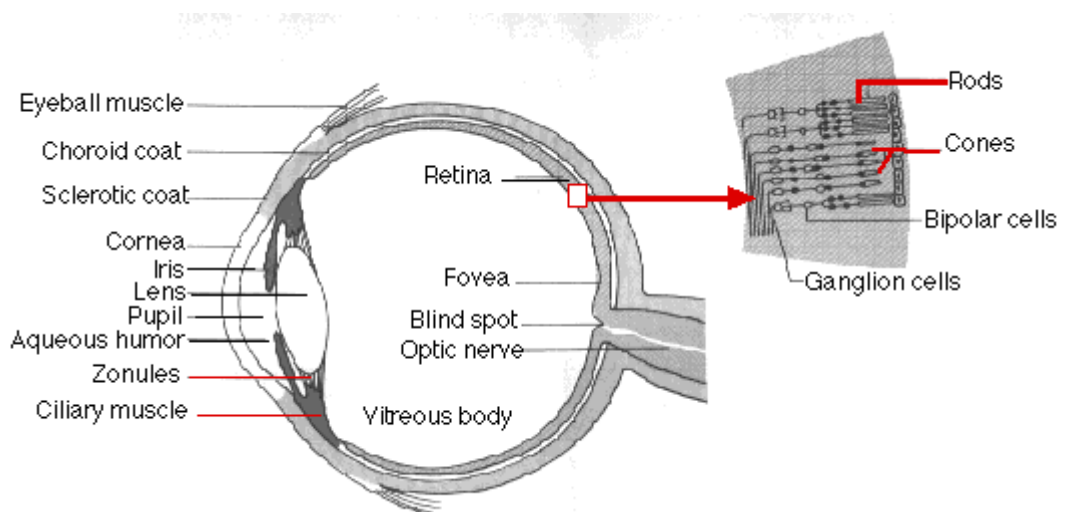
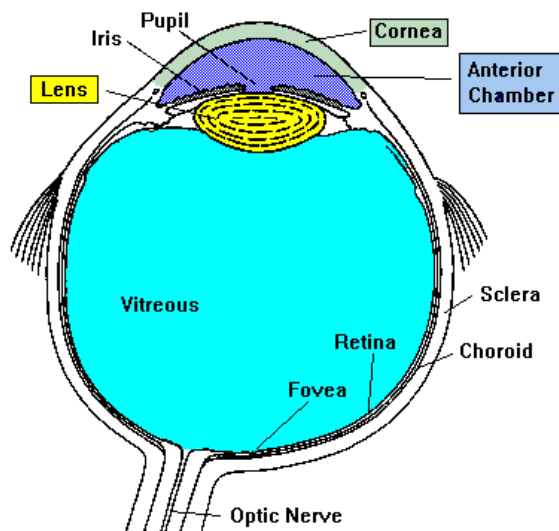


Explorarea funcției analizatorului vizual

Analizatorul vizual vehiculează aproximativ 90 % din totalul informațiilor pe care organismul uman le preia din mediul înconjurător. Vederea este un proces complex de reflectare a lumii obiective, realizată cu participarea unor formațiuni nervoase extrem de specializate. La naștere vederea este imperfectă, ea îmbunătățindu-se progresiv, astfel încât, se consideră că în jurul vârstei de 6 ani funcția vizuală este maximă, ea reducându-se odată cu înaintarea în vârstă. Analizatorul vizual este format din 3 segmente: **receptor**, **intermediar** (de conducere) și **central**.

Segmentul receptor este reprezentat de globul ocular.

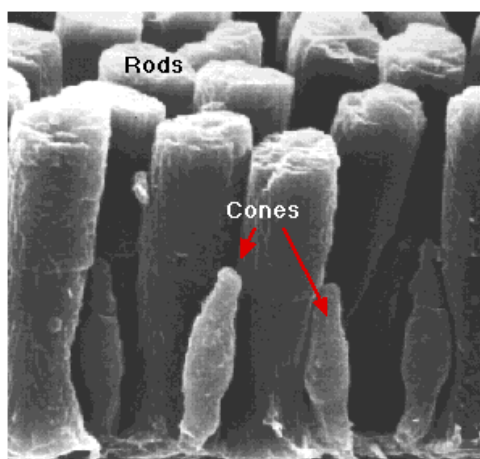


Acesta este învelit de 3 tunici:

1. **Sclerotica**, este un înveliș conjunctiv relativ rezistent, de culoare alb-mat, cu rol în principal de protecție a globului ocular. La nivelul său se inseră mușchii globului ocular, cu rol în motilitatea acestuia. În partea anterioară a globului ocular sclerotica este avasculară și transparentă. Această zonă transparentă prin care lumina pătrunde în globul ocular poartă numele de **cornee**. Ea permite trecerea radiației luminoase din spectrul vizibil, infraroșu și ultraviolet (300 – 2500 nm). Situându-se la interfața dintre 2 medii cu densități mult diferite (aer-umoare apoasă), dintre toate mediile optice ale ochiului, corneea are cea mai mare putere de refracție (aprox 42 dioptrii). Fiind un mediu avascular, nutriția ei se realizează prin imbițiție din secreția lacrimală și, mai ales, din umoarea apoasă. Deși avasculară, corneea este un mediu foarte bine inervat senzitiv. Încă din 1922 Magendie a arătat că secționarea nervului V la iepure produce keratită cu ulceratie corneană. După moarte, corneea își pierde rapid transparența, ea trebuind să fie prelevată în primele 7 ore în vederea unui eventual transplant.

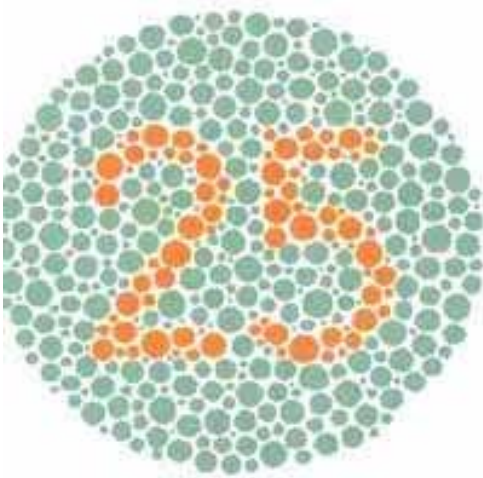
2. **Coroida** – situată sub sclerotică, este o tunică intens colorată (celule care conțin melanină) cu rolul de a reduce semnificativ reflexiile luminoase ce ar putea apărea în interiorul globului ocular. În partea anterioară a globului ocular coroida formează **irisul**, el fiind responsabil de “culoarea ochilor” și având rolul de a regla intensitatea luminii ce pătrunde în ochi. Deschiderea din mijlocul irisului, prin care lumina pătrunde în ochi, poartă numele de **pupilă**. Diametrul pupilar poate fi crescut (la întuneric, condiții de stres, administrare de atropină, etc), situație numită **midriază**; sau, poate fi redus la lumină intensă, intoxicații cu inhibitori ai acetil-colinesterazei (metation, paration, verde de Paris, etc). Reducerea diametrului pupilar poartă numele de **mioză**.

3. **Retina** – receptorul propriu-zis al analizatorului vizual, este o structură nervoasă complexă ce conține celulele receptoare pentru stimuli luminoși. Conține în principal 2 tipuri de celule receptoare: **celulele cu conuri** (aprox 7 milioane) și **celulele cu bastonașe** (aprox 130 milioane).

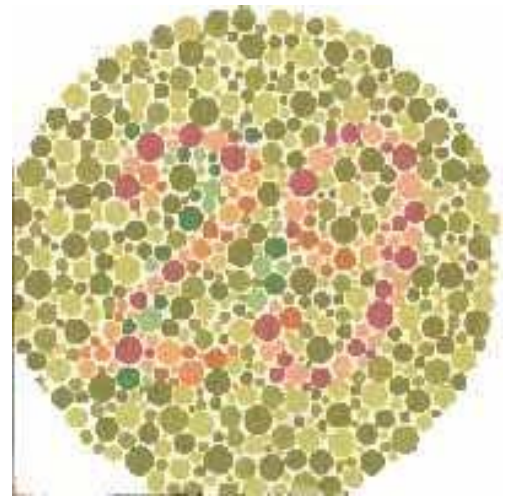


Retină văzută în microscopie electronică. Se observă celule cu conuri și bastonașe

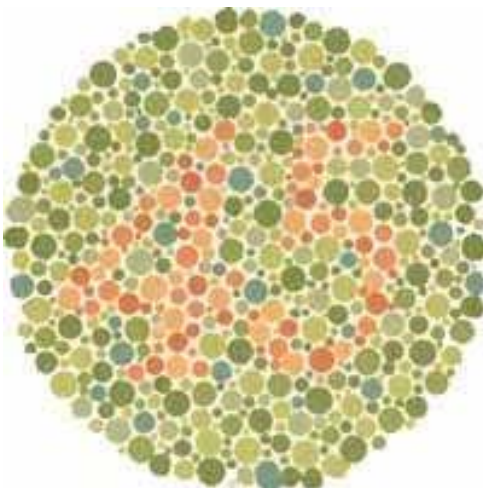
Există 3 tipuri de celule cu conuri, diferite între ele prin pigmenții pe care îi conțin, pentru recepția celor 3 culori fundamentale: ROȘU, VERDE, ALBASTRU. Celulele cu conuri au o sensibilitate mai scăzută decât cele cu bastonașe, dar au densitate mare în centrul retinei, permițând obținerea unei imagini fine și colorate a obiectelor. Pigmenții celulelor cu conuri conțin în structura lor vitaminele A₁ și A₂, de aceea carențele vitaminei A duc la tulburări ale vederii diurne, numite **hemeralopii**. Lipsa unuia dintre pigmenți generează **discromatopsii**, poate cea mai cunoscută fiind daltonismul. Acesta poate fi pus în evidență cu ajutorul unor imagini formate din nuanțe de roșu și verde, pe care subiectul nu le poate deosebi:



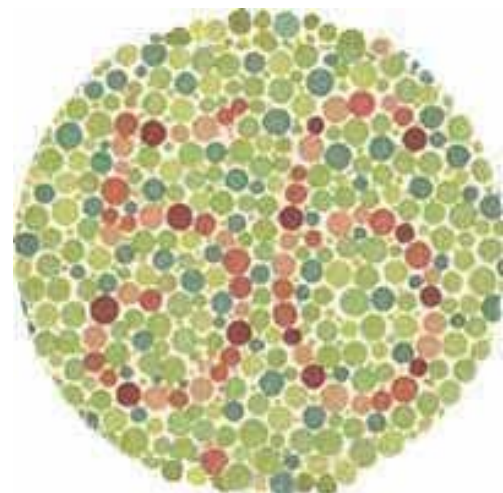
Numărul 25



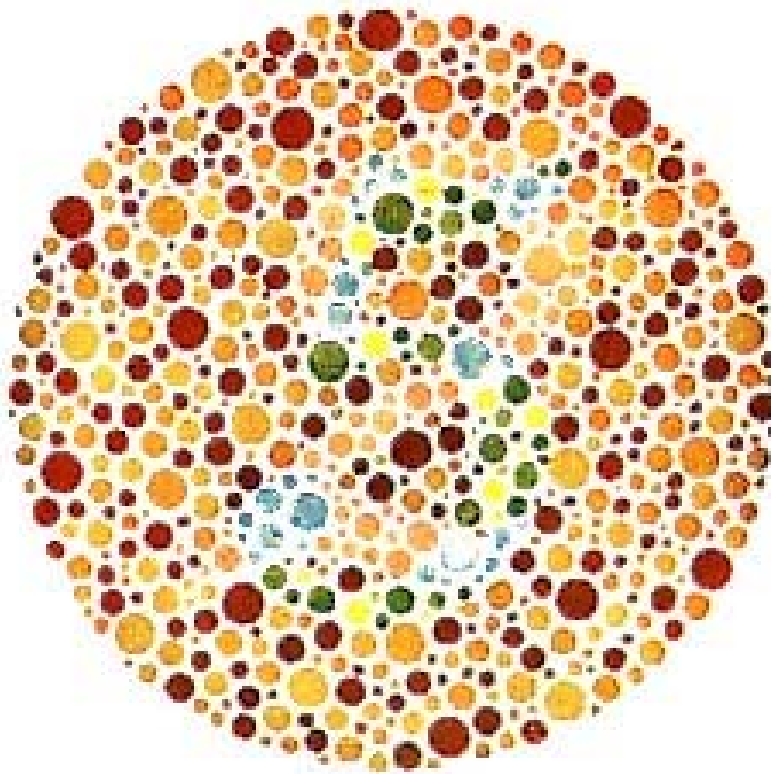
Numărul 29



Numărul 45



Numărul 56



O persoană sănătoasă va vedea în imaginea alăturată cifra 5, în timp ce un daltonist va indica cifra "2"

Celulele cu bastonașe conțin rodopsină și porfiropsină, având rol în vederea crepusculară și nocturnă. Acest tip de celule este distribuit mai ales spre periferia retinei, sunt celule mult mai sensibile decât cele cu conuri, dar nu permit diferențierea culorilor și nici nu oferă detalii ale obiectelor din mai multe motive: sunt legate între ele prin joncțiuni "gap", astfel încât schimbările de potențial ale unei celule sunt transmise la celulele învecinate; mai multe celule vecine trimit impulsuri la o aceeași celulă ganglionară; o singură celulă cu bastonaș trimite impulsuri la mai multe celule ganglionare.

La nivelul retinei, pe axul optic, se găsește o zonă denumită "macula lutea" sau "pata galbenă", iar în mijlocul ei se află "fovea centralis". Aceasta este zona de maximă sensibilitate a retinei, ea conține NUMAI celule cu conuri, la nivelul său formându-se imaginea cu cea mai bună rezoluție, diurnă, color.

În locul unde nervul optic pătrunde în globul ocular retina nu are structuri receptoare, această zonă numindu-se "pata oarbă". Obiectele ale căror imagine cade în această zonă nu sunt percepute. Prezența acestei pete oarbe poate fi demonstrată foarte simplu cu ajutorul unei coli pe care sunt desenate un cerc și un pătrat colorate:



Închideți (sau acoperiți) ochiul drept, iar cu ochiul stâng priviți cercul de la cca 1m. **Privirea trebuie să fie fixă asupra cercului, nu mișcați globul ocular!** Veți vedea cercul, și, undeva în lateral pătratul. Apropiati-vă încet de coală (sau monitor). La un moment dat pătratul va dispărea din câmpul vizual, urmând ca el să apară din nou pe măsură ce ne apropiem. Pătratul nu a fost vizibil în acel interval de distanțe deoarece imaginea sa se proiecta în perimetrul petei oarbe. Pentru ochiul drept, se va închide ochiul stâng și se va privi pătratul. La un moment dat cercul va dispărea din câmpul vizual din același motiv.

Sensibilitatea spectrală a retinei nu este egală pentru toate culorile din spectrul vizibil, retina umană este cel mai sensibilă la lumina verde (560 nm) și cel mai puțin sensibilă la nuanțe de albastru și roșu. Ea nu este stimulată deloc de radiația infraroșie și ultravioletă, dar poate fi distrusă ireversibil de aceasta din urmă în doze mari (instalații de sterilizare UV, instalații de bronzare artificială, etc.). De asemenea, efect distructiv asupra retinei au și radiațiile Roentgen.

Descompunerea și refacerea pigmentilor vizuali sunt procese biochimice care necesită timp, astfel se explică fenomenele de **latență**, **persistență**, și **fuziune**. Timpul de latență este de cca 1/10 secunde și se referă la timpul scurs de la aplicarea unui stimul luminos până la apariția unui influx nervos în nervul optic. Fenomenul de persistență se referă la faptul că o senzație luminoasă rămâne cca 0,15 secunde după încetarea stimulării.

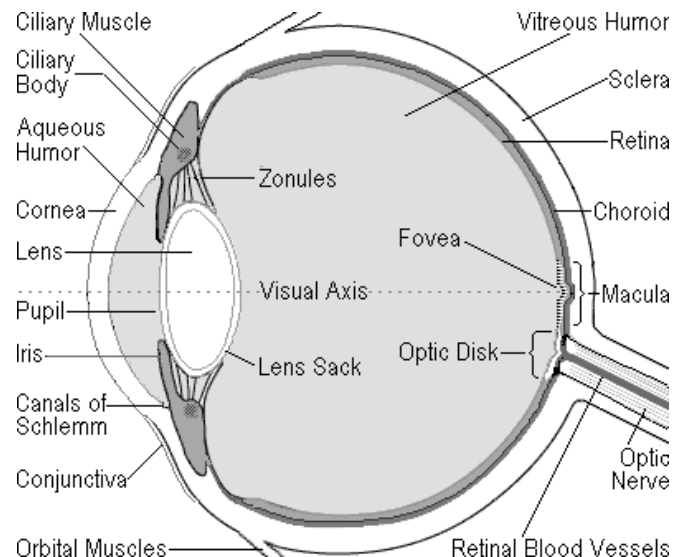
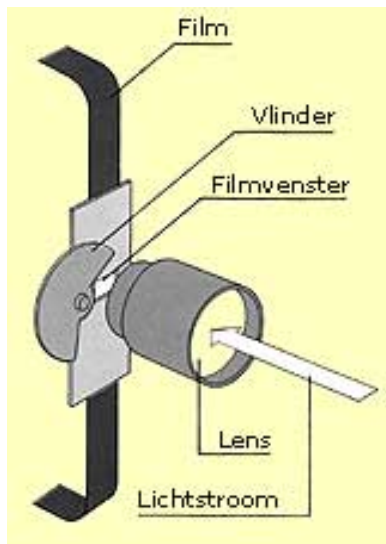
Fuziunea poate fi demonstrată foarte simplu, cu ajutorul unei lumini colorate care pâlpâie cu o frecvență variabilă. La o frecvență sub 15/sec senzația este neplăcută, se flas-uri rapide intermitente. Crescând frecvența, fenomenul de licărire scade din ce în ce mai mult, ajungând să fie greu de perceput la frecvențe de peste 40 /sec. Pe acest principiu se bazează obținerea scenelor în mișcare în cinematografie, prin proiectarea succesivă, înlănțuită, de imagini statice.

Timpul de recuperare a retinei poate fi măsurat cu ajutorul unei cutii întunecate în care subiectul privește. În cutie se aprinde o lumină albă puternică, apoi aceasta se stinge și se

aprinde o lumină colorată slabă. Subiectul va sesiza lumina colorată abia după refacerea pigmentului corespunzător acelei culori. Acest timp este diferit pentru cele 3 culori fundamentale (RGB).

Sistemul optic al globului ocular.

Din punct de vedere optic, globul ocular este comparat cel mai frecvent cu un aparat de fotografiat, cu următoarele componente:



- 1. Corneea**, avasculară, transparentă, cu cea mai mare putere de refracție.
- 2. Umoarea apoasă**, umple compartimentul anterior al ochiului, hrănind corneea și cristalinul.
- 3. Irisul**, partea anterioară a coroidei, reglează cantitatea de lumină pătrunsă în ochi (echivalentul diafragmei aparatului de fotografiat)
- 4. Cristalinul** – este o lentilă biconvexă elastică transparentă, alcătuită din fibre și substanță interfibrilară, învelite de o capsulă numită **cristaloidă**. Este similar obiectivului aparatului de fotografiat. Cristalinul, ca și corneea, este o formațiune avasculară, hrănindu-se prin imbiție din umoarea apoasă și din vitros. Conține o cantitate mare de K^+ , concentrația acestuia scăzând odată cu înaintarea în vârstă, concomitent cu acumularea de Ca^{2+} , Na^+ și Cl^- . Metabolismul său are la bază glucoza (glicoliza anaerobă), nu poate utiliza glicogenul deoarece cristaloida este impermeabilă pentru acesta. Greutatea sa crește cu vârsta, la naștere fiind de 65mg și ajungând la 220mg la 60 ani.

Rolul cristalinului este acela de a regla claritatea imaginii pe retină. Fiind elastic, el își poate modifica raza de curbură, adică, implicit, puterea de refracție. Când obiectul se află aproape, cristalinul își crește curbura \Rightarrow crește puterea de refracție și imaginea este

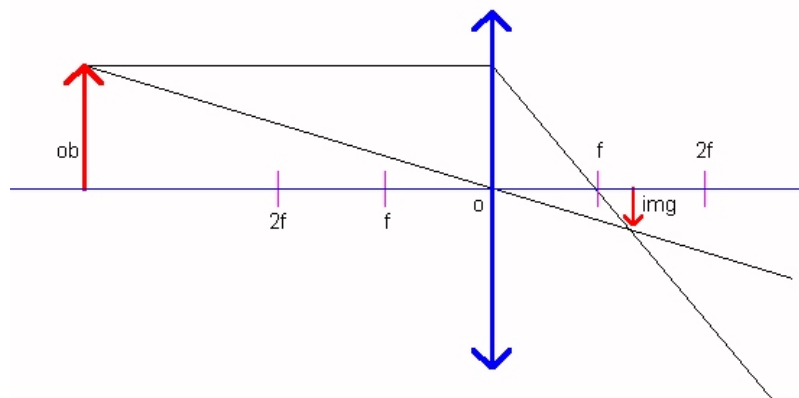
adusă pe retină. La persoanele în vârstă scade elasticitatea cristalinului, el nu se mai poate bomba, deci ochiul nu se mai poate **acomoda** la vederea de aproape, fenomen cunoscut sub numele de **prezbitism**. Există specii animale la care adaptarea nu se face prin bombarea cristalinului, ci prin deplasarea lui în interiorul globului ocular (la pești de ex.), ca și la aparatul de fotografiat, unde obiectivul se apropie sau se îndepărtează de film, până la obținerea unei imagini clare.

Acumularea calciului în cristalin odată cu înaintarea în vârstă duce la opacifierea acestuia, afecțiunea numindu-se **cataractă**.

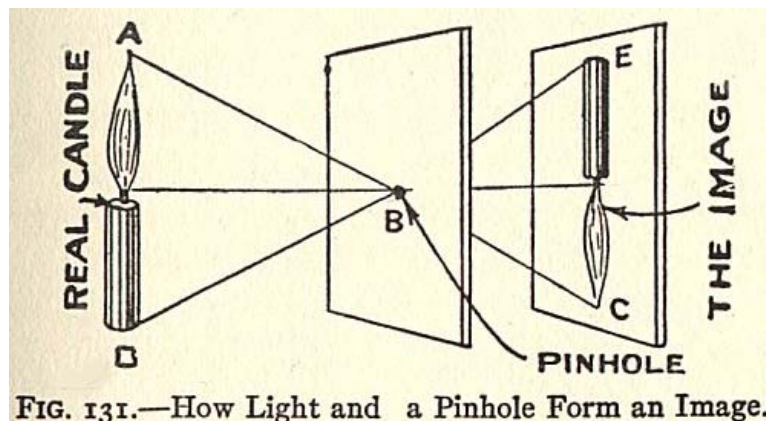
5. **Corpul vitros** umple camera posterioară a globului ocular, are rol mecanic, de menținere a posturii globului ocular și rol nutritiv pentru cristalin.
6. **Retina**, cum am discutat mai sus, este o formațiune bine vascularizată, cu rol de “senzor luminos”, asemeni filmului din aparatul de fotografiat.

Reglarea fluxului luminos ocular are la bază variația diametrului pupilar prin contracția sau relaxarea irisului. Acest mecanism poate fi demonstrat astfel: Subiectul privește într-o cameră obscură, urmărindu-se apariția midriazei. Apoi, cu ajutorul unei lanterne de buzunar, se iluminează ochiul. În mod normal se observă apariția miozei. Lipsa acestui reflex pupilar indică de obicei deficite neurologice foarte severe sau intoxicații cu substanțe miotice / midriatice. Asimetria diametrelor pupilare indică deficite neurologice severe și poartă numele de **anizocorie**.

Formarea imaginii. Imaginea pe care sistemul optic al globului ocular o realizează este una **REALĂ** pentru că se formează la intersecția **razelor** luminoase ce trec prin lentilă și poate fi prinsă pe un ecran (retina), răsturnată și mai mică decât obiectul (evident, putem vedea clădiri de zeci de metri cu ajutorul unei retine de câțiva milimetri). Schematic, formarea imaginii arată astfel:



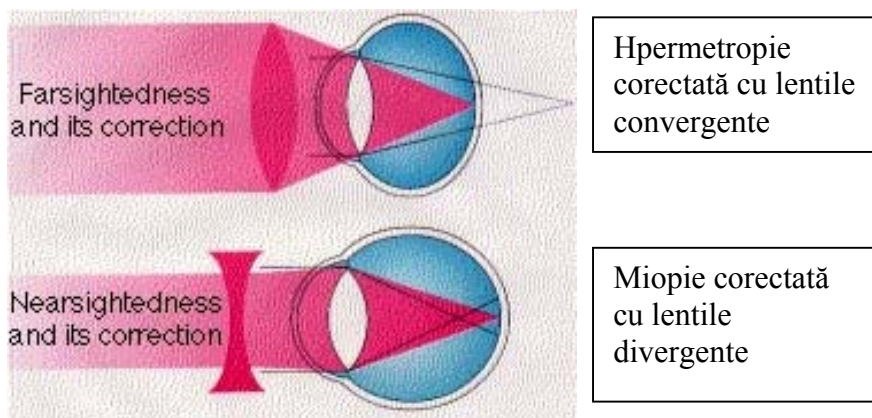
Experimental, formarea imaginii se poate demonstra destul de simplu, cu ajutorul unei lentile convergente care este ținută la câțiva centimetri de o foaie albă de hârtie (ideal hârtie de calc semitransparentă) și la câteva zeci de cm. de o sursă luminoasă (flacăra unei brichete). Se apropie și se îndepărtează lentila de foaia de hârtie până se observă clar pe foaie imaginea flăcării, micșorată și răsturnată.



Principiul camerei obscure, descris prima dată de către Leonardo Da Vinci

La persoanele care au un diametru antero-posterior al globului ocular crescut, sau un cristalin prea bombat congenital sau dobândit, (la diabetici de exemplu prin hiperhidratare), imaginea se formează prea aproape de acesta, în fața retinei. Această anomalie poartă numele de **miopie**. Pentru a “împinge” imaginea mai departe de cristalin, până pe retină, trebuie să scădem puterea de refracție a sistemului optic. Acest lucru se face cu ajutorul unei **lentile biconcave**.

În cazul unui diametru antero-posterior scurtat sau a unui cristalin aplatizat, imaginea se formează în spatele retinei. Afecțiunea sus-menționată se numește **hipermetropie**. Pentru aducerea imaginii pe retină se folosesc lentile **biconvexe**, care cresc puterea de convergență a sistemului optic:



Imaginea fără lentile de corecție este reprezentată cu linii negre, imaginea corectată este reprezentată cu roz.

Acuitatea vizuală a unei persoane se poate determina cu ajutorul unui imprimat de dimensiune standard, numit **optotip**:



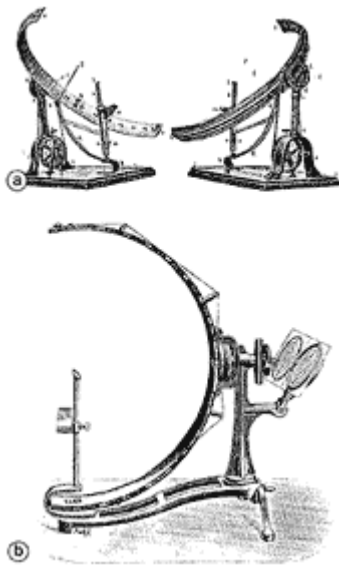
În mod normal, o persoană sănătoasă poate citi primul rând al optotipului de la 50 m, al doilea de la 40... 30, 25, 20, 15, 12, 10, 8, 6, iar ultimul de la 5 m. Practic citirea se face la 5m, de unde, un subiect sănătos poate citi ultimul rând. Exprimarea se face printr-un raport dintre distanța de la care se face citirea (5m) și distanța la care ar trebui să poată fi citit ultimul rând pe care îl vede subiectul. **EXEMPLU:** Pacientul vede de la 5 metri doar primul rând, pe care ar trebui să îl vadă de la 50m \Rightarrow acuitatea vizuală este de 5/50.

Acuitatea vizuală normală este de 5/5.

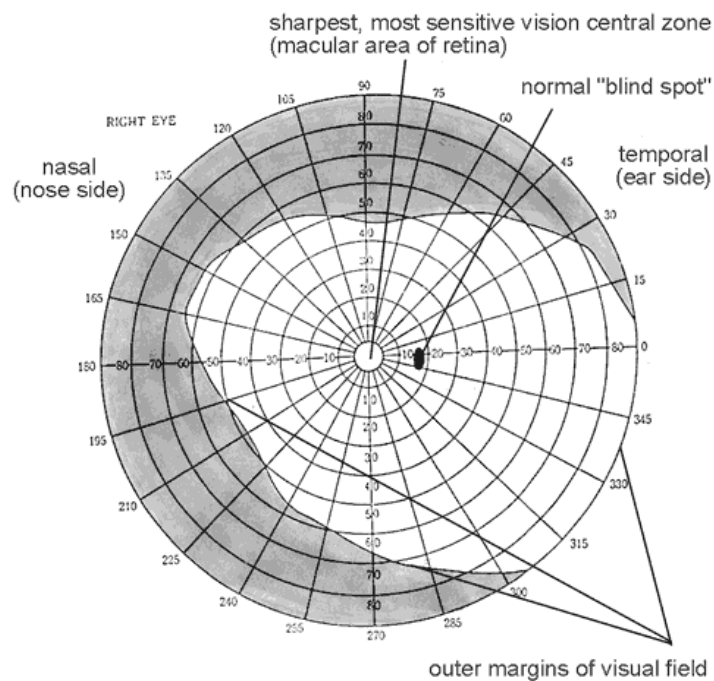
Dacă subiectul are tulburări de acuitate vizuală, în fața ochiului se vor monta prin încercări repetate lentile de puteri crescânde, până când el poate citi cât mai bine optotipul (ideal 5/5).

Determinarea câmpului vizual. Câmpul vizual reprezintă aria care poate fi cuprinsă de ochi când acesta privește fix înainte. Evident, câmpul vizual este limitat superior de arcada sprâncenoasă, medial de piramida nazală iar inferior de pomeții obrazilor. Lateral câmpul vizual este deschis, el putând trece de 110 grade. Datorită dispunerii diferite a celulelor cu

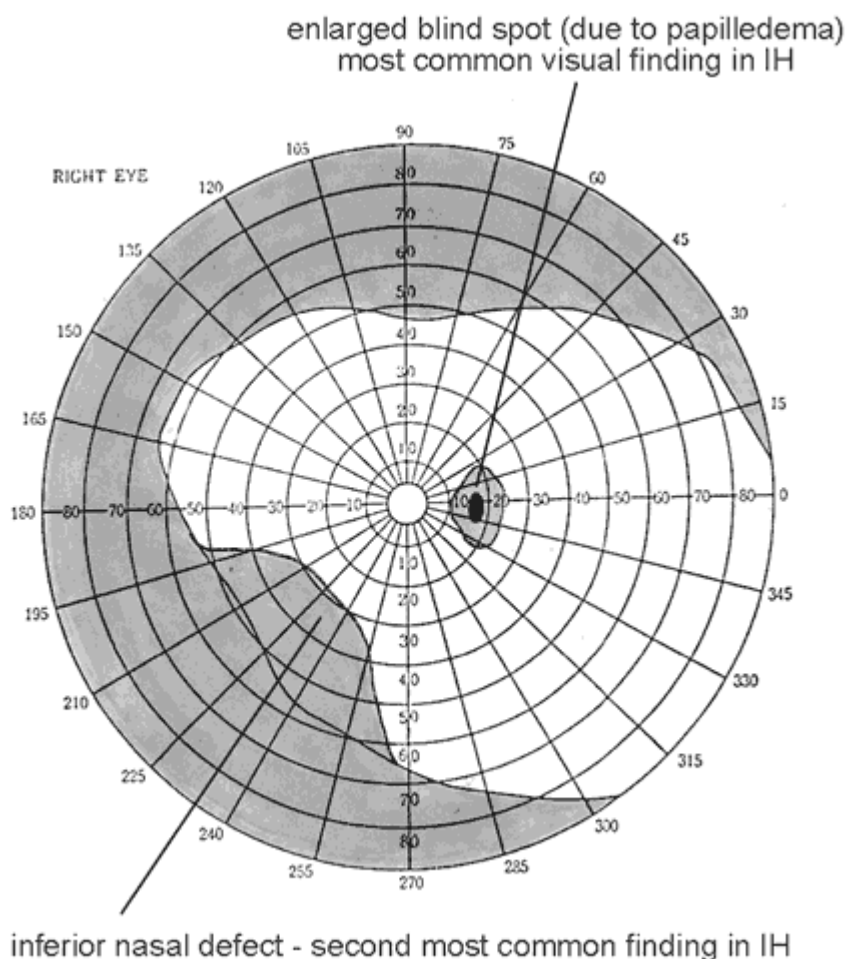
conuri pe suprafața retinei, câmpul vizual este diferit pentru cele 3 culori fundamentale. Determinarea câmpului vizual se face cu ajutorul unui aparat numit perimetru:



Subiectul fixează bărbia în suportul aparatului iar cu ochiul de examinat privește fix bila albă din centrul semicercului. Celălalt ochi va fi acoperit. Examinatorul aduce treptat, dinspre periferia semicercului spre centru, un obiect colorat (sau alb). În momentul în care subiectul vede bagheta colorată, notează unghiul pe un formular tipărit. Apoi semicercul se rotește cu 15 grade și operațiunea se repetă. La final, după ce semicercul a descris o rotație completă, vom obține un grafic cu totalitatea punctelor văzute de subiect = câmpul vizual.



Câmp vizual normal



Câmp vizual cu hemianopsie în sector (pacient cu hipertensiune intracraniană)

Câmpul vizual poate diferi fiziologic de la individ la individ, legat de particularitățile faciesului. Tulburările majore sunt reprezentate de **scotoame**, **hemianopsii**, **hemianopsii în cadran sau sector și îngustări ale câmpului vizual**.

Scotoamele reprezintă “defecte” de câmp vizual, “zone oarbe” în care subiectul nu percepe bagheta perimetrului. De menționat că **există un scotom fiziologic** în câmpul vizual, dat de pata oarbă a retinei (vezi desenele de mai sus).

Hemianopsiile reprezintă lipsa unei jumătăți (de obicei medială sau laterală) din câmpul vizual, apare de obicei în distrugerii ale nervului optic sau accidente vasculare cerebrale.

Hemianopsiile în sector reprezintă lipsa unui sector de câmp vizual.

Îngustările câmpului vizual reprezintă reduceri ale ariei câmpului vizual, sunt date de accidente vasculare cerebrale sau tumori compresive ale SNC. Dacă se instalează brusc în urma unor traumatisme ale globilor oculari denotă dezlipiri ale retinei.