

Ottica oftalmica e visuale

(\emptyset = occhio)

CAP1

Visuale → studia la visione

Oftalmica → si occupa del sistema diottrico dell'occhio e la sua correzione

Il **SISTEMA VISIVO** è: organo, strumento ottico, fotosensore, elaboratore e simulatore

L'**IMMAGINE RETINICA** è dinamica, piatta, distorta e mutevole

83%: info visive fornite dalla vista, 35: aree cerebrali attivate (oltre la metà della corteccia)

La **LUCE** è una forma di energia elettromagnetica, caratterizzata da una specifica lunghezza d'onda e una specifica ampiezza.

Il **COLORE** è un'esperienza soggettiva che dipende da due componenti: FISICA (=radiazioni luminose) e BIOLOGICA (PSICOFISICA = capacità di raccogliere info dall'ambiente esterno; FISILOGICA (= funzionamento del sistema visivo)).

Il colore è caratterizzato da: TINTA (\neq colori), CHIAREZZA (quantità di luce riflessa, chiaro/scuro), SATURAZIONE (purezza del bianco, intenso/sbiadito).

FENOMENI ENTOPTICI: sensazioni, percezioni visive soggettive che si generano direttamente all'interno dell'occhio e possono essere viste solo dall'osservatore. FOSFENE = percezione di puntini luminosi in assenza di luce, indotta da forte stimolazione dei fotorecettori di tipo meccanica, elettrica, magnetica o da radiazioni; intossicazioni o condizioni psicologiche. Sintomo precoce di malattie della retina o vie visive. Haidinger's brushes = percezione della luce polarizzata costantemente ruotata. Miodesopsie = addensamenti del corpo vitreo che proiettano delle ombre mobili sulla retina (punti, filamenti, macchie). Postimmagine negativa e positiva; spostamento cromatico di Purkinje; albero vascolare di P; Effetto Troxler: dopo alcuni secondi di fissazione costante di un oggetto, uno stimolo nella visione periferica svanisce e la percezione cosciente "riempie" lo sfondo.

sistema integro? Normale \neq condizione refrattiva \neq componente patologica \neq componente cognitiva; visione binoculare singola.

ANATOMIA:

FILM LACRIMALE = riveste \emptyset , tre strati (lipidico, acquoso e mucinico), $n = 1.336$, velo di lacrima che si distribuisce sul letto della cornea, riprodotto dalle ghiandole lacrimali ogni volta che si sbattono le palpebre

STRUTTURA EXT: - CORNEA (trasparente), SCLERA (bianca)
- IRIDE, CORPO CILIARE, COROIDE (vascolarizzazione)
- RETINA (estensione snc mediante nervo ottico)

STRUTTURA INT: - umore ACQUEO (tra cornea – iride – corpo ciliare – cristallino)
- umore VITREO, mantiene forma (tra cristallino – retina)

La luce attraversa i due elementi refrattivi principali: cornea (potere $>$) e cristallino (potere modificabile, accomodazione)

CORNEA: menisco negativo, $n = 1.376$, potere medio 40D (70% grazie a $\neq n$ tra aria e cornea), raggi di curvatura \neq , diversi strati costituiti da stroma fatto a lamelle immerse in sostanza otticamente omogenea, anisotropa → fenomeno di birifrangenza corneale o estrinseca = la luce polarizzata si rinfinge sulla cornea in due onde che si propagano lungo due piani \perp tra loro con \neq velocità

PUPILLA = orificio 2 – 8 mm (dimensione variabile), migliora la messa a fuoco restringendosi quando l'illuminazione è sufficiente. Miosi (restrizione) \neq midriasi (dilatazione). PROFONDITA' DI CAMPO = distanza in cui il diametro del massimo cerchio di confusione tollerato è a fuoco = capacità di mettere a fuoco oggi a distanze maggiori rispetto al solo punto che si sta osservando. PROFONDITA' DI FUOCO = corrispondente range a livello retinico

CAMERA ANT: 3.1 mm, cavità tra cornea – iride – sup. ant. cristallino, riempita di umore acqueo (soluzione salina diluita, fornisce nutrimento e O_2 , $n = 1.336$, rinnovato), diminuisce con età e accomodazione

CAMERA VITREA: 16 mm, umore vitreo ($n = 1.336$, tonicità, non rinnovato)

CRISTALLINO: 3.6 mm, 21D, $n = 1.41$, cambia con età (cresce costantemente), devia i raggi per farli convergere perfettamente sulla retina (40cm → riduce raggio, 4m → si appiattisce e diminuisce potere)
RETINA: estroflessione del cervello, tessuto fotosensibile con fotorecettori CONI (colori e dettagli) e BASTONCELLI. FOVEA = zona di max acuità, punto di focus, solo coni esposti direttamente alla luce. (scotoma = lacerazione retina che si stacca a causa di trauma o scioglimento vitreo)

FISIOLOGIA Ø

sistema +60D, concetto armonia tra strutture (= Ø emmetrope nonostante non abbia le dimensioni standard), campo visivo 120°

PUNTI CARDINALI: condizionano il potere del sistema diottrico, la capacità del sistema di deviare raggi; la loro posizione dipende dalla struttura dell'Ø e dal grado di accomodazione

PUNTI FOCALI → fuoco img e ogg

PUNTI NODALI → attraversano centro ottico

PUNTI PRINCIPALI → tra s. posteriore cornea e anteriore cristallino

Accomodazione --- P-P' si allontanano dalla cornea, F-F' e N-N' si avvicinano

ASSI: OTTICO (passa in posizione media tra centri dei mezzi, raggiunge retina 1mm superiormente e nasalmente alla fovea)

VISIVO congiunge oggetto di interesse alla fovea passando per N-N'

PUPILLARE attraversa il centro della pupilla d'entrata e normale alla cornea

di SGUARDO definisce il centro del fascio di raggi che entrano nell'Ø

di FISSAZIONE congiunge punto di fissazione con centro di rotazione Ø

CHERATOMETRICO centro di curvatura della cornea ant.

ANGOLI: ALFA visivo – ottico, 5°

GAMMA fissazione – ottico, tende a zero e < alfa

LAMBDA pupillare – sguardo

KAPPA pupillare – visivo

OTTICA SCHEMATICA

Necessità di modelli geometrici in grado di simulare teoricamente il comportamento dell'Ø, parametri principali ricavati da media popolazione

Convenzioni: superfici refrattive sferiche, centrate su comune asse ottico, indici costanti in ogni mezzo

- Ø parassiali (raggi incidenti senza errori apprezzabili, vicini all'asse ottico) utili per: calcolo dimensioni img retinica, valutazione livelli di illuminamento retinico, riflessioni superficiali, pupilla entrata e uscita, previsione errore refrattivo
- Ø realistici (sup. non sferiche, non allineate a un asse comune e con $n \neq$) utili per valutare correttamente dimensione e qualità dell'img retinica

Parametri principali: raggi di curvatura, distanze e posizioni, n

Superfici importanti: cornea (ant, post), cristallino (ant, post)

MODELLI

-“ESATTO” di GULLSTRAND: 6 superfici refrattive (2 cornea ant-post, 4 cristallino corticale-corneale); due versioni a $n \neq$ (condizione statica - accomodato, c. dinamica - rilassato), ipermetrope

-SEMPLIFICATO DI GULLSTRAND: 3 sup. refrattive (1 cornea, 2 cristallino), $n =$, emmetrope

-SEMPLIFICATO GULLSTRAND – MODIFICATO EMSLEY

-**RIDOTTO EMSLEY:** 1 sup. refrattiva, vertice = punto principale, centro di curvatura = punto nodale, riduzione raggio curvatura cornea e lunghezza tot, mancanza di cristallino (impedisce analisi dell'accomodazione), emmetrope

-LIOU & BRENNAN: modello simil Ø biologico

LIMITI Ø schematici:

-modelli utilizzabili solo in ottica parassiale

-superfici refrattive sferiche e coassiali

-asse visivo = asse ottico

Parametri EMSLEY

$n=1.333$

$\varphi(\text{potere})= 60D$

$f_o = 16.67\text{mm}$

P.P unico, posto su apice corneale

N unico, posto su faccia post cristallino

P.P – N (raggio curvatura corneale) = 5.55 mm

N – R(retina) = 16.67mm

Lunghezza assiale 22.22 mm

- indici n costanti
- aberrazioni superiori

Calcolo potenza di un diottro noti n dei due mezzi separati dal diottro stesso e curvatura r (m):

$$D = \frac{n' - n}{r}$$

Immagini di Purkinje: riflessi visibili sull'Ø puntando una penlight sulla cornea, la luce si replica su 4 superfici

CAP2

Lunghezza assiale media oculare adulta: 24mm

PPA = punto più vicino a Ø in cui un'oggetto viene visto nitidamente

PR = massima distanza a cui un oggetto posso sull'asse ottico viene messo a fuoco sulla retina in assenza di accomodazione

$$PR = \frac{1}{Am} \quad Am = \text{ametropia}$$

IVN (intervallo di visione nitida) = da PR a PPA

ACCOMODAZIONE = processo grazie al quale l'Ø ha l'abilità di cambiare il suo potere diottrico. Range appropriato ∞ - pochi cm

EMMETROPIA = Ø con visione nitida a ∞, l'img di oggetto a ∞ cade in retina, PR = ∞
 Img retinica dipende da: angolo sotteso dall'oggetto e lunghezza assiale

F_e = potere Ø accomodazione rilassata K = potere reale

$K = F_e + Am$

$Am < 0 \rightarrow K < F_e$ (IP)

$Am = 0$

$Am > 0 \rightarrow K > F_e$ (M)

EMMETROPIZZAZIONE

Processo di emmetropizzazione = un meccanismo di regolazione evolutiva dello stato refrattivo, è regolato da input visivi e ottimizza le strutture. Comprende: incremento numerico e volumetrico cellule, costituzione di unità sovracellulari complesse e definite. Obiettivo: raggiungere e conservare un rapporto armonico tra le strutture.

Deprivando Ø alla luce → M

Luce costante → IP

Pongo una lente davanti a Ø emmetrope:

- → IP

+ → M

AMETROPIA

= condizione legata alle disarmonie tra lunghezze e poteri delle strutture oculari

Ø la cui retina non ha punto coniugato all'∞, affetto da errore refrattivo, lunghezza dell'Ø

non adatta al suo potere diottrico totale $F = \frac{-n}{f} = \frac{n'}{f'}$ $R = \frac{(n' - n)}{F}$

= anomalia refrattiva compensabile otticamente con dispositivi o strategie

2 tipologie di Am: sferica (assiale o refrattiva) → uguale condizione su ogni meridiano

astigmatica → un punto oggetto forma 2 punti img

sferica ASSIALE = potere diottrico nella norma, lunghezza inadeguata (1mm = 3D, 0,33mm = 1D) maggior % in elevate (progrediscono velocemente)

sferica REFRATTIVA = potere diottrico inadeguato, lunghezza nella norma, maggior % in lievi (progrediscono lentamente)

MIOPIA (potente) $F_e < K$, PR a distanza finita davanti \emptyset

Eziologia: fattore genetico o ambientale

Segni (ogg): IVN ridotta, strizza \emptyset , alterazioni retiniche

Sintomi (sogg): riduzione capacità visiva a distanza

Compensazione: modica vergenza (div) con lenti -

Classificazione in base a: -causa (assiale, refrattiva)

-presenza di complicazioni (semplice, patologica)

-età insorgenza (congenita, giovanile, prima età adulta 20-40, tardiva)

-entità (lieve 0-3, media 3-6, elevata 6-9, elevatissima 9+)

-interesse clinico (semplice = $<6D$; notturna = ab. cromatica e sferica dovute a midriasi; pseudomiopia = condizione reversibile dovuta a spasmo acc;

degenerativa = alterazione polo oculare; acquisita = indotta da condizioni patologiche)

IPERMETROPIA (debole) $F_e > K$, PR a distanza finita dietro \emptyset

Eziologia: genetica

Sintomi: asintomatici, astenopia (insieme di lamenti come mal di testa, affaticamento continuo, bruciore...)

Compensazione: lenti +

Classificazione in base a: -causa (assiale = non c'è completo sviluppo del bulbo; refrattiva = curvatura

cornea; da indice = conseguente a riduzione del potere diottrico cristallino IP

SENILE; da posizione = dopo dislocazione congenita/traumatica cristallino, afachia congenita/chirurgica)

-entità (lieve 0-3, media 3-6, elevata 6+)

-accomodazione (manifesta = misura sogg con refrazione; latente = compensata da acc e quindi non misurata sogg; facoltativa = PUO' essere compensata da acc;

assoluta = NON può essere compensata da acc; relativa = richiede intervento di convergenza acc)

ASTIGMATISMO = non c'è uguale curvatura lungo tutti i meridiani e sulle superfici oculare

→ generati due segmenti \perp

prodotte due img lineari e trasversali all'asse ottico la cui dimensione e distanza tra loro dipende dalla differenza tra le curvature dei due meridiani

conoide di Sturm = fascio di raggi compreso tra le due focali

disco di minima confusione = posizione trasversale del fascio di raggi nel conoide in cui lo sfocamento è minore

REGOLARE = ci sono due meridiani principali, ortogonali tra loro che determinano le due focali, correggibili con combinazione di lenti sferocilindriche

IRREGOLARE = causato da variazioni di n dei mezzi ottici

Condizioni che possono verificarsi:

- 88% secondo regola (vr più curvo >potere, or più piatto <potere) CIL – AX 180
- 5% contro regola (tipico cristallino, or curvo >potere, vr piatto <potere) CIL – AX 90
- 4% obliquo - meridiani vicino a 45° o 135° , assi compresi tra 30° - 60° e 120° - 150°
- 3% nessuno

Sintomi: visione normale se ast. modesto, visione ridotta se ast. elevato, non migliora a \neq distanze, oggetti percepiti distorti/allungati, astenopia

Classificazione in base a: -eziologia (da anomalia curvatura corneale/cristallino; da decentramento cristallino perché obliquo; da indice n)

-posizione focali

-curvature meridiani

-entità diottriche tra le focali

Differenza di poteri tra meridiani principali: lieve 0,25 → 1,00D

medio 1,25 → 2,75

alto 3,00+

Variatione legate all'età: infanzia CR più diffuso: tende a ridursi nei primi mesi

età scolare: quasi scompare

adolescenza: prevale SR

maturità: SR subisce riduzione, CR subisce incremento

Prescrizione: occhiali → prescritto ast totale (corneale + cristallino)

LAC → prescritto solo ast corneale

