

# L'APPARATO VISIVO

## *Premessa*

Le attività al videoterminale sono particolarmente rischiose per la vista, a causa della necessità di concentrare lo sguardo sullo schermo per lunghi periodi. Per questo motivo il DLgs 81/08 prevede che la sorveglianza sanitaria riguardi i problemi della vista e degli occhi. Per valutare da cosa hanno origine i problemi riguardanti la vista, può essere utile analizzare l'apparato visivo nelle sue strutture e funzioni. L'apparato visivo è costituito dai due occhi, con il loro sistema motore e il recettore vero e proprio, la retina.

### **1. Gli occhi**

Gli occhi sono costituiti ciascuno da una parete esterna, formata da strati sovrapposti, e da un mezzo trasparente interno: la parete esterna ha una parte anteriore trasparente che permette l'entrata della luce all'interno, mentre la parete interna, a contatto con il mezzo trasparente, è costituita da una struttura nervosa specializzata nella raccolta, trasduzione e trasmissione degli impulsi luminosi; un sistema ottico permette la focalizzazione delle immagini. L'occhio ha un proprio sistema motore formato da sei muscoli, che ne controlla il movimento, e un apparato di protezione, formato da formato da ciglia, palpebre, congiuntiva e apparato lacrimale.

#### *1.1 La struttura dell'occhio*

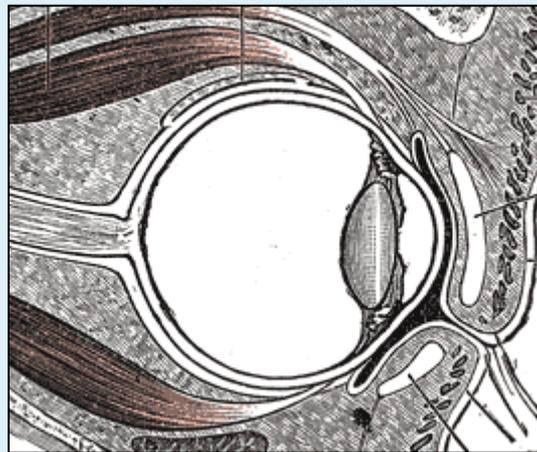
La parete esterna dell'occhio è costituita dalla sclera e, anteriormente, dalla cornea; la sclera è una lamina di fibre connettive, bianca, rivestita dalla congiuntiva: avvolge l'occhio e dà attacco ai tendini dei muscoli motori; la cornea è la parte anteriore della sclera, è trasparente e ha una curvatura maggiore e quindi sporge rispetto alla superficie della sclera: fa parte dei "mezzi ottici" dell'occhio, le strutture deputate a permettere la visione.

Al di sotto della sclera, verso l'interno dell'occhio, si trova la tunica vascolare, che ha la funzione di portare nutrimento alle altre strutture: è infatti ricca di vasi sanguigni. La coroide, posteriore, continua anteriormente, sotto al limite della cornea, con il corpo ciliare, che porta i legamenti che sostengono il cristallino e il muscolo ciliare, ad anello, che ne controlla la contrazione. Il cristallino è una struttura trasparente, a forma di lente biconvessa, che può modificare la sua curvatura grazie all'azione dei muscoli ciliari; è completamente rivestito da una capsula. Oltre il corpo ciliare, sotto la cornea, si trova l'iride, un diaframma ad anello con un foro al centro, la pupilla: l'iride ha un anello muscolare liscio che permette l'apertura o la chiusura del foro della pupilla.

Lo strato più interno della parete dell'occhio è lo strato nervoso, rappresentato dalla retina: questa riveste quasi completamente l'interno dell'occhio. La retina è costituita da una complessa organizzazione di cellule nervose, disposte in più strati, di cui lo strato più esterno (verso la coroide) è rappresentato dai fotorecettori, cellule specializzate per

rispondere agli impulsi luminosi. Sul fondo dell'occhi, nella retina, si distinguono due zone particolari: la papilla, dove le fibre nervose in uscita dalla retina, che vanno a formare il nervo ottico, e i vasi si riuniscono, e che per questo è priva di fotorecettori, e la macula, al cui centro si trova la fovea, ricchissima di fotorecettori, specializzata per la visione distinta.

Lo spazio racchiuso dalla parete dell'occhio è diviso in due parti dal sistema del corpo ciliare e cristallino: anteriormente si trovano la camera anteriore, tra cornea e iride, e la camera posteriore, tra iride e cristallino, riempite di umore acqueo, un liquido trasparente con funzioni nutritive; posteriormente al cristallino la cavità dell'occhio è riempita dall'umor vitreo, una massa trasparente e gelatinosa.



**Figura n. 1 - Struttura dell'occhio**

### *1.2 muscoli periorculari*

Il movimento dell'occhio è controllato da tre coppie di muscoli (retti superiore e inferiore, retti mediale e esterno, obliquo inferiore, obliquo superiore). Si possono distinguere movimenti volontari, quando fissiamo lo sguardo su un oggetto, e una serie di movimenti involontari, che avvengono mentre guardiamo un oggetto ma spostano leggermente la vista intorno al punto di interesse, che viene continuamente riportato al centro della fovea, o movimenti di esplorazione casuale delle aree circostanti, o durante l'osservazione di una scena in movimento. Inoltre a riposo gli occhi hanno dei movimenti involontari dovuti all'attivazione ciclica dei muscoli oculari.

### *1.3 I muscoli oculari*

Si tratta dei due sistemi di muscoli interni all'occhi: il muscolo ciliare, che controlla la curvatura del cristallino, e i due muscoli, sfintere e dilatatore, della pupilla.

### *1.4 Congiuntiva e apparato lacrimale*

La congiuntiva è una membrana mucosa che riveste la faccia anteriore dell'occhio (esclusa la cornea) e la parte interna delle ciglia, definendo uno spazio in cui si versa il liquido lacrimale; questo ha la funzione di lubrificare e mantenere il giusto livello di umidità della cornea. Il liquido lacrimale, prodotto dalle ghiandole lacrimali, ha anche una leggera azione antibatterica e detergente. Il battito delle palpebre, quando gli occhi sono aperti, ha il

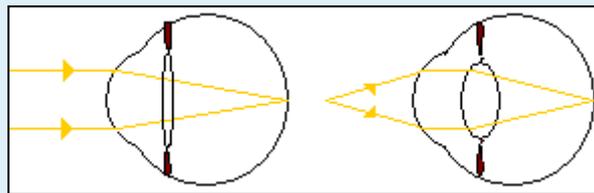
compito di impedire l'essiccamento della cornea a contatto con l'aria distribuendo il liquido lacrimale sulla sua superficie.

## **2. La vista**

### *1.1 Il sistema ottico*

L'occhio è una struttura specializzata per ricevere i segnali luminosi; la parte anteriore (cornea, cristallino, umor acqueo, umor vitreo) si comporta come un sistema ottico con il compito di focalizzare l'immagine sulla retina, dove le cellule nervose possono captare i segnali luminosi e codificarli, per inviare poi il segnale nervoso ai centri ottici del cervello.

In condizioni di riposo, i raggi di luce paralleli che raggiungono l'occhio vengono messi a fuoco sulla retina: questa è anche la condizione per la visione degli oggetti distanti. La messa a fuoco è a carico del cristallino, che si comporta come una lente con potere di rifrazione variabile: la contrazione del muscolo ciliare, che forma un anello intorno al cristallino, fa sì che questo possa assumere una forma più sferica, in grado quindi di mettere a fuoco oggetti più vicini.



**Figura n.2 - Messa a fuoco del cristallino**

L'iride regola la quantità di luce che entra all'interno dell'occhio; questo è particolarmente rilevante per un ottimale funzionamento dei fotorecettori, in condizioni di alta e di bassa luminosità. Un altro effetto della contrazione della pupilla è che diminuendo l'apertura aumenta la profondità focale, permettendo di compensare un eventuale spostamento della retina, anche se questo causa altri problemi a causa dell'interferenza del bordo della pupilla con la visione. Inoltre la contrazione della pupilla fa sì che i raggi luminosi passino attraverso il centro del cristallino, dove sono meno presenti possibilità di distorsione.

### *1.2 Convergenza*

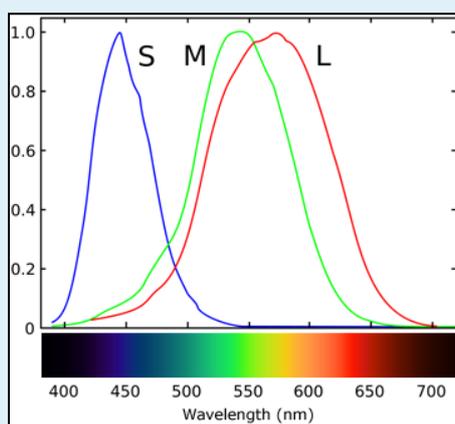
Guardando un oggetto lontano, i due occhi sono praticamente paralleli, ma quando un oggetto si avvicina si viene a trovare su un asse posto tra i due occhi: questo perché il movimento degli occhi è sincrono ma finalizzato alla "fissazione" dello sguardo su un bersaglio, facendo sì che l'immagine vada a cadere nel punto più sensibile della retina, la fovea. Per far questo, quando un oggetto è vicino, gli occhi non sono più paralleli ma "convergono" verso il centro, per azione dei muscoli oculari mediali: più vicino è il punto, maggiore deve essere la convergenza.

### *1.3 La funzione della retina*

La retina è una struttura nervosa costituita da 10 strati, sostenuti da una rete gliale-vascolare: alla base si trova l'epitelio pigmentato, seguito dallo strato dei fotorecettori, che trasmettono l'impulso nervoso agli strati sottostanti (cellule bipolari, cellule gangliari); tramite

cellule di interconnessione orizzontali il segnale nervoso viene anche trasmesso lateralmente, accentuando o sopprimendo i segnali dei fotorecettori circostanti, in modo quando necessario di accrescere la discriminazione o potenziare un segnale. Il segnale raccolto dai fotorecettori e elaborato dalla rete neurale della retina viene poi portato dalle cellule gangliari alla papilla, dove si forma il nervo ottico.

I fotorecettori sono cellule specializzate per la trasformazione del segnale luminoso in un impulso nervoso; questo avviene grazie al segnale elettrochimico generato dalla scissione dei pigmenti visivi, che devono essere rigenerati continuamente per garantire una continua visione (in condizione di luce eccessiva i pigmenti luminosi sono degradati velocemente, e ci può essere una perdita di potere visivo). I fotorecettori sono di due tipi, coni e bastoncelli, i primi specializzati per la visione dei colori, i secondi per la visione in bianco e nero. I coni si differenziano in tre classi, con fotopigmenti specifici per tre diverse lunghezze d'onda, rosso, verde-giallo e blu-violetto: l'attivazione di una classe, e la sua intensità rispetto all'attivazione delle altre, permette di distinguere i colori. I coni si trovano principalmente nella macula, e sono gli unici fotorecettori presenti nella fovea, dove l'acuità visiva è maggiore.



**Figura n. 3 - Spettro di sensibilità dei coni**

I bastoncelli sono specializzati per la visione in condizioni di bassa luminosità, in quanto il loro pigmento ha un ampio spettro di assorbimento, e la rete nervosa può far convergere il segnale di molti fotorecettori su un'unica cellula gangliare; sono diffusi in tutte le zone della retina.

#### *1.4 Adattamento alla luce e al buio*

L'occhio è in grado di adattarsi a variazioni di luminosità di 500.000 volte, e la sua sensibilità alla luce varia grazie a diversi sistemi: un modo è la riduzione della quantità di luce che entra nell'occhio attraverso la retina; inoltre si può attivare un adattamento a livello della rete nervosa, per ridurre o amplificare la risposta agli stimoli provenienti dai fotorecettori. Al di sotto di un certo livello di luminosità si perde la visione a colori in favore della visione in bianco e nero, più sensibile, mentre in condizioni di alta luminosità i bastoncelli sono quasi completamente inattivati. In condizioni di alta luminosità inoltre i pigmenti visivi sono scissi a una velocità maggiore della loro rigenerazione, riducendo quindi la sensibilità dell'occhio, mentre il fenomeno inverso si presenta in condizioni di buio.

Passando rapidamente da una condizione di buio alla luce, si ha il fenomeno dell'abbagliamento, in cui gli occhi adattati al buio sono investiti da un flusso luminoso superiore a quanto può essere registrato, con perdita della capacità visiva, finché non si instaura un adattamento alla luce. Per questo stesso fenomeno, quando si osservano per un po' di tempo aree luminose e buie, zone diverse della retina subiscono adattamento alla luce o al buio: spostando lo sguardo su una superficie chiara uniforme, si vede l'immagine precedente con le aree luminose invertite con quelle buie.

---

### **Conoscere il rischio**

Nella sezione Conoscere il rischio del portale Inail, la Consulenza Tecnica Accertamento Rischi e Prevenzione (Contarp) mette a disposizione prodotti e approfondimenti normativi e tecnici sul rischio professionale, come primo passo per la prevenzione di infortuni e malattie professionali e la protezione dei lavoratori.

La Contarp è la struttura tecnica dell'Inail dedicata alla valutazione del rischio professionale e alla promozione di interventi di sostegno ad aziende e lavoratori in materia di prevenzione.

### **Per informazioni**

[contarp@inail.it](mailto:contarp@inail.it)