

rivista di neuroscienze
psicologia e scienze cognitive



<http://genisteim.files.wordpress.com/2009/03/brain.jpg>

Neurofisiologia dell'occhio umano: organo periferico della visione

Marcello Andriola*

Abstract: nell'uomo sono presenti due occhi, ciascuno dei quali è contenuto in una cavità ossea del cranio detta orbita ed è in rapporto con strutture che lo proteggono (annessi oculari) e ne permettono i movimenti. Nell'occhio, a partire da stimolazioni luminose esterne, si formano «immagini» che, trasmesse dal nervo ottico e dalle vie ottiche, sono elaborate fino al livello della percezione in aree specifiche della corteccia cerebrale.

Key words: occhio umano, visione, semeiotica, vertebrati e invertebrati.

** Dipartimento di Biologia Animale e Genetica "Leo Pardi"
Laboratori di Antropologia e Etnologia
Gruppo di Antropologia Cognitiva
Università di Firenze, Via del Proconsolo 12
50122 Firenze (Italia)*

Introduzione

L'occhio ha una forma grossolanamente sferica, con il diametro anteroposteriore (in media 24,2 mm) che supera generalmente quello trasversale (23 mm) e quello verticale (23,2 mm). La parete del globo oculare è formata da 3 membrane. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

1). L'involucro più esterno è costituito dalla sclera nei 5/6 posteriori e dalla cornea nella parte anteriore. La parte esposta della sclera è ricoperta dalla *congiuntiva*, membrana trasparente ed elastica, riccamente vascolarizzata. La *sclera*, di colore biancastro, è costituita in prevalenza da tessuto connettivo fibroso. Sulla superficie esterna si inseriscono i muscoli oculari estrinseci e la sua parete è perforata posteriormente per dar passaggio al nervo ottico. Altri fori minori sono attraversati dai vasi sanguigni. La *cornea* ha forma di calotta sferica, somigliante ad un vetrino di orologio, con un diametro medio di 12 mm. Priva di vasi sanguigni, garantisce insieme deformabilità, alta resistenza meccanica, trasparenza e relativa impermeabilità. Normalmente ha un aspetto perfettamente lucido. (Andriola M., 2008)

2). La membrana intermedia della parete oculare, ricchissima di vasi sanguigni, è detta uvea. Questa viene distinta in tre porzioni che, dall'indietro verso l'avanti, sono la coroida, il corpo ciliare e l'iride, sottile diaframma al cui centro sta un foro circolare: la *pupilla*, che permette l'ingresso dei raggi luminosi all'interno dell'occhio variando il suo diametro grazie a due sistemi muscolari. La faccia anteriore dell'iride può assumere colorazioni differenti nei vari individui in base a quantità di pigmento presente e densità dello stroma proprie del suo tessuto.

3). La membrana più interna della parete oculare è costituita dalla retina. Lo strato più esterno della retina è detto *epitelio pigmentato* e consiste in un'unica fila di cellule, quello più all'interno è dato dalla *retina nervosa* distinta in retina sensoriale (vi si trovano i fotorecettori: coni e bastoncelli) e retina cerebrale. La retina nervosa è una struttura sottilissima (da 0,1 a 0,5 mm) e trasparente. Sulla sua faccia interna, a contatto col corpo vitreo, sono presenti arterie e vene retiniche. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

La zona retinica detta *macula lutea* o semplicemente *macula* ha una zona centrale detta *fovea*, contenente una piccola depressione detta *foveola*; questa parte della retina è importante per la visione distinta. Le fibre ottiche percorrono il più interno degli strati retinici e convergono tutte verso la parte posteriore dell'occhio, dove si rivestono di mielina; dalla *papilla ottica*, punto dove emergono i vasi centrali retinici, prende origine anche il nervo ottico che, dopo un tratto all'interno dell'orbita, penetra nella cavità endocranica attraverso il canale ottico. La cavità oculare si suddivide in due: una cavità posteriore (camera vitrea), ove è contenuto il *corpo vitreo*, una cavità anteriore, dove circola l'*umore acqueo*, separate dal cristallino, avente forma e funzioni di lente biconvessa (trasparente, privo di vasi sanguigni e, in età giovanile-adulta, relativamente deformabile). Importanti strutture per il deflusso dell'umore acqueo sono contenute nella zona di passaggio fra cornea e iride detta *angolo irido-corneale*. (Andriola M., 2008)

Gli *annessi oculari* comprendono, oltre alla già descritta congiuntiva, l'orbita, le palpebre, l'apparato lacrimale ed il sopracciglio assumono un ruolo protettivo nei confronti dell'occhio stesso. Nell'orbita, le cui pareti appartengono a varie ossa del cranio, si trovano una membrana connettivale (*capsula di Tenone*), che avvolge il bulbo oculare, parte della ghiandola lacrimale e formazioni vascolari e nervose. Le palpebre, una superiore ed un'inferiore, sono pieghe cutaneo-fibro-mucose dotate di muscolatura propria, che ne permette il movimento di apertura (reciproco allontanamento) e di chiusura. A livello del bordo libero di ciascuna palpebra si trovano le ciglia, strutture pilifere specializzate. L'apparato lacrimale consta di un sistema di produzione delle lacrime e di uno che ne assicura il drenaggio. Il sopracciglio è una formazione cutaneo-muscolare rilevata, in corrispondenza del bordo orbitario superiore, a forma di arco caratterizzato da una fitta presenza di peli. Sono annessi oculari anche i *muscoli oculomotori estrinseci*: 4 muscoli retti (superiore, inferiore, laterale e mediale) e 2 obliqui (superiore ed inferiore, altrimenti definiti «grande» e «piccolo»). Il sangue arriva all'occhio dall'arteria carotide interna attraverso l'*arteria oftalmica*, mentre quello refluo è raccolto dalle *vene oftalmiche* superiore ed inferiore, che sboccano nel seno cavernoso, tributario della vena giugulare. Vengono distinti un *circolo retinico*, un *circolo*

ciliare, un *circolo orbitario* e uno *facciale*. L'innervazione sensitiva dell'occhio e degli annessi fa capo, in massima parte, al *nervo oftalmico*, prima branca del nervo trigemino. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Fisiologia

Il funzionamento dell'occhio comprende funzioni protettivo-nutritive (alle quali si è già accennato), funzioni motorie e *funzioni sensoriali e percettive*: ossia la formazione dell'impulso nervoso in risposta ad una stimolazione luminosa, la sua conduzione, la sua ricezione ed elaborazione fino alla sensazione visiva e l'integrazione psichica di quest'ultima (percezione). I raggi luminosi entrano nell'occhio incontrando inizialmente la cornea e, attraversati gli altri mezzi trasparenti (umore acqueo, cristallino, corpo vitreo), raggiungono la retina. Il diaframma irideo, attraverso le variazioni di ampiezza del suo foro, la pupilla, regola la quantità di luce in entrata. Il complesso cornea-umore acqueo-cristallino (sistema refrattivo oculare) funziona come una potente lente positiva che permette la messa a fuoco delle immagini sulla superficie retinica. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

L'esigenza di adattabilità del sistema viene attuata mediante l'accomodazione. A livello dei fotorecettori retinici, la stimolazione luminosa provoca modificazioni chimiche nel pigmento in essi contenuto, che si traducono nella formazione di un potenziale elettrico, già parzialmente integrato all'interno della retina stessa (cellule bipolari, cellule d'integrazione). I prolungamenti assonici delle cellule ganglionari, che ricevono dalle cellule bipolari l'impulso formatosi nei fotorecettori, costituiscono le fibre ottiche, che giungono alla corteccia occipitale visiva. Attraverso processi integrativi superiori, l'organizzazione di quanto visto perviene allo stadio di coscienza, al quale appartiene la cosiddetta *visione binoculare singola*: percezione simultanea ed unificata delle immagini provenienti dai due occhi e relative al medesimo oggetto. La *funzione motoria* dell'occhio viene differenziata in oculomozione intrinseca ed estrinseca. (Andriola M., 2008)

L'*oculomozione estrinseca* si riferisce alla possibilità dell'occhio di compiere movimenti nelle varie direzioni, con verso analogo (versioni) od opposto (vergenze) rispetto al controlaterale. Tali movimenti, soprattutto finalizzati a far cadere sull'area maculare l'immagine di un oggetto, sono comandati da centri cerebrali superiori e rispondono principalmente a stimoli volontari o riflessi. L'*oculomozione intrinseca* riguarda la contrazione involontaria, sotto il controllo del sistema nervoso autonomo, dei muscoli oculari intrinseci, per realizzare le attività di accomodazione e di motilità pupillare. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Semeiotica

Per la valutazione della *funzione visiva*, i principali parametri presi in considerazione sono l'acutezza visiva, (in Italia viene espressa in frazioni decimali, ove 10/10 è l'acutezza visiva normale di riferimento), il *campo visivo* (campimetria), il *senso cromatico*, il *senso luminoso* (adattometria). Gli *esami elettrofunzionali* si propongono, invece, di registrare i potenziali elettrici che si formano all'interno dell'occhio dopo stimolazione luminosa (elettroretinogramma o ERG) o le variazioni del potenziale intrinseco dell'occhio indotte da abbagliamento e adattamento al buio (elettrooculogramma o EOG) o, ancora, i potenziali che si producono a livello della corteccia cerebrale occipitale dopo stimolazione visiva (potenziali evocati visivi o PEV). I primi due sono utilizzati nella diagnostica delle malattie corioretiniche, mentre gli ultimi sono usati soprattutto nello studio del nervo ottico e delle vie ottiche.

La *biomicroscopia*, attraverso l'impiego di uno strumento detto «lampada a fessura», munito di un sistema d'ingrandimento delle immagini, permette lo studio tridimensionale delle strutture oculari esterne ed annessiali, della cornea in sezione, dell'iride, del cristallino e del vitreo anteriore. Aggiungendo particolari lenti è possibile osservare anche la retina ed il vitreo posteriore. Con l'oftalmoscopia è possibile la visualizzazione del fondo dell'occhio (superficie retinica, papilla

ottica e albero vascolare) di tipo diretto o indiretto a seconda dello strumento impiegato. La *fluorangiografia* retinica è una tecnica che prevede lo studio fotografico del fondo oculare dopo iniezione endovenosa di un colorante. La tonometria permette la misurazione indiretta della pressione vigente all'interno dell'occhio (Glaucoma).

Come per altri campi della medicina, anche per lo studio dell'occhio sono impiegate tecniche che forniscono immagini altrimenti non apprezzabili (*radiologia tradizionale, ecografia, tomografia computerizzata e risonanza magnetica nucleare*). Tecniche d'ausilio per l'esame della *refrazione oculare*, che consiste nella prova delle lenti con le quali il soggetto ottiene la migliore acutezza visiva, sono l'*oftalmometria* (o cheratometria), per lo studio dell'astigmatismo, e la schiascopia, per la valutazione obiettiva della refrazione del soggetto. Importante nella semeiotica oculare l'*ortottica*, dedicata all'esame dei movimenti oculari ed al riconoscimento e quantificazione delle alterazioni dell'allineamento degli occhi (Strabismo) e delle eventuali modificazioni funzionali a queste correlate. (Saroux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Patologia

L'occhio può essere interessato da una notevole varietà di malattie, alcune delle quali gravemente invalidanti. Occorre distinguere, anzitutto, le malattie congenite da quelle acquisite. Tra le forme *congenite* sono comprese le malformazioni (colobomi, nanofalmo, anofalmo, ecc.), alcune forme di cataratta e di glaucoma, alcune retinocoroiditi infettive (toxoplasmosi, infezione da *Citomegalovirus*, rosolia, lue) e alcuni tumori. Tra le forme *acquisite*, si possono distinguere malattie traumatiche, degenerativo-senili, metaboliche, infiammatorie e tumorali. I *traumi* possono riguardare l'occhio e i suoi annessi isolatamente o in associazione; ricordiamo le *contusioni*, le *ferite* (*abrasioni corneali*, lesioni da *corpi estranei*, lesioni da *agenti fisici* (soprattutto da calore) e da *agenti chimici* (specialmente da alcali).

Fra le *malattie degenerativo-senili* che, su una probabile predisposizione individuale, sono più frequenti a partire dalla V-VI decade di vita, ricordiamo la cataratta senile, il glaucoma cronico semplice e la retinopatia arteriosclerotico-ipertensiva (retina). Le *malattie metaboliche* che più frequentemente interessano l'occhio sono il diabete (retinopatia diabetica) e l'ipertiroidismo (esoftalmo e sintomi oculari correlati). Le *malattie infiammatorie* dell'occhio (acute, subacute, croniche, recidivanti) sono molteplici e frequenti. Molto frequenti, spesso d'origine infettiva, sono le blefariti, le congiuntiviti, le cheratiti e le dacriocisti. Di riscontro più raro sono episcleriti, scleriti, uveiti e retiniti. Le infiammazioni del nervo ottico sono definite «neuriti ottiche», mentre quelle del tessuto adiposo dell'orbita sono dette «celluliti orbitarie». Evenienza assai grave, fortunatamente rara, è l'infiammazione generalizzata delle strutture dell'occhio (panoftalmite).

Tra i *tumori* dell'occhio si ricordano i tumori epiteliali benigni (verruche, papillomi ecc.) o maligni (carcinomi) a carico di palpebre, congiuntiva e ghiandole lacrimali; i tumori pigmentati benigni (nevi) e maligni (melanomi) della congiuntiva e dell'uvea (coroide, iride); il retinoblastoma, il tumore maligno più frequente nell'infanzia; il rhabdomyosarcoma embrionario dell'orbita; i tumori vascolari (angiomi); alcuni linfomi possono interessare l'orbita. Piuttosto raro è il coinvolgimento oculare da parte di metastasi. Nell'ambito dell'oftalmologia clinica devono inoltre essere compresi i *vizi di refrazione* (Ametropia) e la patologia della motilità oculare.

I primi sono a volte associati a condizioni patologiche oculari (miopia medio-elevata) o a problemi di motilità. La correzione ottica delle ametropie può essere ottenuta con occhiali o lenti a contatto; in presenza di particolari condizioni può essere indicato il ricorso alla chirurgia refrattiva. Patologia della motilità oculare estrinseca sono il nistagmo, caratterizzato da oscillazioni involontarie degli occhi generalmente conseguenti ad una lesione neurologica, e lo strabismo, condizione in cui i due occhi non risultano diretti in maniera associativa verso il medesimo punto di fissazione. (Moncada A., 2007)

L'occhio negli animali: invertebrati

In alcuni invertebrati le strutture degli organi di percezione visiva sono molto semplici ed in grado di percepire unicamente la presenza della luce, in altri invece sono più complesse e riescono a distinguere le intensità, le direzioni di provenienza e il piano di vibrazione della luce polarizzata.

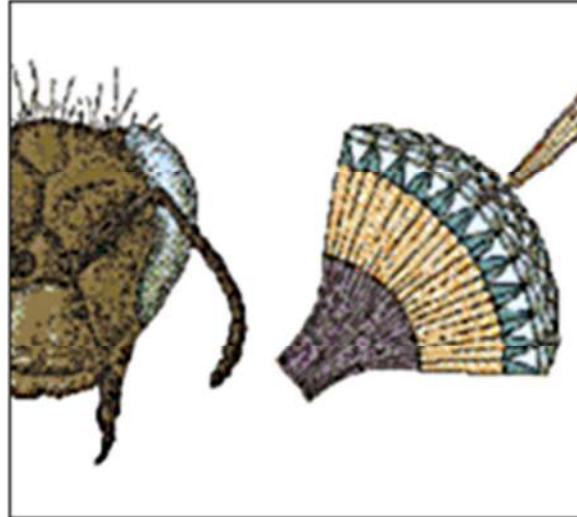


Figura 1. Occhio composto di un insetto. L'occhio composto di un insetto è costituito da circa un migliaio di unità funzionali dette ommatidi. La luce viene messa a fuoco dalla lente in una struttura centrale chiamata rhabdoma, dove si forma l'immagine capovolta e le cui cellule pigmentate impediscono la penetrazione laterale della luce. Le fibre ottiche trasmettono separatamente le informazioni al cervello, dove vengono combinate a formare un'unica immagine.

Le strutture più perfezionate permettono di percepire distintamente la forma degli oggetti e spesso permettono anche una visione a colori. In tutti i gruppi, comunque, gli organi della vista sono costituiti da cellule *foto-chemio-recettrici*, quando colpite dalla luce esse producono una reazione chimica che a sua volta stimola le cellule nervose con cui sono a contatto. Alcuni Protozoi, gli Cnidari, i Molluschi Bivalvi e gli Echinodermi sono dotati di organi fotorecettori molto semplici. In alcuni i fotorecettori sono associati a cellule pigmentate, che schermando la luce dietro alla macchia visiva, permettono all'animale di individuarne la direzione di provenienza. (Andriola M., 2008)

Nel corso dell'evoluzione i semplici fotorecettori si sono riuniti a formare i cosiddetti *ocelli*: organi nei quali le cellule fotorecettrici formano una sorta di «retina» primitiva, che poggia su uno strato di cellule pigmentate, che costituiscono uno schermo e consentono la percezione dei movimenti e la distinzione fra luci d'intensità diversa. Negli Artropodi troviamo sia i tipici ocelli, spesso distribuiti in vari punti del corpo (come in limuli, scorpioni, ragni), sia strutture più complesse ed efficienti quali gli *occhi composti* di Insetti, Crostacei e di alcuni Chelicerati (Xifosuri). L'occhio composto è costituito di numerose unità ravvicinate, gli *ommatidi*. Questi sono allungati e cilindrici, esternamente sono rivestiti dalla cuticola dell'esoscheletro che forma una *cornea* trasparente e funziona da lente; al di sotto presentano un lungo cono o bastoncino cristallino, la cui estremità basale rappresenta l'elemento recettore, la *retinula*, mentre la sua parte centrale è occupata da un cilindro di materiale trasparente acellulare (*rhabdoma*), circondato da cellule fotorecettrici (*cellule retinulari*).



Figura 2. Occhi composti di una mosca. L'occhio composto è l'organo della vista esclusivo di insetti e crostacei. È costituito da circa 4000 elementi, detti ommatidi, ognuno dei quali è fornito di un cristallino e di una serie di cellule retiniche fotosensibili proprie.

In condizioni di luce intensa le immagini sono formate per *apposizione*, i pigmenti retinici, infatti, sono espansi e costituiscono uno schermo che impedisce ai raggi luminosi che incidono su un ommatidio di passare agli ommatidi vicini. In condizione di luce debole, invece, le immagini si formano per *sovrapposizione*: i granuli di pigmento si retraggono e la luce che colpisce un ommatidio può stimolare anche la retinula degli ommatidi adiacenti. La nitidezza dell'immagine percepita è tanto migliore quanto più alto è il numero di ommatidi: nei Crostacei e negli Insetti, esso varia da poche unità (p.es. nelle formiche) fino a 10.000 (p.es. nelle libellule). Gli animali dotati di occhi composti sono in grado di «vedere» anche il piano della luce polarizzata e possono quindi orientarsi localizzando la posizione del sole in condizioni di cielo nuvoloso. Molti Artropodi sono capaci di distinguere i colori, alcuni (p.es. le api e alcune farfalle) sono sensibili ai raggi ultravioletti. In altri gruppi d'invertebrati l'occhio evolve in una direzione simile a quella che si osserva nei Vertebrati. Gli Onicofori hanno occhi abbastanza complessi, provvisti di una sottile cornea e di uno spesso cristallino che poggia sulla retina; gli Alciopidi (Anellidi Policheti) hanno occhi grandi e globosi che, analogamente a quelli dei vertebrati, sono provvisti di cornea, cristallino, corpo vitreo e retina. Ma è nei Molluschi Cefalopodi che gli occhi evolvono una struttura sorprendentemente simile a quella degli occhi dei Vertebrati: sono provvisti di una cornea, una lente cristallina, una camera anteriore e una posteriore e una retina con bastoncelli. In questi Molluschi le terminazioni sensitive delle cellule fotorecetriche della retina sono rivolte verso la sorgente di luce (*Occhi conversi*), condizione opposta a quella presente dei Vertebrati, i cui occhi sono *inversi*. (A. Messina, 2007)

Vertebrati

Tutti i Vertebrati hanno un paio di occhi laterali e alcuni posseggono anche uno o due occhi mediani dorsali. L'*occhio laterale* è l'organo della visione: un organo di precisione che per complessità è secondo solo al cervello. La sua struttura è fondamentalmente simile in tutti i Vertebrati. È un organo globoso, allogato nella cavità orbitaria del cranio, costituito da tre componenti principali: un doppio strato esterno di natura connettivale, a funzione trofica e di sostegno, costituito dalla *sclerotica* e dalla *coroide*; uno strato interno, la *retina*, che contiene i fotorecettori e dà origine al nervo ottico; un sistema diottrico per la messa a fuoco dell'immagine sulla retina, costituito essenzialmente da una lente, detta *cristallino*. Il globo oculare si muove nell'orbita per l'azione dei muscoli estrinseci dell'occhio. Esso contiene al suo interno, anteriormente al cristallino, un liquido detto *umor acqueo* e, posteriormente ad esso, una sostanza gelatinosa detta *corpo vitreo*. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

La sclerotica è una tunica rigida di connettivo fibroso, talvolta rinforzata da cartilagine (Elasmobranchi) o anche da placche ossee (Attinopterigi, Rettili), che ha la funzione di proteggere l'occhio e di conferirgli indeformabilità: a ciò concorre anche la pressione del liquido contenuto

all'interno del globo oculare. Lo strato connettivo esterno, nella sua parte più anteriore, rivolta verso la luce, diviene trasparente e prende il nome di cornea. Il secondo strato connettivale, la coroide molto vascolarizzato e ricco di pigmento, ha essenzialmente funzione trofica. La coroide anteriormente, in corrispondenza della cornea, si prolunga in un'Iride discoidale con funzione di diaframma, provvista al centro di un foro per l'ingresso della luce, la pupilla, la cui ampiezza varia in relazione alla quantità di luce presente nell'ambiente grazie all'azione antagonista di muscoli dilatatori radiali e costrittori circolari in essa contenuti.

La pupilla è generalmente circolare, ma può essere ovale, con l'asse più lungo orizzontale o verticale. In corrispondenza del punto in cui la sclerotica trapassa nella cornea, posteriormente all'iride, la coroide differenzia un anello, detto *corpo ciliare*, più o meno ricco di elementi muscolari, su cui s'inseriscono le fibre che tengono in posizione il cristallino. La retina è composta da due strati: quello interno, la *retina sensoriale*, è costituito da tessuto nervoso; quello esterno, il *tapetum nigrum*, è costituito da cellule pigmentate. Essa, assieme all'apparato diottrico, costituisce la parte funzionale più importante dell'occhio. La retina sensoriale è uno strato emisferico che si arresta in corrispondenza del corpo ciliare; il suo margine prende il nome di *ora serrata*; anteriormente essa contribuisce alla formazione del corpo ciliare e dell'iride. La retina comprende tre tipi di neuroni, disposti in tre strati concentrici. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Lo strato più esterno è quello dei fotorecettori, il cui polo recettore è diretto verso lo strato pigmentato, in direzione opposta alla luce (*retina inversa*). Ciascun recettore è costituito da un prolungamento basale, che ha struttura di fibra nervosa ed è in contatto sinaptico con i neuroni dello strato attiguo, da una parte interna, che contiene il nucleo e i mitocondri, e da un segmento esterno fotosensibile, a forma conica o cilindrica, unito al corpo cellulare da un tratto sottile. In base alla forma del segmento esterno, al pigmento contenuto e alla sensibilità alla luce i fotorecettori si differenziano in due categorie: i bastoncelli e i coni.

I *bastoncelli* contengono rodopsina, sono sensibili a deboli intensità di luce ma non ai colori. I *coni* hanno tre tipi di pigmenti diversi (tra cui iodopsina), che rispondono a lunghezze d'onda diverse, perciò consentono la visione a colori, ma a forti intensità luminose. Gli animali notturni hanno solo bastoncelli mentre negli animali diurni sono più numerosi i coni. I prolungamenti basali dei fotorecettori sinaptano con le cellule bipolari, neuroni di associazione che costituiscono lo strato intermedio della retina sensoriale; essi a loro volta sinaptano con i neuroni dello strato più interno, le cellule gangliari, i cui neuriti vanno a costituire le fibre del nervo ottico. Tali fibre decorrono lungo la superficie interna della retina fino a raggiungere un punto vicino all'area centrale, detto *papilla*, in cui confluiscono per formare il *nervo ottico*, che qui attraverserà la retina per portarsi all'encefalo; questo punto, privo di neuroni, è detto per questo *punto cieco*.

Il sistema diottrico è costituito in tutti i vertebrati dal cristallino e, in quelli acquatici, anche dalla cornea. Il *cristallino* è una lente costituita da cellule epiteliali allungate e trasparenti che fa convergere i raggi sulla retina, determinando la messa a fuoco dell'immagine. Il cristallino è sferico nei vertebrati acquatici e a forma di lente biconvessa in quelli terrestri. Nei Tetrapodi è circondato da un anello fibroso, la *zonula di Zinn*, che lo sospende all'apparato ciliare. L'accomodamento della visione in relazione alla distanza dell'oggetto avviene negli Anamni per spostamento del cristallino a opera di muscoli; in avanti per la visione ravvicinata negli Elasmobranchi e negli Anfibi, normalmente ipermetropi (vedono cioè bene da lontano); all'indietro per la visione a distanza nei ciclostomi e in alcuni Attinopterigi, normalmente miopi.

Negli Amnioti, di norma ipermetropi, l'accomodamento avviene per deformazione del cristallino. La cornea, che ha lo stesso indice di rifrazione dell'acqua, nei vertebrati acquatici non inclina i raggi luminosi ed è appiattita. Nei Vertebrati terrestri, grazie alla diversità del suo indice di rifrazione rispetto a quello dell'aria, essa inclina bruscamente i raggi, contribuendo alla messa a fuoco dell'immagine, e presenta una curvatura maggiore di quella del globo oculare per evitare la distorsione dell'immagine. Strutture accessorie dell'occhio sono le *ghiandole orbitali* che lo mantengono umido e le palpebre che lo proteggono. (Vinciguerra M.T., 2007)

Visione

Insieme dei processi di registrazione, elaborazione, trasmissione ed interpretazione degli stimoli luminosi, che portano alla percezione delle immagini, alla loro collocazione nello spazio (moto, fissità, avanti, indietro, ecc.) ed all'analisi delle loro caratteristiche (forma, dimensioni, colore, ecc.). Gli occhi sono gli organi periferici della visione. La luce entra nell'occhio attraverso la cornea, passa dalla pupilla, foro circolare di ampiezza variabile nel diaframma irideo, attraversa il cristallino ed il vitreo, e giunge alla retina, dove avviene la trasformazione dell'energia luminosa in impulsi elettrici. Questi vengono elaborati e trasmessi al cervello per mezzo dei nervi ottici. Ciascun nervo ottico conduce gli impulsi in modo spazialmente ordinato e, quando i nervi ottici dopo essere entrati nella cavità cranica si accostano (chiasma ottico), le fibre che portano le immagini provenienti dalle due metà nasali delle retine si incrociano fra loro e gli stimoli giungono con questa disposizione al corpo genicolato laterale di ciascun lato e, dopo interruzione sinaptica, arrivano infine, per mezzo delle radiazioni ottiche, alla *corteccia cerebrale visiva*, situata in una porzione del lobo occipitale di ciascun lato. (Hubel, D.H., 1989)

A livello retinico sono presenti cellule funzionalmente differenziate, i fotorecettori, che sono di due tipi: i *bastoncelli* (ca. 120 milioni), presenti su tutta la superficie retinica ad esclusione della fovea centrale, ed i *coni* (ca. 6 milioni), con distribuzione quasi esclusivamente centrale, nella macula, ed elettiva a livello foveale. Le variazioni del potenziale recettoriale si accrescono in ragione logaritmica inversa con l'aumento dell'intensità luminosa, consentendo una gamma molto alta di sensibilità e la possibilità di discriminare utilmente differenze di luminosità contigua. Le altre cellule retiniche possono essere considerate secondo uno schema di trasmissione «verticale» ed uno «orizzontale». Dell'asse verticale fanno parte, oltre ai fotorecettori, le cellule bipolari e quelle ganglionari, i cui prolungamenti assonici costituiscono le fibre che convergono a formare il nervo ottico. Le fibre del nervo ottico sono circa un milione e, paragonando questo numero con quello dei fotorecettori, si comprende come debba esserci un rapporto di più fotorecettori per ogni cellula ganglionare. Questo si riduce andando dalla periferia verso il centro della retina, fino a diventare di 1:1 per i coni della fovea. (Hubel, D.H., 1989)

La specializzazione anatomica della fovea corrisponde alla specializzazione funzionale di questa zona, sede della Visione dettagliata, quella che viene continuamente «puntata» sugli oggetti di cui si vogliono percepire i particolari. L'organizzazione «orizzontale» della retina è attuata dalle cellule orizzontali, nello strato nucleare interno, e dalle cellule amacrine, nello strato delle cellule ganglionari. Le funzioni di queste cellule sono poco note. È probabile che entrino nel meccanismo della «inibizione laterale» delle cellule ganglionari circostanti alla zona di retina direttamente colpita dalla stimolazione luminosa, rendendo possibile un aumento del contrasto. L'aspetto più grossolano della Visione, quello proprio anche delle forme biologiche più semplici, è la *sensazione luminosa*, ovvero il discernimento dello stato di luce da quello di buio. Questa funzione sarebbe svolta soprattutto dalla retina periferica, dove prevalgono i fotorecettori tipo bastoncelli. La sensibilità alla luce si può autoregolare, riducendosi in condizioni di forte illuminazione ed aumentando considerevolmente al buio.

Il fenomeno è dovuto a modificazioni chimiche nel fotorecettore (aumento della concentrazione di pigmento visivo al buio) e probabilmente anche a facilitazione od inibizione della conduzione dell'impulso elettrico. La *sensazione dei colori* è un aspetto «qualitativo» della Visione e corrisponde alla capacità di discriminare le lunghezze d'onda della luce. Questa funzione è attiva solo se si superano certi livelli di intensità luminosa (con poca luce, si percepiscono solo toni di grigio) ed è data dai coni, dei quali esisterebbero tre tipi, ognuno sensibile ad una particolare gamma di lunghezza d'onda, ovvero ad un colore fondamentale: rosso, verde e blu. L'eccitazione selettiva o fortemente prevalente di un tipo di coni produrrebbe la sensazione del colore fondamentale corrispondente, mentre per le lunghezze d'onda differenti la sensazione del colore sarebbe prodotta dai rapporti fra le eccitazioni dei tre tipi di coni. (Hubel, D.H., 1989)

L'aspetto più complesso della Visione è la cosiddetta *sensazione morfoscopica*, ovvero la capacità di apprezzare le forme degli oggetti in base alle differenze di distribuzione della luce sulle sue superfici. Fra gli elementi noti sul funzionamento di questa parte della Visione, ci sono il ruolo probabilmente importante della già citata inibizione laterale delle cellule ganglionari per apprezzare i limiti dell'immagine (contrasti), il fatto che sulla corteccia cerebrale striata (area visiva primaria) vi sia una distribuzione spaziale corrispondente a quella retinica e l'esistenza, accanto alla corteccia striata, di aree definite di associazione visiva perché la loro stimolazione sperimentale evoca immagini complesse o addirittura allucinazioni visive e da una loro lesione deriva l'incapacità ad utilizzare ed a descrivere le cose viste.

Il gradino più elevato della Visione, in cui si attuano i processi d'integrazione psichica, è la *percezione visiva*, che nasce dal rapporto fra le informazioni fisiche provenienti dal mondo esterno e l'ambiente interiore. Fanno parte della percezione visiva la localizzazione spaziale (riferimento degli oggetti al proprio corpo), l'attribuzione agli oggetti dei colori, delle forme, della grandezza e dei movimenti, e la cosiddetta *Visione binoculare singola*. Questa funzione, che permette di vedere come uniche le immagini provenienti dai due occhi, presuppone l'integrità anatomica dei bulbi oculari, l'integrità dei due campi visivi e la corrispondenza fra le aree di retina interessate dall'immagine dello stesso oggetto. A questa funzione si affianca la *Visione stereoscopica*, ovvero la possibilità di percepire le immagini in rilievo (profondità dello spazio), per la quale intervengono elementi monoculari (reciproco movimento degli oggetti, posizione delle ombre, prospettiva geometrica) ed elementi binoculari (integrazione fra le prospettive fornite da ciascun occhio). (Moncada A., 2007)

Etnologia

In molte culture d'interesse etnologico, il contatto diretto con il mondo soprannaturale viene ricercato in ambito religioso tramite l'esperienza visionaria o il sogno. Tale contatto con gli spiriti o le entità sovraumane è reso possibile dopo aver raggiunto una condizione di trance o di coscienza alterata, ottenuta attraverso il consumo di sostanze psicoattive o sottoponendosi a dure prove corporali e di purificazione (digiuno, torture, autoflagellazione, sudorazioni forzate, canti ripetuti, danze, ecc.). Allo sciamano in particolare è riconosciuto il ruolo d'intermediario con il mondo extraumano: la comunicazione con le entità soprannaturali, attraverso la Visione, avviene a scopo divinatorio, magico difensivo/offensivo o terapeutico nella cura delle malattie.

Gli ambienti ecologici e culturali sembrano avere un'incidenza determinante nell'esperienza visionaria; vale a dire che per interpretare i messaggi provenienti dall'aldilà ci si muove in un determinato contesto simbolico, legato alla propria tradizione culturale: così le Visione puberali delle tribù sioux e algonchine permettevano di avvicinare lo spirito protettore o guardiano; tra i cacciatori-raccoglitori matses dell'Amazzonia peruviana le Visione consentono di comunicare con gli spiriti degli animali per propiziare la caccia. Le culture amerindiane, infatti, con il loro orientamento sciamanistico, intendono la Visione, insieme al sogno, come strumenti di conoscenza e come mezzi di affermazione e di sviluppo della personalità. Infine una Visione sta all'origine di numerosi movimenti messianici o millenaristi in cui il profeta fondatore, a seguito di una rivelazione, comincia a diffondere il nuovo culto. (A. Salza, 2007)

Discromatopsie

Alterazioni del senso cromatico, cioè della capacità di distinguere correttamente i colori. Le Discromatopsie possono essere congenite o acquisite; le *Discromatopsie congenite* isolate, o facenti parte delle degenerazioni tapeto-retiniche, si dividono in tre grandi gruppi: tricromatopsia anormale, dicromatopsia e acromatopsia. Nella *tricromatopsia anormale* i colori rosso-verde-blu vengono correttamente riconosciuti, ma con riduzione della percezione di uno di essi.

La *dicromatopsia* consiste, invece, nell'incapacità totale di distinguere uno dei colori suddetti. L'*acromatopsia* congenita è, infine, una forma molto rara, spesso associata ad ambliopia, attribuibile all'assenza funzionale dei coni. In questa condizione si ha una cecità completa per i colori, per l'impossibilità di distinguere stimoli luminosi di diversa lunghezza d'onda. Le *Discromatopsie acquisite* conseguono il più delle volte a lesioni a carico della regione maculare o delle vie nervose (fascio papillo-maculare), le più tipiche sono quelle ad asse rosso-verde e blu-giallo. L'esame del senso cromatico, indispensabile alla diagnosi, si può effettuare tramite vari test. (G. Catarinelli, 2005)

Nervo Ottico

Segmento iniziale delle vie nervose che connettono l'occhio, con le aree cerebrali di percezione visiva. Costituisce anatomicamente il II paio di nervi cranici. Il nervo Ottico umano ha una forma grossolanamente cilindrica, con diametro medio di 5 mm e lunghezza variabile dai 35 ai 55 mm. Se ne distinguono una brevissima porzione *intraoculare*, una parte *intra orbitaria*, la più lunga e con decorso sinuoso (tale quindi da non costituire impedimento ai movimenti del bulbo oculare a cui è anteriormente connessa), una porzione *intra canalicolare*, che corrisponde al passaggio, attraverso il canale Ottico, dalla cavità orbitaria a quella endocranica, ed infine un segmento *intracranico*, che termina a livello del *chiasma Ottico*, cioè della struttura nervosa a forma di X costituita dall'incrocio, sul piano mediano, dei nervi Ottico dei due lati. Il nervo Ottico costituisce dunque una sorta di «peduncolo» posteriore del bulbo oculare, a cui è collegato per continuità anatomica e per comune origine embrionale.

Le fibre nervose del nervo Ottico, circa un milione, sono i prolungamenti assonici delle cellule ganglionari retiniche. Queste fibre convergono verso un punto situato medialmente ed inferiormente al polo posteriore dell'occhio, ove formano la *papilla ottica*. Come l'encefalo, il nervo Ottico è avvolto dalle tre meningi. La pia madre si continua nella compagine del nervo col sistema dei setti, impalcatura connettivale che separa gruppi di fibre. Altri elementi di sostegno sono costituiti dalle cellule della microglia e della nevroglia. (Hubel, D.H., 1989)

L'apporto di sangue al nervo Ottico è assicurato in misura preponderante dal plesso arterioso piale e dai rami ricorrenti dell'arteria centrale retinica. La distribuzione dei vasi venosi segue, in senso inverso, lo schema di quella dei rami arteriosi. Il nervo Ottico è deputato a convogliare l'impulso nervoso formatosi a livello della retina verso il cervello. Molte delle sue fibre, dopo l'incrocio col nervo Ottico controlaterale a livello del chiasma e la successiva suddivisione nei tratti ottici, sono destinate al corpo genicolato laterale, costituendo parte delle vie di conduzione della visione destinate alla corteccia occipitale; altre sono dirette ai nuclei pretettali e formano l'arco afferente del riflesso fotomotore pupillare.

Patologia

Il nervo Ottico può essere interessato da malattie congenite, vascolari, tossiche, infiammatorie, traumatiche, tumorali e degenerative. Qualunque sia la causa della patologia, il danno a livello delle fibre del nervo Ottico si traduce nella mancata od anomala conduzione degli stimoli visivi da esso trasportati e quindi in alterazioni del campo visivo (stocoma) di varia morfologia ed entità. Nell'ambito delle patologie *congenite* sono compresi i colobomi (mancanze di tessuto), l'ipoplasia, la diversione papillare (associata ad astigmatismo), la permanenza di residui vascolari embrionali e le fossette papillari (spesso associate, in età giovanile-adulta, a distacco sieroso della retina centrale). Fra le alterazioni di origine *vascolare* vengono considerate le emorragie, spesso propagate dalla cavità endocranica attraverso lo spazio subaracnoideo, e le neuropatie ottiche ischemiche (vedi in seguito). Un posto a parte viene assunto dagli edemi papillari (papilledema, papilla da stasi), concomitanti ad aumento della pressione endocranica d'origine infiammatoria, traumatica o tumorale.

Le principali lesioni *traumatiche* a carico del nervo Ottico sono quelle dirette (sezione o strappo), assai rare, e quelle in cui il nervo è coinvolto secondariamente da fratture delle pareti ossee del canale Ottico o da edema ed emorragie dell'orbita. I *tumori* che più frequentemente interessano il nervo Ottico sono i gliomi (fra cui si distingue una forma benigna amartomatosa ed una maligna, il glioblastoma, di raro riscontro), i meningiomi ed i melanomi. Quelli che riguardano la papilla sono visibili con l'oftalmoscopio mentre le neoplasie localizzate a livello delle porzioni orbitaria e canalicolare si evidenziano, spesso tardivamente, solo con segni indiretti (esoftalmo, alterazioni campimetriche). Fra le patologie *degenerative* sono comprese le drüsen del nervo Ottico (o «corpi colloidali»), depositi di materiale ialino concomitanti o meno ad altre malattie oculari, e l'*atrofia ottica*, dovuta alla degenerazione delle fibre nervose e degli elementi di sostegno conseguente a molti processi patologici oculari. Sono sempre presenti deficit funzionali con grave compromissione del campo visivo. Causa frequente di atrofia Ottico è l'aumento della pressione endoculare (Glaucoma).

Neuriti ottiche

Sotto questa denominazione vanno propriamente compresi i processi infiammatori a carico del nervo Ottico, ma spesso il termine è esteso alle alterazioni del nervo Ottico su base ischemica, tossica e carenziale, che più correttamente andrebbero definite «*neuropatie*» ottiche. Le *neuriti Ottico propriamente dette* sono caratterizzate dall'interessamento primitivo del tessuto interstiziale e secondariamente delle fibre nervose, mentre nelle *perineuriti* il processo flogistico riguarda le guaine del nervo ottico. A seconda della porzione di nervo Ottico interessata, si parla di neuriti Ottico anteriori o *papilliti* e posteriori o *neuriti Ottico retrobulbari*. I sintomi più comuni sono una riduzione significativa della acutezza visiva ed una cefalea orbitaria di modesta entità, accompagnata da dolenzia ai movimenti oculari. Si riscontrano inoltre alterazioni del campo visivo (scotomi dell'area centrale), della visione dei colori (Discromatopsie) e dei potenziali visivi evocati della corteccia occipitale. (Hubel, D.H., 1989)

Nelle forme acute tali sintomi insorgono in breve tempo, spesso accompagnati da torpore pupillare, ma in molti casi regrediscono piuttosto rapidamente, lasciando sequele di modesta o nulla entità; le forme croniche sono invece più insidiose e spesso irreversibili. Da un punto di vista etiologico, si possono riconoscere forme legate a malattie *demyelinizzanti* (sclerosi multipla), frequentemente caratterizzate da andamento fluttuante con remissioni e recidive ed accompagnate da altri sintomi neurologici; forme *infettive* (lue, tubercolosi, virus *herpes varicella-zoster*, brucellosi) e, più raramente, forme derivanti da flogosi contigue al nervo Ottico (meningiti, celluliti orbitarie). La terapia delle neuriti Ottico prevede l'uso di corticosteroidi per via generale o peribulbare. Nelle forme in cui è riconosciuta un'origine infettiva vengono associati antibiotici o antivirali. Sintomi analoghi si riscontrano nelle neuropatie Ottico non infiammatorie, su base vascolare (in corso di morbo di Bürger o arteriosclerosi), carenziali (deficit di vitamine del gruppo B o di altre sostanze), metaboliche (diabete, ipertiroidismo) e tossiche (alcol etilico, tabacco, alcool metilico, farmaci, metalli pesanti). La terapia delle forme tossiche prevede l'allontanamento della sostanza responsabile, mentre in quelle carenziali si ricorre alla terapia reintegrativa vitaminica ad alti dosaggi. Nelle forme su base vascolare e metabolica, il trattamento è quello della malattia di base. (Moncada A., 2007)

Bulbo

Il nome Bulbo è attribuito in medicina a varie strutture, allungate o fusiformi, che ricordano la forma del Bulbo vegetale. *a) Bulbo spinale (o midollo allungato)*: primo segmento encefalico tra il ponte e il midollo spinale; *b) Bulbo aortico*: rigonfiamento dell'arteria prossimo al cuore; *c) Bulbo duodenale*: tratto iniziale del duodeno seguente al piloro; *d) Bulbo pilifero*: parte basale della radice del pelo; *e) Bulbo olfattivo o olfattorio*: piccola massa nervosa che si trova nel solco olfattorio alla

base del cranio e che trasmette al nervo olfattorio le sensazioni provenienti dalle mucose olfattorie attraverso le fibre nervose; f) *Bulbo oculare*: globo oculare.

Cornea

Membrana fibrosa trasparente priva di vasi che con la sclera forma la tunica esterna dell'occhio; è una lente concavo-convessa spessa 1-0,8 mm dalla periferia al centro. È costituita da cinque strati, è riccamente innervata (fibre dal trigemino) e provvista di elevata sensibilità tattile e dolorifica. La Cornea è nutrita per diffusione dai vasi del limbus e tramite le superfici di contatto con l'umore acqueo e le lacrime. La Cornea assolve primariamente ad una funzione ottica, per le sue caratteristiche di trasparenza e specularità. La trasparenza è condizionata dal perfetto orientamento delle lamelle parenchimali, dall'uniformità del loro indice di rifrazione, dall'assenza di vasi e dalla costanza del grado d'idrofilia. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Patologia

Si distinguono: alterazioni infiammatorie (o cheratiti), di grandezza e curvatura, degenerative, neoplastiche e lesioni traumatiche. Le *alterazioni di grandezza e curvatura* possono essere congenite o acquisite; nel primo caso abbiamo la megalocornea e la microcornea, nel secondo l'astigmatismo corneale regolare. L'alterazione più importante, causata da processi degenerativi, è il cheratocono caratterizzato da un aumento di curvatura nella porzione centrale. Le *alterazioni degenerative*, differenti per etiologia e tipologia, hanno in comune la ridotta trasparenza corneale per alterazioni strutturali dei vari tessuti. Le *alterazioni neoplastiche* sono raramente primarie; più frequentemente la Cornea viene invasa da tumori congiuntivali; alcuni tumori benigni si sviluppano su precedenti lesioni mentre sono rarissimi i tumori maligni. Molto frequenti sono le *lesioni traumatiche*, diverse per natura e gravità, che possono essere provocate da corpi estranei.

Quando le alterazioni o le lesioni risultano invalidanti per la funzione visiva e non passibili di correzione ottica, si può ricorrere alla terapia chirurgica di *trapianto di Cornea* o *cheratoplastica*, più propriamente si parla di innesto. L'intervento consiste nella sostituzione della parte centrale della Cornea opacata o distorta con una parte uguale di Cornea trasparente proveniente da un donatore umano. Le possibilità di attecchimento dell'innesto e di successo dell'intervento sono elevate, l'opacamento del lembo trapiantato è però sempre possibile. Si può procedere anche all'innesto di materiali plastici (*cheratoprotesi*). (P. Pivetti Pezzi, 2007)

Cristallino

Lente biconvessa, trasparente, posta nella camera posteriore dell'occhio, tra iride e vitreo, e mantenuta in situ dal legamento sospensore o zonula di Zinn che lo connette al corpo ciliare. È di origine ectodermica; oltre al volume, con l'età, per i normali processi involutivi si modificano anche il colore, la consistenza e quindi l'indice di rifrazione del cristallino. Il Cristallino è privo di vasi e di nervi. Gli scambi metabolici avvengono per diffusione con l'umore acqueo e il vitreo. Il Cristallino svolge una funzione ottica (accomodazione) e protegge la retina da alcune radiazioni. Può essere assente (Afachia), o esserne alterata la trasparenza (Cataratta). (P. Pivetti Pezzi, 2007)

Fotorecettori

Strutture specializzate per la ricezione e la trasformazione degli stimoli luminosi. Hanno una complessità estremamente variabile in rapporto al livello evolutivo ed il loro funzionamento è basato su reazioni fotochimiche, cioè sulle modificazioni che particolari sostanze colorate (*fotopigmenti*) subiscono ad opera della luce. (S. Russo-Caia, 2007)

Apparato lacrimale

Insieme delle strutture annesse al bulbo oculare deputate alla produzione (attraverso le ghiandole lacrimali) e al drenaggio (attraverso le vie lacrimali) delle lacrime. Anatomicamente si distinguono, per ciascun occhio, una ghiandola Lacrimale principale e una serie di ghiandole Lacrimale accessorie. La *ghiandola principale*, posta nell'angolo supero esterno dell'orbita, è di tipo tubulare composto e produce un secreto, prevalentemente sieroso, raccolto nei dotti escretori che sboccano nel fornice congiuntivale superiore. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Le *ghiandole lacrimali accessorie* sono situate nella compagine del tarso palpebrale e della congiuntiva. Le *lacrime*, di cui si distingue una produzione basale ed una riflessa (in risposta a stimoli irritativi o vegetativo-emozionali), si dispongono uniformemente sulla superficie corneo-congiuntivale formando il *film lacrimale*. Il secreto lacrimale, soprattutto per effetto dei movimenti palpebrali, si raccoglie nella regione del *lago lacrimale*, in corrispondenza dell'angolo palpebrale interno, dove imbecca i puntini Lacrimale delle palpebre superiore e inferiore. Da qui iniziano le *vie lacrimali*, che si continuano con i *condotti* o *canalini lacrimali* superiore e inferiore, i quali sboccano nel *sacco lacrimale* (fra occhio e radice del naso). Questo verso il basso si continua col *dotto naso-lacrimale* che sbocca nelle fosse nasali. La secrezione lacrimale mantiene trofica la cornea, idratandola e nutrendola, e ne rende la superficie perfettamente liscia e otticamente idonea; ha inoltre funzioni lubrificanti, detergenti e di difesa della superficie esposta del bulbo oculare. Il difetto e, viceversa, l'eccesso della secrezione lacrimale od una sua modificazione qualitativa, possono produrre alterazioni patologiche dell'occhio. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Patologia e terapia

Le alterazioni patologiche dell'apparato Lacrimale comprendono le malattie delle ghiandole Lacrimale e quelle delle vie lacrimali. Le infiammazioni delle ghiandole Lacrimale principali sono definite *dacrioadeniti*. Nell'ambito dei *tumori delle ghiandole Lacrimale* sono comprese le neoplasie di origine epiteliale e quelle di tipo linforeticolare (linfomi). Un'infiltrazione linfomatosa delle ghiandole Lacrimale, se associata ad analogo interessamento delle ghiandole salivari, può produrre il quadro della sindrome di Mikulicz.

Le malattie delle vie Lacrimale comprendono le anomalie congenite (assenza dei puntini Lacrimale, dacriostenosi a vari livelli, dacriocistite dei neonati), le alterazioni acquisite a carico dei puntini Lacrimale, le infiammazioni dei dotti Lacrimale (canaliculiti), quelle del sacco e del dotto naso-Lacrimale (dacriocistiti) ed i tumori. Fra i tumori sono da differenziare le forme benigne, a lento sviluppo e non invasive, da quelle maligne i cui tipi istologici più frequenti sono il papilloma, il carcinoma ed i tumori linfoidi. La terapia delle malattie dell'apparato Lacrimale può essere medica (generale o locale con antibiotici o infiammatori) o chirurgica (dacriostenosi, tumori). In caso di diminuita o alterata secrezione Lacrimale si somministrano farmaci che simulano la funzione delle lacrime. (Moncada A., 2007)

Palpebre

Formazioni membranose mobili, una superiore e un'inferiore, che chiudono anteriormente l'orbita e proteggono la porzione anteriore del bulbo oculare. La palpebra superiore è più ampia e più mobile di quella inferiore. I margini o bordi palpebrali, di cui si distingue una parte laterale, su cui sono impiantate le ciglia e una parte mediale ove si trovano i puntini lacrimali, delimitano la *rima palpebrale*. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Quest'ultima, in posizione di apertura, ha una forma grossolanamente ellittica. Strutturalmente, le palpebre sono costituite: da uno strato esterno cutaneo; da uno strato muscolare, comprendente il muscolo orbicolare, la cui contrazione provoca la chiusura delle palpebre, il muscolo elevatore della Palpebra superiore e i muscoli di Müller; da uno strato fibroso, costituito

dal setto orbitario e, nella parte libera delle palpebre, dal tarso; da uno strato interno congiuntivale, a contatto con la superficie anteriore del bulbo oculare. Sono caratteristiche delle palpebre le ghiandole sebacee del Meibomio e di Zeiss, e le ghiandole sudoripare di Moll.

Patologia

Le alterazioni patologiche palpebrali possono essere di tipo congenito, vascolare, infiammatorio, distrofico-degenerativo, neoplastico e traumatico, o riguardare l'equilibrio statico-dinamico delle palpebre stesse. Le alterazioni congenite comprendono malformazioni e malposizioni piuttosto rare, fra cui l'*epicanto*, presenza di una piega cutanea semilunare che, situata a livello dell'angolo palpebrale interno, ne può coprire le strutture simulando uno strabismo convergente. Relativamente frequente nei bambini, tende a ridursi o a scomparire con la crescita. L'alterazione vascolare più frequente è l'edema, favorito dalla lassità del tessuto sottocutaneo. Le alterazioni infiammatorie delle palpebre si definiscono blefariti se interessano il bordo libero palpebrale, dermatiti se riguardano il rivestimento cutaneo superficiale e tarsiti se sono localizzate a livello dei tessuti profondi. Le dermatiti palpebrali possono coinvolgere le membrane oculari.

Fra le *tarsiti* sono da ricordare il calazio e la meibomite acuta (orzaiolo interno), processi infiammatori che interessano le ghiandole del Meibomio, il primo in forma cronico-granulomatosa e la seconda in forma acuta suppurativa. L'*orzaiolo esterno* è invece un'infiammazione di tipo suppurativo a partenza dal follicolo pilifero ciliare.

Le alterazioni distrofico-degenerative comprendono le dermatosi che interessano la cute palpebrale (psoriasi, ittiosi, dermatosi bollose). Caratteristici sono gli *xantelasmi*, da anomalo accumulo di metaboliti, che si manifestano come chiazze giallastre da deposito locale di sostanze lipidiche e sono piuttosto comuni nell'età pre-senile o senile. Le neoplasie delle palpebre assumono aspetti clinici, morfologici e istologici diversi a seconda del tessuto da cui prendono origine e dei caratteri assunti dall'accrescimento patologico. Fra i tumori epiteliali benigni sono da ricordare la verruca, il corno cutaneo, la cheratosi senile, il cheratoacantoma e il papilloma; fra quelli maligni il carcinoma basocellulare e spinocellulare e lo xeroderma pigmentoso. Fra le neoplasie vascolari che interessano le palpebre, le più comuni sono gli angiomi capillare e cavernoso e il linfangioma.

Più rari sono i tumori ghiandolari (adenoma e adenocarcinoma sebaceo, idroadenoma), quelli connettivali e quelli linfoidi. Tumori a partenza dalle cellule pigmentate sono il nevo e il melanoma maligno. Le lesioni traumatiche delle palpebre possono essere prodotte da contusioni, ferite da taglio, da punta, lacero-contuse e da agenti penetranti (frammenti metallici, di legno, di vetro), da energia termica (ustioni), elettrica e radiante, da contatto con sostanze chimiche necrotizzanti (causticazioni).

Fra le alterazioni statico-dinamiche delle palpebre possono essere compresi l'ectropion, l'entropion, la *trichiasi* (rivolgimento verso l'interno delle ciglia che ne provoca lo sfregamento sul bulbo), il lagoftalmo, la *blefarofimosi* (restringimento spastico o cicatriziale dell'apertura palpebrale), l'*anchiblefaron* (aderenza fra i margini superiore e inferiore delle palpebre), il *sinblefaron* (aderenza cicatriziale fra la congiuntiva bulbare e quella palpebrale) e la ptosi palpebrale. La terapia delle affezioni palpebrali, volta a eliminare, quando possibile, la causa delle varie patologie, può avvalersi di presidi medici, come nelle alterazioni infiammatorie, o chirurgici (neoplasie, ferite, alterazioni statico-dinamiche, calazio, malformazioni congenite). (Moncada A., 2007)

Pupilla

Zona circolare nerastra dell'occhio umano, che corrisponde al foro centrale dell'iride. Il suo diametro (in media di $3,5 \pm 1$ mm) varia in funzione di numerosi parametri, ma soprattutto in risposta alle variazioni di luminosità dell'ambiente (riflessi pupillari), per azione dei muscoli iridei:

dilatatore e sfintere dell'iride, sotto il controllo del sistema nervoso autonomo rispettivamente simpatico e parasimpatico. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

La differenza di diametro fra le pupille dei due lati è detta «anisocoria», mentre per «anisoclia» s'intende la perdita della perfetta circolarità pupillare (traumi, esiti postchirurgici e post infiammatori). La pupilla risulta normalmente nera all'osservazione esterna, ma può apparire rossastra (riflesso del fondo) se illuminazione ed osservazione sono coassiali (oftalmoscopia, fotografie con flash). L'aspetto biancastro della pupilla è detto «leucocoria» e corrisponde sempre ad alterazioni patologiche oculari (cataratta evoluta, tumori, fibroplasia retrolentale, ecc.). (Moncada A., 2007)

Retina

Membrana interna della parete del globo oculare ove avviene la ricezione dello stimolo luminoso, prima tappa del processo visivo. La retina viene distinta in due porzioni. L'anteriore (o «retina cieca»), poco differenziata, costituisce lo strato più interno dell'iride e del corpo ciliare. La posteriore è la «retina propriamente detta» e si estende dal contorno della papilla ottica fino al bordo posteriore del corpo ciliare. Lo strato più esterno è l'*epitelio pigmentato*, costituito da una sola fila di cellule ricche di pigmento nerastro. Lo strato più interno, la *retina nervosa*, è diviso, in base all'aspetto istologico, in 9 strati (dei coni e bastoncelli, membrana limitante esterna, dei granuli esterni, plessiforme esterno, dei granuli interni, plessiforme interno, delle cellule ganglionari, delle fibre ottiche, membrana limitante interna): i primi 3 formano la retina *sensoriale* e gli altri 6 a quella *cerebrale*. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

La retina nervosa è una membranella sottilissima (0,1-0,5 mm) e trasparente. I *coni* e i *bastoncelli* sono gli elementi cellulari fotorecettoriali, costituiti da un elemento recettore e da una fibra, lungo la quale sono situati il nucleo ed il corpo della cellula (strato dei granuli esterni). I coni, in numero assai minore rispetto ai bastoncelli, sono situati soprattutto nella zona centrale della retina (macula), mentre i bastoncelli si trovano distribuiti su tutta la superficie retinica. I fotorecettori sono connessi alle *cellule bipolari* (strato dei granuli interni), a loro volta collegate alle *cellule ganglionari*. I prolungamenti assonici di queste ultime costituiscono le fibre nervose che, convergendo con decorso radiale, formano il nervo ottico. Sulla superficie interna della retina decorrono i vasi sanguigni del circolo retinico. Le arterie originano da quella centrale retinica, posta al centro della papilla ottica, e formano un albero con un numero variabile di divisioni dicotomiche; percorso analogo ma inverso è quello seguito dal circolo venoso.

La zona centrale della retina, detta polo posteriore o *macula lutea*, è caratterizzata dal prevalere dei fotorecettori tipo «coni», dalla presenza di più strati di cellule ganglionari e dalla sfumatura cromatica giallastra conferitale dal pigmento xantocromico. La principale funzione della retina è quella di iniziare il processo sensoriale visivo, trasformando l'impulso luminoso in potenziale elettrico. Nel comune raffronto fra occhio e macchina fotografica, la retina è stata paragonata alla pellicola. Sede iniziale del processo di conversione luce-impulso nervoso sono gli elementi fotorecettoriali (coni e bastoncelli).

Nel loro segmento esterno, lo stimolo luminoso provoca una modificazione chimica reversibile del pigmento visivo e la creazione di un potenziale elettrico, che si trasmette alle cellule bipolari e poi quelle ganglionari: i prolungamenti assonici di queste ultime costituiscono il nervo ottico e assicurano la conduzione alle strutture cerebrali delle vie ottiche. La capacità discriminativa cromatica è propria dei coni. (Saraux, H., Lenasson, C., Offret, H., 1984)

Semeiotica

L'esame fondamentale per lo studio clinico della retina è l'oftalmoscopia, mentre con la fluoroangiografia retinica si ottengono ulteriori e preziose informazioni. È possibile la registrazione grafica del potenziale elettrico retinico (*elettroretinografia*) in risposta a stimoli luminosi per scopi

diagnostici e di studio. L'elettroretinogramma (o ERG) permette di visualizzare ed analizzare la funzionalità della retina, ma non fornisce dati sulla successiva trasmissione degli impulsi elettrici. L'elettroretinografia fornisce fondamentali informazioni nello studio delle malattie degenerative della retina. È inoltre molto utile nei casi in cui opacità dei mezzi diottrici oculari (cornea, cristallino, vitreo) non permettono la visualizzazione della retina all'esame oftalmoscopico. Altri esami elettrofunzionali (potenziali evocati visivi cerebrali, elettrooculogramma) forniscono invece informazioni indirette sulla funzione retinica.

Distacco della retina

Consiste sostanzialmente nella separazione fra la retina nervosa e l'epitelio pigmentato. Il principale sintomo che ne deriva, dovuto alla perdita funzionale della retina distaccata, è l'amputazione del campo visivo corrispondente. Sintomi prodromici possono essere la visione di lampi di luce (fosfeni) e di «mosche volanti» (miodesopsie). Può essere causato da una rottura retinica (distacco «regmatogeno»), dal formarsi di un processo espansivo sotto la retina (essudazione infiammatoria, tumori, emorragie, ecc.) o da una trazione sulla retina dall'interno della cavità vitreale. Nel *distacco regmatogeno*, il tipo più frequente, lo spazio fra retina ed epitelio pigmentato è occupato da liquido di origine vitreale.

Le rotture possono variare per forma, sede, dimensioni, e numero. La sede più frequente delle rotture è la periferia della retina, ove è possibile la formazione di aree di degenerazione retinica predisponenti (degenerazioni regmatogene): per il loro studio sono assai utili la biomicroscopia della periferia retinica e l'oftalmoscopia binoculare indiretta con indentazione. Nei soggetti affetti da miopia medio-elevata, le degenerazioni retiniche regmatogene risultano assai più frequenti che nella popolazione generale: in questi casi, un evento traumatico oculare o cranico può agire da elemento causale finale del distacco di retina, mentre assai raramente un trauma può provocare un distacco in un occhio con retina «normale».

Una volta formatosi, il distacco di retina regmatogeno tende a progredire, allargandosi. In assenza del nutrimento assicurato dal circolo coroideale, gli strati retinici distaccati vanno incontro a processi degenerativi. Quando il distacco coinvolge la zona maculare la compromissione visiva è molto grave. La terapia chirurgica del distacco di retina regmatogeno è diretta a ricostituire l'aderenza degli strati retinici con la crioterapia o la fotocoagulazione con laser. Forme iniziali possono essere trattate con la retinopessia pneumatica, consistente nell'inoculazione di gas a espansione nell'umor vitreo. Le forme gravi o complicate richiedono procedimenti più cruenti con rimozione dell'umor vitreo, manipolazione diretta della retina e tamponamento interno con aria, gas a espansione, oli di siliconi.

Retinopatie vascolari

Comprendono la patologia occlusiva arteriosa e quella venosa, la retinopatia ipertensiva, quella arteriosclerotica, quella gravidica e quella diabetica. L'*occlusione del circolo arterioso* retinico, su base embolica o trombotica, causa l'improvvisa e totale ischemia della zona retinica interessata, con perdita funzionale irreversibile. Le *occlusioni venose*, il più delle volte di origine trombotica, determinano gravi sintomi visivi, spesso reversibili.

La *retinopatia ipertensiva*, che si riscontra in soggetti con alti valori di pressione arteriosa sistemica, è caratterizzata, nelle forme acute, da restringimento e rettilineizzazione delle arterie retiniche, emorragie di varia estensione ed essudazione retinica e papillare; nelle forme a decorso cronico le emorragie sono puntiformi e più rare e prevalgono i caratteri della *retinopatia arteriosclerotica* (tortuosità vascolare, alterazione del rapporto fra vasi arteriosi e venosi a livello dei loro incroci, modificazione del colore e dei riflessi oftalmoscopici delle arterie per la sclerosi della parete vasale). La frequenza di osservazione della retinopatia arteriosclerotica è direttamente proporzionale all'età dei pazienti.

La *retinopatia gravidica* si può verificare nelle ultime settimane di gestazione ed è caratterizzata da grave danno essudativo ed emorragico della retina, probabilmente causato dagli alti valori pressori e dallo squilibrio metabolico, dovuti ad una primitiva alterazione renale.

La *retinopatia diabetica* costituisce la prima causa di cecità irreversibile nei paesi industrializzati. Il coinvolgimento dei vasi retinici dipende dal tipo di diabete (è più frequente nel diabete di tipo I), dalla durata della malattia e dall'efficacia del controllo della glicemia. Una serie di lesioni elementari (microaneurismi, emorragie di varia grandezza, trasudazione delle pareti capillari alterate con formazione di «essudati duri», aree di infarto ischemico della retina o «essudati molli») caratterizzano oftalmoscopicamente la retinopatia diabetica. Dalla maggiore o minore presenza di queste lesioni e dalla loro reciproca prevalenza dipende l'espressione della malattia in forme cliniche variamente classificate.

L'evenienza più temibile (retinopatia proliferante) è quella della formazione di vasi sanguigni anomali ed anarchici (neovascolarizzazione); in tali circostanze il processo patologico tende ad automantenersi ed aggravarsi col tempo, potendo infine provocare serie complicanze (distacco di retina, emorragie recidivanti, glaucoma neovascolare). Assai importante per lo studio della retinopatia diabetica è la fluoroangiografia oculare, che serve anche come guida per il trattamento preventivo. Questo viene in genere effettuato mediante distruzione fisica (fotocoagulazione laser) delle aree retiniche ischemiche, zone di potenziale partenza della proliferazione neovascolare.

Retinopatie degenerative

Si distinguono in *periferiche* e *centrali*. Tra le forme periferiche, la più diffusa è la *retinopatia pigmentosa*, che si manifesta clinicamente con cecità notturna (emeralopia), restringimento progressivo del campo visivo, cataratta, marcata compromissione dell'elettroretinogramma fin dalle fasi precoci. Le degenerazioni della retina *centrale*, o *degenerazioni maculari*, sono per lo più legate all'età e/o a predisposizione familiare, come la degenerazione colloide o quella cistoide. Fra le forme ereditarie sono comprese la degenerazione di Stargardt (tapetoretinica centrale) e quella vitelliforme di Best. Le degenerazioni maculari, con poche eccezioni, causano gravissima compromissione funzionale visiva, per l'interessamento della zona di retina deputata alla visione distinta e dei particolari.

Retinopatia del prematuro

È una patologia retinica che si verifica nei neonati pretermine (meno di 36 settimane di vita intrauterina). Un ruolo causale è svolto dalla ossigenoterapia cui questi bambini sono sottoposti a causa dei problemi respiratori che presentano. Consiste in una reazione neovasformativa, cui segue una fase di cicatrizzazione. L'espressione clinica varia da forme asintomatiche a gravi compromissioni della funzione visiva a causa dello sviluppo di una massa cicatriziale fibrotica che, situata dietro il cristallino, provoca la retrazione della retina (fibroplasia retrolentale).

Tumori

La forma neoplastica retinica di più frequente riscontro è il *retinoblastoma*, caratteristico della prima infanzia. La condizione patologica viene svelata da uno strabismo secondario o dalla presenza di una pupilla bianca (leucocoria), anziché nera come di norma. La neoplasia si presenta inizialmente sotto forma di uno o più focolai biancastri retinici, per svilupparsi in seguito verso le pareti esterne o verso l'interno del bulbo. La terapia consiste nell'asportazione chirurgica dell'occhio affetto (enucleazione), da effettuarsi quanto più precocemente possibile allo scopo di ridurre il rischio di metastasi. La recente scoperta, negli individui affetti da retinoblastoma, di una duplice

alterazione cromosomica ereditariamente trasmissibile ha aperto importanti prospettive nella diagnosi precoce di questo tumore. (Moncada A., 2007)

Sopracciglia

Formazioni rilevate, ricoperte di peli, che sovrastano ciascuno dei due occhi umani. Le Sopracciglia hanno una forma incurvata con concavità inferiore, che corrisponde all'incirca al profilo del bordo osseo superiore della cavità orbitaria. La disposizione dei peli, che generalmente sono fitti, corti, rigidi e con la punta rivolta lateralmente, risponde a numerosissime varianti individuali e razziali. Alla radice del naso, si osserva una zona generalmente povera o priva di peli detta *glabella*.

Al di sotto dello strato cutaneo dell'area delle Sopracciglia, sono presenti il sottocutaneo e lo strato muscolare, composto da fibre proprie (corrugatore del Sopracciglia) e da fibre che fanno parte di altri muscoli facciali (temporale, orbicolare, ecc.). Ciò conferisce al Sopracciglia una vivace mobilità nei movimenti mimici ed una sincinesia nell'apertura esagerata delle palpebre. (Moncada A., 2007)

Bibliografia

- Andriola M., *L'Istinto costruttivo: come l'Uomo ha modificato la Natura e se stesso*, Pontecorboli, Firenze, 2008.
- Graham C. H., *Vision and Visual Perception*, New York, 1965.
- Hubel, D.H., *Occhio, cervello, visione*, Zanichelli, Bologna 1989.
- Le Grand Y., *Les yeux et la vision*, Parigi, 1960.
- Moncada A., 2007. *L'occhio e la visione*, Enciclopedia Multimediale Utet, Torino.
- Pirenne M. H., *Vision and the Eye*, Londra, 1948.
- Pouliquen Y., *Atlas d'histologie et d'ultrastructure du globe oculaire*, Parigi, 1969.
- Renard G., C. Lemasson, M. Saraux, *Anatomie de l'œil et de ses annexes*, Parigi, 1965.
- Ronchi V., *L'ottica, scienza della visione*, Bologna, 1955.
- Saroux, H., Lenasson, C., Offret, H., *Manuale di anatomia e istologia dell'occhio*, Masson, Milano 1984.
- Vinciguerra M.T., 2007. *L'occhio*, Enciclopedia Multimediale Utet, Torino.

Come pubblicare su Neuroscienze.net

Neuroscienze è una rivista on-line di informazione scientifica che tratta tematiche di Neuroscienze, Psicologia e Scienze Cognitive.

Chi può collaborare?

Se sei un medico, un neurologo, uno psichiatra, uno psicologo, o se hai conoscenze specifiche di neuroscienze, psicologia o scienze cognitive in genere, **Neuroscienze** ti offre la possibilità di collaborare inviando i tuoi lavori.

Che percorso farà il tuo articolo?

Gli articoli ricevuti verranno considerati per la pubblicazione dall'[Editorial Board](#) e successivamente inviati ai referee per la valutazione.

Come devono essere gli articoli?

Per poter essere pubblicato su **Neuroscienze**, il tuo lavoro deve rispettare le prescrizioni contenute nella pagina "[LINEE GUIDA PER GLI AUTORI](#)".

Come inviare il tuo articolo?

Per inviare il tuo articolo a **Neuroscienze** devi essere registrato al portale ed aver effettuato l'accesso con username e password forniti al momento dell'iscrizione. A quel punto potrai accedere direttamente alla zona riservata ed inserire autonomamente il tuo articolo.

Linee Guida per gli Autori

Tutti i manoscritti sono soggetti a revisione redazionale. La presentazione di un articolo per la pubblicazione NON implica il trasferimento del diritto d'autore da parte dell'autore all'editore. Tutti i documenti sono pubblicati sotto [Licenza Creative Commons](#). E' responsabilità dell'autore ottenere il permesso di riprodurre immagini, tabelle, ecc da altre pubblicazioni.

Requisiti

Titolo, Autore e sottotitolo: titolo, nome dell'autore e un sottotitolo sono necessari.

Parole chiave (keywords): per motivi di indicizzazione, un elenco di 3-10 parole chiave è essenziale.

Abstract: Ogni articolo deve essere accompagnato da un Abstract di un massimo di 10 righe.

Note: Evitare le note a piè di pagina. Quando necessario, numerarle consecutivamente e riportare le diciture appropriate a piè di pagina.

Bibliografia: nel testo segnalare i riferimenti degli autori (cognomi ed anno di pubblicazione) tra parentesi. L'elenco dei riferimenti deve essere in ordine alfabetico secondo il cognome del primo autore di ogni riferimento. Il cognome di ogni autore è seguito dalle iniziali del nome. Si prega di citare tutti gli autori: 'et al.' non è sufficiente. A questi devono seguire: l'anno tra parentesi, titolo, rivista, volume e numero delle pagine.

Esempi:

Articoli pubblicati su Giornale: Gillberg, C. (1990). Autism and pervasive developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 31, 99–119.

Libri: Atkinson, J. (2000). *The developing visual brain*. Oxford: Oxford University Press Oxford Psychology Series.

Contributi a Libri: Rojahn, J, e Sisson, L. A. (1990). Stereotyped behavior. In J. L. Matson (Ed.), *Handbook of behavior modification with the mentally retarded* (2nd ed.). New York: Plenum Press.

Pubblica un Articolo

Dopo esserti registrato al portale, invia il tuo articolo dalla pagina:

http://www.neuroscienze.net/?page_id=1054