

# UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI FISICA E ASTRONOMIA

CORSO DI LAUREA IN OTTICA E OPTOMETRIA

Tesi di Laurea

## Confronto dei sintomi e anomalie della visione binoculare tra videoterminalisti e non

Relatrice: Ortolan Dominga

Laureanda: Fasolo Marta

Correlatore: Stanco Luca

Anno accademico 2015 – 2016



# INDICE

## ABSTRACT

### 1 INTRODUZIONE

- 1.1 Accomodazione
- 1.2 Visione Binoculare
- 1.3 Visione prossimale
- 1.4 Computer Vision Syndrome

### 2 MATERIALI E METODI

- 2.1 Scelta del campione
- 2.2 Il questionario
- 2.3 Analisi preliminare
- 2.4 Accomodazione
- 2.5 Visione Binoculare
- 2.6 Analisi statistica

### 3 RISULTATI

- 3.1 Descrizione delle variabili
- 3.2 Il questionario
- 3.3 Accomodazione
- 3.4 Visione binoculare
- 3.5 Riflesso visuo-posturale

### 4 DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

## BIBLIOGRAFIA

## ABSTRACT

**INTRODUZIONE.** Questo studio ha lo scopo di valutare la presenza di specifici sintomi mettendoli in relazione con anomalie nella visione binoculare e accomodativa in un gruppo di videoterminalisti (VDT) e confrontando i dati di questi con i valori rilevati in un campione di non videoterminalisti.

**MATERIALI E METODI.** E' stato somministrato un questionario a 100 soggetti, tra cui 57 videoterminalisti e 43 non VDT per la valutazione dei sintomi e della compensazione utilizzata. Di 100 soggetti che hanno risposto al questionario, 87 si sono sottoposti ad un test di screening per la valutazione di ampiezza accomodativa, flessibilità accomodativa, eteroforia orizzontale, convergenza e stereopsi.

**RISULTATI.** Si sono confrontati i due campioni per determinare l'influenza dell'utilizzo del computer sui differenti aspetti della visione, considerando i sintomi riportati, l'accomodazione e la visione binoculare. La differenza tra i due campioni è risultata essere significativa per la presenza di difetto accomodativo, convergenza, stereopsi e per i sintomi mal di testa e sensazione di stanchezza oculare. I soggetti con valori dei test fuori norma sono stati fatti rientrare in uno dei quadri di anomalie della visione binoculare o accomodativa. Il 26% dei soggetti è risultato presentare un'anomalia di tipo binoculare, il 16% un'anomalia accomodativa e il 2% entrambe. Si è inoltre valutato il tipo di compensazione utilizzata dalla popolazione, notando un ristretto uso di occhiali progressivi.

**CONCLUSIONE.** I videoterminalisti risultano soffrire maggiormente di sintomi legati alla visione e di anomalie della visione binoculare e accomodativa rispetto ai non videoterminalisti. Non è risultata esserci una relazione significativa tra sintomatologia e anomalia riscontrata.

## INTRODUZIONE

All'alba degli anni '70 il computer non è più uno strumento leggendario grande quanto una stanza e utilizzato da pochi: nel 1970 lo Xerox Alto è il primo computer ad avere uno schermo, una tastiera e un mouse. Poco dopo, nel '75 e '76, nascono rispettivamente Microsoft e Apple, il cui obiettivo è rendere il personal computer uno strumento accessibile a tutti, semplice e rivoluzionario sotto molti aspetti.

E' grazie alla tecnologia sviluppata da queste aziende negli anni successivi che uno strumento usato da un gruppo ristretto di persone entra nelle nostre vite al fine di migliorarle. La rivoluzione comincia negli uffici: sostituisce la macchina da scrivere e permette l'archiviazione e strutturazione dei dati. Negli anni successivi i campi di utilizzo del computer aumentano, diventando non più semplicemente utile, ma indispensabile. Viene accolto con entusiasmo da chi ne vede le potenzialità e con diffidenza da chi accetta con difficoltà il mettersi in gioco per rivoluzionare metodologie di lavoro consolidate. Osannato e demonizzato, il PC, ma soprattutto l'uso che se ne fa è da tempo oggetto di studi e ricerche per valutare i pro e i contro di prolungati tempi di lavoro a distanza prossimale con questo strumento.

Questo elaborato ha lo scopo di analizzare un campione di videoterminalisti attraverso la somministrazione di un questionario e l'esecuzione di test visivi. Il questionario permette di individuare i sintomi e le sensazioni dei soggetti per metterli successivamente a confronto con i dati sperimentali, ottenuti tramite l'esecuzione di alcuni test visivi optometrici. Lo stesso questionario e gli stessi test vengono somministrati anche a un campione di non videoterminalisti al fine di mettere a confronto i risultati ottenuti tra i due campioni; in questo modo si potrà determinare se i valori riscontrati fuori norma sono riconducibili all'utilizzo del computer o se sono casuali.

Vengono valutati più aspetti dell'apparato visivo con l'obiettivo di avere un quadro più ampio delle problematiche del soggetto: sintomi e insoddisfazione visiva dei soggetti verranno quindi messi in relazione con le principali cause che potrebbero provarli:

- Compensazione ottica: si valuta l'incidenza dell'utilizzo degli occhiali progressivi e office
- Accomodazione: insufficienza accomodativa, inerzia accomodativa, eccesso accomodativo
- Anomalie della visione binoculare
- Riflesso visuo-posturale: valuteremo se la distanza alla quale il soggetto legge permette una visione adeguata.

Nel 2008 è stato emanato il Decreto legislativo 81 per la tutela della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. Sono definiti attraverso l'accordo Stato-Regioni i parametri secondo i quali i lavoratori vengono considerati a rischio e i sistemi di prevenzione da attuare. Tra i lavoratori considerati a rischio sono presenti anche i videoterminalisti, in particolare sono presi in considerazione i disturbi che li possono affliggere, quali l'affaticamento fisico e mentale e i problemi legati alla postura e alla visione. Per questo motivo è previsto dal decreto legislativo che i videoterminalisti si sottopongano a controlli medici periodici al fine di prevenire l'insorgenza dei disturbi citati. (1)

Lo studio effettuato ha lo scopo di fotografare la situazione di salute visiva dei lavoratori videoterminalisti a distanza di otto anni dalla pubblicazione della norma, nella speranza che i sistemi di prevenzione risultino utili ed efficaci al fine di tutelare questa categoria.

## 1.1 ACCOMODAZIONE

L'accomodazione è il meccanismo attraverso il quale l'occhio mette a fuoco un'immagine facendola cadere sulla retina. A questo scopo il cristallino modifica il suo potere diottrico aumentando la curvatura della superficie anteriore e in piccola parte di quella posteriore attraverso la contrazione del muscolo ciliare. (2)

Da un punto di vista fisiologico durante l'accomodazione si verifica uno spostamento del cristallino verso il basso e anteriormente verso la cornea con la conseguente riduzione della camera anteriore, un aumento dello spessore del cristallino e una riduzione del suo diametro dovuti all'aumento della sua curvatura. L'ora serrata avanza e la contrazione del muscolo ciliare provoca uno spostamento del corpo ciliare. Contemporaneamente all'accomodazione si verificano costrizione pupillare (sincinesia) e convergenza, andando a formare quella che viene chiamata Triade Accomodativa. (3)

L'accomodazione è un sistema dinamico che può essere indotto da diversi stimoli. La percezione di immagine sfuocata (accomodazione riflessa) provoca un automatico aggiustamento della messa a fuoco. Il sistema visivo attua un sistema di prova-errore al fine di mantenere sulla retina un'immagine più nitida possibile. (4) Ogni movimento di vergenza è accompagnato da un cambiamento accomodativo. La grandezza di questo valore cambia da persona a persona secondo il rapporto tra accomodazione-convergenza. (5) L'avvicinamento di un oggetto provoca il riflesso accomodativo (accomodazione prossimale). Se un soggetto in condizione di accomodazione a riposo (open-loop) è consapevole della vicinanza di un oggetto presenterà un'accomodazione prossimale. Per accomodazione a riposo si intende l'accomodazione tonica. In assenza degli stimoli precedentemente descritti, per esempio in ambienti con ridotta illuminazione, l'accomodazione assume una condizione di equilibrio (Dark Focus). E' un valore stabile nel tempo ed è probabilmente un riflesso dell'attività neurale di base del mesencefalo. (4)

Si può parlare di accomodazione secondo alcuni aspetti (6):

- l'ampiezza accomodativa (AA): la capacità massima del cristallino di aumentare il suo potere. L'ampiezza accomodativa si riduce all'aumentare dell'età a causa del progressivo aumento di rigidità del cristallino. Questo effetto inizia ad diventare palese verso i 40-45 anni quando l'ampiezza accomodativa del cristallino non è più sufficiente per mettere a fuoco a brevi distanze ed insorge la necessità di un'addizione (presbiopia).
- La flessibilità accomodativa: la facilità con la quale il cristallino aumenta o diminuisce il suo potere diottrico. In altre parole, quanto velocemente il cristallino riesce a modificare la sua focale.
- Lag o lead accomodativo: l'accomodazione viene effettuata in misura minore rispetto a quella teoricamente richiesta (lag). In alcuni casi può presentarsi la condizione opposta, ovvero che l'accomodazione sia superiore a quella richiesta, si parla quindi di lead accomodativo.

L'analisi dei differenti aspetti dell'accomodazione permette di individuare tre principali anomalie: insufficienza accomodativa, eccesso accomodativo e inerzia accomodativa. L'insufficienza accomodativa è caratterizzata da una ridotta ampiezza accomodativa, eccessivo lag accomodativo e difficoltà nell'aumentare il potere diottrico del cristallino con conseguente difficoltà nel mettere a fuoco nella visione prossimale. (7) L'eccesso accomodativo al contrario si verifica quando la risposta accomodativa è superiore a quella richiesta ed è caratterizzata da difficoltà di mettere a fuoco nel passaggio da vicino a lontano e lead accomodativo. L'inerzia accomodativa è determinata dalla difficoltà di cambiare fuoco, sia in visione prossimale che a lunga distanza. (8)

## 1.2 VISIONE BINOCULARE

La visione binoculare è il meccanismo attraverso il quale il cervello elabora le immagini provenienti dai due occhi permettendo un'unica visione del mondo circostante detta anche visione ciclopica, la quale consente una prestazione visiva migliore sotto diversi aspetti, come sensibilità al contrasto, acuità visiva, percezione della profondità e ampiezza del campo visivo. (9)

Una buona visione binoculare è definita da diversi aspetti. Le immagini devono essere percepite contemporaneamente e cadere in zone retiniche corrispondenti (percezione simultanea e sovrapposizione), diversamente si è in presenza di diplopia o soppressione di uno dei due occhi. Le immagini provenienti dai due occhi vengono integrate andando a formare un'unica immagine (fusione sensoriale) che viene mantenuta singola anche quando l'oggetto di interesse cambia posizione (fusione motoria). Affinché le due immagini siano fuse, oltre a cadere su aree retiniche corrispondenti, devono essere sufficientemente simili in grandezza, luminosità e nitidezza. Infine la diversa posizione dei due occhi e la conseguente differenza di prospettiva consentono la percezione della profondità e della posizione spaziale dell'oggetto osservato (stereopsi). (10)

La visione binoculare può non presentare coordinazione tra gli assi visuali dei due occhi in caso di disparità di fissazione, eterotropia e eteroforia. La disparità di fissazione si ha quando gli assi visuali non sono perfettamente allineati ma le immagini provenienti dalle retine vengono comunque fuse. Questo avviene perché la deviazione è talmente piccola (solitamente pochi minuti d'arco) che l'immagine cade all'interno dell'area di Panum, zona entro la quale avviene la corrispondenza retinica. L'eterotropia, o strabismo, avviene quando l'asse visuale di uno dei due occhi non coincide con l'oggetto osservato. La deviazione dell'occhio è palese, anche se può essere alternato tra i due occhi. Generalmente viene sviluppata la soppressione dell'immagine proveniente da uno dei due occhi come risposta adattativa. L'eteroforia invece è la deviazione degli assi visuali che avviene quando la visione è dissociata. A differenza

dell'eterotropia la deviazione dell'occhio non è palese fino a quando non viene sospesa la fusione, ad esempio occludendo uno dei due occhi. In alcuni casi la foria è tale per cui il sistema visivo sotto stress non riesce a compensare completamente la deviazione provocando quindi episodi di diplopia. Sia eteroforia che eterotropia si classificano in base alla direzione della deviazione: eso indica deviazione verso l'interno, exo verso l'esterno, iper verso l'alto, ipo verso il basso e ciclo per rotazione. (8) (9) (11)

La presenza di eteroforia è riscontrabile nella maggioranza della popolazione, ma se non adeguatamente compensata dal sistema visivo attraverso le riserve fusionali può provocare la comparsa di alcuni sintomi. I sintomi possono essere: visione annebbiata, distorta o doppia; difficoltà a cambiare fuoco o percepire la profondità; astenopia. (8)

La presenza di eteroforia fuori norma da lontano e/o da vicino indica la presenza di una disfunzione binoculare: (6) (8)

- **Eccesso di convergenza.** Viene rilevata la tendenza a convergere più di quanto necessario durante la visione prossimale. Il soggetto presenta esoforia nella visione da vicino in misura maggiore rispetto al lontano e un rapporto elevato tra accomodazione e convergenza (AC/A). Può essere dovuta a uno sforzo accomodativo eccessivo, come nel caso di ipermetropia non corretta o presbiopia incipiente.
- **Insufficienza di convergenza.** Viene rilevata la tendenza a convergere in misura inferiore rispetto a quanto necessario durante la visione prossimale. Viene misurata exoforia sopra la norma da vicino. Può essere dovuto a un ridotto utilizzo della convergenza accomodativa.
- **Falsa insufficienza di convergenza.** Generalmente dovuta a una disfunzione accomodativa, figura riportare risultati dei test molto simili alla reale insufficienza di convergenza. Viene quindi testata la capacità di mantenere fusa la visione a distanza ravvicinata, misura che risulta essere nella norma a differenza della reale insufficienza di convergenza.

- **Exo di base.** Si riscontra exoforia sia in distanza che prossimale, ma il rapporto AC/A è nella norma.
- **Eccesso di divergenza.** Viene rilevata una situazione di divergenza durante la visione da lontano. Si riscontra exoforia anche elevata a distanza. Soggetti con questa disfunzione possono talvolta presentare diplopia.
- **Insufficienza di divergenza.** Viene rilevata la tendenza a convergere nella visione da lontano. Si riscontra esoforia in distanza superiore a quella prossimale e rapporto AC/A basso. Può essere causata da ipermetropia non corretta o fattori anatomofisiologici. Anche in questo caso, soggetti con questa disfunzione possono talvolta presentare diplopia.
- **Eso di base.** Si riscontra esoforia sia in distanza che prossimale, ma il rapporto AC/A è normale.

### 1.3 VISIONE PROSSIMALE

L'attività visiva da vicino provoca la contrazione del muscolo ciliare al fine di mantenere una visione nitida e la convergenza degli assi visuali nel punto di interesse. Più vicino è l'oggetto osservato, più grande è lo sforzo accomodativo, ma qual è il punto ideale per osservare un oggetto a distanza prossimale?

Il riflesso visuo-posturale indica posizione di equilibrio assunta durante la visione prossimale prolungata. Se la posizione spaziale assunta dal soggetto sottopone il sistema visivo a uno sforzo maggiore di quello necessario, la postura è inaccettabile.

Se si chiede al soggetto di posizionare un foglio alla distanza più confortevole mantenendo però gli occhi chiusi, la distanza risultante costituisce la distanza riflessa (o prossimale). Questo valore dovrebbe corrispondere o essere superiore alla distanza di Harmon: la misura dal gomito alla prima falange del dito destro. (12)

Se la distanza riflessa è inferiore alla distanza di Harmon, ma superiore alla distanza di recupero (PPC), la visione binoculare è ancora garantita. Qualora la distanza riflessa

fosse inferiore alla distanza di recupero, o peggio ancora a quella di rottura, non sarebbe più garantita l'armonia tra organizzazione motoria e esigenze ambientali.

Questa analisi viene fatta generalmente nei bambini, infatti uno scarso rendimento può essere legato a una difficoltà nella visione prossimale.

#### 1.4 COMPUTER VISION SYNDROME

Viene definito videoterminalista un operatore che utilizza in modo sistematico o abituale una postazione munita di videoterminale, uno schermo alfanumerico o grafico, per venti ore settimanali o più.

La sindrome della visione da computer è definita come una condizione risultante da una prolungata visione di videoterminale caratterizzata da sintomi quali mal di testa, visione annebbiata, bruciore oculare, stanchezza oculare, alterazione dei colori, occhi rossi, diplopia e male a collo o schiena. (12)

Nel 2010 l'European Working Conditions Survey riscontra che circa il 30% dei lavoratori utilizza il computer per tutta la durata della giornata lavorativa e che il 25% lo utilizza per la maggior parte del tempo. (13) Già dopo 3 ore al giorno di utilizzo del computer sono riportati sintomi e più il tempo di esposizione aumenta, più i sintomi sono rilevanti. (14)

La visione prossimale prolungata richiede il mantenimento di convergenza e accomodazione; la natura dello schermo (pixels) rende difficile la messa a fuoco con una conseguente continua domanda accomodativa. Inoltre durante l'utilizzo di VDT vengono effettuati frequenti movimenti saccadici, che possono causare anomalie della motilità oculare. (12)

##### ***I SINTOMI***

***Mal di testa.*** E' uno dei primi sintomi che spesso porta un soggetto a sottoporsi a un controllo. E' fondamentale distinguere se si tratta di un mal di testa legato alla visione

o ad altre cause. I mal di testa legati alla visione generalmente si sviluppano nella zona frontale e avvengono tra metà e fine giornata. Non avvengono a inizio giornata e non producono scotomi scintillati (aura). (15)

**Visione annebbiata.** E' un sintomo che può essere correlato, in assenza di errori refrattivi, a un'anomalia accomodativa. Il soggetto percepisce difficoltà nel mettere a fuoco oggetti posti a differenti distanze. (14)

**Occhio secco o irritato.** Le palpebre proteggono l'occhio e distribuiscono il film lacrimale sulla superficie oculare, il quale ha funzione ottica, metabolica, di pulizia, lubrificante e di difesa. (16)

Durante il lavoro a videoterminale il numero di ammiccamenti al minuto è notevolmente ridotto rispetto alla media e questo provoca un'instabilità del film lacrimale, il quale non garantisce più l'ossigenazione e la lubrificazione necessaria. L'alterazione del film lacrimale produce la sensazione di occhio secco, bruciore e occhio arrossato. (17)

**Dolore a collo e schiena.** Il lavoro di un videoterminale si svolge in un ufficio e se l'ufficio non è ben organizzato è possibile riscontrare dolore a schiena o collo. E' infatti necessario che sedia e scrivania siano adeguate e che la posizione dello schermo sia centrale (mentre spesso è posizionato lateralmente). (18) (15)

**Diplopia.** Mantenendo una situazione di convergenza prolungata si causa affaticamento dei muscoli che controllano la vergenza. E' stato riscontrato uno shift di vergenza (aumento della convergenza) nei videoterminale dopo un periodo di lavoro. Se il sistema di vergenza non riesce a mantenere gli assi visuali tali da permettere la fusione delle immagini provenienti dalle due retine, l'immagine potrebbe essere percepita doppia. Non è un sintomo comune in quanto il sistema visivo predilige

un'immagine di qualità inferiore rispetto a un'immagine sdoppiata: viene quindi soppressa l'immagine proveniente da uno dei due occhi sacrificando la stereopsi. (15)

**Alterazione dei colori.** La percezione dei colori è mediata dai coni della retina e quando questi sono esposti a un determinato colore per un periodo di tempo prolungato diventano insensibili a quel particolare colore. Poiché tali coni sono temporaneamente non funzionali, i coni confinanti diventano più efficaci e producono un colore complementare. Questa condizione viene chiamata "effetto McCullough". Con semplici accorgimenti atti a evitare questa situazione sono facilmente eliminabili i sintomi di alterazione dei colori. (15)

### **PREVENZIONE**

Al fine di ridurre ed eliminare i fastidi legati all'attività lavorativa con videoterminale, alcuni accorgimenti possono essere utili. Di seguito un elenco di alcuni consigli volti alla prevenzione: (15) (14)

- Regolare la luminosità del videoterminale. Molti luoghi di lavoro hanno un'illuminazione adatta ad attività di scrittura e lettura, che risulta però eccessiva nel caso di utilizzo di VDT. Modificare l'illuminazione dello schermo o dell'ambiente di lavoro al fine di diminuire lo stress visivo può ridurre la sensazione di stanchezza oculare.
- Regolare la posizione del videoterminale. Per evitare dolore al collo, il computer deve essere in posizione frontale.
- Compensazione. E' preferibile l'utilizzo di lenti progressive office alle classiche progressive. Quest'ultime portano il soggetto ad alzare la testa per cercare la zona più nitida, con conseguente dolore al collo. In alcuni casi vengono prescritte lenti positive anche a soggetti non presbiti.

- Trattamento antiriflesso. È stato di recente sviluppato un trattamento antiriflesso specifico per l'utilizzo del computer.
- Pause. Viene consigliata una quanto più possibile frequente alternanza tra visione prossimale e a distanza. Oltre a giovare il sistema visivo, si ha una riduzione dello stress del lavoratore.
- Lubrificazione oculare. L'utilizzo di lubrificanti oftalmici conferisce sollievo nei casi di bruciore e secchezza oculare.

## **MATERIALI E METODI**

I test effettuati hanno l'obiettivo di analizzare la funzione accomodativa e binoculare del sistema visivo, oltre a dare le basi per un'analisi del riflesso visuo-posturale. In particolare sono stati scelti questi test per la loro rapidità e ripetibilità. In Tabella 2 alla fine del capitolo vengono riportati tutti i test effettuati e gli strumenti utilizzati.

### **2.1 SCELTA DEL CAMPIONE**

I test si sono svolti nel Dipartimento di Medicina Preventiva, da settembre a dicembre, ogni giovedì mattina esclusi festivi.

Ai soggetti che si sottoponevano ai controlli di sicurezza sul lavoro col medico della struttura veniva richiesto, al momento dell'accettazione, se desiderava compilare un questionario durante l'attesa e al termine della visita sottoporsi ad alcuni test optometrici non invasivi. Di 130 soggetti, 100 hanno compilato il questionario e 87 si sono poi sottoposti ai test.

Coloro che svolgevano un'occupazione caratterizzata dall'utilizzo prolungato del computer (almeno 6 ore al giorno) sono stati classificati nel campione VDT (tecnici informatici, assistenti amministrativi, etc), mentre coloro che svolgevano occupazioni che non interessavano l'utilizzo del computer e più in generale la visione prossimale, sono entrati a far parte del campione controllo.

Degli 87 soggetti sottoposti ai test, 48 sono video terminalisti e 39 non video terminalisti.

13 persone hanno compilato il test ma non si sono fermate per sottoporsi ai test.

Una parte dei soggetti presentatisi ai test è rappresentata da studenti. Essendo una categoria soggetta a stress visivo prossimale si è valutata la quantità di ore di studio e

di ore di utilizzo del computer settimanali; inoltre considerando che i test si sono svolti nel periodo di lezione, generalmente meno visivamente impegnativo rispetto al periodo degli esami, si è deciso di far rientrare gli studenti nel campione controllo.

## 2.2 IL QUESTIONARIO

Il questionario è stato suddiviso in due parti: la prima che raccoglie dati generici quali l'età, le ore lavorative settimanali, l'ultima visita optometrica, la compensazione utilizzata e la soddisfazione visiva; la seconda parte è rappresentata da una tabella (Tab 1) che raggruppa i principali sintomi legati all'utilizzo del computer per ognuno dei quali viene chiesto di indicare la frequenza.

Prima di procedere con l'esecuzione dei test optometrici, è stato verificato che il questionario fosse compilato nel modo corretto, chiarendo eventuali incomprensioni delle domande.

Ha...?	Mai	Qualche volta	Spesso
Mal di testa			
Male al collo			
Mal di schiena			
Bruciore oculare			
Cambiamenti nella percezione dei colori			
Sensazione di stanchezza oculare			
Visione annebbiata			
Visione sdoppiata			

**Tab 1.** Sintomi e frequenze

## 2.3 ANALISI PRELIMINARE

Per iniziare si è preso nota della capacità visiva quantitativa (visus) del soggetto sia da lontano che da vicino con la correzione in uso (rx), valutando prima l'occhio destro, poi il sinistro e infine con entrambi gli occhi.

Facendo fissare una mira non accomodativa a una distanza di quattro metri si è controllato per mezzo di un retinoscopio che il riflesso retinico fosse neutro.

Una volta completata l'analisi preliminare si è preso nota di alcune misure: la distanza di Harmon, misurata dalla prima falange del dito medio al gomito, la distanza di lettura e la distanza riflessa.

*Norma: distanza riflessa > distanza di Harmon*

## 2.4 ACCOMODAZIONE

**Ampiezza accomodativa:** Per il calcolo dell'ampiezza accomodativa è stato misurato il punto prossimo di accomodazione (PPA): viene occluso un occhio e avvicinata una mira di dimensioni molto piccole all'altro occhio, il soggetto riferisce quando questa diventa sfuocata (rottura), la mira viene quindi allontanata fino a quando il soggetto la vedrà nuovamente nitida (recupero).

Al fine di ridurre l'errore ed essendo un test di rapida esecuzione è stato ripetuto più volte per entrambi gli occhi. Inoltre è stato costruito uno strumento che, attaccato all'occhiale del soggetto, permettesse di mantenere fisso il metro in modo tale da minimizzare errori dovuti all'atto della misurazione (figura 1). Per calcolare l'AA sarà sufficiente il semplice calcolo:  $AA = 1/PPA(\text{in m})$



**Figura 1.** Misurazione del PPC

*Norme AA da Hofstetter: (19)*

<i>minima</i>	$= 25 - (0,4 \times \text{età})$
<i>media</i>	$= 18,5 - (0,3 \times \text{età})$
<i>massima</i>	$= 15 - (0,25 \times \text{età})$

**Flessibilità accomodativa:** Per misurare la flessibilità accomodativa è stato utilizzato il metodo dei Flipper  $\pm 2,00$ . Vengono alternate lenti +2 e -2 D ogni qual volta il soggetto riesce a mettere a fuoco la mira richiesta. Il test ha la durata di un minuto, al termine del quale si prenderà nota dei cicli compiuti alternando la coppia di lenti.

*Norma (20): 11 cicli/min  $\pm 5$  (monoculare) da 13 a 30 anni*  
*Non quantificato da 30 a 40 anni*

## 2.5 VISIONE BINOCULARE

**Punto prossimo di convergenza:** Il primo test per la valutazione della visione binoculare è stato la misura del punto prossimo di convergenza (PPC): tenendo entrambi gli occhi aperti il soggetto fissa una mira di piccole dimensioni, la quale viene avvicinata fino a quando non viene percepita doppia (rottura), viene quindi allontanata fino a che non torna singola (recupero). Viene misurata la distanza dalla mira alla base del naso.

*Norma PPC (20): Rottura  $5 \pm 2,5$ ; Recupero  $10 \pm 3$*

**Eteroforie orizzontali:** Prima di tutto è stata misurata la foria da lontano con il cover und cover test (avendo cura di valutare condizione di foria piuttosto che tropia): viene alternata l'occlusione passando da un occhio all'altro e andando a notare il movimento di recupero dell'occhio quando viene scoperto. Se l'occhio recupera la fissazione dall'esterno si tratta di exoforia, mentre se recupera dall'interno è esoforia, se non si ha movimento non c'è eteroforia. Una volta individuato il tipo di eteroforia viene anteposto davanti a un occhio un prisma a base interna (per exoforia) o un prisma a

base esterna (per esoforia) e viene aumentato fino a che il movimento dell'occhio non è più percepibile. L'ammontare delle diottrie prismatiche anteposte costituisce il valore dell'eteroforia.

Per misurare la foria da vicino è stato utilizzato nuovamente il cover test e per avere un'ulteriore conferma del risultato ottenuto è stato somministrato il test di Howell: il soggetto fissa a 40 cm di distanza una linea orizzontale numerata con una freccia verticale al punto 0. Viene anteposto all'occhio un prisma verticale e viene quindi chiesto al soggetto se riesce a vedere due linee orizzontali una sopra l'altra. Se il soggetto riesce a vederle dovrà indicare in che punto la freccia verticale superiore va a indicare la linea orizzontale inferiore. I valori negativi (gialli) indicano un'Esoforia per le diottrie prismatiche indicate dalla freccia, mentre i valori positivi (verde/blu) indicano un'Exoforia.

Non sono state valutate le eteroforie verticali perché in seguito a un'analisi della letteratura sono state considerate meno rilevanti per il tipo di studio.

*Norma (20): 0 ± 2,5 Dp Lontano, 3 ± Dp Vicino*

TEST	MATERIALE UTILIZZATO
Visus	Ottotipo da vicino e ottotipo da lontano con lettere di Snellen, occlusore
Retinoscopia	Mira, retinoscopio, lenti da cassetta di prova
Distanze Harmon, lettura, riflessa, VDT	Metro, ottotipo da vicino
PPA	Metro, mira, occlusore
PPC	Metro, mira, occlusore
Eteroforie	Mira, occlusore, stecche prismatiche
Stereopsi	Stereotest, occhiale polarizzato
Flipper	Mira, occlusore, rock accomodativo, cronometro

**Tab 2.** Strumentazione utilizzata per l'esecuzione dei test

## 2.7 ANALISI STATISTICA

Per l'analisi statistica i dati sono stati trascritti e elaborati su Excel, inoltre sono stati utilizzati i software JMP DI SAS (versione 12) e Gretl (versione 16).

Il test del chi quadrato è stato utilizzato per testare la correlazione tra trattamento (VDT) e sintomi/anomalie di visione binoculare, accomodazione e riflesso visuo-posturale. Il test del chi quadrato permette di confrontare le frequenze osservate con le frequenze attese, al fine di determinare se le differenze delle frequenze dei valori ottenuti sono dovute al caso o no; nel caso in cui una delle frequenze osservate fosse inferiore a 5 è stato utilizzato il test esatto di Fisher, test non parametrico utilizzato per variabili nominali dicotomiche e campioni piccoli; infatti mentre il test del chi quadrato è utilizzato per campioni numericamente grandi, il test esatto di Fisher è adatto a campioni numericamente più piccoli, in particolare quando una della frequenze assolute è minore o uguale a 5. Di seguito vengono riportate le formule utilizzate per i due differenti test: il primo è il test esatto di Fisher dove a, b, c e d sono le frequenze osservate; il secondo è il Test Chi-Quadrato ( $\chi^2$ ) dove  $o_i$  sono le frequenze osservate ed  $e_i$  le frequenze attese. In questo caso, i gradi di libertà per  $\chi^2$  sono pari al (numero di righe-1) \* (numero di colonne-1).

$$p = \frac{(a+b)!(c+d)!(a+c)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!}$$

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Per verificare la differenza tra due gruppi di variabili continue è stato utilizzato il test parametrico *t di Student*, che permette di confrontare le medie di due gruppi di variabili continue distribuite normalmente, e il test non parametrico di Wilcoxon-Mann-Whitney per variabili non distribuite normalmente, che consente di comparare due serie di dati per stabilire se esistono differenze nella localizzazione della loro distribuzione.

Intervallo di confidenza considerato è al 95%, p-value significativo per  $p < 0,05$ .

# RISULTATI

## 3.1 DESCRIZIONE DELLE VARIABILI

La compilazione del questionario è stata effettuata da 100 soggetti, di questi, 87 hanno accettato di sottoporsi al test di screening, di cui 48 videoterminalisti e 39 non videoterminalisti, per un totale di 174 occhi analizzati. Il campione VDT è formato da 38% uomini e 62% donne, di età compresa tra 24 e 63 anni (media 43 anni); il campione controllo è formato da 41% uomini e 59% donne, di età compresa tra 21 e 70 anni (media 35 anni) come riportato nei grafici 1 e 2.

Per l'analisi delle variabili ampiezza accomodativa e flessibilità accomodativa il campione è stato ridotto.

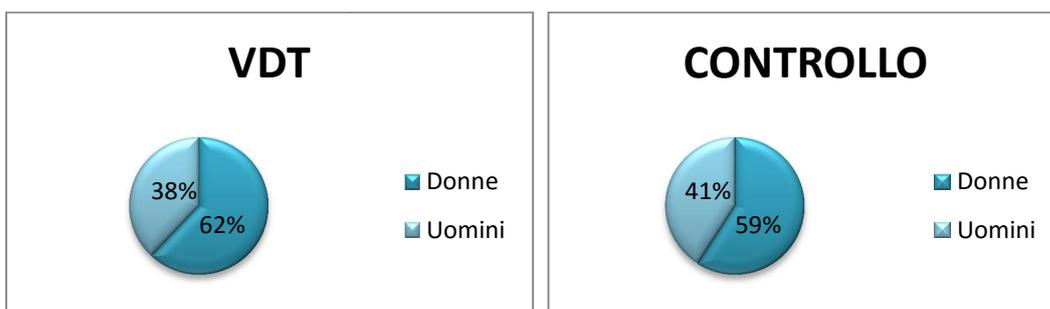


Grafico 1 e 2. Incidenza di genere dei due campioni

Per l'analisi dell'ampiezza accomodativa (AA) sono stati ridotti i due campioni escludendo i soggetti con AA prossima allo zero. I soggetti con AA molto bassa avevano spesso difficoltà nell'individuare il punto di rottura quindi al fine di evitare errori dovuti all'insicurezza del soggetto in fase di misurazione si è deciso di escludere i soggetti di

età superiore a 53 anni. Il campione controllo è quindi composto da 33 soggetti di età media di 30 anni e il campione VDT è composto da 31 soggetti di età media di 37 anni. Sono stati sottoposti al test dei Flipper per valutare la flessibilità accomodativa tutti i soggetti, indipendentemente dall'età. Si è riscontrato che hanno fallito il test i soggetti con AA inferiore a 4 D ed età superiore a 44 anni. Nonostante la norma secondo Scheiman & Wick per età da 30 a 40 anni non sia quantificata (20), vengono sottoposti ad analisi anche i soggetti di età compresa tra 30 e 44 anni che abbiano AA maggiore di 4D.

Riassumendo, 100 soggetti hanno risposto al questionario, 87 si sono sottoposti ai test, per l'analisi dell'ampiezza accomodativa il campione è stato ridotto a 64 soggetti e per l'analisi della flessibilità accomodativa è stato ulteriormente ridotto a 51 soggetti. In tabella 3 viene riportato uno schema del campione utilizzato per l'analisi in relazione al test considerato.

	VDT		CONTROLLO		TOT
	<i>Freq. Assoluta</i>	%	<i>Freq. Assoluta</i>	%	
<b>QUESTIONARIO</b>	57	57	43	43	100
Donne	35	57	26	43	61
Uomini	22	56	17	44	39
<b>AMP.ACCOMODATIVA</b>	31	48	33	52	64
Donne	18	45	22	55	40
Uomini	13	54	11	46	24
<b>FLESSIBILITA' ACC.</b>	22	43	29	57	51
Donne	14	42	19	58	33
Uomini	8	45	10	55	18
<b>VISIONE BINOCULARE</b>	48	55	39	45	87
Donne	30	57	23	43	53
Uomini	18	53	16	47	34

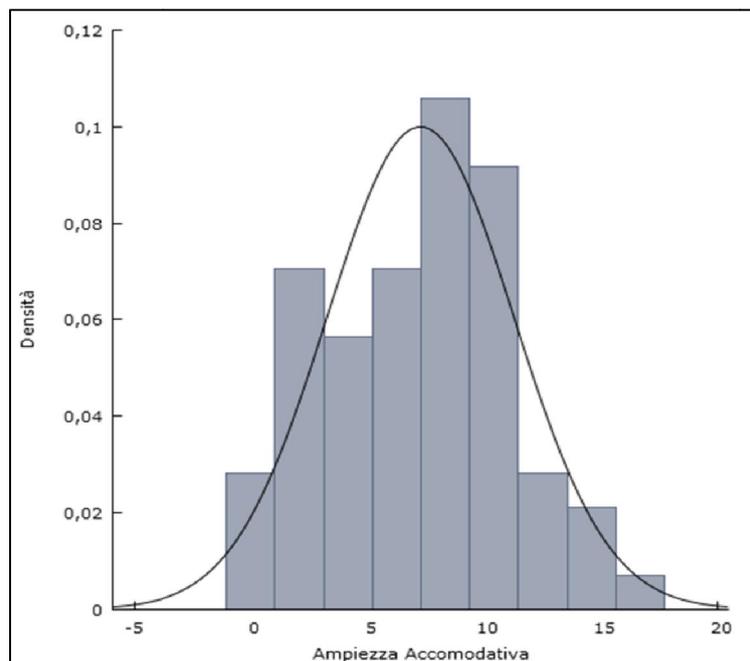
**Tab 3.** Numerosità del campione in relazione al test preso in considerazione

Per ogni variabile si è verificata l'ipotesi nulla di normalità utilizzando il Test di Shapiro-Wilk al fine di valutare i test più appropriati da eseguire. Le variabili continue di Flipper, forie, PPC, recupero e stereopsi risultano non distribuirsi normalmente; invece per distanza di Harmon, lettura e riflessa e per l'ampiezza accomodativa viene accettata l'ipotesi nulla di normalità (grafico 3). In tabella 4 vengono riportati i risultati del test statistico per le diverse variabili.

SHAPIRO-WILK	Età	Harmon	Riflessa	Flipper	A. Accomodativa
Statistica Test	0,8694	<b>0,9743</b>	<b>0,971643</b>	0,8725	<b>0,9773</b>
P value	< 0.0001	<b>0,0805</b>	<b>0,0528</b>	< 0.0001	<b>0,2508</b>
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	<b>Yes</b>	<b>Yes</b>	No	<b>Yes</b>

SHAPIRO-WILK	PPC	Forie V. cover	Forie V. Howell	Forie L. cover	Stereopsi
Statistica Test	0,8229	0,8729	0,8372	0,4833	0,5552
P value	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No

**Tabella 4.** Verifica della distribuzione normale delle variabili.



**Grafico 3.** Distribuzione normale dell'ampiezza accomodativa.

Dal risultato del test possiamo affermare che la variabile ampiezza accomodativa si distribuisce come una Normale. La distanza di Harmon e la distanza di lettura riflessa hanno superato il test con valori limite per l'intervallo di confidenza considerato; vengono comunque considerate distribuirsi normalmente. Di seguito sono riportati i valori di media, deviazione standard e intervallo di confidenza. (Tabella 5).

<b>AMPIEZZA ACCOMODATIVA</b>	
<b>Media</b>	7,267 - IC 95% [6,301; 8,232]
<b>Deviazione Standard</b>	3,989
<b>DISTANZA DI HARMON</b>	
<b>Media</b>	36,333 - IC 95% [35,709; 36,956]
<b>Deviazione Standard</b>	2,9241
<b>DISTANZA DI LETTURA RIFLESSA</b>	
<b>Media</b>	36,874 - IC 95% [35,570; 38,177]
<b>Deviazione Standard</b>	6,1148

**Tab 5.** Media, deviazione standard e intervallo di confidenza per le variabili distribuite normalmente

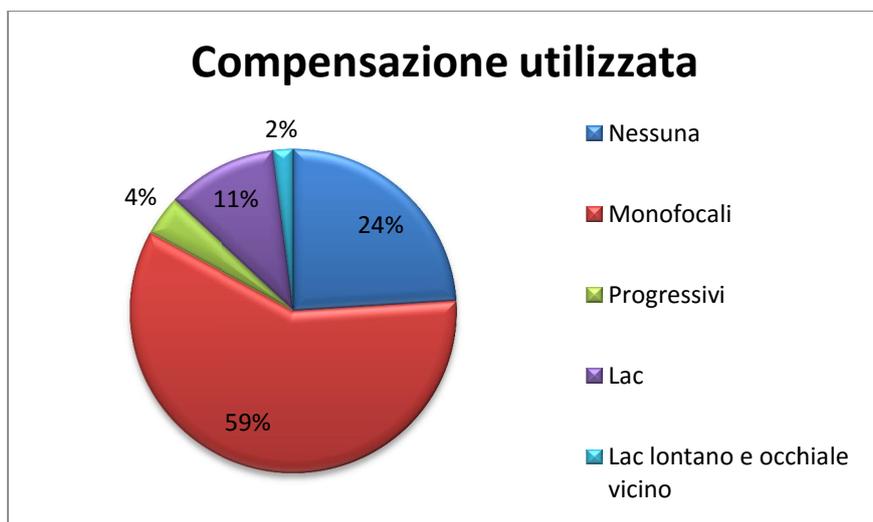
### 3.2 IL QUESTIONARIO

Si è preso nota del tipo di compensazione utilizzata dai soggetti. Di 100 persone, 24 non utilizzano alcuna compensazione, 63 utilizzano solo occhiali e 13 fanno uso di lenti a contatto (lac). Nel Grafico 4 è possibile notare che la maggioranza della popolazione utilizza una correzione per la visione da lontano e/o da vicino e che questa è costituita soprattutto da occhiali monofocali.

Solo 2 persone sopra i 45 anni fanno uso di lac, in entrambi i casi lac monofocali da lontano e occhiale da vicino.

Di 63 portatori di occhiali 43 (70%) hanno più di 45 anni, ma solo 4 (9%) fanno uso di occhiali progressivi, mentre nessuno utilizza occhiali bifocali.

I 4 portatori di progressivi sono tutti videoterminalisti, ma solo uno utilizza anche occhiali office.



**Grafico 4.** Incidenza della compensazione utilizzata

Ognuno dei 100 soggetti ha indicato se presenta mal di testa, male al collo, mal di schiena, cambiamenti nella percezione dei colori, bruciore oculare, visione annebbiata e visione sdoppiata. Per ogni sintomo lamentato si è chiesto di indicare se con frequenza “qualche volta” o “spesso”.

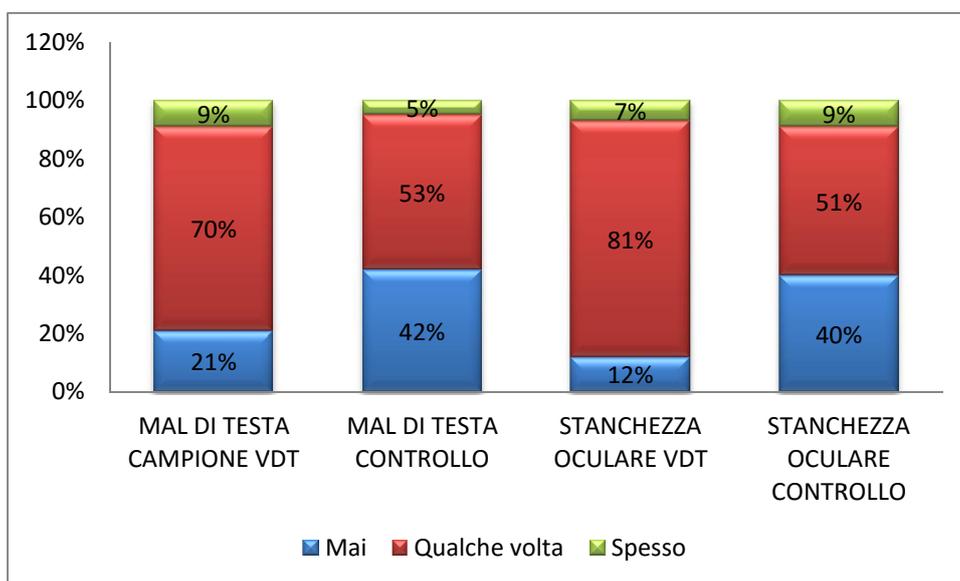
Il campione considerato è di 100 persone, 57 videoterminalisti e 43 non video terminalisti. La differenza tra la frequenza di manifestazione del sintomo spesso e qualche volta non è risultata essere significativa a causa della ridotta numerosità del campione. Per l’analisi dei sintomi viene quindi valutata la presenza o meno del sintomo, trascurando la frequenza.

Si è testata l’ipotesi nulla  $H_0$  di non relazione tra sintomi e utilizzo prolungato di VDT attraverso il test del chi quadrato. Per i sintomi “cambiamenti della visione dei colori” e “visione sdoppiata” è stato utilizzato il test esatto di Fisher. Se il risultato del  $p$ -value calcolato è superiore a 0,05 viene accettata l’ipotesi nulla e quindi la differenza tra le frequenze osservate è dovuta al caso. Se il risultato del  $p$ -value è inferiore a 0,05 viene rifiutata l’ipotesi nulla e quindi si presume ci sia una relazione tra sintomo e trattamento (VDT). In tabella 4 vengono riportate le frequenze assolute e percentuali nei due campioni per i sintomi presi in considerazione e il risultato del test statistico. Il livello di confidenza considerato è del 95%.

SINTOMO	VDT				CONTROLLO				p	H0
	AFFETTI		NON AFFETTI		AFFETTI		NON AFFETTI			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
MAL DI TESTA	45	79	12	21	25	58	18	42	0,0246	rifiutata
MALE COLLO	39	68	18	32	24	56	19	44	0,1961	accettata
MALE SCHIENA	38	67	19	33	33	77	10	23	0,2715	accettata
A. COLORI	5	9	52	91	2	5	41	95	0,6954	accettata
BRUCIORE	32	56	25	44	22	51	21	49	0,621	accettata
STANCHEZZA O.	50	88	7	12	26	60	17	40	0,0016	rifiutata
V. ANNEBBIATA	26	46	17	30	17	40	40	93	0,52	accettata
DIPLOPIA	10	18	47	82	5	12	38	88	0,5733	accettata

**Tab 6.** Frequenze relative e assolute dei sintomi, con risultato del test statistico

Nonostante per la maggior parte dei sintomi il gruppo VDT mostri una percentuale maggiore di soggetti affetti rispetto al gruppo non VDT, l'analisi evidenzia che le differenze, rappresentate nel grafico 5, tra i due campioni sembrano essere significative solo per i sintomi mal di testa e stanchezza oculare. Inoltre su 100 soggetti solo 3 non presentano alcun sintomo.



**Grafico 5.** Differenza tra i due campioni per “mal di testa” e “stanchezza oculare”

Si è chiesto ai soggetti di indicare la loro soddisfazione visiva da lontano, intermedio e vicino. Anche in questo caso non sono state rilevate differenze significative tra il campione controllo e il campione VDT. Considerando entrambi i campioni il 17% lamenta insoddisfazione visiva da vicino, il 7% da lontano e il 4% a distanza intermedia. Non è stata riscontrata alcuna relazione tra insoddisfazione visiva e tempo trascorso dall'ultimo controllo. Il 92% dei soggetti che lamentano insoddisfazione visiva hanno più di 40 anni.

### 3.3 ACCOMODAZIONE

E' stata testata l'ipotesi nulla di uguaglianza tra occhio destro e sinistro valutando quindi se ci fossero differenze significative tra i due occhi di ampiezza accomodativa (AA) e flessibilità accomodativa; per l'AA è stato effettuato un *t test* sull'uguaglianza delle medie, mentre per la flessibilità accomodativa è stato utilizzato il test non parametrico di Wilcoxon-Mann-Whitney. Viene accettata l'ipotesi nulla di uguaglianza: I risultati indicano che non ci sono differenze tra i due occhi né per quanto riguarda l'ampiezza accomodativa, né per la flessibilità accomodativa.

Per le analisi successive sono stati utilizzati solo i dati raccolti per l'occhio destro.

#### ***Flessibilità accomodativa***

E' stata valutata la flessibilità accomodativa facendo rientrare i soggetti con valori fuori norma in tre categorie:

- Insufficienza accomodativa: valori dei flipper fuori norma con difficoltà nella lente positiva
- Eccesso accomodativo: valori dei flipper fuori norma con difficoltà nella lente negativa
- Inerzia accomodativa: valori dei flipper fuori norma con difficoltà in entrambe le lenti

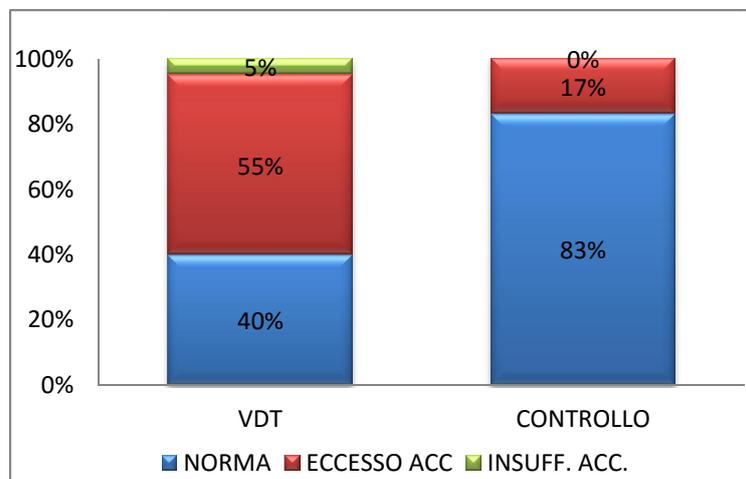
Escludendo i soggetti che non rientrano nel range di età inferiore a 44 anni e AA superiore a 4 D, rimangono 51 soggetti: 22 videoterminalisti (media 5 c/min), di cui 10 rientrano nel quadro "eccesso accomodativo" e 1 "insufficienza accomodativa". In nessun soggetto è stata riscontrata inerzia accomodativa; 29 non video terminalisti (media 8 c/min) di cui 5 risultano in eccesso accomodativo, in nessun soggetto sono state riscontrate inerzia o insufficienza accomodativa.

Viene effettuato il test del chi-quadrato per testare l'ipotesi nulla secondo la quale essere sottoposti all'utilizzo prolungato di VDT non abbia effetti sulla presenza di eccesso accomodativo. Nella tabella 5 vengono riportate le frequenze assolute per la presenza o meno di eccesso accomodativo, mentre nel grafico è possibile notare più chiaramente la differenza tra le frequenze percentuali.

La differenza è significativa ( $\chi^2=4,80$  e  $p=0.0285$ ), l'uso di VDT sembra essere in relazione con eccesso accomodativo.

	ECC.ACC	NORMA	TOT
CONTROLLO	5	24	29
VDT	10	12	22
TOT	15	36	51

**Tab 7.** Conteggio dei soggetti che presentano eccesso accomodativo



**Grafico 6.** Anomalia accomodativa nei due campioni

Considerando entrambi i campioni, 16 soggetti (31%) presentano difficoltà accomodative e 35 risultano nella norma.

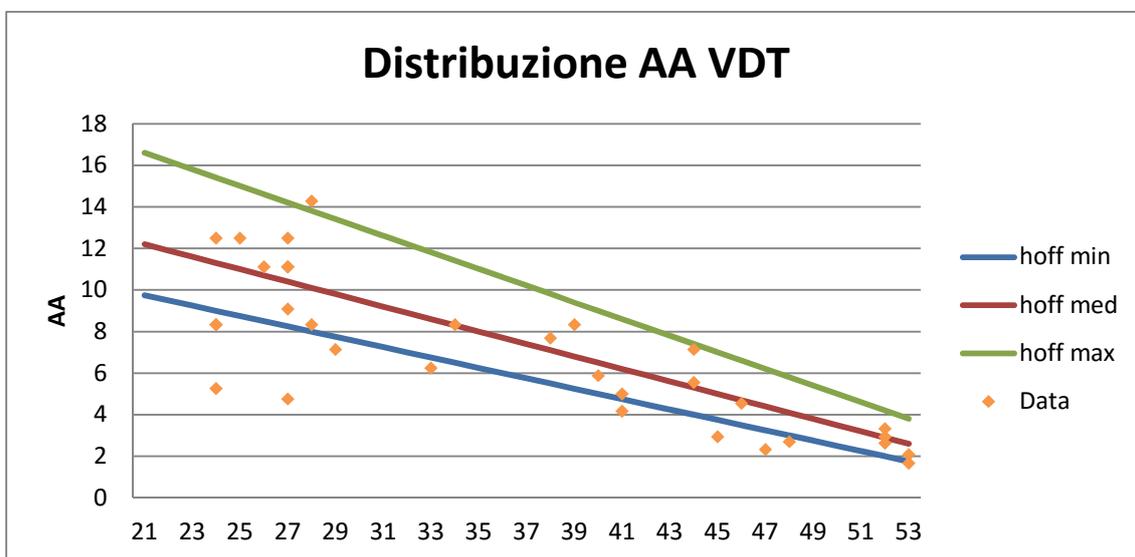
Con il test esatto di Fisher è stata testata l'ipotesi nulla per cui avere una difficoltà accomodativa non corrisponde ad avere una sintomatologia.

Viene accettata l'ipotesi nulla: avere un'anomalia accomodativa non è in relazione con visione annebbiata, sensazione di stanchezza oculare e mal di testa. Questo risultato può essere influenzato dalla numerosità campionaria: il campione ridotto preso in esame può non essere numericamente sufficiente per dimostrare una relazione tra sintomo e anomalia accomodativa.

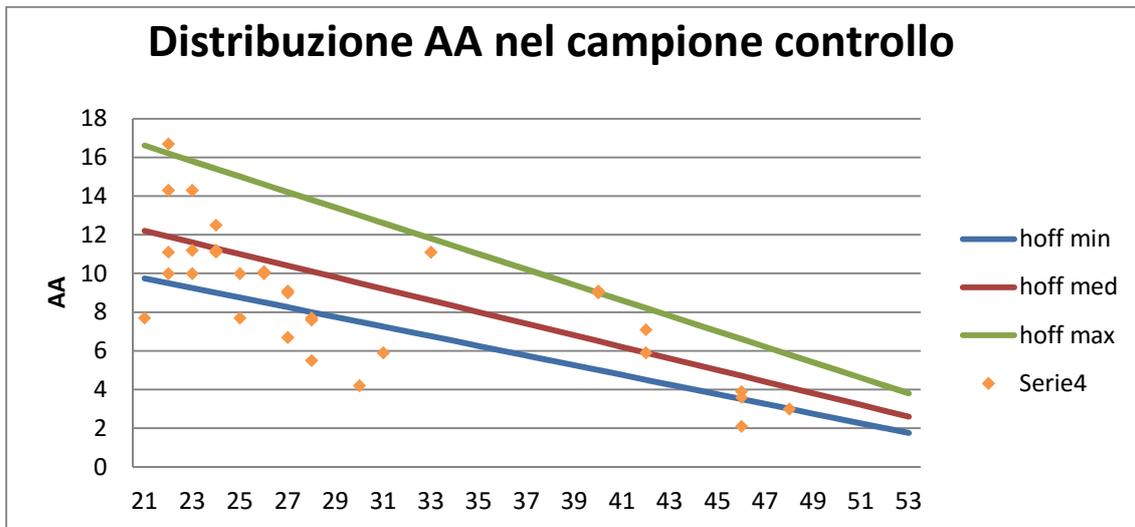
### ***Ampiezza accomodativa***

L'ampiezza accomodativa diminuisce con l'aumentare dell'età. Questo avviene in seguito a un aumento bilaterale della rigidità del cristallino, il quale perde elasticità e trasparenza. (21)

Nel 1950 Hofstetter stabilì tre formule per calcolare AA minima, media e massima considerando l'età, è stata quindi confrontata la distribuzione dei dati misurati con i dati secondo Hofstetter nei grafici 7 e 8. (19)



**Grafico 7.** Distribuzione dei dati sperimentali osservati nel campione VDT a confronto con i dati attesi secondo Hofstetter (linee minima, media e massima)



**Grafico 8.** Distribuzione dei dati sperimentali osservati nel campione controllo a confronto con i dati attesi secondo Hofstetter (linee minima, media e massima).

Fin'ora l'analisi dei dati raccolti indica che l'utilizzo del computer potrebbe essere messo in relazione con la presenza di un difetto accomodativo.

L'analisi successiva è volta a determinare se l'utilizzo di VDT può influenzare l'ampiezza accomodativa, tenendo conto che diminuisce all'aumentare dell'età.

Si è preso in considerazione il campione ridotto, escludendo i soggetti con ampiezza accomodativa prossima allo 0, per un totale di 64 soggetti, 31 VDT e 33 campione controllo.

Si è testata l'ipotesi nulla di non relazione tra VDT e AA.

Accettata l'ipotesi nulla: le differenze tra i due campioni sono dovute al caso.

	AA<HofMed	NORMA	TOT	
<b>CONTROLLO</b>	19	14	33	Chi = 0,05 p = 0,8254
<b>VDT</b>	17	14	31	
<b>TOT</b>	36	28	64	

**Tab 8.** Conteggio dei soggetti che presentano AA inferiore alla media secondo Hofstetter

### 3.4 VISIONE BINOCULARE

E' stata valutata la visione binoculare di ogni soggetto rilevando PPC, stereopsi, eteroforia orizzontale da lontano, eteroforia orizzontale da vicino.

E' stato misurato il **punto prossimo di convergenza** (PPC). Il 38% dei videoterminalisti presenta un PPC fuori norma, mentre solo il 15% del campione controllo presenta un valore fuori norma. Nel grafico 9 è possibile individuare facilmente la differenza della frequenza percentuale tra i due gruppi, mentre nella tabella 9 vengono riportate le frequenze assolute dei soggetti che presentano o meno un punto prossimo di convergenza fuori norma. Viene quindi effettuato il test del chi quadrato. L'ipotesi nulla, che prevede che la differenza tra i campioni sia dovuta al caso, viene rifiutata. Appartenere al campione VDT influisce negativamente sulla capacità di convergenza ( $\chi^2=5,27$ ;  $p=0,0217$ ).

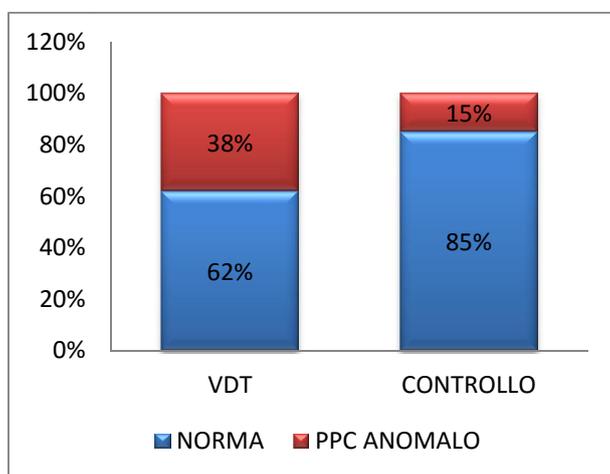


Grafico 9. Anomalia del PPC nei due campioni

	PPC ANOMALO	NORMA	TOT
VDT	18	30	48
CONTROLLO	6	33	39
TOT	24	63	87

Tab 9. Conteggio dei soggetti con PPC anomalo

E' stata misurata la **stereopsi**. Di seguito in tabella 10 vengono riportate le frequenze assolute e percentuali misurate nei campioni. Già osservando la tabella è possibile notare che il gruppo di videoterminalisti presenta una stereopsi minore rispetto al gruppo di non videoterminalisti.

STEREOPSI min/arc	VDT		CONTROLLO	
	n	%	n	%
<b>20</b>	13	27	16	41
<b>25</b>	6	13	5	13
<b>30</b>	6	13	7	18
<b>40</b>	1	2	4	10
<b>50</b>	1	2	1	3
<b>70</b>	15	31	6	15
<b>100</b>	2	4	0	0
<b>200</b>	2	4	0	0
<b>250</b>	1	2	0	0
<b>500</b>	1	2	0	0
<b>TOT</b>	48	100	39	100

**Tab 10.** Confronto tra le frequenze della stereopsi tra i due campioni

In particolare il 44% dei videoterminalisti risulta avere una stereopsi maggiore o uguale a 70 min/arc, mentre nel campione controllo il 15% ha stereopsi di 70 min/arc ma nessuno ha ottenuto risultati peggiori. A differenza del campione controllo, tra i videoterminalisti si riscontrano alcuni casi di stereopsi pari a 100, 200, 250 e 500 minuti d'arco.

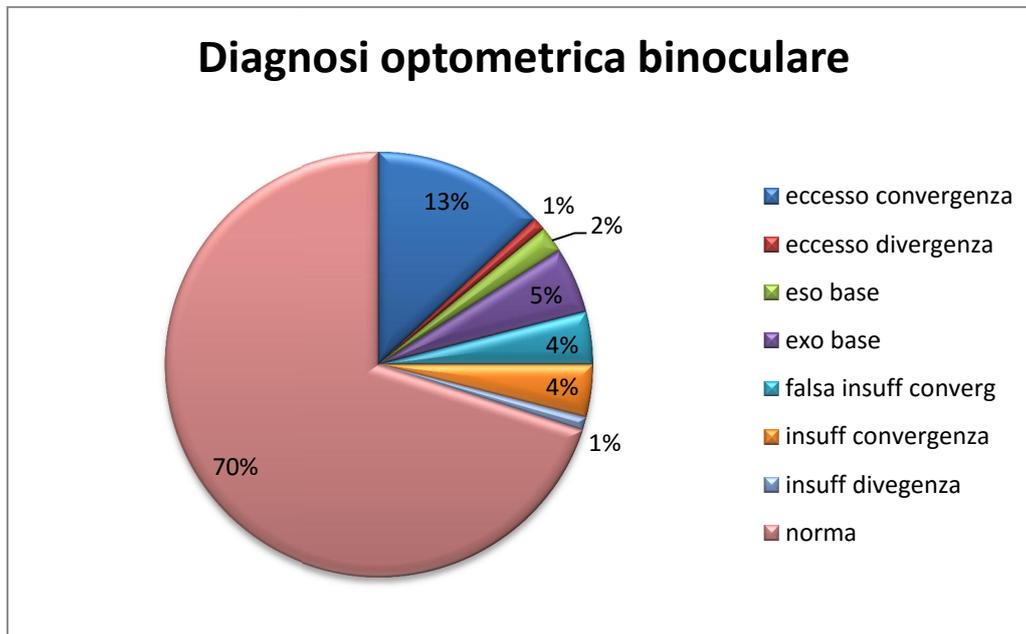
Con il test del chi quadrato si dimostra che c'è relazione tra una stereopsi peggiore (uguale o maggiore di 70 min/arc) e l'appartenenza al campione VDT per  $p=0,0045$  ( $\chi^2=8,09$ ).

L'**eteroforia** orizzontale da lontano è stata valutata con cover und cover test e quella orizzontale da vicino è stata valutata attraverso due test: cover und cover e test di Howell. Per verificare se ci fossero differenze significative tra le due misurazioni prese è stato utilizzato il test non parametrico di Wilcoxon-Mann-Whitney il quale ha determinato che la differenza tra le misurazioni non è significativa ( $p = 0,6661$ ).

Coloro che ottenevano valori delle forie fuori norma sono stati fatti rientrare in una delle classi sotto riportate: (20) (8)

- Eccesso di divergenza: exoforia fuori norma da lontano
- Insufficienza di convergenza: exoforia fuori norma da vicino e PPC anomalo
- Falsa insufficienza di convergenza: exoforia fuori norma da vicino e PPC normale
- Exoforia di base: exoforia fuori norma da lontano e da vicino
- Insufficienza di divergenza: esoforia fuori norma da lontano
- Eccesso di convergenza: esoforia fuori norma da vicino
- Esoforia di base: esoforia da lontano e da vicino

Nel grafico 10 riportato di seguente troviamo le percentuali riscontrate per ogni categoria. Il 70% dei soggetti risulta non avere problemi di tipo binoculare. Il restante 30% è rappresentato da soggetti con disfunzioni binoculari, la maggior parte di questi (46%) presenta eccesso di convergenza.



**Grafico 10.** Incidenza di difetto binoculare nella popolazione considerata

Di 48 videoterminalisti 16 presentano un difetto binoculare (33%); di 39 non video terminalisti 10 presentano un difetto binoculare (26%). Viene testata l'ipotesi nulla per la quale la differenza tra i due campioni è dovuta al caso.

Accettata l'ipotesi nulla ( $\chi^2=0,61$  e  $p=0,4357$ ): non c'è relazione tra l'appartenenza al campione VDT e la presenza di un difetto binoculare.

### 3.5 RIFLESSO VISUO POSTURALE

Solo un soggetto, appartenente al campione VDT, ha ottenuto una distanza riflessa leggermente inferiore alla distanza di recupero del punto prossimo di convergenza (ma superiore alla rottura); questo risultato può determinare fragilità nella visione binoculare. Si tratta dell'unico soggetto che ha riscontrato insufficienza di convergenza.

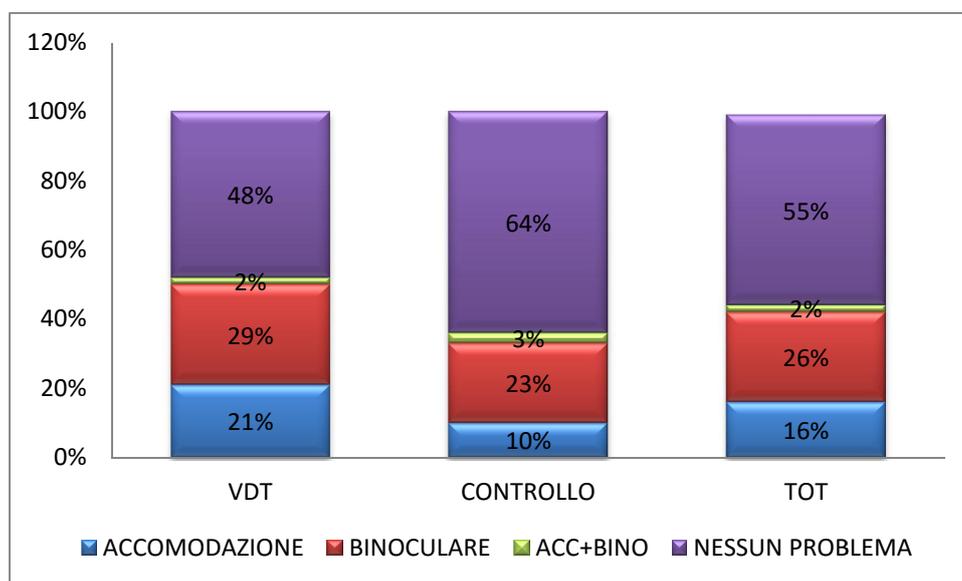
Si mette in relazione la distanza di Harmon con la distanza riflessa. In tabella 11 i risultati ottenuti: i valori negativi indicano una distanza di Harmon minore rispetto alla distanza riflessa (postura accettabile) mentre i valori positivi indicano una di stanza di Harmon minore rispetto alla distanza riflessa (postura ideale).

	<b>Harmon - Riflessa</b>	<b>VDT</b>	<b>CONTROLLO</b>
	<b>cm</b>	<b>n</b>	<b>n</b>
p. accettabile	inferiore a -10	1	1
	tra -10 e -6	4	8
	tra -5 e -1	9	13
p. ideale	0	4	1
	tra 1 e 5	22	13
	tra 6 e 10	5	3
	superiore a 10	3	0
	<b>TOT</b>	<b>48</b>	<b>39</b>

**Tab 9.** Confronto tra i due campioni delle frequenze assolute di postura accettabile e postura ideale

Con il test parametrico *t di student* per variabili distribuite normalmente vengono confrontati i valori delle distanze di Harmon e riflessa sia all'interno del campione che confrontando campione controllo e VDT. Non vengono rilevate differenze significative tra le medie osservate: non ci sono differenze significative tra la distanza di Harmon e quella riflessa e non ci sono differenze significative delle distanze tra i due gruppi.

Considerando lo studio nel complesso, problematiche rilevanti relative al riflesso visuo-posturale non sono state riscontrate, mentre il 26% della popolazione presenta un'anomalia di tipo binoculare, il 16% un'anomalia accomodativa e il 2% entrambe. In particolare il campione VDT ha riportato una percentuale maggiore di soggetti affetti rispetto ai non videoterminalisti.



**Grafico 11.** Frequenze della presenza di un'anomalia (accomodativa, binoculare o entrambe) a confronto tra i campioni.

## DISCUSSIONE

Il questionario era volto a mettere in evidenza sintomi caratteristici di soggetti videoterminalisti. Per tutti i sintomi, tranne per il sintomo “mal di schiena”, le frequenze del campione VDT sono più elevate rispetto alle frequenze del campione controllo. Questa differenza però risulta essere più marcata e quindi significativa per i sintomi mal di testa e sensazione di stanchezza oculare. Il mal di testa è uno dei sintomi più comuni e dalle cause ancora non totalmente definite. Il 79% dei videoterminalisti presenta mal di testa, contro il 58% del campione controllo. Un insieme di fattori potrebbero causare il mal di testa tipico dei videoterminalisti, per esempio l'ambiente chiuso, il tipo di illuminazione, un'attività di concentrazione prolungata e stress.

L'88% dei videoterminalisti riporta sensazione di stanchezza oculare, contro il 60% del campione controllo. Numerosi studi sostengono che una prolungata visione prossimale causa stanchezza oculare o più in generale astenopia. (22) (23) (24) La sensazione di stanchezza oculare può essere dovuta a cause quali una difficoltà accomodativa o binoculare.

I sintomi presi in analisi sono tipici di soggetti videoterminalisti. Di 57 videoterminalisti che hanno risposto al questionario, tutti hanno riportato la presenza di almeno un sintomo. L'analisi dei dati ha evidenziato un altro importante risultato: anche i soggetti non videoterminalisti lamentano diversi sintomi; infatti di 43 non videoterminalisti solo 3 non presentano alcun sintomo. Il sintomo più frequente nel campione controllo è stato il mal di schiena, sofferto dal 77% dei soggetti. A differenza dei videoterminalisti, molti lavoratori del campione controllo hanno un'attività lavorativa che prevede diverse ore in piedi o lo spostamento di carichi pesanti, questa potrebbe essere la causa di questo sintomo. Anche gli altri sintomi presi in considerazione sono spesso lamentati dai non videoterminalisti, in particolare risultano rilevanti: sensazione di stanchezza oculare (60%), mal di testa (58%), dolore al collo (56%), bruciore oculare

(49%), visione annebbiata (40%). Probabilmente a causa della numerosità campionaria non è stato possibile mettere in relazione i sintomi riportati con le anomalie visive riscontrate, infatti molti soggetti che presentavano una situazione binoculare e accomodativa nella norma riportavano comunque sintomatologia legata alla visione. Durante l'esame preliminare si è verificato che la compensazione utilizzata fosse adeguata, quindi la causa della presenza di sintomi legati alla visione potrebbe essere dovuta ad altri fattori, tra cui la condizione dell'ambiente di lavoro, la salute oculare o il tipo di compensazione utilizzata. (18) Va ricordato che è stato considerato videoterminista chi utilizzava abitualmente il computer per almeno 6 ore al giorno durante la giornata lavorativa. Ma altri studi riportano che già dopo 3 ore di utilizzo si ha la comparsa di sintomi, quindi anche soggetti non considerati videoterministi, ma che fanno uso abituale di computer, potrebbero presentare gli stessi sintomi tipici della categoria. (13)

Un dato interessante ricavato dallo studio è che le lenti oftalmiche progressive sono poco usate e le lenti a contatto progressive ancor meno. L'occhiale office, ideato proprio per videoterministi risulta aver ancora meno utilizzo del classico progressivo. Non rientrando negli scopi dello studio in esame, non è possibile conoscere il motivo di questo risultato. Nessuno dei portatori di occhiali progressivi però riporta insoddisfazione visiva, si potrebbe quindi ipotizzare che la responsabilità della scarsa incidenza di questo tipo di compensazione sia da imputare ad altri fattori come i costi elevati o la limitata conoscenza del prodotto.

La scarsa incidenza dell'utilizzo di lenti a contatto tra i videoterministi può trovare spiegazione nello studio compiuto da Blehm et al, il quale riporta che l'utilizzo di lac accentua la Sindrome Visiva da Computer. (14) La riduzione di ammiccamenti durante l'utilizzo di VDT può provocare una situazione di disidratazione della superficie oculare, che nei portatori di lac risulta più accentuata. (17) (14)

Si è cercata la causa che provoca i sintomi rilevati dai videoterministi.

Lo studio di Tanahachi et al (25) riscontra la comparsa dei sintomi al diminuire dell'ampiezza accomodativa e della flessibilità accomodativa. Nello studio in esame

però l'ampiezza accomodativa non presenta una riduzione in relazione all'utilizzo del VDT. E' chiaro che se i videoterminalisti lamentano sintomi quali mal di testa e sensazione di stanchezza oculare, questi potrebbero essere dovuti a un'anomalia accomodativa, ma dai risultati ottenuti non è presente una relazione sintomo-anomalia, in accordo con quanto rilevato da Gauri et al. (26) E' necessario precisare che solo tre soggetti nell'intera popolazione non riportano alcun sintomo, è quindi evidente che se la quasi totalità della popolazione riporta sintomi il confronto tra i due campioni risulta meno attendibile. In altri studi sono stati comparati i valori dell'accomodazione in soggetti videoterminalisti, confrontando tra soggetti sintomatici e non; anche in questo caso però non è stata rilevata una relazione tra soggetti sintomatici e anomalie accomodative. (27)

Il 60% dei videoterminalisti presenta un'anomalia accomodativa, contro il 17% del campione controllo. Il principale difetto accomodativo è rappresentato dall'eccesso accomodativo, tranne per un unico caso di insufficienza accomodativa. I videoterminalisti tendono a sviluppare più facilmente eccesso accomodativo rispetto ai non videoterminalisti, nonostante altri studi riscontrassero che i videoterminalisti fossero più soggetti a inerzia accomodativa. (26)

Come nel caso in esame, anche Nyman et al valutarono un campione di videoterminalisti mettendolo a confronto con un campione di non videoterminalisti e anche in quel caso non fu rilevata differenza significativa tra i due gruppi nella visione binoculare. (28)

Considerando l'intera popolazione in esame, l'anomalia binoculare più frequente risulta essere l'eccesso di convergenza (13%), che si riscontra in soggetti con esoforia da vicino. Non è risultata significativa una corrispondenza tra sintomo e eccesso di convergenza, a differenza di quanto riportato dallo studio di Collier et al, che mette in relazione la foria e la sintomatologia da videoterminale sostenendo che soggetti con esoforia prossimale riportano meno sintomi rispetto a soggetti con esoforia. (27)

Risulta invece significativa la differenza tra i gruppi per quanto riguarda stereopsi e PPC. Il 38% dei videoterminalisti presentano un PPC fuori norma, contro il 15% del

campione controllo. Il 44% dei videoterminalisti ha ottenuto un valore di stereopsi superiore a 70 min/arc, contro il 15% dei non videoterminalisti. In diversi studi precedenti il valore della stereopsi non veniva misurato e i risultati ottenuti dal PPC non risultavano essere significativi. (26) (27) (28) (29)

## **CONCLUSIONI**

Lo scopo dello studio era valutare la visione binoculare di un campione di videoterminalisti mettendolo a confronto con un campione di non videoterminalisti.

E' emerso che il lavoro prolungato al videoterminale può essere messo in relazione con i sintomi stanchezza oculare e mal di testa, ma che anche chi non utilizza il computer abitualmente durante l'orario di lavoro riporta sintomi tipici di soggetti videoterminalisti. Questo può essere dovuto anche al fatto che i progressi costanti in campo tecnologico hanno portato tutti i soggetti, indipendentemente al lavoro svolto, a trascorrere molto tempo al computer.

Al momento della compilazione del questionario è stato riportato da alcuni soggetti che la sensazione di affaticamento visivo peggiorava durante la settimana, sarebbe quindi interessante analizzare se i sintomi riscontrati in un campione di videoterminalisti si ripresentano anche dopo un periodo di riposo, o se persistono.

I risultati evidenziano che l'utilizzo prolungato del computer influenza le capacità accomodative, di convergenza e stereopsi. In particolare soggetti videoterminalisti presentano in quantità maggiore eccesso accomodativo, difficoltà nel mantenere la convergenza e nella percezione della profondità. Quest'ultima capacità, la stereopsi, non era stata presa in considerazione in molti studi sull'argomento, mentre potrebbe risultare interessante approfondire meglio in studi futuri la sua relazione con l'utilizzo del computer.

Non è stato possibile valutare alcuni aspetti importanti della visione che potrebbero essere legati alla Sindrome Visiva da Computer, tra questi la relazione tra il male a collo

e schiena e l'organizzazione dell'ufficio, la relazione tra bruciore oculare e secchezza oculare e la relazione tra computer e miopia.

Nonostante le norme che tutelano la salute e la sicurezza sul posto di lavoro e le attività di prevenzione, ad oggi l'ufficio non è un posto completamente sicuro per la salute visiva dei lavoratori. Al fine di tutelare questa categoria e, più in generale, tutti coloro che fanno uso del computer sarebbe utile consegnare ad ogni lavoratore consigli utili per rendere il posto di lavoro un luogo più sicuro per la salute visiva.

## 1 Bibliografia

1. Ministero della salute; [www.salute.gov.it](http://www.salute.gov.it). [Online]
2. Land, M. *Focusing by shape change in the lens of the eye: a commentary on Young (1801) 'On the mechanism of the eye'*. Philosophical Transactions B, 2015.
3. Bucci, M. *Oftalmologia*. s.l. : Società Editrice Universo, 1993.
4. Ong, Editha e Ciuffreda, K. J. *Accommodation, Nearwork and Myopia*. s.l. : Optometric Extension Program , 1997.
5. Ciuffreda K e Kenyon R.V. *Accommodative vergence and accommodation in normals, amblyopes and strabismic*. Boston : C.M. Schor, 1983.
6. Rossetti A. e Gheller P. *Manuale di optometria e contattologia*. s.l. : Zanichelli, 2003.
7. Birnbaum M. *Optometric Management of Nearpoint Vision Disorders*. USA : Butterworth-Heinemann, 1993.
8. Evans B. *Binocular Vision*. s.l. : Eye essentials, 2005.
9. Smith A. *Binocular Vision:Joining Up the Eyes*. London : Elsevier, 2015.
10. Villani S. *La visione binoculare singola e la fusione*. 2, s.l. : Rivista di contattologia e optometria dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi, 2013.
11. Andreani A. *Ortottica nella pratica quotidiana*. 2, s.l. : Rivista di contattologia e optometria dell'Accademia Italiana Optometristi Contattologi, 2009, XXXIII.
12. Millodot M. *Dictionary of Optometry and Visual Science*. Boston : Butterworth Heinemann, 2004.
13. Del Mar Seguí M. et al. *A reliable and valid questionnaire was developed to measure computer vision syndrome at the workplace*. Alicante : Journal of Clinical Epidemiology, 2015, 68, 662-673.
14. Blehm C. et al. *Computer Vision Syndrome: A Review*. 3, Houston : Survey of Ophthalmology, 2005, 50, 253-262.
15. Anshel J. *Visual Ergonomics in the Workplace*. London : Taylor & Francis, 1998.
16. Lupi V. *Lezioni di Anatomia e Fisiopatologia Oculare*. s.l. : Fabiano Editore.
17. Portello J., Rosenfield, M. e Chu, C. *Blink Rate, Incomplete Blinks and Computer Vision Syndrome*. 5, New York : Optometry and Vision Science, 2013, 90, 482-487.

18. Hayes J. R. et al. *Computer Use, Symptom, and Quality of Life*. 8, Columbus : Optometry and Vision Science, 2007, 84, 739-745.
19. Hofstetter HW. *A useful age-amplitude formula*. s.l. : Pennsylvania Optom., 1947.
20. Scheiman M. e Wick B. *Clinical Management of Binocular Vision: heterophoric, accommodative and eye movement disorder*. Philadelphia : Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
21. Harvard Medical School. *The Aging Eye*. s.l. : Simon & Schuster, 2000.
22. Bando T. Iijima A. e Yano S. *Visual fatigue caused by stereoscopic images and the search for the requirement to prevent them: A review*. Kyoto : Displays, 2011, 33, 76-83.
23. Saito S. et al. *Physiological Indices of Visual Fatigue due to VDT Operation: Pupillary reflexes and Accomodative Responses*. Kawasaki : Industrial Health, 1994, 32, 57-66.
24. Dillon T. e Emurian H. *Reports of Visual Fatigue Resulting From Use of a Video Display Unit*. 1, USA : Computers in Human Behavior, 1995, 11, 77-84.
25. Tanahashi M. et al. *The Effect of VDT Work on the Fluctuations of Accomodation*. Showaku : Industrial Health, 1986, 24, 173-189.
26. Gauri S. Fathimath N.M. e Dev, N. *Visual problems among video display terminal (VDT) users in Nepal*. Maharajgunj : Journal of Optometry, 2010, 4, 56-62.
27. Collier J. e Rosenfield, M. *Accomodation and convergence during sustained computer work*. New York : American Optometric Association, 2011, 82, 434-440.
28. Nyman K. Knave B. e Voss M. *Work with video display terminals among office employeer. Refractions, accomodation, convergence and binocular vision*. Solna : Scand J Work Environ Health, 1985, 11, 483-487.
29. Aakre B. M. e Doughty. *Are there differences between 'visual symptoms' and specific ocular symptoms associated with video display terminal (VDT) use?* Kongsberg : Elsevier, 2007, 30, 174-182.

## **Ringraziamenti**

Vorrei ringraziare il professor Trevisan e i suoi collaboratori che ci hanno ospitate nella struttura mettendo a disposizione tutto ciò di cui avevamo bisogno. Inoltre la realizzazione dell'elaborato non sarebbe stata possibile senza i volontari che hanno deciso di sottoporsi, anche più volte, all'esecuzione dei test.

Ringrazio Sara, compagna di corso, collega e amica, che ha condiviso molte importanti tappe del mio percorso, compreso il lavoro svolto per la realizzazione di questo elaborato, rendendo lo stress e le difficoltà incontrate meno pesanti e talvolta persino divertenti.

Un importante ringraziamento va ai familiari, per il loro supporto morale, e in particolare a mia sorella Elisa che è stata un punto di riferimento sostanziale per l'analisi statistica.

Durante questo percorso è stato molto più facile affrontare le difficoltà grazie ad Alessandro, che oltre all'immenso supporto morale è stato fondamentale per la sua abilità nel trovare soluzioni, anche a problemi tecnici, e per la sua capacità di alleggerire ogni situazione.