



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Università degli studi di Padova

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

CORSO DI LAUREA IN OTTICA E OPTOMETRIA

Tesi di laurea

Postura e anisometropia:

correlazione che si stabilisce tra i banchi di scuola?

Relatore
Dominga Ortolan

Laureanda
Chiara Fantin
1044242

Anno accademico 2014/2015

Indice:

Introduzione

Cap. 1 - Visione

1.1 Definizione anisometropia	p. 3
1.2 Tipologia e classificazione dell'anisometropia	p. 4
1.3 Eziologia	p. 5
1.4 Compensazione	p. 7
1.5 Il ruolo dell'accomodazione	p. 8
1.6 Duplice funzione recettoriale dell'occhio	p. 13

Cap. 2 - La postura

2.1 Definizione	p. 15
2.2 Teoria dello stress visivo	p. 16
2.3 Ergonomia a scuola	p.18
2.4 Disturbi posturali	p. 21

Cap. 3 - Materiali e metodi

3.1 Protocollo di studio	p. 24
3.2 I test effettuati	p. 26
3.3 Analisi statistica	p. 26

Cap. 4 - Risultati

4.1 Descrizione delle variabili	p. 29
4.2 Analisi e confronti	p. 31

Discussione e Conclusioni p. 34

Bibliografia e Sitografia p. 40

Premessa

Questa tesi ha lo scopo di valutare se errate posture protratte per lungo tempo durante il gioco e lo studio nell'età plastica possono creare modificazioni a livello strutturale del sistema scheletrico, algie alla muscolatura del collo e adattamenti anomali alla visione binoculare come l'anisometropia.

Durante il mio percorso di studi ho notato la presenza di questi fenomeni, anche in forma lieve, tra le persone che si sono sottoposte ad analisi visive nei laboratori di optometria durante il corso e il tirocinio.

ABSTRACT:

Obiettivo: valutare se errate posture al piano prossimale possono favorire lo sviluppo di anisometropia.

Metodo: misurare in 65 studenti universitari, nell'atto della scrittura con la correzione abituale da vicino, su un piano orizzontale prima, inclinato di 20° poi, lo spostamento, o tilt, a destra o a sinistra rispetto alla verticale, paragonando il tilt degli stessi soggetti in una situazione più ergonomica con un piano inclinato di 20°.

Risultati: 42 soggetti del campione (65%) sono anisotropi, di questi: 41 (63%) anisotropi con tilt e 1 (2%) anisometrope senza tilt. 38 anisometrici (59%) hanno una Revip minore della DH, e 4 (6%) hanno una Revip corretta.

Conclusioni: lo studio effettuato conferma che la presenza di tilt associata a una bassa Revip instaura una postura asimmetrica che può correlarsi alla presenza di anisometropia.

Introduzione

La relazione fra movimenti degli occhi e cambiamenti posturali era già stata postulata da Duke Elder nel 1946, in funzione della stretta relazione fra coppie di muscoli antagonisti estrinseci dell'occhio e i canali semicircolari. Egli affermò chiaramente che "a causa dello stretto collegamento dei meccanismi visivi che determinano la direzione spaziale del movimento con altri meccanismi che determinano la postura, la postura gioca un ruolo importante nella visione e nella percezione visiva" (1). Si deve a Harmon, alla fine degli anni '50 l'idea che il mondo spaziale visivo di un individuo sia essenzialmente un'estensione dell'organizzazione del sistema gravitazionale del corpo; egli riteneva inoltre che la maggior parte degli squilibri funzionali visivi fossero determinati dalle posture imposte dal lavoro sedentario della società moderna.

Harmon notò che gli individui astigmatici tendono a inclinare il capo in posizione eretta, i miopi a estenderlo, gli ipermetropi a fletterlo; qualsiasi forma di anisometropia porta a rotazioni importanti dell'asse della testa rispetto al tronco.

Gli exoforici tendono ad avere scapole elevate e ruotate verso l'esterno, mentre gli esoforici tendono ad abbassarle e ruotarle all'interno. In linea generale, miopia e ipermetropia tendono a causare disallineamenti sul piano sagittale testa-tronco.

Harmon correlava una condizione di accorciamento della muscolatura (soprattutto posteriore) del collo con la miopia. I miopi tendono a spostare il baricentro in avanti, spesso accompagnando questo spostamento con una flessione posteriore del capo; analogamente lo spostamento indietro del baricentro negli ipermetropi tenderà a essere spesso collegato a una flessione anteriore del capo con elevazione del piano dello sguardo (2). Tra l'altro, è stato rilevato che la contrazione dei muscoli ciliari mette in tensione i bulbi dall'interno, comprimendo il vitreo verso il polo posteriore con aumento della pressione intraoculare (3).

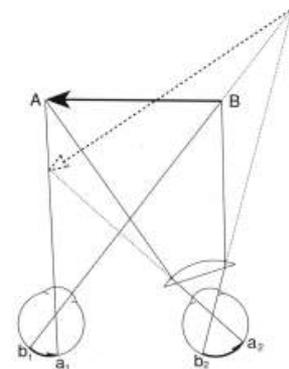
Tali relazioni non sono di tipo deterministico - non tutti quelli che presentano una determinata alterazione posturale sviluppano un medesimo difetto - tuttavia le correlazioni appaiono significative; secondo *l'American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, il fatto che un bimbo tenda a guardare tenendo spesso il mento abbassato può essere indice di forte ipermetropia (4).

Capitolo 1- L'anisometropia

1.1 L'anisometropia è la differenza di refrazione tra i due occhi. È sufficiente una differenza di 0,25D per definire il termine, ma funzionalmente è significativa una differenza di almeno 1.00-1.50D di potere sferico (5) perché a questo parametro si accompagnano, oltre ai disturbi tipici delle ametropie, astenopia, ridotta stereopsi, aniseiconia. Si può presentare diplopia o soppressione; questa condizione può portare ad **ambliopia** o deviazione di uno dei due occhi. La visione può essere monoculare, nella situazione appena descritta, oppure binoculare e in tal caso sono maggiori i segni di astenopia. L'anisometropia, relativamente comune alla nascita (18%) e ancor più nei prematuri (32%) e modesta nella fase infantile (8%) e poco superiore nell'età adulta (circa 7%, media tra i dati riferiti da Laird 1991) mantenendosi relativamente stabile nel periodo seguente (6).

La condizione anisometropica prevede una diversa compensazione ottica nei due occhi che provoca **aniseiconia** d'immagine e **anisoforia** ottica:

la prima disturba la funzione sensoriale per la differente grandezza dell'immagine retinica dovuta al diverso ingrandimento indotto dalle lenti (teoricamente si ritiene che il valore soglia al di sopra del quale è difficile si verifichi una fusione delle immagini è il 4% di differenza d'ingrandimento), al di sopra della quale la visione binoculare è impossibile e il soggetto lamenta diplopia, se non si verifica soppressione. La seconda si presenta quando gli occhi guardano al di fuori dei centri ottici delle lenti compensatrici e questo induce un differente effetto prismatico compensato dal sistema di vergenze fusionali (7).



In questo caso una buona correzione si ottiene solo con lenti a contatto.

Fig.1 effetto prismatico indotto dalla lente al di fuori del centro ottico

Se l'anisometropia è una condizione già instaurata nel sistema e questa è superiore alle 1,50 diottrie può causare **Ambliopia**, parola che deriva dal greco e significa "ottusità della visione", o anche volgarmente denominata "occhio pigro". È una riduzione dell'acuità visiva, più spesso monolaterale, e prevalentemente centrale, causata da un ostacolo al normale sviluppo visivo sensoriale insorto durante il periodo plastico. Il periodo più critico per la perdita di binocularità e lo sviluppo di ambliopia sono i primi 18 mesi di vita (8) da qui la criticità decresce e la possibile influenza ambliogenica si riduce fino ad annullarsi ai 6-8 anni (6). Quando è monolaterale, induce il cervello a preferire l'occhio migliore e a sopprimere l'immagine, e quindi il funzionamento dell'occhio peggiore (7). Il mancato esercizio dell'occhio più debole può portare all'ipovisione definitiva e il bambino sarà da adulto funzionalmente monocolo. Si presenta nel 3% dei soggetti: 50% anisometropica, 19% strabica, 27% mista anisometropica e strabica e 4% da deprivazione (9). L'occhio pigro è la causa più frequente di riduzione della vista nei bambini, se correttamente affrontato e non sottovalutato, può essere felicemente risolto nella quasi totalità dei casi. L'intervento correttivo deve però avvenire il più presto possibile: se l'ambliopia viene diagnosticata oltre i sei anni d'età, diventa quasi del tutto inguaribile e il piccolo rimarrà per sempre un soggetto monocolo, funzionalmente con un occhio solo.

1.2 L'anisometropia può essere classificata in modo diverso a seconda del problema refrattivo presente:

- Anisometropia semplice miopica o ipermetropica: un occhio emmetrope e l'altro miope o ipermetrope.
- Anisometropia composta miopica o ipermetropica: entrambi gli occhi sono miopi o ipermetropi ma di potere differente.
- Anisometropia astigmatica semplice: un occhio emmetrope e l'altro astigmatico.

- Anisometropia astigmatica composta: entrambi gli occhi astigmatici ma con potere differente.
- Anisometropia mista: antiametropia, ovvero un occhio ipermetrope e uno miope.

Borish propose un'altra classificazione (10):

- Anisometropia: quando i due occhi hanno stesso vizio refrattivo ma potere differente.
- Antiametropia: quando un occhio è ipermetrope e uno miope.

Potere:

- Lieve (entro le 2D).
- Elevato (oltre le 2D).

L'eziologia può essere:

- Ereditaria.
- Acquisita.

È da mettere in evidenza che una leggera differenza tra i due occhi è fisiologica, l'importante è valutare la condizione visiva del soggetto per poter garantire la compensazione più efficiente che, dove possibile, permette di mantenere stabile la visione binoculare, indipendentemente dalla classificazione che ha più uno scopo di ricerca.

1.3 Studi statistici confermano la presenza di anisometropia già nei bambini: De Vries (11) ha riportato che nel primo anno di vita il valore di anisometropia di almeno 1 diottria è tra 2,7% e 11%, mediamente nei bambini si trova una prevalenza di anisometropia di almeno 2D di potere sferico del 4,7%; Hirsch (12), studiando i bambini e ragazzi dai 6 ai 19 anni, ha trovato un'anisometropia di 1D o più nel 2,5% dei bambini che iniziano la scuola e nel 5,6% dei ragazzi tra i 16 ei 19 anni.

Si pensa che lo sviluppo di anisometropia sia legato a una componente genetica anche se i meccanismi non sono chiari. Tong et Al. ritengono che questo problema sia dovuto a una differenza di lunghezza assiale piuttosto che a una differenza di potere di rifrazione corneale. Fattori che alterano lo sviluppo binoculare come ambliopia e strabismo possono essere associati ad anisometropia. Per esempio, Abrahamsson et Al. hanno riferito che l'anisometropia si verifica frequentemente dopo l'insorgenza di strabismo. Ingram e colleghi hanno associato un aumento di anisometropia nei bambini, come il risultato del fallimento del sistema visivo all'emmetropizzazione nell'occhio deviato (13).

Patologie come tumori, emangiomi, ptosi, emorragie retiniche o alterazioni del vitreo possono, inoltre creare delle alterazioni oculari e di conseguenza anisometropia più o meno elevate.

Diversi studi hanno analizzato la presenza di progressione differente dell'ametropia nei due occhi durante la prima infanzia. Abrahamsson et Al. hanno esaminato la progressione nei bambini anisometrici tra 1 e 4 anni e hanno scoperto che la prevalenza di anisometropia è rimasta abbastanza costante (14).

Hirsch ha seguito i bambini in età scolare a partire dall'età di 5/7 anni fino all'età di 16/19 anni e ha scoperto che l'anisometropia di 1D rimane stabile (12).

De Vries afferma nelle sue ricerche che l'anisometropia era abbastanza stabile nei bambini con non più di 2D di anisometropia di potere sferico e cilindrico (11).

Pertanto secondo Hirsch e Vries l'anisometropia di 1/2D sembra essere una condizione stabile che non aumenta nei bambini in età scolare.

Altri studi affermano che l'anisometropia sembra correlata all'adozione di una postura con persistente rotazione della testa da un lato oppure a un costante decentramento del campo visivo rispetto alla verticale (sarà quell'occhio a sviluppare maggiore problema refrattivo) e può insorgere a causa di posture mantenute scorrette per periodi relativamente brevi: già dopo quattro mesi si possono manifestare i primi effetti (15) e dopo un intero anno scolastico l'errata postura mantenuta sui banchi di scuola si proietta sulla postura abituale del bambino in piedi (16); infatti sembra insorgere come strategia funzionale per consentire una migliore visione binoculare nell'abituale lavoro oculare nel piano prossimale e diventa poi causa di un'alterazione posturale di compenso per lo svolgimento di tutti

gli altri compiti. Se una postura scorretta è mantenuta per periodi prolungati, si hanno effetti sulla coordinazione binoculare, il rendimento accomodativo differenzia tra i due occhi, si modificano le condizioni di foria, si possono accentuare le anisometropie e l'equilibrio del sistema visivo, in generale, degenera (17).

1.4 A volte, sottovalutare le strategie che l'organismo attua di fronte a un problema visivo - cognitivo ci porta spesso a scoprire il problema solo dopo che si è instaurata una modifica della struttura. Fondamentale è la tempestività della correzione.

Se si analizza il problema agli arbori, un occhiale può essere accettato; se l'anisometropia è presente fin dalla nascita e si trova la correzione prima della fine dello sviluppo oculare, questa permette di raggiungere buoni livelli di acuità visiva e visione binoculare, mentre maggiore è l'età, maggiore è la difficoltà di adattamento. Analizzando l'anisometropia astigmatica, questa sembra correlata all'adozione di una postura con persistente rotazione della testa da un lato (sarà quell'occhio a sviluppare maggiore astigmatismo), il primo approccio terapeutico dovrebbe essere quello di incoraggiare movimenti oculari non accompagnati dai movimenti del capo nel meridiano sul quale essi appaiono agganciati (eye scan therapy);(18) la contrazione del meridiano comporta un aumento del cilindro e quindi del potere diottrico del meridiano a esso ortogonale: un aumento del potere diottrico corrisponde a un aumento di miopia su quel meridiano.

La prescrizione totale dell'anisometropia viene generalmente accettata quando la differenza di refrazione non supera la diottria. Nei rari casi in cui questa non viene accettata, talvolta nella prima prescrizione, si consiglia di bilanciare la correzione cercando di ottenere un visus nell'occhio più ametropo tale da raggiungere valori di acutezza visiva discreta (AV 0,5/0,63) (19).

Le lenti oftalmiche creano un prisma indotto, di diversa entità in base al potere della lente, secondo la regola di Prentice, ogni volta che il soggetto sposta l'occhio dal centro ottico; per questo motivo la correzione migliore è senza dubbio la lente a contatto. Le lenti a contatto risolvono il problema dell'anisoforia ottica in tutte le posizioni di sguardo, eliminano la distorsione, riducono la differenza delle immagini retiniche (aniseiconia) azzerando la distanza apice-corneale, forniscono immagini

retiniche nitide, per evitare che si inneschi la soppressione. Se si sceglie invece di correggere con l'occhiale, un accorgimento importante riguarda la scelta delle montature, questa deve essere conforme alla dimensione del viso, ma deve essere tendenzialmente di piccole dimensioni in modo che, tagliando porzioni di visione periferica, riduca le aberrazioni laterali e la differenza prismatica migliorando il comfort visuo-percettivo; l'angolo pantoscopico che dovrebbe avere una montatura usata a permanenza è 4°- 6° in modo che la distanza tra il centro ottico delle lenti e l'asse di sguardo sia minima. Si possono preferire le lenti asferiche o biasferiche, che permettono di utilizzare curve più piatte su entrambi le superfici rispetto alle lenti sferiche, e riducono l'aberrazione sferica e l'astigmatismo dei fasci obliqui; l'utilizzo di lenti aniseiconiche consente di ridurre la differenza di aniseiconia indotta dal diverso potere delle lenti e quindi di prescrivere anisometropie maggiori rispetto a quelle consentite dalle geometrie convenzionali; inoltre il numero di Abbe della lente dovrebbe essere il più alto possibile per facilitare la fusione nelle posizioni secondarie e terziarie di sguardo, dove la dispersione cromatica è maggiore (19).

1.5 Fissare l'oggetto con la testa inclinata può portare a problemi visivi in relazione alla posizione mantenuta in funzione del tempo, perché i due occhi si trovano a lavorare non in asse e a due distanze differenti dal piano di lavoro.

L'occhio umano è strutturato in modo che i raggi che giungono dall'esterno siano fatti convergere in retina in modo da avere un'immagine nitida: quando un occhio guarda un oggetto situato a **oltre 6 metri** di distanza, riceve da esso dei raggi luminosi paralleli; quando invece l'oggetto è situato a una **distanza inferiore ai 6 metri**, i suoi raggi giungono all'occhio non più paralleli, ma divergenti. Affinché si formi sulla retina un'immagine nitida, è necessario che nella rifrazione oculare avvenga una modificazione adeguata a far convergere in giusta misura i raggi in arrivo. Questo è determinato dall'**accomodazione**: meccanismo di adattamento dell'occhio alla messa a fuoco di oggetti situati a differenti distanze.

Lo sforzo di accomodazione si calcola con il metodo Refocus: $A = \frac{1}{d_{(m)}}$

La risposta del cristallino alla richiesta di accomodazione, cambia col variare dell'età del soggetto, è massima in tenera età e decresce con l'aumentare dell'età fino a

scompare intorno ai 60/70 anni. Un bambino di 5 anni dispone di una capacità accomodativa di 14,00 diottrie, pertanto, essendo il suo cristallino molto elastico, riesce a vedere nitidamente oggetti posti a 7 centimetri dai suoi occhi. Quando, intorno ai 40/45 anni la capacità accomodativa scende al di sotto delle 3,00 diottrie, il soggetto inizia ad avere difficoltà nella lettura e nel lavoro sul piano prossimale.

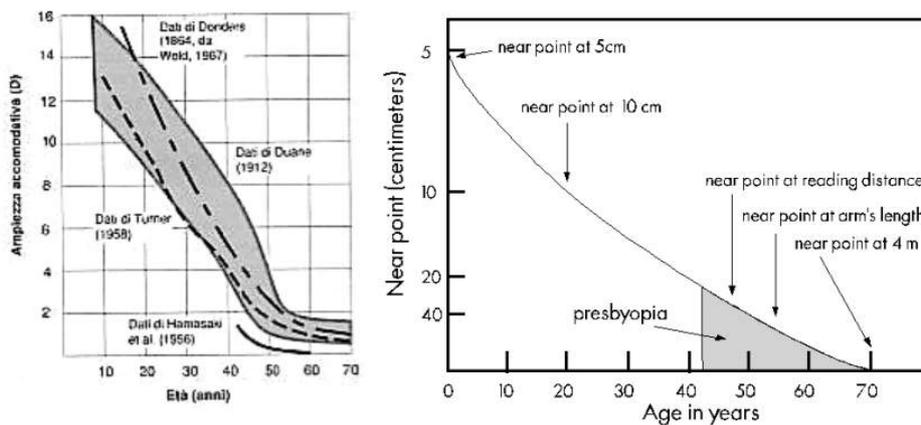


Fig.2 Andamento della richiesta accomodativa in funzione dell'età.

Non è possibile utilizzare per tempi lunghi tutta la capacità accomodativa di cui si dispone in funzione dell'età, essa può essere usata solo per qualche minuto o per periodi prolungati ma di entità non superiore all'1/3 della capacità disponibile senza causare stress; altrimenti periodi prolungati utilizzando tutta la capacità accomodativa o maggiore di 1/3 della capacità disponibile portano a stress accomodativo associato a stress fusionale che darà luogo a stress prossimale, spesso causa di aumento di miopia (20).

L'accomodazione è la capacità dell'occhio di variare la curvatura del cristallino per mettere a fuoco oggetti che si trovano a distanze diverse. Nella letteratura si trovano diverse teorie per spiegare come agisce l'accomodazione: uno dei punti d'interesse dei Behavioural optometrists, optometristi comportamentali americani che avevano come oggetto di studio le tecniche optometriche di uso corrente per influenzare il processo visivo, era quello di cercare di rendere evidente la **sinergia che esiste tra l'accomodazione e la convergenza**: il cristallino è la componente fondamentale per l'accomodazione, ma, in visione binoculare, questa è condizionata dalla

convergenza: movimento degli occhi verso l'interno, in modo che siano entrambi diretti verso un oggetto posto a distanza ravvicinata. Il movimento di convergenza degli occhi si attiva quando si guarda un oggetto vicino, e si disattiva quando si guarda lontano perché il sistema utilizza la divergenza. Esso è determinato dai muscoli oculomotori che fanno volgere i bulbi oculari verso l'interno. Quando questo accade, anche il cristallino aumenta la sua convessità e si predispone per la visione al piano prossimale.

Se si verifica qualche anomalia nel meccanismo di convergenza gli occhi possono convergere troppo poco (**insufficienza di convergenza**) o convergere troppo (**eccesso di convergenza**) (21).

La funzione accomodativa sarebbe necessaria soltanto per mettere a fuoco oggetti che si trovano a una distanza inferiore a 6 metri, e questa viene attivata da un aumento di convessità del cristallino. Il modello visivo tradizionale prevede quindi **uno sforzo accomodativo tanto maggiore quanto minore è la distanza di osservazione**. Si deve inoltre sottolineare che non è la distanza di lavoro la causa primaria del problema visivo, ma la continua concentrazione in un campo ristretto, su di un piano bidimensionale e con periferia chiusa (soprattutto con l'avvento del VDT) (22).

Nello studio di T. Marumoto et Al. (23) del dipartimento di Oftalmologia di Juntendo, Giappone, nel '97, confrontando la postura di due gruppi di soggetti, un gruppo di miopi e uno di emmetropi, durante la lettura, Marumoto conclude che la distanza spontanea di lettura dei soggetti miopi (15 cm d.s. +/-1,9 cm) è notevolmente ridotta rispetto a quella dei soggetti emmetropi (30,2 cm d.s. +/- 4,1 cm).

L'ambito della visione nel quale l'organismo deve sopportare gli attacchi più stressanti è quello dell'applicazione prolungata al punto prossimo. La nostra cultura prevede un forte impiego scolastico e professionale al punto prossimo, associato a richieste intellettive legate a un laborioso processo di integrazione e interpretazione. Oltre ad aumentare le richieste accomodative e l'iperattività della convergenza, si va ad aggiungere un'elevata concentrazione entro un'area ridotta al piano bidimensionale. L'impiego prolungato da vicino, caratterizzato da fissità visiva

e posturale associato a disequilibri accomodativi e di convergenza, è la fonte primaria dei problemi visivi. Se il sistema visivo si trova in una situazione stressante, la prima reazione potrebbe essere quella di evitarla. L'elusione è una delle possibili reazioni alla fatica visiva che può essere attuata da una persona non socialmente costretta a dedicarsi. La conseguenza dovuta al totale o parziale abbandono di ogni attività al piano prossimale può essere un aumento delle problematiche scolastiche o lavorative. Spesso dietro lo "studente svogliato" si cela la difficoltà di apprendimento legata a problemi visivi; o altro esempio la miopia cosiddetta "scolastica" è causata in parte da un eccessivo uso della visione prossimale corretta con lenti oftalmiche negative, che stimolano l'accomodazione, comportano, l'avvicinamento più o meno conscio della distanza di lettura, un aumento della tensione dei muscoli posturali del collo e, la risultante, è un atteggiamento posturale scorretto che favorisce l'aumento dell'ametropia stessa (24).

Al contrario lo studente o lavoratore costretto a impegnarsi a distanza ravvicinata ma, allo stesso tempo, non funzionalmente in grado di adattare le proprie abilità all'impiego visivo per il vicino, svolgerà le mansioni in maniera faticosa con frequente perdita della concentrazione. Un altro modo per sostenere lo sforzo può manifestarsi con l'allontanamento del piano di messa a fuoco, con diminuzione della quantità accomodativa utilizzata; si viene a creare un cuscinetto ipermetropico da vicino che inibisce la convergenza e coinvolge il rapporto AC/A. Altro modo per sottrarsi allo stress, opposto a quello citato, potrebbe coinvolgere il meccanismo delle vergenze, aumentando lo sviluppo exoforico atto alla costituzione di un effetto tampone per lo stress al piano prossimale. Stress e defocus ipermetropico sono le condizioni di emergenza che attivano il sistema nervoso autonomo e interferiscono con l'abilità di integrare i sistemi accomodazione e convergenza per una visione singola, nitida e confortevole. Se i due modi di adattamento sopra descritti si manifestano contemporaneamente ci si troverà in una situazione di ipermetropia associata a exoforia. Se la componente exoforica fallisce si svilupperà un atteggiamento esoforico al piano prossimale con una variazione di AC/A che diventerà elevato. Nel caso fallisca la componente ipermetropica, al piano prossimale si riscontrerà un atteggiamento miopico con conseguente variazione del

rapporto AC/A che sarà basso. Spesso le due situazioni descritte si manifestano contemporaneamente (quadro miopico esoforico), mantenendo inalterato il rapporto AC/A e sacrificando la visione distale. Questa visione verrà invalidata in misura soggettivamente variabile in base all'elasticità del sistema e la postura del soggetto, partendo sempre da problematiche legate alla visione a distanza ravvicinata. Anche la postura altera il rapporto AC/A e viceversa, quando esiste una foria accentuata, un'anisometropia e uno strabismo in età pediatrica è probabile ci sia un problema oculomotorio che ha come conseguenza la trasmissione al cervello di informazioni sbagliate sul mondo esterno e che vengono compensate dalla postura: testa inclinata o ruotata, una spalla più alta dell'altra, torcicollo oculare, atteggiamento scoliotico ecc. Con una postura errata al piano prossimale, il rendimento accomodativo diventa diverso tra i due occhi con un degrado del sistema visivo e posturale e un aumento di forie e anisometropie (25).



Fig. 3 Il bambino scrive con una Revip bassa, sfruttando molta della capacità accomodativa disponibile

Il bambino tenderà ad avvicinarsi il più possibile al foglio per vedere più grande ma questo aumenterà notevolmente lo stress visivo, stress che sarà di entità leggermente differente se la posizione degli occhi è ruotata e potrà risultare maggiore per l'occhio più vicino al piano. Inoltre, lavorando troppo vicino si troverà a lavorare su un piano bidimensionale anziché tridimensionale e questo potrà indurre defocus ipermetropico che sarà maggiore nell'occhio più vicino al piano di lavoro, determinando in quest'occhio un problema refrattivo maggiore rispetto al contro laterale.

1.6 Nel sistema posturale l'occhio ha una duplice funzione recettoriale: esteroceettiva e propioceettiva.

La funzione esteroceettiva riguarda le informazioni che arrivano dall'ambiente esterno e la percezione è di competenza **retinica** attraverso i suoi recettori: i coni e i bastoncelli; la retina periferica, invia al cervello informazioni derivanti da tutto l'ambiente esterno, consentendo la stabilità posturale antero-posteriore (movimenti avanti-dietro); la fovea, visione centrale, analizza in maniera precisa l'oggetto del nostro interesse, fornendoci la stabilità posturale laterale (movimenti destra-sinistra) (26). Questa funzione può essere modificata da difetti organici, difetti refrattivi e loro adeguata correzione, anomalie della funzione accomodativa, condizioni refrattive particolari come l'anisometropia, qualità delle lenti di correzione e qualità della funzione binoculare nella sua componente sensoriale, per esempio la soppressione di un occhio.

La funzione propioceettiva si riferisce, invece, al ruolo dell'occhio di dare informazioni sulla posizione del corpo nello spazio. Esiste una relazione bidirezionale tra funzione visiva e postura, infatti un'alterazione della funzione visiva comporta una modifica della postura e viceversa. Visione e postura quindi sono due meccanismi all'interno di un unico processo percettivo. Nei casi in cui il problema visivo è primario rispetto a quello posturale, il trattamento sarà una correzione con occhiali, lenti a contatto o Visual Training. Quando invece, il difetto visivo è secondario a una disfunzione posturale, la rieducazione visiva non sarà risolutiva e bisognerà far trattare la causa primaria da altre figure professionali. L'alterazione della funzione può essere dovuta a deficit di convergenza, insufficienza di divergenza, eteroforie e disparità di fissazione orizzontali - verticali, deficit della oculomotricità, geometrie di lenti non adeguate al contesto visivo occupazionale del soggetto o in rapporto con adattamenti posturali preesistenti, da occhiali non correttamente centrati, compresi gli occhiali premontati (25).

Fondamentale è pertanto il ruolo dell'optometrista: trovare, indagare e trattare i difetti visivi con mezzi ottico-fisici, per portare, a un miglioramento della funzione visiva con tecniche non mediche, eliminando di conseguenza l'uso di farmaci o interventi chirurgici; il ramo dell'optometria comportamentale è un ramo

particolare dell'**optometria** tradizionale che si occupa del comportamento visivo nel suo insieme. Ovvero studia i deficit visivi non come causa ma come adattamenti sensoriali all' ambiente che ci circonda. La maggior parte delle attività umane non si svolgono più in spazi aperti come un tempo ma la nostra vita si svolge prevalentemente in ambienti chiusi. Il sistema visivo deve adattarsi al lavoro alla distanza prossimale e per questo motivo spesso insorgono delle sindromi.

Nel caso in cui il problema visivo che insorge instauri un disequilibrio, e questo abbracci più sistemi che nel tempo divengano concausa al problema visivo, qualsiasi atteggiamento viziato del capo richiede un adattamento posturale soprattutto dei muscoli cervicali, muscoli della schiena e della mandibola (27). Il trattamento da effettuare sarebbe da condurre in sinergia con altre figure professionali: odontoiatri, osteopati, fisioterapisti, personal trainer.

Capitolo 2- La postura

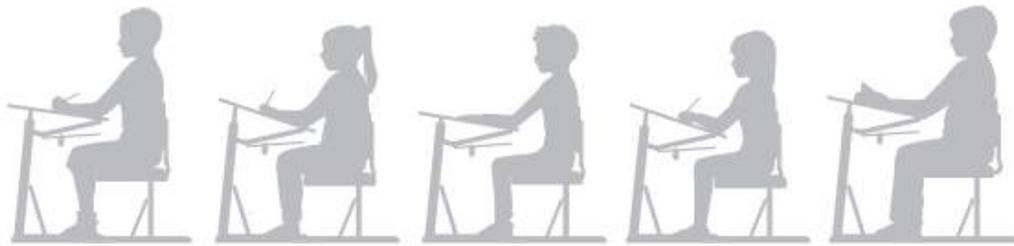


Fig. 4 Rappresentazione del mobilio e postura corretta da adottare in classe tratta da "ergonomiaascuola"

2.1 Definendo la postura come *"il modo di posizionare il nostro corpo nell'ambiente"* (28), è subito chiaro che, proprio grazie a essa, si riescono a controllare i movimenti, alzarsi, sedersi, muoversi e mantenere l'equilibrio. Il termine postura in ambito funzionale fu introdotto fin dal Rinascimento da Francesco Redi (29), noto scienziato e medico alla corte dei Medici, secondo il quale la postura è *"...un atteggiamento abituale del corpo o di parti di esso..."*. Si può quindi definire la **postura** come un **complesso di organizzazioni stato-cinetiche e di atteggiamenti che l'organismo adotta per stare in piedi, camminare o muoversi nello spazio che lo circonda**. Il ruolo della postura è mantenere l'equilibrio contro la forza di gravità nella stazione eretta e nell'esecuzione di attività motorie coordinando i movimenti della testa, del tronco e degli arti. L'uomo è nato per cacciare, per muoversi e svolgere attività dinamiche, nella società moderna si trova invece di fronte a una situazione di staticità. Negli anni '50 del secolo scorso Darell Boyd Harmon (30) evidenziò il ruolo della funzione visiva nell'ambito della postura secondo cui la postura ottimale per il lavoro a distanza ravvicinata, tipicamente lettura e scrittura, è quella condizione che minimizza le tensioni e permette una corretta localizzazione spaziale.

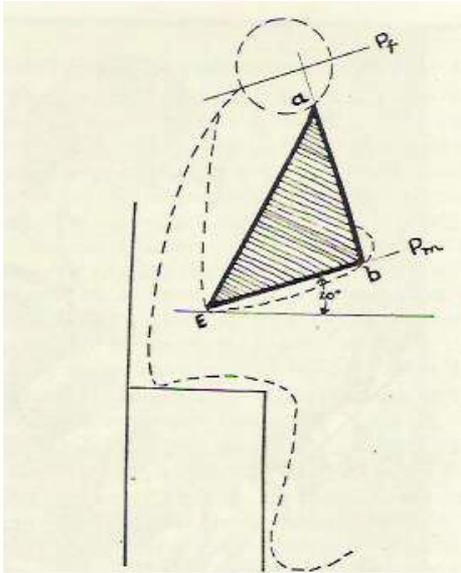


Fig.5 Schema rappresentativo postura ideale secondo Harmon

Il sistema senso-motorio agisce attivamente sulla postura costituendo una struttura che collega gli stimoli in entrata degli organi di senso alle risposte motorie. Secondo Duke-Elder (31), almeno il 20% del corredo nervoso proveniente dagli occhi, precisamente dalla retina periferica, non va alla corteccia visiva ma si dirige al collicolo superiore, in stretta correlazione con i centri motori e posturali del corpo, scambiando informazioni attraverso sinapsi con i nervi del corredo muscolare.

La postura, pertanto, è fondamentale per consentire all'organismo di svolgere al meglio tutte le sue funzioni, permettendo così il benessere individuale.

2.2 Il primo a capire il ruolo della postura fu Harmon: nel 1950 progettò per l'azienda *American Setting Company* un solido banco con sedia di legno e metallo regolabile, per gli studenti di diverse altezze, caratterizzato dalla presenza di una leva che poteva creare vari angoli di lavoro (30).



Fig.6 Banco progettato da Harmon

Questa inclinazione è fondamentale perché lavorare su un piano piatto porta gli studenti a piegarsi eccessivamente in avanti, andando incontro a problemi respiratori, digestivi e visivi (32); i bambini si avvicinano al foglio per vedere “più grande”, ma accorciando la distanza di lettura, la percezione spaziale diventa bidimensionale e gli oggetti vengono percepiti con un defocus ipermetropico: ovvero lo sfuocamento periferico causato da una focalizzazione delle immagini oltre la retina periferica. Questa situazione si crea quando un bambino lavora su di un piano bidimensionale, instaurando così una ipermetropia periferica; per compensarla, l’occhio cresce, portando a fuoco le immagini periferiche e incrementando il vizio refrattivo centrale; Young, infatti, descrisse lo sviluppo della miopia in due stadi: inizialmente l’eccessiva accomodazione richiesta per un prolungato lavoro vicino causerebbe lo spasmo ciliare e l’incapacità di rilassare l’accomodazione, in un secondo tempo, la pressione della camera del vitreo aumenterebbe con il conseguente allungamento del bulbo, raggiungendo una situazione difficilmente reversibile (33). Pertanto il soggetto, alzando lo sguardo, lamenterà visione annebbiata da lontano. Se a questo bambino viene prescritta la correzione che richiede per il lontano e questa viene portata sempre, la correzione ristabilirà ipermetropia periferica, l’occhio per compensarla crescerà sempre di più necessitando di una correzione sempre più forte, poiché diventerà sempre più miope. La flessione in avanti può anche causare delle difficoltà a livello di attenzione e quindi di apprendimento (34), in quanto, il soggetto si trova a lavorare in una situazione di stress. Lo stress visivo è rappresentato da una concentrazione visiva su un’area ristretta al punto prossimo. Questa condizione tende a posizionare la convergenza su un piano operativo più vicino a quello dell’accomodazione, il sistema in risposta fa divergere per evitare la diplopia e rilassa l’accomodazione, se lo stress è ancora presente il ciclo ricomincia; questa situazione non può durare per molto tempo e viene peggiorata dall’utilizzo di lenti negative, le quali inducono: una riduzione della distanza di lettura, chiusura del campo percettivo, un aumento della tonicità dei muscoli del collo, spalle e schiena, uno spostamento dell’accomodazione verso l’Eso e un effetto silo SMALL-IN.

E’ inoltre preferibile che entrambi i piedi dell’alunno siano poggiati a terra o su di un piano rialzato poiché, avere i piedi poggiati a terra, fornisce al sistema di controllo

della postura un'altra informazione sulla posizione dell'individuo nello spazio (35). E' anche utile che, per compiere un minor sforzo da vicino, gli occhi guardino, con certi intervalli, a una distanza di almeno 3-4 metri per cui, sarebbe opportuno collocare i banchi e le scrivanie in modo tale che, appena si sollevano gli occhi, sia possibile guardare lontano.

La postura dell'uomo diventa stabile attorno ai sei anni e il completo sviluppo della postura avviene abitualmente verso gli undici-dodici anni, restando tale fino ai sessantacinque (36) ma alterate informazioni ambientali, stili di vita inadeguati e problematiche organiche primarie comportano posture errate.

2.3 E' ampiamente dimostrato in letteratura che un bambino che trascorre molto tempo seduto a seguito dell'assunzione di posture scorrette e forzate, può avvertire

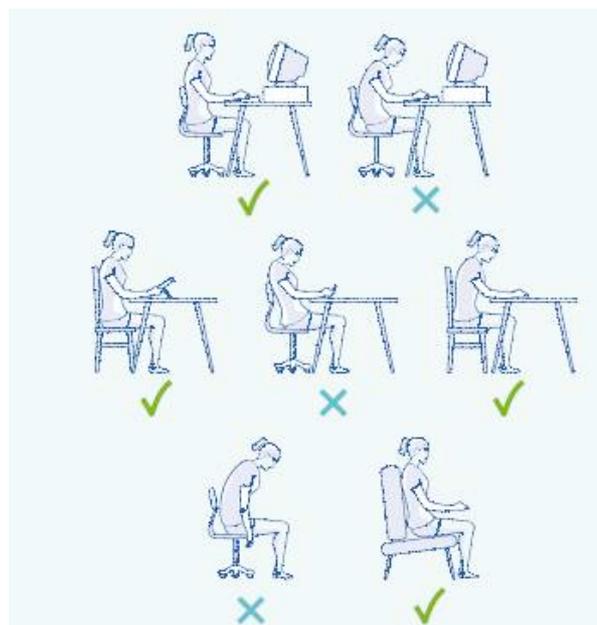


Fig.7 Esempi di posture corrette (V) e posture errate (X)

disturbi quali senso di tensione alla nuca, dolore al collo, alle braccia alla schiena alle gambe e lamentare di non vedere bene alla lavagna. Alcuni effetti negativi possono essere contrastati mediante attività fisica regolare anche durante brevi pause dell'attività scolastica, in modo da permettere al bambino di variare la postura e alleggerire il carico ai muscoli del capo, schiena, braccia e distrarre la mente (37).

Per questo motivo, norme tecniche europee elaborate dal CEN, pubblicate in Italia come norme UNI EN 1728 riguardano banchi e sedie più sicuri e stabili regolabili in altezza mediante semplici meccanismi in modo da favorire l'adozione di una postura corretta anche in caso di utilizzo del computer. Lo schienale deve avere un'inclinazione tra i 95° e 110° indipendentemente dalla statura degli studenti, mentre i banchi hanno otto taglie in base all'età e quindi all'altezza dello studente. Gli arredi sono progettati in modo che lo studente possa appoggiare le braccia mantenendo le spalle rilassate sia che siano alle prese con computer che con quaderni. Considerando che gli studenti stanno seduti in classe in media 1000 ore l'anno, in attività impegnative dal punto di vista visivo e cognitivo, una classe arredata in modo adatto può prevenire problemi ortopedici, visivi, odontoiatrici, ecc. e facilita l'attenzione permettendo una crescita sana e armoniosa. Spesso però alunni e studenti utilizzano banchi e arredi non adeguati e mal posizionati e si trovano a mantenere il capo ruotato sempre nella stessa direzione per seguire le lezioni e in posizioni non corrette del corpo. Questo crea un'alterata funzione dei muscoli del collo e della mascella e facilita il mantenimento di una scorretta inclinazione del capo che si riflette spesso in un'alterazione anche della funzione visiva (38). Come si è visto, è possibile che in una situazione in cui il capo ruoti sempre nella stessa direzione, si verifichi la contrazione di un determinato meridiano, causando un aumento del cilindro e quindi del potere diottrico del meridiano a esso ortogonale e si instauri anisometropia astigmatica. Oltre al banco conforme alla statura dello studente è importante considerare diversi parametri a scuola e a casa, nell'area studio, per consentire ai ragazzi di studiare in una situazione di pieno comfort:

- E' opportuno leggere utilizzando un **piano inclinato** (leggio per la lettura e supporto rigido per la scrittura) con un'inclinazione di circa 20°. Il leggio garantisce, insieme alla corretta distanza tra gli occhi e il piano di lavoro, il mantenimento di una postura adeguata della schiena, del collo e delle spalle, garantendo la distanza di Harmon.

- La **distanza ottimale di lettura e di scrittura** è quella che separa il gomito e la prima falange del dito medio. E' nota come distanza di Harmon e corrisponde a circa 35/40 cm per l'adulto e a circa 25/30 cm per il bambino.

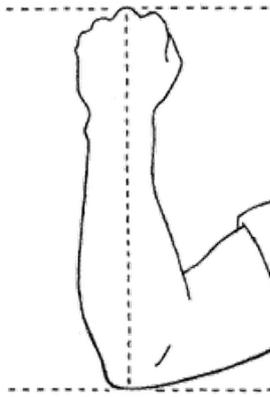


Fig. 8 Distanza di Harmon (DH)

- Il **tavolo di lavoro** deve avere un colore chiaro e un'altezza funzionale alla statura individuale; inoltre la **sedia** va regolata in modo opportuno, curando che i piedi siano comodamente appoggiati al pavimento cosicché l'appoggio lombare riduca il carico della colonna vertebrale e la seduta (meglio se a forma concava) permetta un'adeguata distribuzione del peso esercitato dal corpo.
- Per ridurre l'affaticamento visivo, modulare l'**illuminazione** ambientale e quella sul banco di lavoro per avere una luce moderata e che non induca riflessi fastidiosi. Durante la scrittura, la fonte d'illuminazione si dovrà trovare dalla parte opposta rispetto alla mano con cui si scrive, a circa 50cm con un'illuminazione di 40 Watt, evitando così che si formino ombre sul foglio con la conseguente assunzione di posture anomale per cercare di vedere ciò che si sta scrivendo (38).



Fig. 9 Riflesso sulla pagina

Uno studio effettuato da Blouin (39) riassume schematicamente le conseguenze della compressione visivo-cognitivo-comportamentale protratta nel tempo:

- Una persona su cinque non avrà conseguenze.

- Due persone su cinque mostreranno nel tempo un adattamento sviluppando un problema visivo come miopia, astigmatismo o anisometropia in tutte le sue forme.
- Due persone su cinque non mostreranno un adattamento ma risulteranno significativamente meno efficienti come rendimento visivo, manifestando sintomi astenopici durante il lavoro cognitivo al punto prossimo.

2.4 Un'impugnatura errata della penna, l'altezza del piano scorretto, la sedia non conforme alla statura, i riflessi eccessivi sul piano di lavoro e questo troppo piatto portano ad adottare posture errate e inclinate; inoltre il TILT eccessivo, ovvero lo spostamento del busto a destra o a sinistra rispetto alla verticale, rende difficoltoso vedere nel punto in cui si sta scrivendo.

Spesso le posture errate al piano prossimale mantenute per lungo tempo diventano parte del soggetto e si possono facilmente cogliere questi compensi posturali effettuati automaticamente dal SNC con un'ispezione del volto del soggetto durante un'analisi visiva; tali compensi inducono asimmetrie posturali sia in postura statica che dinamica: è importante valutare quindi le asimmetrie facciali, la posizione della testa rispetto al corpo e la postura globale.

Tra i diversi adattamenti posturali di interesse visivo c'è la Posizione Anomala del Capo (PAC). Il controllo della posizione del capo avviene attraverso vari distretti e organi che lavorano in sinergia: un'alterazione anche solo di uno dei meccanismi, o una disfunzione muscolare dà luogo alle PAC, dette anche "torcicolli". Il termine "**torcicollo**" è genericamente utilizzato per delineare una qualsiasi posizione non eretta e dritta del capo rispetto ai diversi piani immaginari dello spazio. L'uso del termine spesso è inopportuno e sarebbe più appropriato utilizzare il termine "posizione viziata del capo" (PAC). Nella popolazione pediatrica, l'incidenza del torcicollo è stata stimata intorno all'1-2% considerando le diverse statistiche in letteratura. Nell'età compresa tra i 0 e 3 anni il 30% è di origine oculare e più del 50% è di origine patologico, al contrario nella popolazione sopra i 6 anni il torcicollo oculare risulta maggiore del 90% (40). Le cause possono essere: anomalie oculari o anomalie della muscolatura dell'occhio. **Il torcicollo si crea nel tentativo di migliorare una performance visiva dell'occhio fissante, dominante o**

comunque che vede meglio. Tralasciando la parte patologica, le cause oculari del torcicollo sono: errori refrattivi non corretti, come la miopia e l'ipermetropia elevata, l'astigmatismo sopra le 2/3 diottrie soprattutto contro regola o con asse obliquo, l'ambliopia monolaterale o l'anisometropia (41); nell'ultimo caso se non viene adeguatamente corretta si instaura un atteggiamento del capo nel tentativo di mettere a fuoco con l'occhio meno ametropo. I pazienti in questi casi sono alla ricerca di una posizione dell'occhio che migliori la visione, non è sempre presente, ma si accentua nei casi in cui vi è il tentativo di fissazione e si riduce quando il soggetto è in condizioni di riposo visivo. Terapia per eliminare il torcicollo causato dal difetto visivo è la correzione appropriata e precoce del difetto, che si tratti d'ipermetropia, astigmatismo, miopie elevate o anisometropia, solo in questo modo si migliorerà la stabilità di fissazione e l'allineamento oculare.

Si è già ribadito il concetto che mantenendo una postura errata per molto tempo, questa viene adottata dal sistema e diventa parte della postura abituale. Nel momento in cui il bambino opera con un tilt elevato si ritiene che questo porti ad avere problemi con la schiena: oltre a dolori muscolari anche a livello di colonna vertebrale. Una delle problematiche più conosciute a livello di colonna è la **scoliosi**. E' una deviazione della colonna vertebrale che può colpire bambini e adolescenti con una frequenza di 4-5 ragazzi/e su 1.000. Le femmine sono 5 volte più colpite dei maschi. Tale deviazione è permanente ed evolutiva e si verifica in tutti e tre i piani dello spazio. Ma la **SCOLIOSI** è un dismorfismo della colonna e va distinta dal semplice **ATTEGGIAMENTO SCOLIOTICO** che rientra nel gruppo dei "paramorfismi" e colpisce circa 100 ragazzi/e su 1.000. Per intenderci, in presenza di un dismorfismo (scoliosi) la colonna vertebrale è letteralmente deformata nel suo assetto generale mentre in presenza di un paramorfismo (atteggiamento scoliotico) la colonna è del tutto normale. In sostanza l'atteggiamento scoliotico comporta semplicemente una deviazione laterale della colonna con conseguente perdita della verticalità della stessa, ma non si accompagna mai a una deformazione dei corpi vertebrali ed è correggibile volontariamente o con semplici interventi esterni. La deviazione è visibile solo in alcune posizioni: generalmente quando il bambino è in piedi. Quando invece è in posizione distesa, le vertebre si riallineano e la deviazione

scompare completamente o quasi completamente. La scoliosi non riconosce una causa nota e probabilmente nemmeno una causa unica. Sono molteplici i fattori coinvolti nel determinarla tanto da poter dire che si tratta di una patologia “multifattoriale” (42). Lo “zainetto” non provoca la scoliosi vera. La scoliosi è ormai all’unisono riconosciuta come una patologia con determinazione genetica. Anche le “sedute scomposte”, le “posture sbagliate” non provocano direttamente la scoliosi, ma queste portano a un atteggiamento scoliotico nell’atto della scrittura che può portare ad avere problemi ai muscoli del collo, della nuca e della schiena e gli stessi occhi del soggetto. Per ovviare lo stress sacrificherà la visione del lontano per avere una visione più nitida e confortevole nel vicino, andando incontro ad ametropie e nel caso di tilt eccessivi ad anisometropie. Nei bambini e negli adolescenti è comunque utile evitare carichi di libri eccessivi e spronare i piccoli ad assumere corrette posizioni a tavola, nello studio e nella vita quotidiana in genere. Stare dunque attenti a quella che è detta “igiene posturale”.

Capitolo 3 - Materiale e Metodi

Nella letteratura non è facile trovare studi famosi e consolidati che rilevino la correlazione tra anisometropia e postura, malgrado si possa ipotizzare la relazione osservando gli studenti in azione, pertanto questo semplice studio è stato fatto per **verificare se esiste correlazione tra anisometropia e tilt o rotazioni di capo e collo, associate a una bassa Revip.**

3.1 Il protocollo di studio

Si sono voluti analizzare i dati raccolti dallo screening con l'obiettivo di capire come le abitudini visive e posturali dei soggetti avessero potuto influire sull'insorgere dell'anisometropia, ormai consolidatasi, non essendo più in età plastica. I dati anamnestici comprendevano informazioni riguardo: l'età dell'esaminato, la mano di scrittura, destra o sinistra e correzione in uso al piano prossimale.

Si è poi passati a valutare la torsione naturale, ovvero il tilt, assente o presente a destra o a sinistra, il Riflesso visuo-posturale (Revip) che è la posizione che il soggetto assume spontaneamente quando effettua un compito visivo da vicino.



Foto 1 Misurazione della Revip abituale.

In un secondo momento si è misurato nuovamente il tilt dell'esaminato, solo dopo

avergli posto di fronte un piano inclinato di 20°. Il tilt si è misurato due volte, il primo nella posizione naturale e il secondo con l'utilizzo di un piano inclinato di 20°, per valutare se l'inclinazione del piano, come sostenuto da Harmon, comporta una postura più o meno adeguata nell'atto della scrittura.

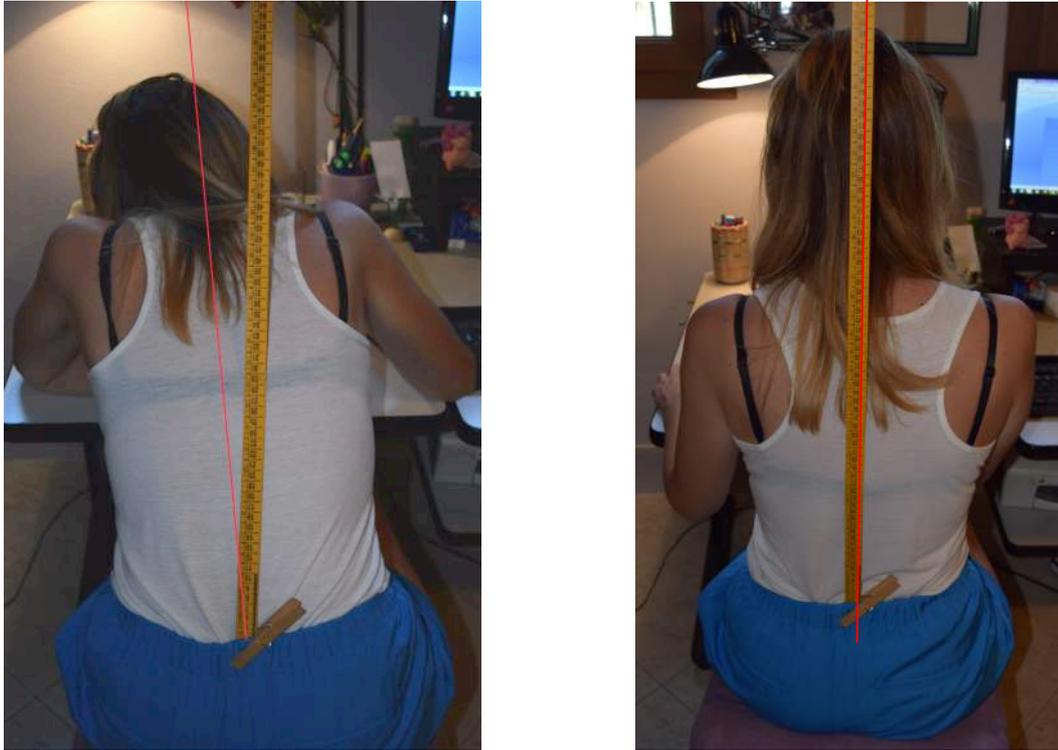


Foto 2-3 Confronto della verticale ideale con l'andamento della colonna vertebrale: a destra in posizione abituale, a sinistra con il piano inclinato.



Foto 4 Revip con piano inclinato.

3.2 I test:

si è proceduto con la misurazione di Revip, posizione di lavoro e tilt. Per raccogliere questi dati si è chiesto al paziente di continuare la scrittura di ciò che stava già facendo (se era in biblioteca o in aule studio), mentre si è chiesto di scrivere i propri dati anagrafici (se era in pausa accademica) per simulare la posizione usuale. In questo modo si è potuto confermare la mano di scrittura, misurare la Revip e osservare la postura, in particolare le posizioni inadeguate della schiena e del collo. Queste ultime sono state prese rispetto a una linea verticale creata con un metro da sarta fissato, senza creare disturbo all'esaminato, sul bordo dei pantaloni con una molletta da bucato. In questo modo si è potuto simulare la verticale ideale della colonna vertebrale data dal metro tenuto in tensione e nel frattempo di misurare di quanti centimetri l'esaminato si torceva a destra o a sinistra all'altezza del collo. Dopo aver atteso qualche minuto in modo che il soggetto si rilassasse e la situazione apparisse più naturale possibile, con il metro ancora appeso si procedeva a mettere il piano inclinato di 20° sotto il quaderno/foglio che stava utilizzando, misurando nuovamente, con lo stesso metodo, il tilt indotto dal piano inclinato. Si chiedeva di procedere con la scrittura nel modo più naturale possibile, restando non curanti della presenza dell'esaminatore.

3.3 Analisi statistica

I dati raccolti dei 65 studenti sono stati inseriti in un foglio Excel, dicotomizzando le variabili 0=maschio 1=femmina, e 0=destra 1=mancino.

Si è annotata l'età e successivamente calcolata la media con opportuna deviazione standard.

Per ogni soggetto è stata scritta la correzione in uso al piano prossimale. Il passo successivo è stato quello di calcolare il modulo della differenza dei due poteri per poter dividere i soggetti in base alla quantità di anisometropia presente.

Si è diviso il valore di anisometropia tra i soggetti (min=0 diottrie e max=2 diottrie) in intervalli da 0,25 diottrie. Si è poi calcolata la media, la moda e la mediana della

popolazione.

La MEDIA è il valore che rappresenta la ripartizione egualitaria di una variabile quantitativa tra le unità del collettivo. Può essere calcolata solo su variabili quantitative. Si calcola sommando i valori di tutte le osservazioni presenti nel collettivo e dividendo il totale così ottenuto per il numero di osservazioni.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

dove x_i è un valore osservato, n è il numero di osservazioni nel collettivo, $\sum x_i$ è la somma di tutti i valori x_i osservati, e \bar{x} è la media dei valori x_i .

La MEDIANA è quel valore che si trova centrale ai dati disposti in ordine crescente o decrescente. Per calcolare la mediana è necessario che la variabile sia quantitativa o almeno qualitativa ordinata, cioè tale che i valori possano essere ordinati in senso crescente. Essendo il nostro totale (n) un numero dispari

La MODA, ovvero il dato più frequente tra le nove classi in cui è stato suddiviso il campione, può essere calcolata in genere su qualsiasi tipo di variabile ed è un indicatore piuttosto povero di informazioni perché indica soltanto il valore che si presenta con maggiore frequenza. Inoltre, può anche non esistere.

Il **primo obiettivo** della ricerca è quello di valutare, in una popolazione di ragazzi, qual è la percentuale di anisometropi legata alla postura scorretta adottata e ormai consolidata dall'età plastica, valutando il tilt.

Lo studio effettuato è uno **studio trasversale** o di **prevalenza** o *cross-sectional study*, è uno studio in cui i soggetti vengono osservati in un singolo momento (momento in cui vengono fatte le misure). Lo scopo fondamentale è quello di stimare l'entità di un fenomeno, la prevalenza di anisometropia legata al fattore di rischio (tilt).

In epidemiologia per definire il rapporto di causa-effetto tra due fattori, tra un fattore di rischio (tilt) e un evento (anisometropia) si utilizza l'odds ratio (OR). Il calcolo dell'odds ratio prevede il confronto tra le frequenze di comparsa dell'evento

rispettivamente nei soggetti esposti e in quelli non esposti al fattore di rischio in studio. Esso è utilizzato negli studi retrospettivi (trasversale), dove non è necessaria la raccolta dei dati nel tempo, infatti esso non calcola un andamento ed è, anzi, indipendente dal fattore durata.

$$OR = \frac{a/b}{c/d} = \frac{a \times d}{b \times c}$$

Associato a un errore standard del log odds ratio

$$SE\{\ln(OR)\} = \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \frac{1}{d}}$$

E a un intervallo di confidenza 95%

$$95\% \text{ CI} = \exp\left(\ln(OR) - 1.96 \times SE\{\ln(OR)\}\right) \text{ to } \exp\left(\ln(OR) + 1.96 \times SE\{\ln(OR)\}\right)$$

$$OR = \frac{ad}{cb} = \frac{451}{12} = 37,6 \text{ l'OR mette in evidenza che c'è una probabilità 37.6 volte}$$

maggiore di manifestare anisometropia in presenza di tilt rispetto all'assenza di tilt.

95 % CI:	4.3961 to 321.3110
Significance level	P = 0.0009

Il **secondo obiettivo** della ricerca è paragonare la Revip con l'anisometropia: si utilizzerà il test non parametrico del chi-quadro per saggiare l'ipotesi d'indipendenza statistica tra due variabili di tipo qualitativo.

La statistica test utilizzata è definita da: $\chi^2 = \sum_n \frac{(frequenza\ osservata - frequenza\ attesa)^2}{frequenza\ attesa}$

e i gradi di libertà G.d.l. = (n° righe - 1) x (n° colonne - 1)

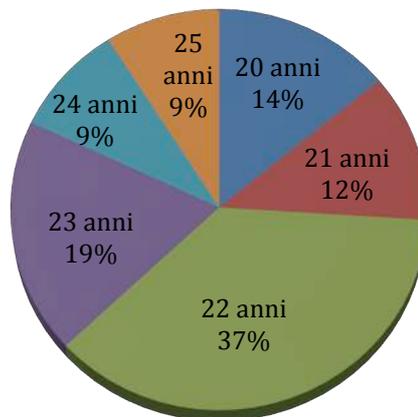
se la statistica chi-quadro fosse uguale o minore al valore associato all' α scelto e ai G.d.l., allora si avrebbe indipendenza statistica mentre più è elevato il valore, tanto più si ha evidenza per determinare che c'è associazione tra le osservazioni.

Capitolo 4 – Risultati

4.1 Descrizione delle variabili

I soggetti che hanno partecipato sono stati 65 studenti universitari dai 20 ai 25 anni.

Grafico 1. Suddivisione della popolazione secondo l'età



L'età minima dei partecipanti è 20 anni, e la massima 25 anni.

L'età media è 22.25 ± 1.4

determinata da $\sum \frac{età}{n}$ dove n è il numero totale dei soggetti: 65.

É stato chiesto loro di partecipare a questo studio durante le pause accademiche in aula, nella biblioteca di Cittadella, e nelle aule studio dell'università di Padova, in quanto era indispensabile fossero nella loro posizione naturale di scrittura, senza forzature per apparire più composti. Il 100% degli studenti ha aderito a questo progetto.

Gli esaminati sono prevalentemente studentesse: il 66% del campione

Tab.I Suddivisione della popolazione secondo il sesso, freq. Assolute e freq. Percentuali.

sesso	Frequenze assolute	Frequenza relative
Maschio	22	34%
Femmina	43	66%

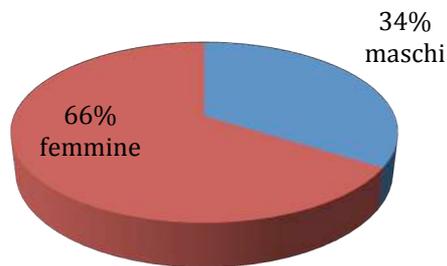


Grafico2. Suddivisione della popolazione secondo il sesso

Valutando la mano di scrittura si evidenzia come la maggior parte dei soggetti siano destri, il 95% del campione analizzato, dato che rispecchia la media stimata della popolazione odierna: circa il 90% dei soggetti scrive con la destra e circa il 10% con la sinistra (43).

Tab.II Suddivisione della popolazione secondo la mano di scrittura, freq. Assolute e freq. Percentuali.

Mano di scrittura	Frequenze assolute	Frequenze relative
destra	62	95%
sinistra	3	5%



Grafico 3. Suddivisione della popolazione secondo la mano di scrittura

I soggetti sono stati divisi in gruppi in base al modulo della differenza del potere refrattivo presente tra i due occhi. Si è diviso il valore di anisometropia tra i soggetti (min=0 diottrie e max=2 diottrie) in intervalli da 0,25 diottrie.

Tab.III Suddivisione della popolazione in classi secondo la diff. di potere, freq. Assolute e freq. Relative %.

Δ	Freq.assolute	Freq.ass cumulate	$\Gamma\%$	$\Gamma\%$ cumulate
0 D	23	23	35.5	35.5
0.25 D	3	26	4	39.5
0.50 D	11	37	17	56.5
0.75 D	16	53	25	81.5
1.00 D	4	57	6	87.5
1.25 D	5	62	8	95.5
1.50 D	1	63	1.5	97
1.75 D	1	64	1.5	98.5
2.00 D	1	65	1.5	100
	65		100	

La media tra la differenza di potere dei due occhi del campione analizzato è 0.52 diottrie. In questo studio la classe che rappresenta la moda è quella indicata con 0 diottrie di differenza.

$$\text{La mediana} = \frac{n+1}{2} = \frac{65+1}{2} = 33$$

Dalla formula si ricava la posizione del dato mediano (nel nostro caso 33) e grazie alle frequenze cumulate possiamo affermare che il dato che corrisponde alla mediana è contenuto nella classe di 0,50 diottrie di differenza.

Molto spesso la media e la mediana presentano valori simili. Ciò accade in particolare quando la distribuzione della variabile è simmetrica, cioè quando il numero di valori al di sotto del valore centrale e quelli al di sopra più o meno si equivalgono.

4.2 Analisi e confronti

Primo studio

Tab.IV 65 soggetti vengono divisi in base al fattore di rischio e presenza o assenza dell'anisometropia

	ANISOMETROPIA	NO ANISOMETROPIA	
TILT	41 (a*)	12 (b*)	53
NO TILT	1 (c*)	11 (d*)	12
	42	23	65

*dati per calcolare l'OR

Tab.V Suddivisione della popolazione secondo tilt e anisometropia espressa in freq. Relative %

	ANISOMETROPIA	NO ANISOMETROPIA	
TILT	63%	18%	81%
NO TILT	2%	17%	19%
	65%	35%	100%

I soggetti esaminati presentano nell'81% dei casi una postura non adeguata e di questi il 63% dei casi sono anisometropi. Il 19% dei soggetti hanno una postura pressoché corretta e di questi il 17% dei casi non sono anisometropi, mentre il 2% è anisometropo.

Grazie allo studio trasversale, con il calcolo dell'odds ratio si è trovata valenza scientifica all'ipotesi fatta:

OR >> 1 determina che c'è associazione statisticamente significativa tra le variabili.

OR associato a un IC (4.3-321.3), il quale non comprende l'1, pertanto i risultati trovati sono statisticamente significativi, ossia c'è un'associazione significativa tra la probabilità di sviluppare anisometropia e avere TILT. Altro dato che conferma la valenza statistica è il livello di significatività p, che in questo caso è P = 0.0009, ovvero p < 0,05 (valore che si attribuisce a un IC 95%).

Secondo studio

In questo studio G.d.l = (2-1)*(2-1)=1, α=0.05, pertanto il valore teorico del $\chi^2=3.84$

Tab.VI Suddivisione della popolazione secondo tilt e anisometropia espressa in freq. osservate assolute

Frequenze osservate	Anisometropia	No anisometropia	
Revip corretta*	4	8	12
Revip errata*	38	15	53
	42	23	65

Tab.VII Frequenze attese calcolate della popolazione

Frequenze attese	Anisometropia	No anisometropia	
Revip corretta*	7.7	4.3	12
Revip errata*	34.3	18.7	53
	42	23	65

*si è diviso il campione in Revip corretta e Revip errata a seconda che i soggetti rispettassero o meno Revip=DH +0- 2cm

$$\chi^2 = \frac{(4-7.7)^2}{7.7} + \frac{(8-4.3)^2}{4.3} + \frac{(38-34.3)^2}{34.3} + \frac{(15-18.7)^2}{18.7} = 6.03$$

Confrontando il valore trovato con il valore teorico: 6,03 > 3,84

si può affermare che c'è associazione tra le variabili analizzate.

Questi dati confermano le teorie di Harmon e la legge del Refocus perché più vicino è

l'occhio più questo è in una situazione di stress che viene combattuto incrementando il vizio refrattivo. L'occhio più vicino ha un problema refrattivo maggiore, pertanto tra i due occhi è presente anisometropia.

Confronto tra il tilt abituale e tilt con il piano inclinato

Tab.VIII Mostra le frequenze assolute di soggetti suddivisi in base al tilt e all'anisometropia, nella situazione in cui scrivano su di un piano inclinato.

	ANISOMETROPIA	NO ANISOMETROPIA	
TILT	34	6	40
NO TILT	8	17	25
	42	23	65

Paragonando il tilt abituale e il tilt col piano inclinato: tutti i soggetti hanno ridotto il proprio tilt abituale con l'utilizzo del piano inclinato, in molti casi si è ridotto a una torsione minima, visibile solo perchè paragonata alla verticale simulata dal metro; è rimasto stabile nel caso in cui il tilt iniziale fosse già 0 cm, come mostra il grafico sottostante.

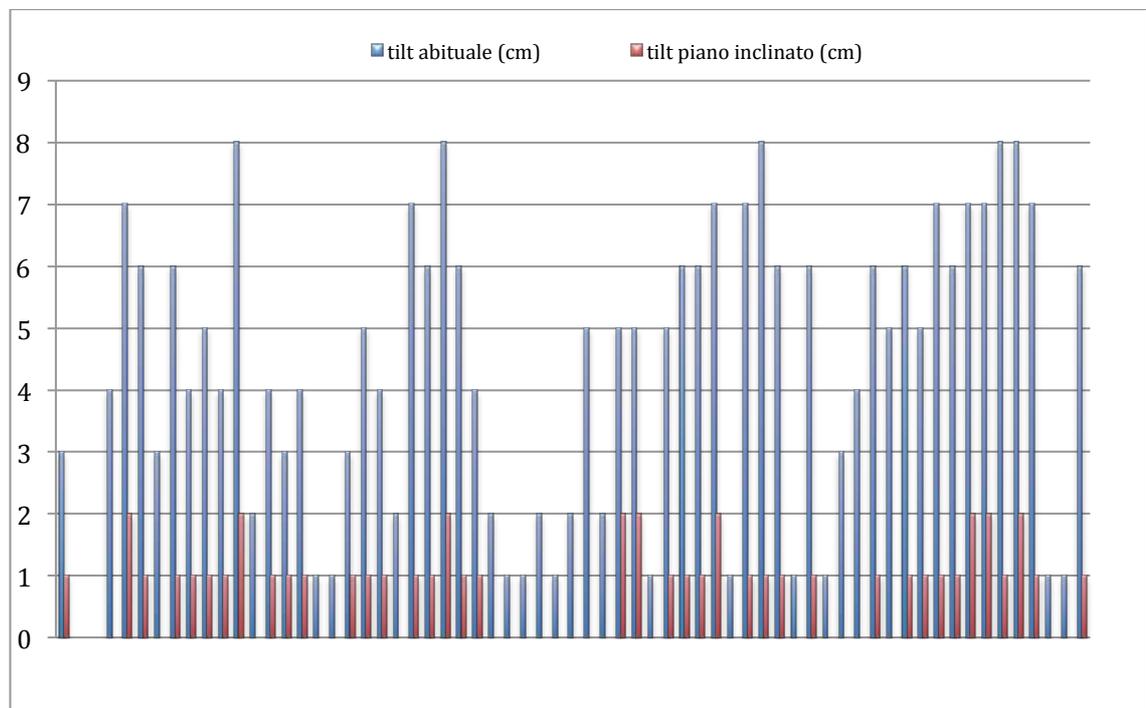


Fig.8 Istogramma che mostra la variazione del tilt in cm nell'asse delle ordinate (abituale in blu e con piano inclinato in rosso), e nell'asse delle ascisse i 65 studenti esaminati.

Discussione e conclusioni

Questa ricerca non è stata facile per il fatto che in letteratura non si trovano molti scritti di un certa valenza scientifica che confermano questa ipotesi. Malgrado ci fosse la possibilità di fare un lavoro più dettagliato, per questione di tempo e per la consapevolezza di non esserne all'altezza, ho preferito mettermi in gioco con un piccolo studio piuttosto che una vera e propria tesi scientifica. Come ogni studio anche questo presenta dei limiti. Il limite più grande è sicuramente stato quello di non fare un'analisi visiva completa ai soggetti, partendo da un approfondito test di anamnesi per indagare se questa torsione nel momento della scrittura causa loro dei problemi e per testare la visione binoculare, affinché la correzione utilizzata al piano prossimale fosse la più adeguata. Tuttavia i risultati ottenuti sono una fotografia della situazione attuale e forniscono informazioni sulla condizione reale e quotidiana dei soggetti. Altro limite è stato il non poter valutare la postura di tutti gli studenti su uno stesso piano, una stessa sedia e con le stesse condizioni di illuminazione e questo aspetto potrebbe aver influenzato le misurazioni fatte. Inoltre il campione analizzato è poco numeroso, ma è tuttavia sufficiente per condurre un'analisi statistica, e non sono presenti soggetti con elevati valori di anisometropia.

Uno studio futuro potrebbe essere fatto approfondendo certi aspetti come per esempio la visione binoculare, la proiezione spaziale delle aree visive e l'impugnatura della penna. In entrambi gli studi effettuati si trova valenza statistica sia che l'anisometropia è più presente negli studenti con tilt, sia che l'anisometropia è più presente in soggetti con una Revip inferiore alla distanza di Harmon (DH). Lo studio mette in evidenza come tutti i soggetti, emmetropi, ametropi o anisometrici se lavorano con un piano inclinato, migliorano al loro postura e probabilmente riducono lo stress al piano prossimale.

I risultati numerici del gruppo di studenti selezionati per lo studio mostra come ci sia relazione tra le variabili analizzate: 42 soggetti del campione (65%) sono anisometrici, di questi: 41 (63%) presentano tilt e 1 (2%) non presenta tilt. 23 soggetti (35%) non sono anisometrici, ma emmetropi o miopi/ipermetrici con la stessa correzione nei due occhi, di questi 12 soggetti (18%) mostrano tilt e 11

soggetti (17%) non hanno tilt. Si nota una percentuale più elevata di soggetti con anisometropia associata a tilt, mentre una percentuale inferiore in soggetti non anisometrici e in assenza di tilt. Misurando nuovamente il tilt nei soggetti, dopo aver posto loro di fronte il piano inclinato, la torsione risulta essere molto meno evidente, quasi nulla, nei casi in cui inizialmente fosse accentuata, e assente nei casi in cui inizialmente fosse vicina allo zero.

Mantenendo i due gruppi distinti: 42 anisometrici e 23 non anisometrici, si è analizzata la loro Revip; 38 anisometrici (59%) hanno una Revip minore della DH, e 4 (6%) hanno una Revip corretta; mentre nel gruppo dei non anisometrici 8 hanno una Revip corretta (12%) e 15 (23%) hanno una Revip minore della DH.

Questi valori confermano l'ipotesi che se il sistema visivo è sottoposto a stress indotto da un eccessivo lavoro al piano prossimale e una distanza di lavoro inferiore alla distanza di Harmon, si trova a dover trovare un modo per ovviare il problema, manifestando probabilmente un vizio refrattivo; se inoltre i due occhi si trovano a lavorare a distanze ridotte ma differenti tra loro, probabilmente si manifesterà anisometropia.

L'evoluzione ha portato l'uomo a cambiare le sue abitudini posturali: da quadrupede è diventato bipede e successivamente uomo eretto. Oggi gli stili di vita sembrano ripercorrere il percorso contrario perché le attività che richiedono visione prossimale sono in continuo aumento causando una crescita di difetti posturali (44). Diventa quindi importante tenere sotto monitoraggio l'andamento di atteggiamenti errati fin dall'infanzia.

Lo studio effettuato conferma l'ipotesi che una scorretta postura caratterizzata da un tilt elevato induce gli occhi a lavorare a distanze differenti, ciò comporta il crearsi di una situazione di stress visivo che il sistema deve combattere ed è in questo momento che insorgono le ametropie, differenti tra i due occhi; avanzando con l'età i problemi causati dal sistema visivo si conferiscono a tutto l'organismo recando dolori muscolari. Dolore al collo e alle cervicali, atteggiamento scoliotico e successiva scoliosi, astenopia e comparsa di anisometropia: sono i problemi causati dalla torsione, i quali insorgono nell'età giovanile e peggiorano in età adulta, quando il fisico non riesce più a compensarli.

Quando un'alterazione posturale risulta morfologicamente evidente, significa che lo squilibrio che l'ha prodotta ha superato le capacità di adattamento conferita al sistema tonico-posturale. Questa alterazione è espressione di un compenso che si è strutturato nell'arco del tempo. Alcuni problemi visivi possono essere effetti e non causa di un'alterazione posturale, in particolare nella posizione abituale nel lavoro o nello studio. Se un ragazzino trascorre molte ore in una situazione di stress visivo, osservando con una postura ruotata un piano bidimensionale di fronte a lui, il quale induce defocus ipermetropico, si troverà a manifestare anisometropia per combattere lo stress indotto dalla postura errata. In questo caso sarà la rieducazione posturale a contribuire alla migliore performance visiva.

Essendo le aule poco ergonomiche, i bambini si trovano a tenere posture scorrette per lungo tempo e questo porta alla torsione del busto, schiacciamento delle vertebre, postura anomala del capo e sbilanciamento di tutto il corpo in avanti, sopra il banco, riducendo la distanza di lavoro e aumentando lo stress da vicino.

L'accomodazione dei due occhi, che non lavorano alla stessa distanza dal piano, viene sfruttata in modo diverso, infatti, più vicino è l'oggetto, maggiore è la richiesta accomodativa.

Inoltre, poiché i bambini passano molto tempo troppo vicini alla pagina, lavorano su un piano bidimensionale con campo periferico chiuso che causa defocus ipermetropico. Per avere una buona visione binoculare, entrambi gli occhi dovrebbero avere la stessa distanza di lavoro in modo che le due aree di retiniche vengano stimulate alla stessa maniera.

Già in uno studio del 1993 Valentino e Fabozzo (45) rilevavano come “nella correzione dei difetti visivi bisognerebbe prestare attenzione all'assetto posturale del collo attraverso una serie di esercizi programmati, mirati ai muscoli del trapezio e sternocleidomastoideo”. Quando il problema dipende dalle cattive abitudini posturali adottate nel consueto svolgimento delle attività alla distanza prossimale e il problema è già consolidato da anni, la correzione costituirà il miglior vantaggio per il paziente. Se il problema si scopre agli arbori o si nota solo una postura errata nell'età plastica del bambino sarà sicuramente buona norma attuare le procedure di igiene visiva: illuminazione corretta, tavolo di lavoro e sedia conforme alla statura,

piano inclinato, pause prestabilite e qualche aiuto per un'impugnatura corretta della penna.

Ritengo utile una maggior formazione degli insegnanti delle scuole d'infanzia e primarie riguardo a questo problema, perché solo con la reale osservazione della postura dei bambini durante il lavoro prossimale si può prevenire l'instaurarsi di anisometropia legata alla postura o a un eccessivo tilt che non può essere compensato dal sistema. Nel caso in cui il tilt non sia presente bisogna, in ogni modo, tenere in considerazione le norme igieniche, anche a casa, perché la maggior parte dei problemi refrattivi sono legati a un errato utilizzo dell'accomodazione al piano prossimale.

Sia che si tratti di bambini emmetropi, miopi o ipermetropi, è indispensabile fornire loro e alle loro famiglie dei consigli ergonomici in modo da prevenire l'instaurarsi di un problema refrattivo se non è presente e di moderarne la progressione se questo si è già sviluppato. I bambini dovrebbero essere incoraggiati a sedersi eretti sulla sedia, sarebbe utile lavorare sia a scuola sia a casa utilizzando scrivanie proporzionate, usando preferibilmente un piano inclinato. Nel passato le scuole erano dotate di banchi di legno con il piano di scrittura inclinato che imponevano involontariamente la corretta posizione, inoltre l'uso del pennino e delle penne stilografiche imponevano la corretta impugnatura altrimenti non si riusciva a scrivere bene. Al giorno d'oggi i banchi sono piatti e si usano penne a sfera, si può impostare la corretta impugnatura a patto che si inizi molto presto a **insegnare** e non a correggere perché un'abitudine che dura da tempo è difficile da modificare, anche se non impossibile.

È fondamentale fare piccole pause per ridurre lo stress visivo durante la visione da vicino:

- Per ogni ora di lavoro a distanza ravvicinata alzarsi e muoversi per qualche minuto, associando una corretta respirazione.
- Distogliere lo sguardo e guardare lontano dopo la lettura di qualche pagina, gli spostamenti dello sguardo facilitano il mantenimento della flessibilità accomodativa (la messa a fuoco corretta per lontano e per vicino in tempi

brevi) favorendo un rilassamento completo dell'accomodazione associata alla convergenza.

- Impugnare la matita e/o la penna con i tre polpastrelli (pollice, indice, medio) e a due dita di distanza dalla punta, in modo da non essere obbligati a piegare la testa o il corpo per poterla vedere scorrere (piegare la penna, non la testa).

Per prevenire posture errate è consigliato:

- correzione dell'impugnatura della penna con l'uso del pencil-gripp o elastici idonei da inserire intorno a penna e/o matita a 2 cm dalla punta
- uso di matite e colori di forma triangolare e penne ergonomiche
- esercizi specifici come l'utilizzo di perline che, manipolandole in modo adeguato, allenano la sensibilità e il movimento fine delle tre dita, e di conseguenza anche della mano, del polso e dell'avambraccio facendo rilassare il braccio e la spalla che non servono per la scrittura.
- mantenere la distanza adeguata alle nostre caratteristiche oculari e anatomiche, definita *distanza di Harmon*, la quale corrisponde alla distanza del pugno posizionato sotto il mento fino al gomito poggiato sul tavolo
- usare un piano inclinato per alleviare la contrazione sulla colonna vertebrale, al fine di adottare una adeguata respirazione che porta a una migliore irrorazione sanguigna.

In caso di anisometropia ipermetropica è opportuno accorpare gli spessori per aumentare il fattore d'ingrandimento nella lente meno positiva; in caso di anisometropia miopica è meglio evitare l'accoppiamento degli spessori, perché l'aniseiconia si ridurrebbe solo aumentando lo spessore della lente più negativa e ciò sarebbe poco estetico. Inoltre per garantire un fattore estetico maggiore preferire le montature grosse, come quelle in acetato di cellulosa, che nascondono la differenza di spessore (19).

Nel caso in cui ci sia la presenza di anisometropia e si voglia ridurre la differenza prismatica verticale indotta dalla differenza di potere nelle posizioni diverse dai

centri ottici, si ricorre all'uso di lenti asferiche. Queste lenti riducono numerose aberrazioni, sono più piatte rispetto alle sferiche e in questo modo si può diminuire la distanza tra i centri pupillari (o DAV) e i centri ottici delle lenti (19).

Nel caso in cui l'anisometropia sia già instaurata, per ridurla il soggetto sarà istruito a prendere coscienza del suo naso, immaginandolo più lungo, come un puntatore, una bacchetta o simili e gli verrà altresì richiesto di puntarlo sempre al centro del campo funzionale. Questa strategia può essere utile per correggere tutte le cattive abitudini posturali nello studio.

Con questo lavoro non si è voluto dimostrare che la causa unica e scatenante dell'anisometropia sia la postura errata, ma si è voluto *verificare* che può esserci una relazione tra anisometropia, basso Revip e elevato Tilt tale da peggiorare la situazione di un ragazzo, magari predisposto a manifestare il problema. Se questo, nell'età plastica non viene seguito in maniera adeguata, adottando i semplici accorgimenti sopra descritti, si potrà trovare a dover affrontare dei problemi di visione o di salute che si sarebbero potuti evitare, o comunque ridurre. Infine è da tenere presente che in assenza di sintomi può non essere così rigorosa la necessità di rispettare norme compensative, in quanto un soggetto potrebbe attuare altre strategie per convivere con la propria situazione refrattiva.

Bibliografia e Sitografia

1. Duke Elder, *Textbook of Ophthalmology*, St. Luis 1946, citato in E.B. Forrest *Visione e Stress* European academy of sports vision 1993
2. Tacconella P, *Effetto ambientale e posturale sullo sviluppo di condizioni refrattive anisometropiche*, Rivista Italiana di Optometria Ottobre-Dicembre 2000.
3. *The study of the development of myopia in monkeys* – Francis A. Young, direttore del Primate Research Center, Washington.
4. Havertape SA, Cruz OA, *Abnormal head posture associated with high hyperopia*, journal AAPOOS febbraio 1998.
5. Paliaga G.P. *i vizi di refrazione*, III edizione, Minerva Medica 1995. 14: 181-187
6. A. Rossetti P. Gheller *Manuale di optometria e contattologia*, II edizione, Zanichelli, 2003
7. Giannelli L, *trattamento ottico dell'anisometropia*, B2eyes magazine, n.9, Giugno 2008
8. Levi, 1994, cit in A. Rossetti P. Gheller *Manuale di optometria e contattologia*, II edizione, Zanichelli, 2003
9. Attebo et Al.1998 cit A. Rossetti P. Gheller *Manuale di optometria e contattologia*, II edizione, Zanichelli, 2003
10. Borish I.M.: *clinical refraction*, III ed., vol 2. Chicago, Professional Press, 1970
11. De Vries, Issues, *Ophthalmology and Optometry Research and Practice*: 2011 Edition
12. Hirsch and Ralph E. Wick, Philadelphia: *an optometric symposium: vision by children*; 1963
13. Abrahamsson M, Sjostrand J 1996 *Natural history of infantile anisometropia*. The British Journal of Ophthalmology 80 (10): 860-863
14. Abrahamsson M, Fabian G, Sjostrand J 1990. *A longitudinal study of a population based sample of astigmatic children*. The changeability of anisometropia 68 (4): 428-432
15. Forrest E.B. *Astigmatism as a function of visual scan, head scan and head posture*, American Journal of Optometry and Physiological Optics Vol. 57, n. 11. Novembre 1980
16. Harmon D. B. tratto da dispense Formenti M. Ergo optometria, Materiale di studio per il corso di Optometria 2 presso l'Università di Padova, 2014, 05/2, pag 11.
17. Harmon D. B. tratto da dispense Formenti M. Ergo optometria, Materiale di studio per il corso di Optometria 2 presso l'Università di Padova, 2014, 05/2, pag 1.
18. Forrest EB *A new model of functional astigmatism* American Journal of Optometry and Physiological Optics, Volume 52, No11, Novembre 1981
19. Luca Gianelli, Maurizio Gianelli, Giovanna Moro, *l'esame visivo efficace*, sezione II – refrazione lontano e vicino, medical book, giugno 2012
20. <http://www.metodorefocus.it>
21. <http://www.rieducazionevisiva.it>
22. Salvatore Dattola, *l'approccio positivo al punto prossimo*, Estratto da un evento del ciclo formativo ECM dell'Istituto B. Zaccagnini di Bologna
23. T. Muramoto, 1998, Myopiaupdates, *Relationship between posture and Myopia among students*, ed. Takashi Tokoro M. D. pp. 63-66

- 24 Il ruolo della postura nella visione, tratto da dispense M. Formenti, Ergoptometria, Materiale di studio per il corso di Optometria 2 presso l'Università di Padova, 2014, 05/2, pag 17.
- 25 M. Casini, S. Esente, F. Panzera, R. Saggini, G.Sarte, *Visione e Postura*, ginnastica oculare e prescrizione prismatica monoculare nel trattamento delle alterazioni posturali, optometria comportamentale e posturale, Fabiano editore, 2010
- 26 Dr. Pantaleo Giuseppe, posturologia clinica e sistema visivo www.posturologiaweb-it.it
- 27 B. Washington, DC. A.1.A. Tratto da Mc Vey G.F.; *Ergonomics and the learning environment*, Boston University, 1994 pag. 1073.
- 28 Duchemin, *Histoire du Mythe*, de ses Origines orientales a ses incarnations moderns, Paris, 1994).
- 29 Francesco Redi, *Consulti medici*, a cura di C. Doni, Firenze 1985.
- 30 Harmon D.B., *The Co-ordinate classroom*, 1951.
- 31 Duke Elder, *Textbook of Ophtalmology*, St. Luis 1946, citato in E.B. Forrest *Visione e Stress* European academy of sports vision 1993
- 32 Tessmer M., Tratto da McVeyG.F.; *Ergonomics and the learning environment*, Boston University, 1994.
- 33 M.H. Birnbaum, *Optometric Management of nearpoint vision disorders*, Butterworth- Heinemann, 1993
- 34 Silvio Maffioletti, Rivista it optom, vol.27 n.1, gen-mar 2014, pag 29. Atti del convegno scientifico ISSO G. Ricco di Milano, novembre 2002.
- 35 Department of ophtalmology, Juntendo University School of Medicine 3-1-3 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan
- 36 Dott. Giovanni Chetta, ginnastica posturale T. B. I. my-personaltrainer.it
- 37 Orlandi M.; brochure Centro Ricerche Sulla Visione: *Norme di igiene visiva*, Roma, 2012.
- 38 <http://www.gonzagarredi.it/>
- 39 Blouin J Amade N, Vercher JL, Teasdale N, Gauthier GM; *visual signals contribute to the coding of gaze direction*, giugno 2002.
- 40 *Gli strabismi e le anomalie delle abilità oculari*, cap.7 I torcicolli oculari, tratto da materiale del corso di Monica Stoppani, istituto scientifico San Raffaele, 2014, Milano.
- 41 Nucci P, Kushner BJ, Serafino M, Orzalesi N. *a multidisciplinary study of the ocular, orthopedic, and neurologic causes of abnormal head postures in children*. Am J Ophtalmol 2005; 140: 65-8
- 42 <http://www.faropediatrico.com/> 14/05/2013 Dott. A. Casaburi, scoliosi o atteggiamento scoliotico?
- 43 Giovanni Berlucchi e Bruna Ross, *lateralità universo del corpo* 2000.
- 44 Roncagli V., Scopa F., Spinozzi R., *regolazione della postura e funzione visiva*, rivista II Fisioterapista, n.4, luglio-agosto 2000.
- 45 Valentin B, Fabozzo A; *interaction between the muscles of the neck and the extraocular muscles of the miopi eye*, an elettromyographic study, 1991.

Ai miei genitori
alle mie sorelle, Ilaria e Alessia
a Marco
agli Amici che hanno sempre creduto in me.