinseci dell'occhio, il muscolo elevatore della palpebra superiore e in modo indiretto i muscoli intrinseci dell'occhio importanti nella regolazione del diametro pupillare. In una sua porzione si trova infatti il nucleo di Edinger-Westphal che fornisce l'innervazione parasimpatica ai muscoli dello sfintere ciliare e dell'iride; il nervo trocleare innerva invece il muscolo obliquo superiore dell'occhio.

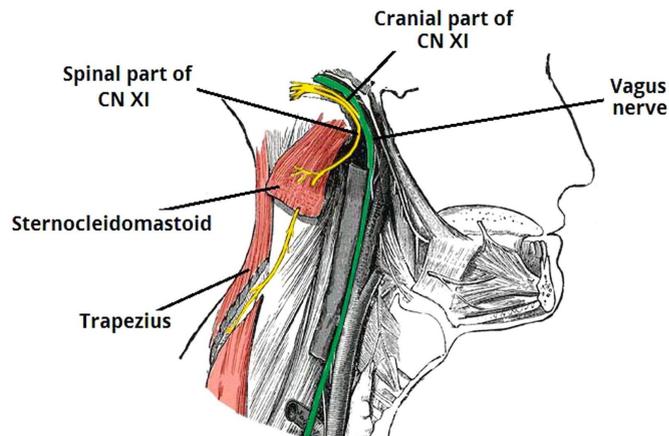
Dalla superficie inferiore dell'encefalo tra il ponte e il bulbo emerge invece il nucleo del VI nervo cranico, ovvero il nervo abducente, coinvolto nei movimenti laterali dei bulbi oculari. Tra il bulbo e il ponte encefalico si trovano anche i quattro nuclei vestibolari (superiore, mediale, inferiore e laterale) i cui neuroni compiono sinapsi con le fibre sensitive

provenienti dai gangli vestibolari, che formano la branca vestibolare del nervo vestibolococleare (VIII n.c.) [figura 14]. Questi nuclei integrano le informazioni riguardanti l'equilibrio e le accelerazioni provenienti dagli apparati vestibolari di entrambi i lati, inviano informazioni vestibolari importanti per la posizione e il movimento al cervelletto e alla corteccia cerebrale, e trasmettono anche comandi ai nuclei motori del tronco encefalico e del midollo spinale. Questi comandi permettono di modificare il tono muscolare, l'estensione e la posizione del collo, della testa, degli occhi e degli arti in risposta a variazioni di posizione della testa.

[fig. 14]



Scendendo vi è il nucleo del nervo accessorio (XI) il quale è costituito da una radice cranica e da una radice spinale. Quest'ultima è responsabile dell'innervazione motoria dei muscoli sternocleidomastoideo e trapezio⁽²²⁾⁽²³⁾⁽²⁶⁾. [figura 15]

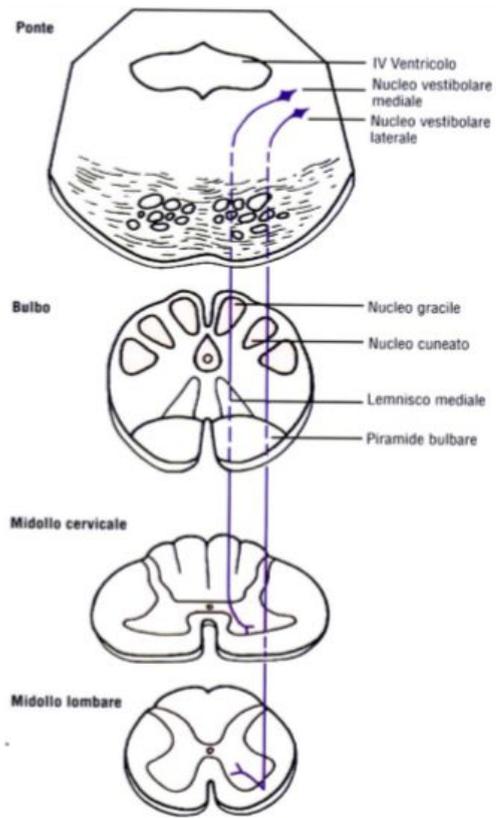


[fig. 15]

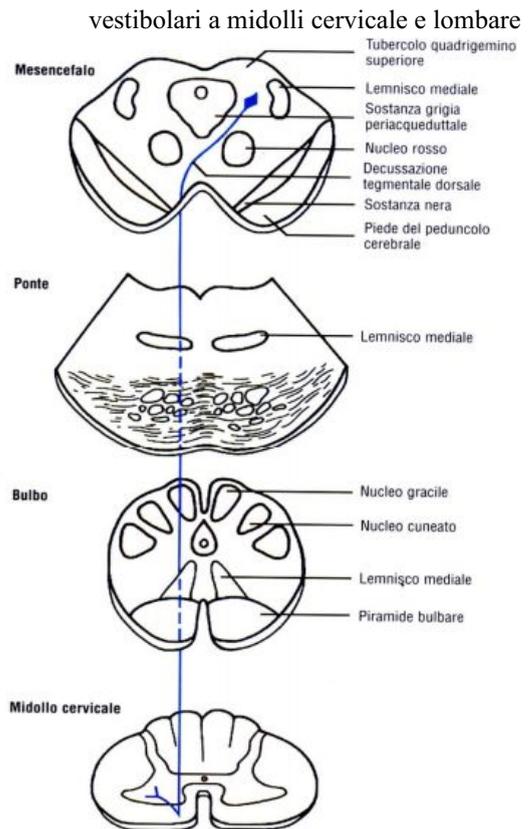
Tutti questi nuclei presenti lungo il tronco encefalico sono connessi tra loro tramite diversi fasci; con fascio si intende una membrana fibrosa costituita da tessuto connettivo denso che riveste, connette e stabilizza varie strutture anatomiche quali muscoli, vasi e nervi.

I principali interessati alla via oculocefalogira sono il fascicolo longitudinale mediale, il tratto vestibolo-spinale e la via tetto spinale.

Il fascicolo longitudinale mediale (FLM) [figura 12] [figura 18] comprende due tratti di fibre, uno ascendente e uno discendente, che si trovano lungo ciascun lato del tronco encefalico. Esso funge da efferenza ai nuclei del nervo vestibolococleare (VIII n.c.) e più precisamente ai nuclei vestibolare superiore e mediale per raggiungere i nuclei dei tre nervi oculari: nervo oculomotore (III n.c.), nervo trocleare (IV n.c.) e nervo abducente (VI n.c.). Dai nuclei vestibolare mediale e laterale origina il tratto vestibolo-spinale mediale ('vsm') e dal nucleo vestibolare laterale il tratto vestibolo-spinale laterale [figura 16] [figura 18]. Questi continuano il fascicolo longitudinale e fungono da efferenze arrivando il primo, fino ai segmenti spinali cervicali e toracici importanti per la coordinazione dei movimenti occhio/testa, e il secondo, fino al midollo spinale e ai muscoli flessori degli arti superiori e estensori degli arti inferiori fondamentali per la postura eretta. La via tetto-spinale [figura 17] invece origina dai collicoli superiori del mesencefalo e prosegue fino al midollo spinale cervicale e toracico superiore.



[fig.16] vie vestibolo-spinali, da nuclei

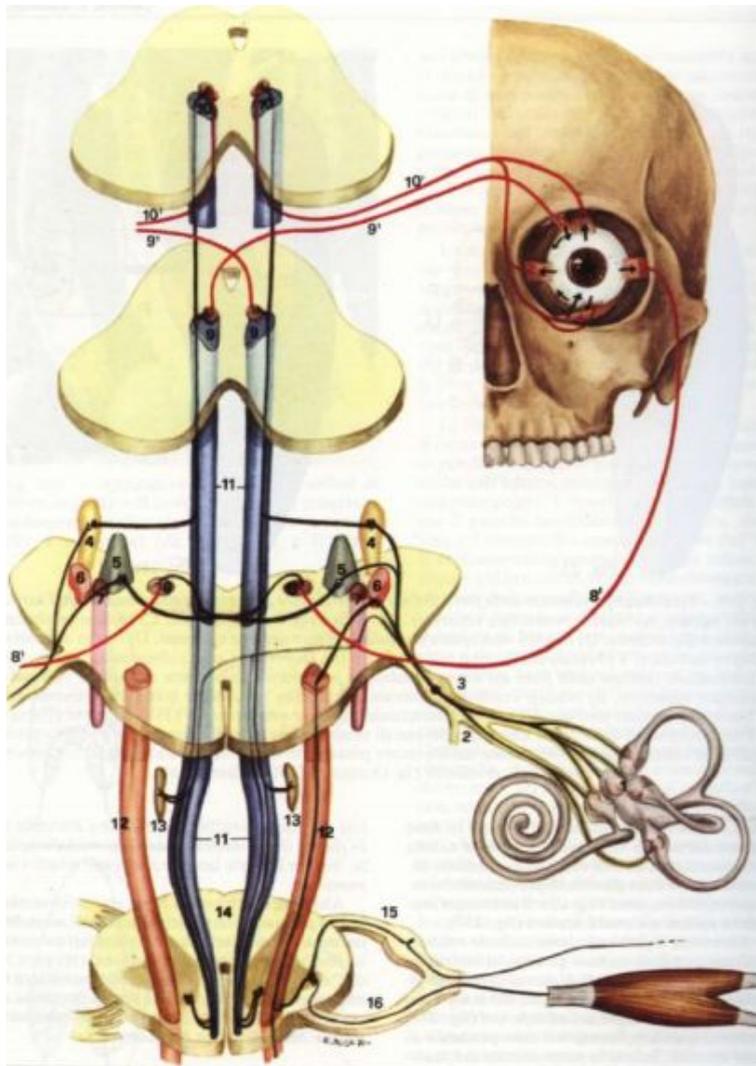


vestibolari a midolli cervicale e lombare

[fig.17] via tetto-spinale, da CS a midollo cervicale

Questi tre fasci costituiscono i tre sistemi necessari a mantenere la postura eretta. Collegando i nuclei dei nervi oculomotori, vestibolare e accessorio assumono il fondamentale ruolo di integrare e coordinare i movimenti coniugati degli occhi e i movimenti associati della testa e del collo, confermando la via oculocefalogira.

Nell'immagine seguente [figura 18] è possibile osservare accuratamente i due fasci principali interessati e tutti i nervi che essi connettono⁽²⁷⁾⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾.



[fig. 18]

1) macule dell'utricle e del sacculo e creste dei canali semicircolari; 2) ramo vestibolare del nervo acustico; 3) ganglio vestibolare; 4) 5) 6) 7) nuclei vestibolare superiore, mediale, laterale, inferiore; 8) nucleo e fibre del nervo abducente; 9) nucleo e fibre del nervo trocleare; 10) nucleo e fibre del nervo oculomotore; **11) fascicolo longitudinale mediale**; **12) fascio vestibolo-spinale**; 13) nucleo di origine delle fibre della radice spinale del nervo accessorio; 14) midollo spinale; 15) radice posteriore; 16) radice anteriore di un nervo spinale

2.1.3. DAL PUNTO DI VISTA FASCIALE

Esistono altre fasce che mettono in comunicazione occhio, vestibolo, muscoli del capo e del collo. Come già riportato, il ruolo primario di queste strutture è quello di unire diverse componenti anatomiche. Si possono suddividere in fasce superficiali (quella del capo per esempio connette tutti i muscoli mimici) e in fasce profonde, che comprendono una parte aponeurotica, che avvolge e collega diversi gruppi muscolari, e una parte epimisiale specifica per ogni singolo muscolo. La fascia profonda si trova sotto quella superficiale e sopra i muscoli sottostanti ed è distribuita uniformemente su tutto il corpo.

Considerando l'occhio vi è la fascia bulbare altresì detta capsula del Tenone. Questa è una lamina fibrosa di tessuto connettivo che separa il bulbo oculare dal tessuto adiposo circostante e garantisce l'inserzione ai muscoli oculari. La sua funzione è quella di connettere questi ultimi e allo stesso tempo di permettere il movimento del globo oculare impedendone la deformazione. La capsula del Tenone si fonde con la congiuntiva oculare fissandosi a livello sclerale, con il fornice congiuntivale superiore ed inferiore, con la fascia che avvolge il muscolo elevatore della palpebra superiore, con il setto orbitale inferiore ed il tarso. Tramite queste connessioni è in continuità con la fascia superficiale del volto e in particolare con:

- i muscoli mimici;
- la galea capitis chiamata anche aponeurosi epicranica: è una lamina fibrosa che unisce i muscoli frontale, occipitale e auricolari superiori della testa ed è connessa posteriormente al legamento nucale, su cui si inseriscono i muscoli profondi del collo tra cui il trapezio, e anteriormente alla fascia bulbare;
- le fasce profonde del capo.

Crea così una continuità anche con i muscoli masticatori tra cui il massetere, il quale è connesso fascialmente al muscolo sternocleidomastoideo, che a sua volta continua con il muscolo trapezio attraverso la fascia profonda del collo.

A livello pratico quindi i movimenti degli occhi possono tensionare le fasce del capo che a loro volta si continuano nel collo e nel resto del corpo⁽³⁰⁾.

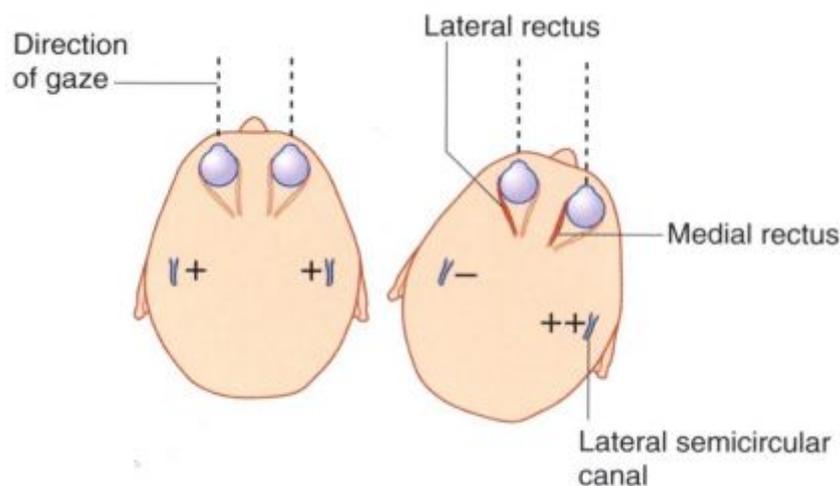
2.2 RIFLESSI STABILIZZATORI

Per mantenere stabile la scena visiva, conservare l'equilibrio corporeo ed eguagliare il movimento oculare con la stessa velocità angolare della testa, vi sono diversi tipi di movimenti riflessi: la sinergia tra quelli oculari, vestibolari e cervicali assicurano l'allineamento del capo e del corpo.

Il riflesso vestibolo-oculare (VOR) è un movimento oculare compensatorio che ha l'obiettivo di stabilizzare lo sguardo durante i movimenti del capo dai quali è evocato.

E' una deviazione coniugata degli occhi in senso opposto alla direzione della testa, che permette di mantenere a fuoco sulla fovea l'oggetto di interesse, anche mentre il capo si muove. A livello vestibolare sono maggiormente implicati in questo riflesso i nuclei vestibolari superiore e mediale.

Quando il capo ruota a destra [figura 19], i muscoli extraoculari retto laterale sinistro e retto mediale destro si contraggono, mentre il retto mediale sinistro e il retto laterale destro si rilassano ed entrambi gli occhi ruotano verso sinistra⁽²⁸⁾.



[fig. 19]

Il riflesso optocinetico (OKN) è un movimento involontario degli occhi generato da stimoli retinici che si osserva di solito in combinazione con il riflesso vestibolo-oculare, quando compiamo ampi movimenti con il capo. Viene prodotto un movimento degli occhi nella stessa direzione della testa e con la stessa velocità.

Il riflesso cervico oculare (COR) è evocato dall'inclinazione e dalla rotazione del collo. Anch'esso mira alla stabilizzazione dello sguardo durante i movimenti coordinati della testa

e del collo controllando però maggiormente la muscolatura cervicale e la postura. Consiste in una deviazione compensatoria degli occhi di segno contrario alla rotazione.

Il riflesso vestibolo-cervicale (VCR) invece agisce sui muscoli del collo per stabilizzare il capo nello spazio in contemporanea al riflesso vestibolo-spinale (VSR), che stabilizza il corpo quando il capo si muove coinvolgendo maggiormente i nuclei vestibolari mediale, laterale e inferiore⁽³¹⁾⁽³²⁾.

L'insieme di tutti questi fattori analizzati determinano l'efficienza del risultato finale: ogni qualvolta l'integrazione tra questi sistemi viene a mancare si verificano una serie di adattamenti posturali del corpo per compensare la mancata funzionalità.

CAPITOLO 3: POSIZIONE ANOMALA DEL CAPO E TORCICOLLO:

3.1 DEFINIZIONE

Con il termine Posizione Anomala del Capo (PAC) si intende un adattamento posturale compensatorio causato da deficit di diverse origini e consistente nell'assunzione di una posizione del capo che si discosta da quella definita '*natural head position*'.

La posizione naturale della testa viene descritta nel 1958 dagli oftalmologi *Moorrees* e *Kean* come la posizione più naturale ed equilibrata del capo di un soggetto in posizione primaria di sguardo, ovvero che guarda dritto davanti a sé verso l'infinito⁽³³⁾⁽³⁴⁾.

Ogni qualvolta che il capo risulta non diritto ma flessso, ruotato o esteso verso l'alto o il basso si parla di PAC e una PAC permanente e stabile prende il nome di torcicollo (dal latino *torus*=contorto; *collum*=collo).

Le eziologie dei torcicolli sono molteplici: possono essere causati da patologie ortopediche, neurologiche, uditive-vestibolari, oculari o da fattori episodici quali gastrointestinali, metabolici, da farmaci.

Il momento di insorgenza permette di distinguere il torcicollo congenito, presente alla nascita o nel periodo neonatale, da quello acquisito, presente in un secondo momento. Il primo è per lo più di natura ortopedica, e include la situazione in cui durante il parto si verifica un trauma a livello del muscolo sternocleidomastoideo che ne provoca la contrazione con conseguente torcicollo; il secondo, più frequente, può includere invece tutte le patologie sopra riportate⁽³⁵⁾⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾.

L'andamento nel tempo consente di differenziare una PAC in:

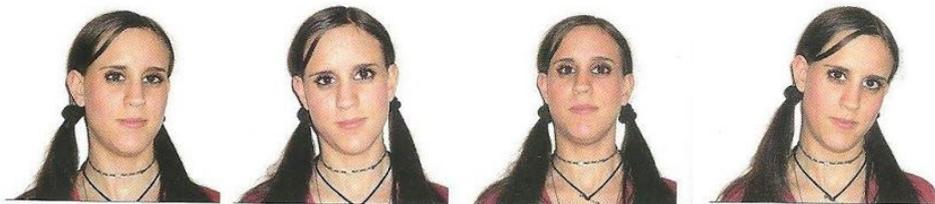
- transitoria: quando si manifesta temporaneamente;
- intermittente: quando è presente solo in certi momenti, durante particolari attività;
- alternante: quando la posizione della testa varia a seconda dell'occhio fissante;
- persistente: quando la PAC è costante ma con orientamento del capo variabile;
- costante: quando la PAC è sempre presente e con lo stesso orientamento del capo;
- evolutiva: quando la PAC migliora o peggiora progressivamente.

In una situazione in cui il deficit riguarda il sistema visivo parliamo di posizione anomala del capo compensatoria di origine oculare e di torcicollo oculare.

Questo è stato definito per la prima volta nel 1873 da *Cuignet* come “posizione obbligata della testa causata da anomalie del sistema visivo”⁽³⁵⁾.

La posizione anormale della testa può presentarsi in forma semplice o in forma mista in base al numero di orientamenti che il capo assume e più precisamente in base al numero degli assi verso cui esso è orientato: se la rotazione avviene attorno all'asse verticale si parla di torcicollo orizzontale ed il capo, in posizione primaria di sguardo, è ruotato verso la spalla destra o la spalla sinistra; se attorno all'asse orizzontale il capo presenta una elevazione, con conseguente mento verso l'alto (*chin up*), o una depressione, con conseguente mento verso il basso (*chin down*); se invece è orientato verso l'asse antero-posteriore si parla di torcicollo torsionale ed il capo è inclinato verso la spalla destra, con conseguente mento indirizzato verso sinistra, o verso la spalla sinistra, con conseguente mento indirizzato verso destra [figura 20].

La forma semplice indica la presenza di un unico orientamento, mentre la forma mista comporta la combinazione di due o più orientamenti⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾.



[fig. 20]

da sinistra a destra: PAC con rotazione verso la spalla sinistra;
PAC con inclinazione verso la spalla destra;
PAC con estensione del capo (*chin up*);
PAC con componente di inclinazione e rotazione.

I motivi per cui un soggetto che presenta determinati discomfort visivi assume una posizione anomala del capo sono principalmente due: per migliorare l'acuità visiva e per facilitare il mantenimento della visione binoculare⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾.

L'individuo acquisisce quindi una posizione della testa tale da compensare questo discomfort e tale da permettere una visione più ottimale.

Uno studio prospettico di due anni sulle posture anormali della testa con eziologia oculare, condotto dall'oftalmologo *Kushner* nel 1979, ha identificato lo strabismo incomitante come

la causa principale del torcicollo oculare e il nistagmo come seconda causa. Questi risultati vengono confermati in seguito dall'oftalmologo *Mitchell* con un ulteriore studio prospettico pubblicato nel 1999.

Nello studio di *Kushner* (table 1) infatti dei 188 pazienti, 118 (62,7%) presentavano strabismo incomitante e 38 (20,2%) nistagmo.

Nello studio di *Mitchell* dei 630 pazienti con torcicollo oculare analizzati, 330 (52,4%) presentavano strabismo incomitante e 120 (19%) nistagmo⁽⁴⁰⁾⁽⁴¹⁾⁽⁴²⁾.

TABLE 1
CAUSES OF HEAD POSTURES

MECHANISMS	NO. OF CASES	% OF TOTAL
Incomitance	118	62.7
Nystagmus	38	20.2
Congenital esotropia with ocular posture	12	6.3
Permitting foveal fixation	10	5.3
Cosmetic	4	2.1
Ocular motor apraxia	3	1.6
Spasmus nutans	2	1
Astigmatism	1	0.5
Total	188	

La Dott.ssa *Monica Stoppani*, oculista responsabile del servizio di strabologia e consulente per l'oftalmologia pediatrica dell'ospedale San Raffaele di Milano, suggerisce di classificare il torcicollo oculare tramite due punti di vista: uno eziologico e uno clinico.

3.2 CLASSIFICAZIONE EZIOLOGICA DEL TORCICOLLO OCULARE

Tramite la classificazione eziologica è possibile raggruppare le diverse cause di torcicollo oculare in base al vantaggio funzionale che il paziente ottiene grazie alla posizione anomala del capo.

3.2.1 PER MIGLIORARE L'ACUITÀ VISIVA

3.2.1.1. NISTAGMO

Con il termine nistagmo si intende una successione ritmica più o meno regolare di movimenti coniugati e involontari dei bulbi oculari che possono essere orizzontali, verticali o ciclorotatori.

Il nistagmo può essere fisiologico o patologico. Il primo, fisiologico, racchiude la situazione in cui il nistagmo compare nelle posizioni orizzontali estreme di sguardo come conseguenza allo sforzo di mantenere gli assi di fissazione in quella posizione, e la situazione in cui è provocato dal movimento ripetitivo di un'immagine nel campo visivo (per esempio, quando un soggetto è in treno e guarda all'esterno del finestrino). Il nistagmo patologico invece è causato da deficit sensoriali o motori con conseguente riduzione dell'acuità visiva e può essere congenito, se presente alla nascita, o acquisito, se compare in un secondo momento⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾.

Esiste una posizione di sguardo detta 'punto nullo' o 'zona nulla' dove l'intensità delle oscillazioni del nistagmo diminuisce e l'acuità visiva migliora⁽³⁸⁾⁽⁴⁵⁾.

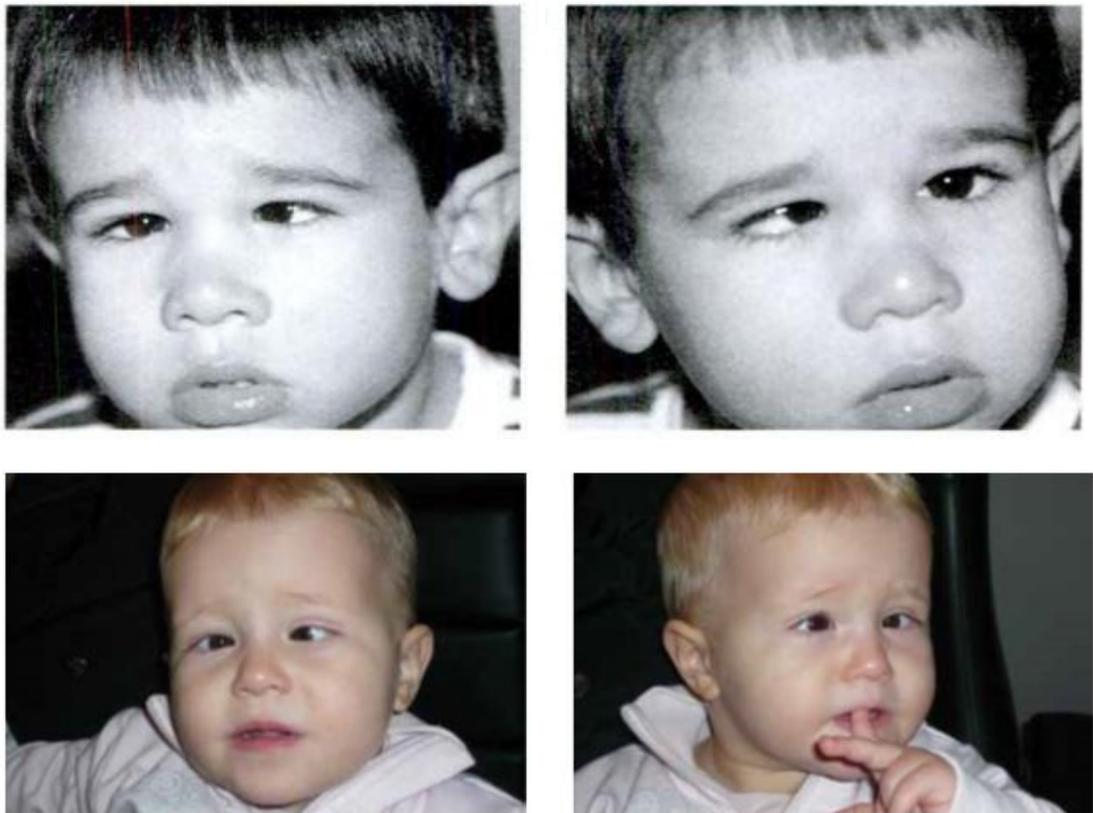
Il paziente tende a dirigere lo sguardo in quella posizione e a torcere la testa in direzione opposta. In caso di nistagmo orizzontale, la zona nulla sarà verso destra o sinistra, e il capo risulta ruotato attorno l'asse verticale, verso sinistra nel primo caso e verso destra nel secondo. In caso di nistagmo verticale o ciclorotatorio, la zona nulla sarà verso l'alto o verso il basso, o in una particolare direzione di ciclotorsione. Il torcicollo sarà rispettivamente con il mento abbassato o innalzato, o con la testa inclinata su una delle due spalle.

Nello studio effettuato da *R. V. Abadi* e *J. Whittle* e riportato nel volume 109 del giornale 'The Archives of Ophthalmology' si dimostra appunto che se la zona neutra non coincide con la posizione di sguardo primario, l'individuo può adottare una posizione della testa per spostare la zona nulla verso la posizione di sguardo primario. Così, una zona nulla

eccentrica di 40° a destra del centro oculare viene utilizzata ruotando la testa di 40° a sinistra⁽⁴⁶⁾.

Nel nistagmo congenito manifesto-latente [figura 21], un nistagmo orizzontale che si presenta prevalentemente quando un occhio è occluso e in associazione a esotropia congenita, l'intensità e l'ampiezza dei movimenti aumentano in abduzione e diminuiscono in adduzione. Pertanto il bambino, che non possiede ancora visione binoculare, ha una posizione viziata del capo che gli consente di tenere addotto l'occhio fissante. Se il soggetto fissa con l'occhio sinistro, ruoterà il collo verso questo occhio, che risulterà addotto.

Nel caso di esotropia alternante, quando il soggetto fissa con l'occhio destro presenta la testa ruotata sulla spalla destra, quando fissa con l'occhio sinistro la testa ruota a sinistra⁽⁴³⁾.



[fig. 21]

soggetto con nistagmo manifesto-latente associato a esotropia congenita

a sinistra: l'occhio fissante è il destro, il capo ruota verso destra, l'occhio destro è addotto

a destra: l'occhio fissante è il sinistro, il capo ruota verso sinistra, l'occhio sinistro è addotto

Lo stesso accade nel monoftalmo congenito [figura 22], una patologia causata da una forte ipovisione monolaterale, dove l'occhio dominante, per poter fissare meglio, viene portato in adduzione, con una riduzione del nistagmo e conseguente torcicollo⁽³⁵⁾.



[fig. 22]
soggetto con monoftalmo congenito
l'occhio fissante è il sinistro, il torcicollo è verso sinistra, l'occhio sinistro è in adduzione

3.2.1.2 CAUSE REFRATTIVE

Nei soggetti che presentano una posizione anomala del capo, anche lieve, non è da escludere che l'origine sia refrattiva.

Gli astigmatismi non corretti o parzialmente compensati spesso promuovono un'inclinazione della testa al fine di ricercare l'asse che permette una visione migliore compensando l'errore⁽⁴⁷⁾. Se questo compenso posturale del capo è mantenuto anche durante l'esame visivo, inoltre, vi è la possibilità di alterare l'asse finale di prescrizione favorendo così l'atteggiamento viziato del capo⁽³⁹⁾.

Anche la centratura delle lenti oftalmiche è di estrema importanza. Di fronte a centrature errate, dove il centraggio delle lenti oftalmiche non corrisponde in altezza alla intersezione con gli assi visivi, vengono indotti effetti prismatici che il soggetto compensa automaticamente assumendo una PAC⁽³⁹⁾. Con effetto prismatico si intende la deviazione subita da un raggio quando passa attraverso la lente decentrata e comporta una modificazione della posizione che l'occhio deve assumere per fissare l'oggetto considerato.

Tra il 2005 e il 2008 il Dr. *L. Giannelli* insieme a Intervision ha svolto un sondaggio rivolto ai professionisti della visione chiedendo di inserire una percentuale su quanti soggetti si presentavano con un occhiale storto sul viso. Si è riscontrato che il 47% dei portatori di lenti

oftalmiche non indossa correttamente l'occhiale e, come nel caso precedente, questo porta a effetti prismatici indotti che promuovono una posizione viziata compensatoria del capo.

Egli suggerisce inoltre che anche la scelta della geometria della lente oftalmica può determinare una PAC. Gli individui oggi sono sottoposti a molteplici attività e una singola geometria di lente oftalmica difficilmente riesce a soddisfare le richieste di tutti questi compiti visivi differenti.

Le lenti bifocali, per esempio, anche se ormai poco utilizzate, non prevedendo un'area riservata alle distanze intermedie, non sono adatte all'utilizzo di computer poiché il soggetto tenderà ad estendere il capo verso l'alto (chin up) essendo l'area del vicino troppo in basso. Lo stesso adattamento posturale si osserva nei soggetti che utilizzano lenti multifocali a computer con correzione ottica non più ottimale. Il soggetto tende a iperestendere il capo alla ricerca della porzione di lente con potere più forte che gli consente di vedere nitido il monitor.

Il giornale 'American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus' (Journal of AAPOS) riporta i casi di cinque pazienti accomunati da una marcata posizione anomala del capo 'chin down'. [figura 23]

Una volta eseguito l'esame visivo si è rilevata in tutti i soggetti una forte ipermetropia (maggiore di 5D) che, una volta corretta con lenti oftalmiche, annullava la PAC, assunta quindi dal soggetto per ottenere una migliore acuità visiva. [figura 24]

Inoltre secondo questo studio, l'adattamento del capo viene adottato anche per facilitare la visione binoculare: occludendo un occhio, la posizione anomala del capo scompare⁽⁴⁸⁾ [figura 25].



[fig.23]



[fig.24]



[fig.25]

Anche l'ambliopia o l'anisometropia non corretta possono in alcuni casi dare un atteggiamento del capo anomalo nel tentativo di utilizzare maggiormente l'occhio meno ametropo. I soggetti cercano una posizione che migliori la visione e questo adattamento risulta più evidente nelle attività che richiedono un certo sforzo visivo e meno accentuato in condizioni di riposo visivo⁽³⁵⁾.

3.2.1.3 BLEFAROPTOSI PALPEBRALE

La blefaroptosi (comunemente chiamata ptosi - in greco, πτώσις, "a caduta") è una condizione in cui, in posizione primaria di sguardo, la palpebra superiore risulta abbassata[figura 26]. Può essere unilaterale coinvolgendo quindi una sola palpebra, o bilaterale, coinvolgendo entrambe le palpebre.

La causa più comune nei bambini è associata all'insufficiente sviluppo del muscolo elevatore palpebrale; è presente alla nascita e viene definita per questo ptosi congenita. Se avviene in un secondo momento, in età adulta, è definita ptosi acquisita ed è dovuta a cause secondarie.

Nella situazione in cui l'abbassamento palpebrale interferisce con la funzione visiva in modo rilevante, la ptosi può indurre il soggetto ad adottare una posizione compensatoria in elevazione del mento (chin up), al fine di sfruttare la porzione di campo visivo libero (al di sotto delle palpebre)⁽⁴⁹⁾.



[fig. 26]

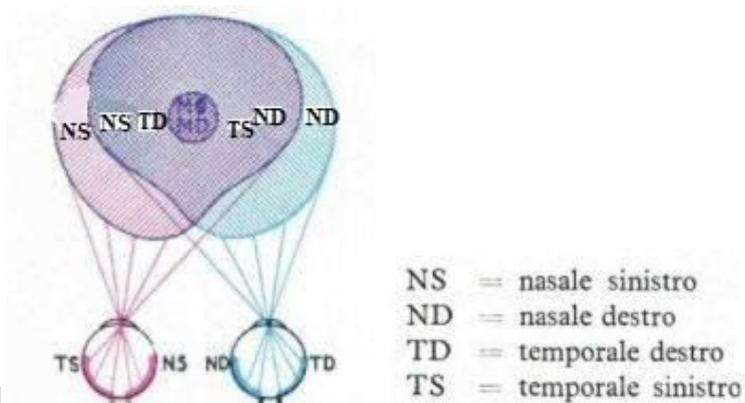
3.2.1.4 DEFICIT DEL CAMPO VISIVO

Esempio di deficit perimetrico è l'emianopsia, un deficit visivo in cui si ha un difetto di metà del campo visivo.

Considerando l'occhio destro, il campo visivo di destra viene percepito dal lato sinistro (nasale) dell'occhio e il campo visivo di sinistra viene percepito dal lato destro (temporale) dell'occhio. Nell'occhio sinistro, il campo visivo di destra corrisponde quindi al lato temporale dell'occhio mentre quello di sinistra al lato nasale.

L'insieme dei campi visivi di entrambi gli occhi fornisce il campo visivo finale: la visione binoculare. [figure 26-27]

Si distinguono emianopsia bitemporale [figura 28], in cui le due metà coinvolte sono le metà esterne del campo visivo di ogni occhio e le lesioni responsabili sono a livello del chiasma; emianopsia binasale, in cui le due metà coinvolte sono quelle interne del campo visivo come conseguenza al danneggiamento delle fibre che non decussano nel chiasma; emianopsia omonima [figura 29], in cui le due metà perse sono nella stessa parte di campo visivo, destro o sinistro, è molto frequente a seguito di lesione cerebrale e indica un danno della via ottica, del talamo, della radiazione ottica o del lobo occipitale; e infine emianopsia altitudinale, in cui l'alterazione è limitata alla porzione superiore o inferiore del campo visivo, dovuta a danni specifici del lobo occipitale⁽⁵⁰⁾.



[fig. 26]



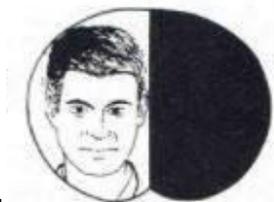
[fig.27]

visione binoculare



[fig. 28]

emianopsia bitemporale (NS+ND)



[fig.29]

emianopsia omonima (TS+ND)

Questi soggetti assumono la posizione del capo che consente di sfruttare al meglio la porzione delle componenti ottiche visivamente indenni e massimizzare l'ampiezza del campo visivo residuo; per esempio, nelle emianopsie omonime ruotano il capo verso la direzione del difetto. Nel caso di emianopsia omonima che coinvolge il campo visivo di destra, come nella figura 29, il soggetto ruota il capo verso destra⁽⁴⁷⁾.

3.2.2 PER MANTENERE LA VISIONE BINOCULARE - STRABISMO INCOMITANTE PARALITICO

Si parla di visione binoculare quando dalle due immagini formate dalle due retine dei due occhi se ne ricava una finale. La situazione in cui non avviene fusione tra le due immagini e quindi il soggetto ha una visione doppia viene chiamata diplopia [dal greco $\delta\iota$ - (*di* → due), $\pi\lambda\omicron$ - (*plo*- → moltiplicato per) e $-\omicron\pi\acute{\iota}\alpha$ (*opia* → vista)]⁽⁵¹⁾.

Un soggetto che a causa di un determinato deficit presenta diplopia può sviluppare una posizione compensatoria del capo che gli permette di annullare questa condizione e mantenere la visione binoculare.

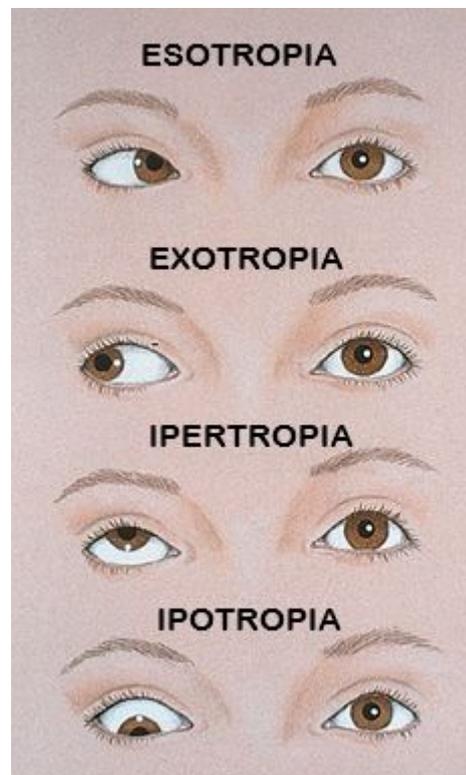
Come sopra riportato, gli studi di *Kushner e Mitchell* hanno valutato che la causa primaria di torcicollo oculare è lo strabismo incomitante.

Si definisce strabismo la condizione in cui gli assi visivi dei due occhi risultano deviati e non convergono sul punto fissato. L'entità dello strabismo è data dall'angolo sotteso tra l'asse visivo dell'occhio dritto e quello dell'occhio deviato.

Si possono distinguere due principali forme di strabismo: l'eteroforia, che rappresenta una condizione di strabismo latente che si manifesta in visione monoculare nell'occhio di non fissazione, rilevabile quindi solo interrompendo la fusione delle due immagini; e l'eterotropia, ovvero una condizione di strabismo manifesto presente in visione binoculare e che causa la perdita della binocularità.

La deviazione dell'asse visivo può essere orizzontale ed è definita esodeviazione quando il bulbo oculare si trova verso l'interno o exodeviazione quando verso l'esterno. Può essere verticale e più precisamente viene chiamata iperdeviazione se verso l'alto o ipodeviazione

se verso il basso[figura 30].



[fig. 30]

Quando l'angolo di deviazione rimane costante nelle diverse posizioni di sguardo, lo strabismo viene detto concomitante; quando invece l'angolo di deviazione varia a seconda delle diverse posizioni di sguardo si parla di strabismo incomitante. In questo caso quando il soggetto guarda nella direzione in cui il muscolo coinvolto non svolge alcuna funzione, l'angolo di deviazione è nullo; man mano che lo sguardo si sposta nella direzione che richiede l'attivazione del muscolo interessato si avrà la comparsa di una deviazione dovuta all'incapacità dell'occhio affetto di spostarsi correttamente nel campo di sguardo del muscolo deficitario.

Lo strabismo incomitante può essere di natura paralitica, dovuto alla diminuzione della capacità contrattile di uno o più muscoli, o restrittiva, causato da un ostacolo meccanico che limita il movimento del globo oculare.

Nel primo caso, il muscolo deficitario causa una limitazione della sua funzione e una iperfunzione del muscolo antagonista omolaterale con conseguente deviazione dell'occhio coinvolto⁽⁵²⁾. Con il termine 'muscoli antagonisti' si fa riferimento ai muscoli i cui movimenti sono opposti.

Il muscolo retto superiore si occupa dell'innalzamento del bulbo oculare, il muscolo retto inferiore dell'abbassamento, il muscolo retto mediale dell'adduzione, e il muscolo retto temporale dell'abduzione. Il muscolo obliquo superiore è deputato all'abbassamento del bulbo associato ad abduzione e il muscolo obliquo inferiore invece all'innalzamento del bulbo associato ad abduzione.

Muscoli antagonisti sono quindi il retto laterale e mediale, il retto superiore e l'obliquo superiore, il retto inferiore e l'obliquo inferiore.

Quindi, per esempio, la paralisi del muscolo retto inferiore porta ad una limitazione nell'abbassamento bulbare e all'iperfunzionalità dell'antagonista, ovvero dell'obliquo inferiore che innalza l'occhio e lo porta in una condizione di ipertropia.

In molti casi, la causa della deviazione oculare incomitante è secondaria a una paresi muscolare (perdita parziale dell'attività motoria) o una paralisi muscolare (perdita completa dell'attività motoria). La diplopia è una delle conseguenze dello strabismo incomitante dovuto a paresi o paralisi oculomotorie e può scomparire o diminuire nella posizione di sguardo in cui la deviazione è minima, rendendo quindi possibile la fusione.

3.2.2.1 DEFICIT DEL MUSCOLO OBLIQUO SUPERIORE

Un soggetto, caratterizzato da un deficit del muscolo obliquo superiore dovuto alla paresi o paralisi del rispettivo nervo, in questo caso il IV n.c. detto trocleare, o ad una lassità tendinea congenita, presenta un'ipertropia dell'occhio disfunzionale e assume una posizione del capo compensatoria di inclinazione verso la spalla opposta a questo occhio, per minimizzare la deviazione e facilitare il mantenimento della visione binoculare[figura 31].

Se la paralisi riguarda l'occhio destro, il capo si inclina a sinistra e viceversa⁽³⁶⁾.

Poiché il muscolo obliquo superiore è un muscolo depressore, ovvero che abbassa il bulbo oculare, all'inclinazione del capo può associarsi un abbassamento del mento. Ed essendo un depressore soprattutto in adduzione, l'ipertropia dell'occhio disfunzionale tende ad aumentare in questa posizione.

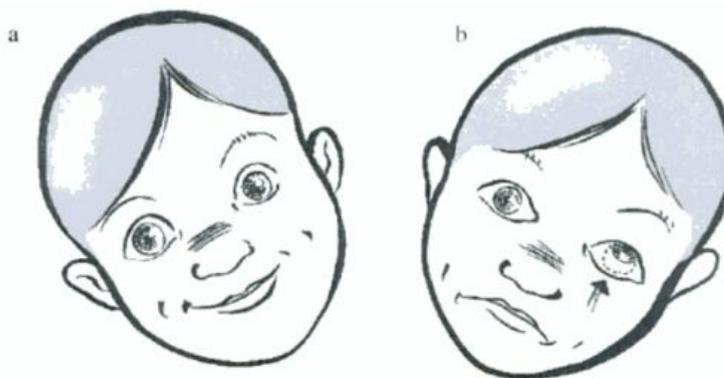
Per confermare la diagnosi di paralisi del muscolo obliquo superiore, l'oftalmologo tedesco *Bielschowsky* ha proposto un test denominato 'head tilt test': se l'inclinazione forzata del

capo dallo stesso lato dell'occhio deficitario provoca un innalzamento dell'occhio deficitario, la paralisi riguarda il muscolo obliquo superiore⁽⁴⁷⁾[figura 32].



[fig.31]

soggetto con deficit al muscolo obliquo superiore dell'occhio sinistro
a sinistra: torcicollo compensatorio di inclinazione verso la spalla destra
a destra: head tilt test mostra l'ipertropia dell'occhio deficitario



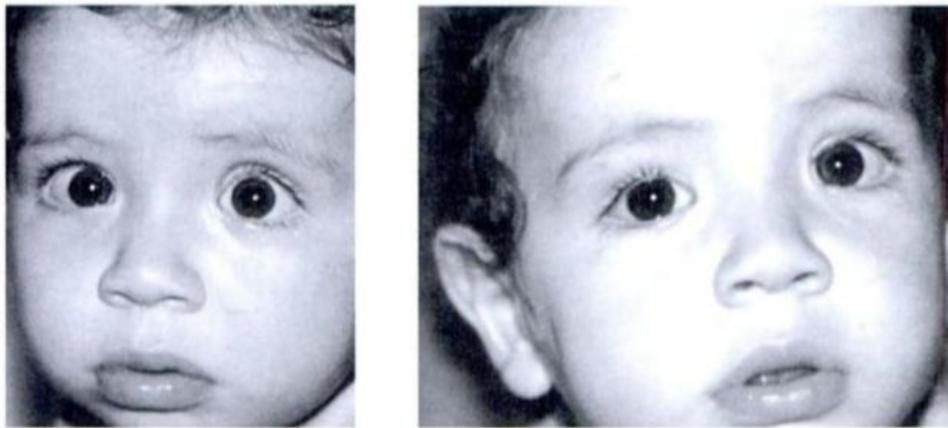
[fig. 32]

Test di Bielschowsky (head tilt test): in caso di torcicollo con inclinazione della testa da un lato (a), l'inclinazione della testa dal lato opposto provoca l'innalzamento dell'occhio corrispondente se questo è interessato da un deficit del muscolo obliquo superiore (b)

DEFICIT DEL MUSCOLO RETTO LATERALE

Un soggetto caratterizzato da deficit del muscolo retto laterale associato a paresi o paralisi del rispettivo nervo, in questo caso il VI n.c. detto abducente, presenta una esodeviazione nell'occhio disfunzionale come conseguenza all'iperfunzione del muscolo retto antagonista mediale omolaterale. Egli assume una posizione compensatoria del capo di rotazione sull'asse verticale verso il lato dell'occhio affetto, al fine di mantenere gli assi visivi allineati e conservare la visione binoculare⁽³⁵⁾⁽⁴⁵⁾ [figura 33]

Nelle forme bilaterali la visione binoculare è difficoltosa in tutte le direzioni di sguardo e il soggetto tende a ruotare il capo verso il lato dell'occhio che in quel momento è fissante⁽⁴⁷⁾.



[fig. 33]

soggetto con deficit al muscolo retto laterale dell'occhio sinistro
a sinistra: l'occhio sinistro, deficitario, presenta una esodeviazione
a destra: torcicollo compensativi di rotazione verso l'occhio deficitario sinistro

PARALISI DEL III N.C.

Il III n.c., ovvero il nervo oculomotore, innerva i muscoli superiore, inferiore, mediale, obliquo inferiore e elevatore della palpebra superiore.

La sua paralisi può essere completa o parziale: se coinvolge tutti i muscoli innervati è presente ptosi palpebrale (per la compromissione del muscolo elevatore della palpebra superiore), strabismo divergente (per la prevalente funzione del muscolo retto laterale rispetto al mediale) e abolizione dei movimenti di elevazione con conseguente ipotrofia.

Se la paralisi è parziale, il quadro clinico varia a seconda del muscolo interessato.

Se il deficit riguarda il muscolo retto mediale, si osserva una condizione di exotropia nell'occhio interessato e conseguente posizione anomala del capo con testa ruotata verso il lato sano.

Se riguarda il muscolo retto superiore, si avrà ipotrofia e difficoltà nell'elevazione dell'occhio affetto. *G.V. Zuccotti*, autore di *'Manuale di pediatria. La pratica clinica'*, riporta che la paralisi del muscolo retto superiore può essere associata anche ad un deficit a livello del muscolo elevatore della palpebra superiore, con conseguente ptosi. Il soggetto assume una posizione del capo di chin up.

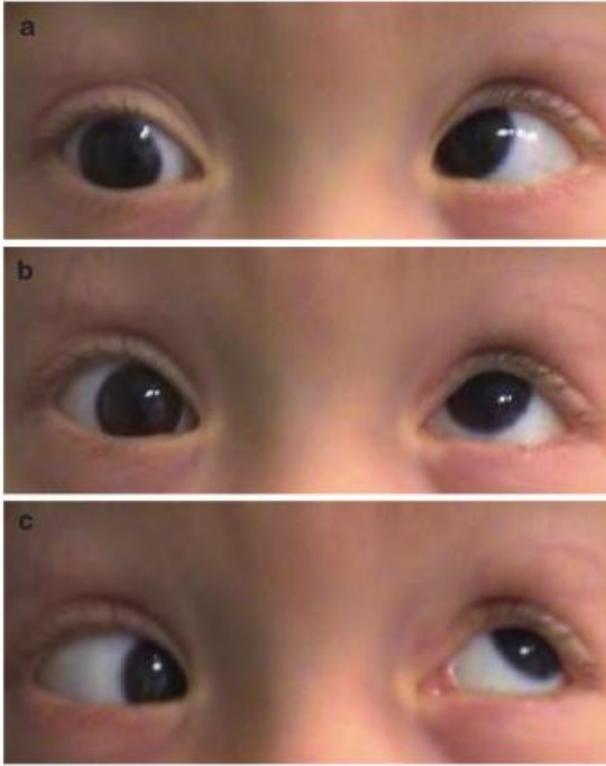
Nel caso in cui la paralisi coinvolge il muscolo retto inferiore, si osserva ipertropia e difficoltà nell'abbassamento dell'occhio coinvolto. In questa situazione il soggetto presenta una posizione del capo chin down.

Infine, il coinvolgimento del muscolo obliquo inferiore comporta un deficit di elevazione e un abbassamento in adduzione dell'occhio colpito come conseguenza all'iperfunzionalità del muscolo retto inferiore omolaterale⁽⁵¹⁾⁽⁵³⁾.

DEFICIT DELL'ELEVAZIONE MONOCULARE

Con il termine 'monocular elevation deficiency' si fa riferimento ad una limitazione nei movimenti di elevazione di un occhio presente sia in condizione di adduzione che di abduzione.[fig. 34] Questa può essere dovuta ad un deficit paralitico, se determinato dalla paralisi parziale o completa di entrambi i muscoli elevatori, ovvero del muscolo retto superiore e del muscolo obliquo inferiore, o ad un deficit restrittivo del muscolo retto inferiore⁽⁵⁴⁾⁽⁵⁵⁾.

Nelle forme congenite, quando la fissazione avviene tramite l'occhio non affetto, l'occhio paretico risulta essere in una condizione di ipotrofia e di ptosi o pseudoptosi. Quando l'occhio fissante è quello paretico, invece, il controlaterale appare ipertrofico e la pseudoptosi sparisce⁽⁵⁶⁾. Il soggetto in condizione di ipotropia assume una posizione del capo di chin up per mantenere la binocularità, eccetto nei casi in cui l'occhio deficitario è anche ambliopico e di conseguenza il soggetto non assume alcuna posizione anomala, mantenendo la fissazione con l'occhio sano.



[fig. 34]

soggetto con deficit nell'elevazione monoculare dell'occhio destro
(a): limitazione nell'elevazione in abduzione dell'occhio destro
(b): limitazione nella semplice elevazione dell'occhio destro
(c): limitazione nell'elevazione in adduzione dell'occhio destro

3.3. CLASSIFICAZIONE CLINICA DEL TORCICOLLO OCULARE

Tramite la classificazione clinica è possibile raggruppare le diverse patologie in base alla posizione viziata assunta dal soggetto.

3.3.1 TESTA RUOTATA

Un soggetto acquisisce una posizione anomala di rotazione del capo in presenza di:

- nistagmo orizzontale;
- ametropia e/o ambliopia;
- emianopsia omonima;
- paresi o paralisi del VI n.c.;
- paresi o paralisi del III n.c. con coinvolgimento del muscolo retto mediale;

3.3.2. TESTA INCLINATA

Un soggetto acquisisce una posizione anomala di inclinazione del capo in presenza di:

- nistagmo torsionale;
- errori refrattivi, quali l'astigmatismo non o mal compensato;
- occhiale indossato non correttamente (storto);
- centratura oftalmica errata;
- paresi o paralisi del IV n.c.;

3.3.3. MENTO ELEVATO (CHIN UP)

Un soggetto assume una posizione anomala del capo di iperestensione con conseguente mento elevato in presenza di:

- nistagmo verticale;
- errori refrattivi, quali miopie e astigmatismi;
- centratura oftalmica errata;
- lenti progressive non più ottimali;
- ptosi palpebrale;

- deficit perimetrici verticali;
- deficit di elevazione monoculare;
- paresi o paralisi del III n.c. con coinvolgimento del muscolo retto superiore;

3.3.4. MENTO ABBASSATO (CHIN DOWN)

Un soggetto assume una posizione anomala del capo di ipoestensione con conseguente mento abbassato in presenza di:

- nistagmo verticale;
- errori refrattivi, quali ipermetropia;
- paresi o paralisi del IV n.c. (associata a inclinazione del capo);
- paresi o paralisi del III n.c. con coinvolgimento del muscolo retto inferiore;

CAPITOLO 4: METODI D'ESAME

Nella pratica clinica quotidiana è comune riscontrare nei soggetti l'assunzione di una posizione viziata del capo. Risulta quindi importante nel lavoro dell'optometrista valutare se questa condizione è associata alla funzione visiva o meno.

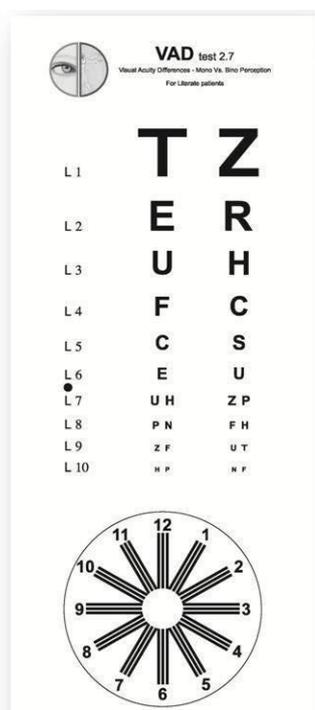
Di seguito vengono riportati due metodi elaborati dal Dr. *Luca Giannelli* in collaborazione a professionisti di posturologia, presentati nel libro '*Clinica Visuo Posturale*'⁽³⁹⁾. Vengono utilizzati per valutare la presenza di una condizione in grado di favorire una PAC correlata alla funzione visiva e per differenziare torcicollo oculare da torcicollo non oculare.

4.1 TEST 'VAD'

Il test Visual Acuity Difference (VAD) ha tre principali obiettivi. Il primo consiste nel valutare la percezione visiva monoculare di entrambi gli occhi, determinando se un'eventuale differenza promuove l'assunzione di una posizione viziata del capo. Il secondo mira a identificare la presenza e la direzione di un eventuale astigmatismo, il quale può favorire una PAC e l'ultimo nel confrontare la visione monoculare con la visione binoculare, per indagare se il soggetto presenta un possibile deficit di collaborazione dei due occhi. In questo capitolo vengono trattati i primi due obiettivi, inerenti alla posizione anomala del capo.

E' un test soggettivo, che prevede quindi la partecipazione del soggetto esaminato, e viene effettuato in illuminazione ambientale.

Nella figura sottostante è riportata la rappresentazione grafica del test VAD, la quale deve essere posizionata ad altezza occhi del soggetto ad una distanza di 2.7 metri.



Sono presenti due colonne di lettere costituite da dieci righe, di dimensioni minore dall'alto verso il basso, le quali non mirano alla valutazione dei decimi visivi, ma semplicemente alla differente percezione visiva dei due occhi, come già specificato.

A sinistra, accanto ad ogni riga, sono riportati i riferimenti numerici relativi alla linea di lettere considerata: le lettere 'T' e 'Z' sono accompagnate da 'L1', che indica il numero della corrispondente linea, ovvero la prima riga.

Nella parte inferiore è presente invece la mira del test del quadrante dell'orologio per l'astigmatismo, con numerazione da 1 a 12 riferita ai relativi meridiani.

Come riportato nel capitolo precedente, la visione binoculare è quella condizione che ci permette di ottenere un'immagine visiva singola dalla corretta fusione delle due immagini retiniche dei due occhi. Dal punto di vista anatomico, le posizioni differenti che i due occhi ricoprono nello spazio, e più precisamente lungo l'asse oculare orizzontale, fa sì che le immagini retiniche siano in minima parte differenti. E' questa disparità retinica che ci fornisce la stereopsi, ovvero la capacità di percepire la profondità e di conseguenza la tridimensionalità dello spazio.

Affinché la stereopsi si possa manifestare non è essenziale solo la fusione delle due immagini, ma anche che la visione tra i due occhi sia simile⁽⁵⁷⁾.

E' questo il motivo per cui il test VAD studia la posizione anomala del capo partendo dalla valutazione della percezione visiva singola dei due occhi: una differenza marcata tra questi può portare ad un compenso posturale, tra cui la PAC.

Il soggetto si trova quindi in posizione eretta primaria di sguardo ad una distanza dal test di 2.7 metri e in posizione abituale della testa con entrambi gli occhi aperti.

Il primo step consiste nel coprire tramite l'occlusore l'occhio sinistro e nella lettura ad alta voce delle lettere in direzione verticale, dall'alto verso il basso, della colonna di destra, tramite quindi l'occhio destro.

L'esaminatore riporta su una scheda optometrica il valore corrispondente all'ultima linea che il soggetto riesce a leggere.

Se commette un errore, dovrà leggere la lettera della medesima linea della colonna di sinistra. Se sbaglia anche questa, l'esaminatore segnerà il valore della linea precedente; se invece riesce a percepirla correttamente, verranno segnati entrambi i valori delle linee lette.

Una volta valutato l'occhio destro, si effettua la valutazione del controlaterale (l'occhio sinistro), questa volta leggendo la colonna di sinistra.

Tra le linee 6 e 7, a sinistra, è presente un punto nero. Sopra di esso, la differenza visiva risulta marcata quando la percezione visiva di un occhio si discosta da quella del controlaterale di almeno due linee; sotto di esso, è sufficiente una differenza di un'unica linea di lettere per promuovere una PAC.

La condizione in cui, per esempio, vengono registrati i valori L7 per l'occhio destro e L9 per l'occhio sinistro, indica che la funzione visiva del soggetto può promuovere un adattamento

posturale al fine di compensare la differenza percettiva dei due occhi. Questo, secondo *L. Giannelli*, avviene specialmente se l'occhio con deficit visivo peggiore è il dominante di fissazione, ovvero l'occhio che il nostro sistema predilige 'in automatico' nella fissazione di sguardo.

La parte di valutazione che prevede l'utilizzo del test del quadrante per l'astigmatismo suggerisce la presenza di un astigmatismo in un soggetto non portatore di occhiale oftalmico, e di un astigmatismo non compensato in un soggetto portatore di occhiale.

Nella superficie anteriore corneale normale è presente un lieve astigmatismo fisiologico dovuto alla curvatura maggiore del meridiano verticale rispetto all'orizzontale compensato però da un astigmatismo interno uguale e contrario. L'occhio perciò risulta emmetrope e i raggi luminosi provenienti dall'infinito attraversano la cornea e convergono in un unico punto, detto fuoco.

Il soggetto astigmatico invece presenta un'anomala curvatura corneale che conferisce così alla struttura differente potere nei meridiani coinvolti. I meridiani con potere massimo e minimo sono detti principali e questi, avendo raggio e potere differente, portano a far convergere i raggi luminosi provenienti dall'infinito in due fuochi distinti. La distanza fra i due fuochi, in diottrie, dà l'entità dell'astigmatismo [figura 35].

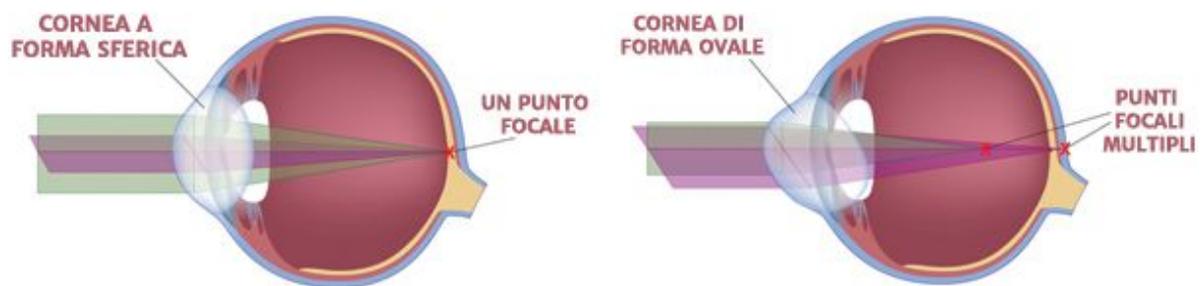


fig. 35: cornea sferica

cornea astigmatica

L'astigmatismo può essere regolare, se i due meridiani principali sono ortogonali tra loro o irregolare, se non lo sono. L'astigmatismo regolare è definito secondo regola, se il meridiano più curvo e quindi di maggior potere è verticale (considerando una tolleranza di $\pm 30^\circ$), contro regola, se il meridiano più curvo e quindi di maggior potere è l'orizzontale

(considerando una tolleranza di $\pm 30^\circ$), e obliquo, se il meridiano più curvo è compreso tra i $30^\circ/60^\circ$ o $120^\circ/150^\circ$ ⁽⁵⁷⁾⁽⁵⁸⁾.

Il soggetto astigmatico ha quindi una differente nitidezza lungo i diversi meridiani dello spazio, ovvero presenta un meridiano lungo il quale vi è una visione migliore e un meridiano con visione peggiore. Per questo motivo, questo difetto refrattivo in particolare, se non corretto adeguatamente, può promuovere l'adattamento del capo in PAC. Il soggetto tende a favorire il meridiano con migliore percezione e quindi ad inclinare il capo per cercare un mondo più nitido, che richiede meno affaticamento visivo e che risulta meno 'storto'.

Tutto ciò che ci circonda inoltre è stato costruito seguendo come piani di riferimento quelli orizzontali e verticali e la funzione visiva è in qualche modo legata a questa caratteristica: la miglior percezione visiva avviene su questi due piani.

Di conseguenza sono i soggetti con astigmatismo obliquo a tendere maggiormente ad assumere la PAC, poiché cercano di allineare ciò che vedono agli assi orizzontali e verticali. Tramite il VAD è possibile individuare la presenza o assenza di questo difetto refrattivo e un'eventuale correlazione con una posizione anomala del capo.

Il test viene svolto prima monocularmente, valutando un occhio alla volta, e dopo binocularmente. Il soggetto, in posizione eretta e in posizione primaria di sguardo a 2.7 m dal test, deve osservare il quadrante dell'orologio e riferire se nota delle linee più nitide o se queste le percepisce tutte uguali.

Le dinamiche che si possono presentare sono:

1. monocularmente risultano più marcate alcune linee, binocularmente sono tutte uguali: questa condizione indica che l'occhio che le percepisce diverse è l'occhio sub-dominante, il quale, nella visione binoculare, viene compensato dal dominante. Di conseguenza non viene assunta una PAC;
2. monocularmente risultano più marcate alcune linee, binocularmente anche: l'occhio che le percepisce diverse è l'occhio dominante, il quale sovrasta il controlaterale in visione binoculare:
 - 2.1 il soggetto non presenta PAC: è consigliato valutare l'astigmatismo tramite esame refrattivo;
 - 2.2 il soggetto presenta PAC: risulta utile eseguire nuovamente la procedura in ortoposizione soggettiva, ovvero l'esaminato chiude gli occhi e posiziona

il capo nella direzione che reputa dritta. Una volta aperti gli occhi, effettua il test mantenendo quella posizione:

- A. in PAC percepisce più nitide le linee orizzontali o verticali, in ortoposizione soggettiva le linee oblique: l'adattamento del capo è presente per avere una percezione visiva migliore (ovvero, come riportato prima, lungo gli assi orizzontale e verticale);
 - B. in PAC percepisce più nitide le linee oblique, in ortoposizione soggettiva le linee orizzontali o verticali: l'adattamento del capo non è quindi presente per migliorare la percezione visiva e non è di origine oculare;
 - C. percepisce più nitide le medesime linee sia in PAC sia in ortoposizione soggettiva: l'adattamento del capo è di origine non oculare.
3. le linee risultano tutte uguali e il soggetto è in ortoposizione soggettiva: non sembrano esservi difetti visivi astigmatici;
 4. le linee risultano tutte uguali ma il soggetto presenta una PAC: è consigliato verificare se l'adattamento posturale è di origine oculare o non, tramite il test VP.

4.2 TEST VP

Il test Visuo Posturale (VP) è un metodo d'analisi utilizzato per la diagnosi differenziale tra posizione viziata del capo di origine visiva o di altra natura.

Come riportato nel capitolo due, è la corretta integrazione delle diverse entrate recettoriali a garantire il giusto rapporto tra individuo e mondo esterno. Per poter distinguere l'influenza di un'entrata recettoriale da un'altra è possibile escludere singolarmente le principali entrate recettoriali. Verificare se la funzione visiva è coinvolta nell'assunzione di una posizione viziata del capo, comporta ad escludere l'entrata visiva chiudendo gli occhi e a osservare le variabili che si presentano.

Il test VP è un test soggettivo, che non necessita di materiale specifico, e che viene effettuato in soggetti che presentano una PAC.

L'obiettivo è quello di valutare la percezione corporea dell'esaminato relativa alla propria verticalità soggettiva escludendo ed inserendo la funzione visiva. Con il termine verticalità soggettiva si fa riferimento a come ciascun soggetto ha una propria percezione dell'asse verticale (per esempio quando una persona è convinta di avere il capo dritto, ma così non è).

Il soggetto è seduto, a gambe non incrociate, senza appoggiare la schiena e le spalle allo schienale, i piedi toccano il suolo e le mani sono posizionate sulle ginocchia senza sostegno tramite i braccioli della sedia.

Il Dr. *L. Giannelli* suddivide l'esecuzione del test in tre step.

Il primo step prevede la chiusura degli occhi e una rotazione del capo verso destra, verso l'alto, verso sinistra e verso il basso. Si chiede poi al soggetto, sempre ad occhi chiusi, di riprendere una posizione confortevole e naturale del capo. Si possono osservare tre dinamiche principali:

- a. il soggetto non presenta più la posizione viziata del capo: si procede stimolando il sistema visivo facendo cioè leggere al soggetto una mira a distanza. Se questo comporta il ritorno della PAC, significa che la funzione visiva influisce negativamente sull'assetto posturale ed è responsabile della PAC;
- b. il soggetto presenta ancora la PAC iniziale: la funzione visiva non è causa primaria dell'adattamento compensatorio, si esegue il secondo step;
- c. il soggetto presenta una posizione del capo anomala ma diversa da quella iniziale: si esegue il secondo step.

Il secondo passaggio mira a valutare il coinvolgimento del sistema vestibolare e quindi dell'equilibrio rispetto alla verticale soggettiva. Si chiede al soggetto, che dopo aver effettuato il giro completo si trova ancora in PAC e ad occhi chiusi, di posizionare il capo non più nella posizione confortevole, ma in quella che lui reputa dritta. In questo modo l'esaminato pone l'attenzione alla ricerca della verticalità del capo, stimolando il sistema vestibolare deputato a fornire informazioni relative alla posizione del capo. Le possibili osservazioni sono due:

- a. il soggetto non presenta più la posizione anomala del capo: significa che i recettori vestibolari e del collo non hanno ancora 'riprogrammato' i loro input, ovvero nonostante la PAC, hanno mantenuto la corretta informazione della verticalità

soggettiva. La PAC può essere così ripristinata facilmente; si esegue il terzo passaggio;

- b. il soggetto presenta ancora una PAC: i recettori vestibolari hanno assunto una nuova informazione spaziale adattandosi alla posizione anomala, per cui ripristinare la PAC risulta difficile; si esegue il terzo passaggio.

Il terzo step consiste nel valutare la verticalità soggettiva del capo reinserendo il contributo visivo. Il soggetto, ad occhi aperti, stimola il sistema visivo leggendo a distanza delle lettere e se ne osservano le risposte:

- a.1 il capo è dritto e dopo la stimolazione visiva rimane tale: è opportuno valutare la PAC iniziale tramite ulteriori test visuo posturali;
- a.2 il capo è dritto e dopo la stimolazione visiva torna alla PAC iniziale: la funzione visiva è responsabile della posizione compensatoria adattata dal soggetto;
- b.1 il soggetto rimane in PAC: la funzione visiva non è la responsabile primaria della posizione anomala del capo;
- b.2 il soggetto presenta una PAC minore: il sistema visivo interferisce positivamente e riduce la PAC;
- b.3 il soggetto presenta una PAC maggiore: la funzione visiva promuove l'adattamento posturale del capo.

Il primo test valuta quindi se il soggetto presenta una condizione visiva predisposta ad una possibile assunzione di una posizione viziata del capo, mentre il secondo valuta come il sistema visivo influisce su tale posizione. Entrambe le metodiche possono essere eseguite sia dai professionisti della visione, che di fronte ad una PAC di origine non visiva possono suggerire al soggetto di rivolgersi ad una figura professionale competente, sia dagli esperti di altre professioni, che di fronte ad una PAC di origine visiva possono invitare il paziente a rivolgersi ad un professionista della visione, favorendo così un approccio e una collaborazione multidisciplinare.

4.3 CENTRATURA DELLE LENTI OFTALMICHE IN PRESENZA DI PAC

Affinché un occhiale oftalmico sia ottimale, non è sufficiente svolgere correttamente l'esame visivo e scegliere le lenti oftalmiche e la montatura più adatte e ideali a ciascun soggetto: è di estrema importanza anche il montaggio dell'occhiale e in particolare la centratura oftalmica.

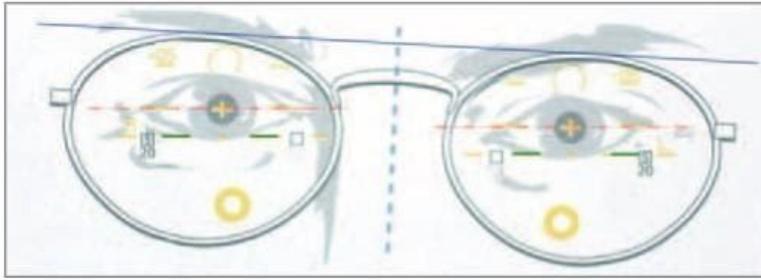
L'occhio e la lente correttiva non possono essere considerati come elementi distinti e indipendenti: una lente montata nel modo sbagliato può provocare discomfort, incapacità di adattamento alla lente, nausea, diplopia o adattamenti posturali quali la PAC⁽⁵⁹⁾.

La centratura oftalmica prevede l'allineamento del centro ottico della lente e il centro ottico dell'occhio: il soggetto, in posizione eretta, indossa la montatura e guarda prima l'occhio destro, poi l'occhio sinistro dell'esaminatore davanti a sé, il quale segna con un pennarello la posizione dei centri pupillari sulle lenti di presentazione.

Ogni qualvolta un individuo non osserva attraverso il centro ottico della lente vengono indotti effetti prismatici che portano alle problematiche sopra riportate. Si definisce effetto prismatico nominale la deviazione subita da un raggio quando passa attraverso la lente decentrata, ed effetto prismatico effettivo la deviazione dell'occhio a cui è anteposto una lente decentrata per mantenere la fusione.

Durante la procedura del centraggio, è importante che il soggetto mantenga una postura naturale e rilassata, non diversa dalla sua postura abituale.

Di fronte a soggetti che presentano una posizione anomala del capo, la centratura dipende dall'origine di tale adattamento posturale⁽⁶⁰⁾. Se la PAC non è causata da un problema visivo, questa viene mantenuta abitualmente e non varia in funzione della correzione oftalmica. In caso di lenti monofocali sferiche *L. Giannelli* consiglia di centrare i centri ottici in corrispondenza dei centri pupillari del soggetto mantenendo la PAC assunta e di effettuare l'esame refrattivo mantenendo la posizione viziata del soggetto. Anche nelle lenti progressive, se il soggetto non sta svolgendo trattamenti riabilitativi o non ha intenzione di correggere tale postura (se possibile), è suggerito eseguire il centraggio oftalmico rispettando la posizione anomala di inclinazione o rotazione del capo. Le lenti vengono montate parallele al suolo ma inclinate rispettando l'asse della montatura e quindi la PAC [figura 36]. Così facendo le lenti risultano dritte e garantiscono una visione binoculare confortevole, senza promuovere la posizione del capo anomala.



[fig.36] le lenti sono parallele al suolo (linee rosse e verdi), ma inclinate rispetto l'asse della montatura (linea blu)

Cercare di ripristinare la corretta posizione del capo tramite il centraggio oftalmico farebbe avvertire a questi soggetti una sensazione di disagio e di non essere più dritti, in quanto i loro recettori dell'equilibrio hanno ormai interiorizzato la PAC e non hanno più informazioni riguardo la vera verticalità oggettiva.

Di fronte a soggetti che presentano una PAC ad eziologia oculare è opportuno invece svolgere un approfondito esame visivo al fine di correggere un eventuale difetto refrattivo che ne rappresenta la causa. Se questo è assente, è utile rivolgersi ad un professionista visivo competente in quell'ambito, al fine di ripristinare la corretta posizione. Se ciò avviene, la centratura viene svolta normalmente, con gli assi bipupillare, congiungente il centro delle due pupille, e della montatura paralleli al suolo così da eliminare la PAC⁽⁶⁰⁾.

CONCLUSIONI

Dalla ricerca effettuata in questa tesi risulta evidente la forte dipendenza tra le diverse componenti che costituiscono il corpo umano: ogni entrata recettoriale ci permette di ricevere informazioni dall'ambiente esterno e interno che, una volta integrate ed elaborate, consentono all'individuo di relazionarsi con il mondo.

Una informazione errata porta ad una condizione di disequilibrio e il corpo, ricercatore della stabilità, adotta posture scorrette al fine di compensare tale discomfort e trovare una condizione che permetta di ottenere un buon risultato nonostante quel disturbo consumando meno energia possibile.

La Posizione Anomala del Capo di origine oculare, definita e approfondita in questo elaborato, è il risultato di un deficit a livello visivo che spinge il soggetto ad assumere una posizione viziata del capo con l'obiettivo di cercare e trovare una visione migliore, sicura, confortevole. Per questo motivo, un soggetto che presenta una blefaroptosi palpebrale assumerà una posizione del capo in chin up, un occhio in exotropia porterà l'individuo a ruotare la testa verso il controlaterale, o ancora una paralisi del IV n.c. una posizione di inclinazione del capo.

Dal punto di vista optometrico, le osservazioni riportate in questa tesi vogliono sottolineare quanto errori all'apparenza innocui, come un lieve astigmatismo mal compensato o una geometria di lente oftalmica non adatta, possano indurre tale adattamento posturale, che, se protratto nel tempo, determina un vero e proprio torcicollo oculare.

Un occhiale ideale è personale, specifico per quel determinato cliente, ed è il risultato di un insieme di passaggi che includono non solo un esame visivo approfondito e curato minuziosamente, ma anche un'attenta centratura oftalmica e una scelta di geometria di lente oftalmica e di montatura ottimale per il soggetto.

In conclusione i due test proposti, due dei numerosi metodi Visuo Posturali esistenti, suggeriscono se l'utente presenta una condizione che può promuovere un atteggiamento di PAC e, di fronte ad un soggetto che già la presenta, se essa è di origine oculare o non oculare, così da poter indirizzare il professionista nel trattamento opportuno.

Entrambi i test infatti possono essere eseguiti non solo da professionisti della visione ma anche da esperti di altri ambiti, evidenziando così l'utilità di un approccio multidisciplinare.

BIBLIOGRAFIA

- (1) L. Mills, '*EYEDNESS AND HANDEDNESS*', in *American Journal of Ophthalmology*, Volume 8, Issue 12, pp 933-941, December 1925;
- (2) C. L. Lowman, '*The effect of skeletal alignment upon the eyes*', in *The Journal of Bone and Joint Surgery*, Volume 2-16, Issue 12, pp 459-492, December 1918
- (3) D. Boyd Harmon, '*The COORDINATED CLASSROOM*', *Optometric Extension Program Foundation*, 1921
- (4) Sarah Cobb, '*Harmon reveseted*', reprinted from OEP's advanced therapist, pp 50-55, 1990
- (5) D. Ugolini, '*Occhio e postura*', in *Terapista della Riabilitazione*, pp 1-5, 2009
- (6) DAYID N. LEE and ERIC ARONSON, '*Visual proprioceptive control of standing in human infants*', University of Edinburgh, Scotland, 1974
- (7) https://www.youtube.com/watch?v=F4xenIulg_8 :David Lee - Optic flow and moving room - 1974
- (8) H. O. Richter, M. Forsman, '*Accommodation/vergence eye movements and neck/scapular muscular activation: Gaze control with relevance for workrelated musculoskeletal disorders*', in '*Current Trends in Neurology*' Vol. 5, pp 100-110, 2011
- (9) J.P. Roll, J.P. Vedel, R. Roll, '*Eye, head and skeletal muscle spindle feedback in the elaboration of body references*', in *Progress in Brain Research*, Volume 80, pp 113-123, 1989;
- (10) ROLL J.P., ROLL R., '*KINAESTHETIC AND MOTOR EFFECTS OF EXTRAOCULAR MUSCLE VIBRATION IN MAN*', in *Eye Movements from Physiology to Cognition*, Selected/Edited Proceedings of the Third European Conference on Eye Movements, Dourdan, France, pp 57-68, September 1985;
- (11) R. Roll, J.L. Velay, J.P. Roll, '*Eye and neck proprioceptive messages contribute to the spatial coding of retinal input in visually oriented activities*', in *Experimental Brain Research*, Volume 85, pp 423-431, 1991;
- (12) Y. Han & Gunnar Lennerstrand, '*Changes of visual localization induced by eye and neck muscle vibration in normal and strabismic subjects*', in *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, pp 815-823, 1999;

- (13) Y. Han, G. Lennerstrand, 'Effects of neck muscles proprioception on eye position and vergence movements', in *Accommodation and Vergence Mechanisms in the Visual System*, ed. by O. Franzen, H. Richter and L. Stark, pp 293-301, 2000;
- (14) G. Lennerstrand, S. Tian, Ym Han, 'Effects of eye muscle proprioceptive activation on eye position in normal and exotropic subjects', in *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, pp:63-69, 1997;
- (15) G. Lennerstrand, Y. Han & J.L. Velay, 'Properties of eye movements induced by activation of neck muscle proprioceptors', in *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, pp 703-709, 1996;
- (16) Ivanenko YP, Grasso R, Lacquaniti F: 'Neck muscle vibration makes walking humans accelerate in the direction of gaze', in *Journal of Physiology*, Volume 535 (pt.3), pp 803-814, Giugno 2000
- (17) L. Giannelli, 'Clinica Visuo Posturale', Medical Books, 2019;
- (18) T. Toti, P. Gigola, R. Carrera, E. Facco, L. Giannelli, C. Saetta, G. Rapelli, R. Broggi, 'Effetti di un precontatto occlusale sul distretto cervico-oculo-mandibolare', in *Odontoiatria* 33, by Edra, Marzo 2009;
- (19) G. Russo, A. Cataldo, M. Traina, 'ALTERAZIONI DEL RECETTORE OCULARE E COMPENSI DELLA COLONNA CERVICO-DORSALE: PARAMETRI STABILOMETRICI', in *Rivista della facoltà di Scienze Motorie dell'Università degli Studi di Palermo*, 2009;
- (20) Luca Martinelli, "Dizionario ragionato di posturometria: Termini, definizioni e strumenti impiegati nell'ambito delle misurazioni posturali", La Case Books, 2018;
- (21) C. Ghez, "La postura", cap. 39, parte VI, pp 612-623;
- (22) L. Giannelli, 'Clinica Visuo Posturale. Approccio multidisciplinare condiviso', Medical Books, 2019;
- (23) L. Sherwood, 'Fondamenti di fisiologia umana', PICCIN, Quarta Edizione, 2002
- (24) S. Cavallini, A. Nanussi, 'Le tensioni cervicali e le cefalee', in *Posturologia*, pp 41-44, 2012
- (25) <http://www.fisiobrain.com/web/wp-content/uploads/downloads/2010/06/tesipasquini.pdf>;
- (26) F. H. Martini, M. J. Timmons, R.B. Tallitsch, 'Anatomia umana', Quinta Edizione, EdiSES, 2012;

- (27) B.L. Walter, A.G. Shaikh, 'The Medial Longitudinal Fasciculus', in *Encyclopedia of the Neurological Sciences*, (Second Edition), 2014;
- (28) T. C. Frohman, S. Galetta, R. Fox, D. Solomon, D. Straumann, M. Filippi, D. Zee, E. M. Frohman, 'The medial longitudinal fasciculus in ocular motor physiology', in *Pearls & Oysters*, 70(17), pp 57-67, 2008;
- (29) https://medicinafisica.it/le-vie-sensitive-neuroanatomia/#Via_Vestibolare;
- (30) C. Stecco, 'Connessioni miofascial', in *Clinica Visuo Posturale*, Medical Books, 2019;
- (31) G. Brugnoli, D. Alpini, 'Medicina fisica e riabilitativa nei disturbi di equilibrio', Springer, pp 10-100, 2007;
- (32) Chiara Della Libera, 'I movimenti oculari', Corso di Laurea in Informatica Multimediale Facoltà di Scienze Università di Verona, Gennaio 2007;
- (33) A.L. Barbera, Wayne Sampson, Grant Townsend, 'Variation in natural head position and establishing correct head posture', in *Journal of Comparative Human Biology*, pp 1-14, June 2014;
- (34) N. Meiyappan, S. Tamizharasi, K. Janardhanan, 'Natural head position: An overview', in *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 7(Suppl 2), pp 424–S427, May 2015
- (35) M. Stoppani, 'I torcicolli oculari (posizioni anomale del capo)', in *GLI STRABISMI E LE ANOMALIE DELLA MOTILITÀ OCULARE*, CAP. 7, pp 339-354;
- (36) Kinga K. Tomczak, N. Paul Rosman, 'Torticollis', in *Journal of child Neurology*, Volume: 28 issue: 3, pp 365-378, December 26, 2012;
- (37) B. Cunha, P. Tadi, B. N. Bragg, 'Torticollis', in *StatPearls NCBI*, April 2020;
- (38) P. Nucci, B. Curiel, 'Abnormal Head Posture due to Ocular Problems- A Review', in *Current Pediatric Reviews*, 5(2):105-111, May 2009;
- (39) L. Giannelli, 'Clinica Visuo Posturale', Medical Books, Marzo 2019
- (40) Kushner BJ., 'Ocular causes of abnormal head postures', in *Ophthalmology*, 86(12):2115-25, December 1979;
- (41) Mitchell PR., 'Ocular torticollis', in *Trans Am Ophthalmol Soc.*, 97:697-769, 1999;
- (42) Nayan Sanjiv, Isdin Oke, 'Ocular torticollis', in *American Academy of Ophthalmology*, 2010;

- (43) D. Boccuzzi, *'La metodica irog nel follow up dei pazienti affetti da nistagmo trattati chirurgicamente'*, in *Dottorato di ricerca in imaging molecolare*, 2008/2009;
- (44) R. B. DAROFF, B. T. TROOST, L. F. DELL'OSSO, *'Nistagmo e oscillazioni oculari affini'*, in *Neuro-oftalmologia* di J.S. Glaser, AULO GAGGI EDITORE Bologna, pp 225-250, 1980;
- (45) P. Nucci, B. Curiel, A. Lembo, M. Serafino, *'Anomalous head posture related to visual problems'*, in *International Ophthalmology*, 35(2):241-8, 2015;
- (46) Richard V. Abadi, John Whittle, *The Nature of Head Postures in Congenital Nystagmus*, in *Archives Ophthalmology*, 109(2):216-220, 1991;
- (47) R. Frosini, *'Diagnosi e terapia dello strabismo e delle anomalie oculomotorie'*, SEE Editrice, Firenze, 1998;
- (48) Susan A. Havertape, Oscar A. Cruz, *'Abnormal Head Posture Associated With High Hyperopia'*, in *Journal of AAPOS*, Volume 2 Number 1, pp 12-16, February 1998;
- (49) *'Ptosi'*, in *American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* (<https://aaapos.org/glossary/ptosis>);
- (50) A. Facchin, R. Daini, *'Deficit centrali di campo visivo'*, in collaborazione con SOPTI-Società Optometrica Italiana, pp 32-42, 2015;
- (51) A. Rossetti, P. Gheller, *'Manuale di optometria e contattologia'*, Zanichelli, 2019
- (52) C. Azzolini, F. Carta, G. Marchini, S. Gandolfi, U. Menchini, F. Simonelli, C. E. Traverso, *'Clinica dell'apparato visivo'*, II edizione, edra, 2015;
- (53) G.v. Zuccotti, *'Manuale di pediatria. La pratica clinica'*, Edizione II, Società editrice ESCULAPIO, 2016
- (54) A. Bagheri, R. Sahebghalam, M. Abrishami, *'Double Elevator Palsy, Subtypes and Outcomes of Surgery'*, in *Journal of Ophthalmic & Vision Research*, 3(2): 108–113, April 2008;
- (55) <https://www.nhp.gov.in/disease/eye-ophthalmology-/double-elevator-palsy>
- (56) W.T. Luo, T. Qiao, H.Y. Ye, S.H. Li, Q.L. Chen, *'Clinical features and surgical treatment of double elevator palsy in young children'*, in *International Journal of Ophthalmology*, 11(8): 1352–1357, 2018;

- (57) A. Rossetti, P. Gheller, *'Manuale di optometria e contattologia'*, Zanichelli, 2003
- (58) R. Frosini, S. Frosini, *'Oftalmopediatria'*, S.E.E., 2006
- (59) Rossetti A. et al.; *'Lenti e occhiali'* ; Medical Books; 2003
- (60) L. Giannelli, *'Centatura delle lenti oftalmiche in soggetti con posizione anomala del capo'*, b2eye magazine, 2008