



Szem, látás és színeslátás

Dr. Szél Ágoston

Semmelweis Egyetem

Anatómiai, Szövet- és Fejlődéstani Intézet

*Oktatás, kutatás,
gyógyítás: 250 éve az
egészség szolgálatában*

Szenior Akadémia

2019. Október 7.

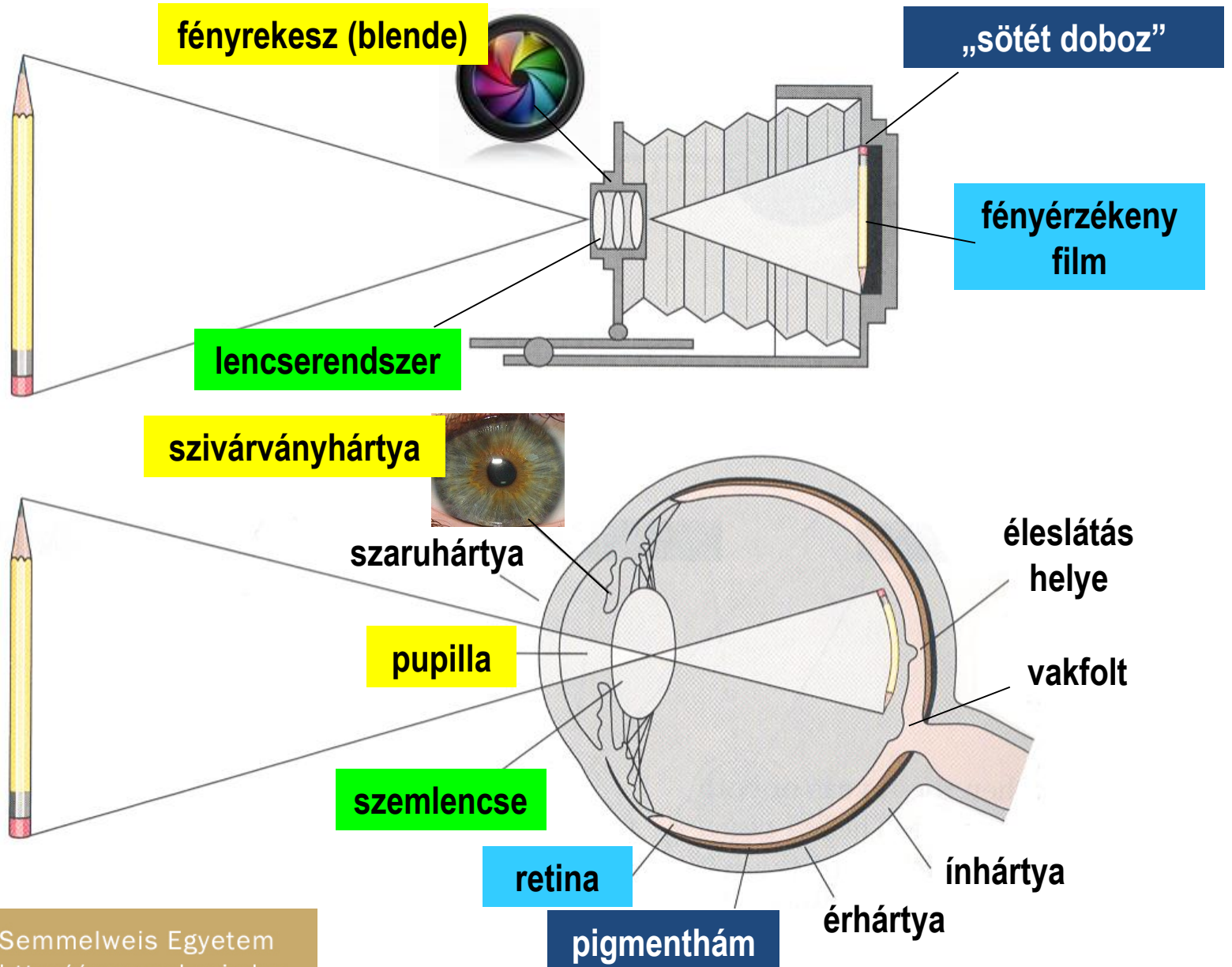


I. A SZEM

Verebics Katalin festőművész, Semmelweis Szalon, 2019. szeptember 19.



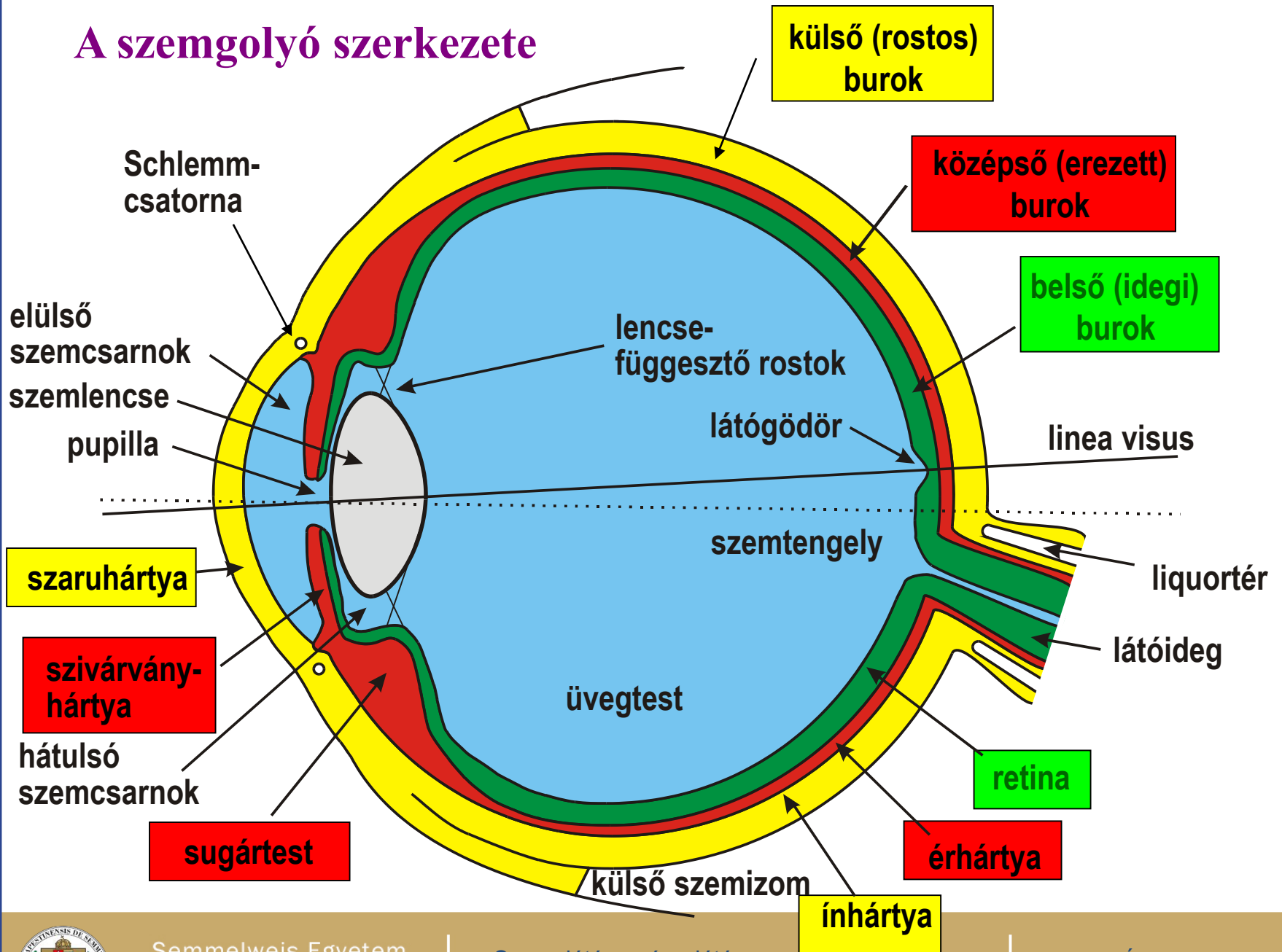
A fényképezőgép és a szem („camera obscura”)

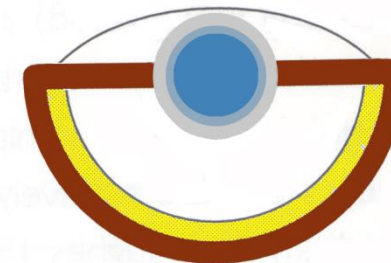
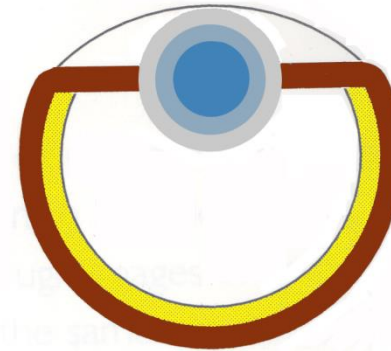
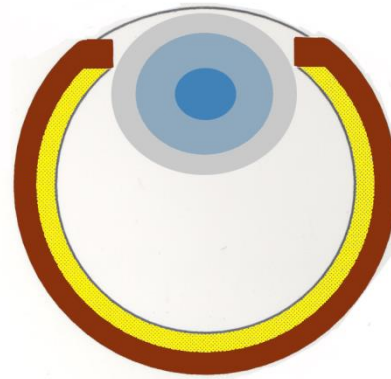
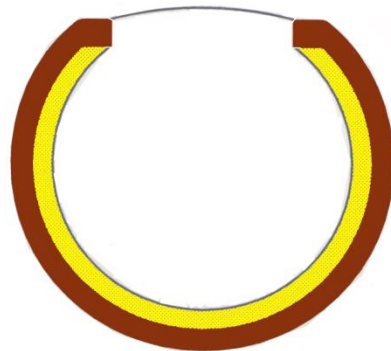
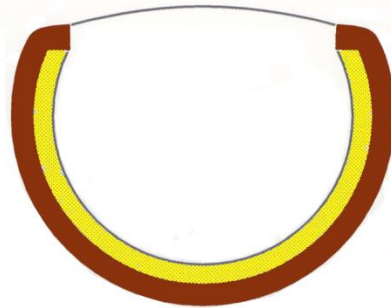
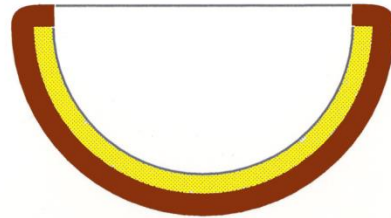
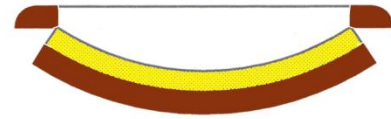


Fényképezőgépek: régiek és újak...



A szemgolyó szerkezete





A látószerv evolúciója

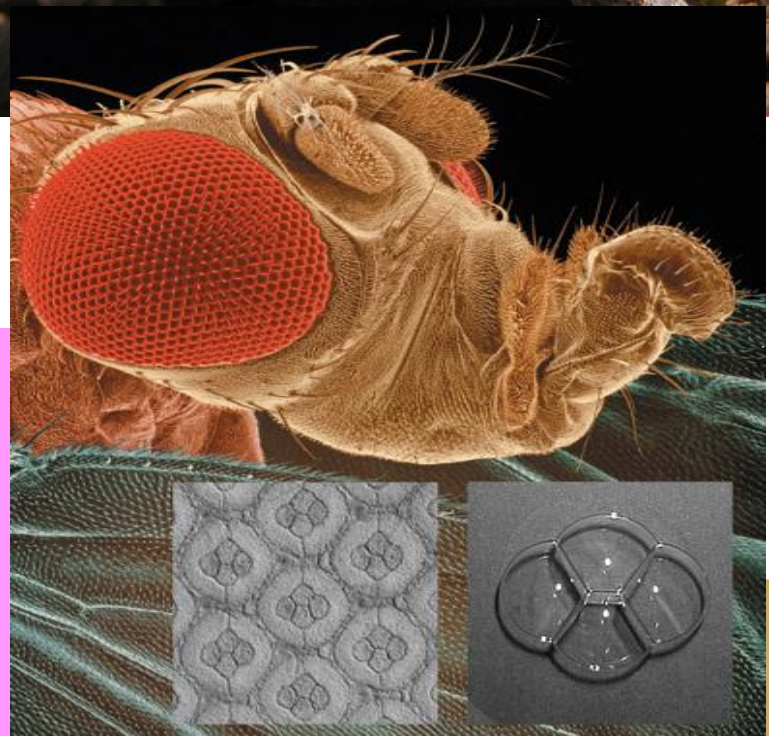
Fényérzékenység
(fotoreceptorok)

Írány-szelektivitás
(bemélyedés)

Éleslátás
(lencse)

Sötét doboz
(pigment)



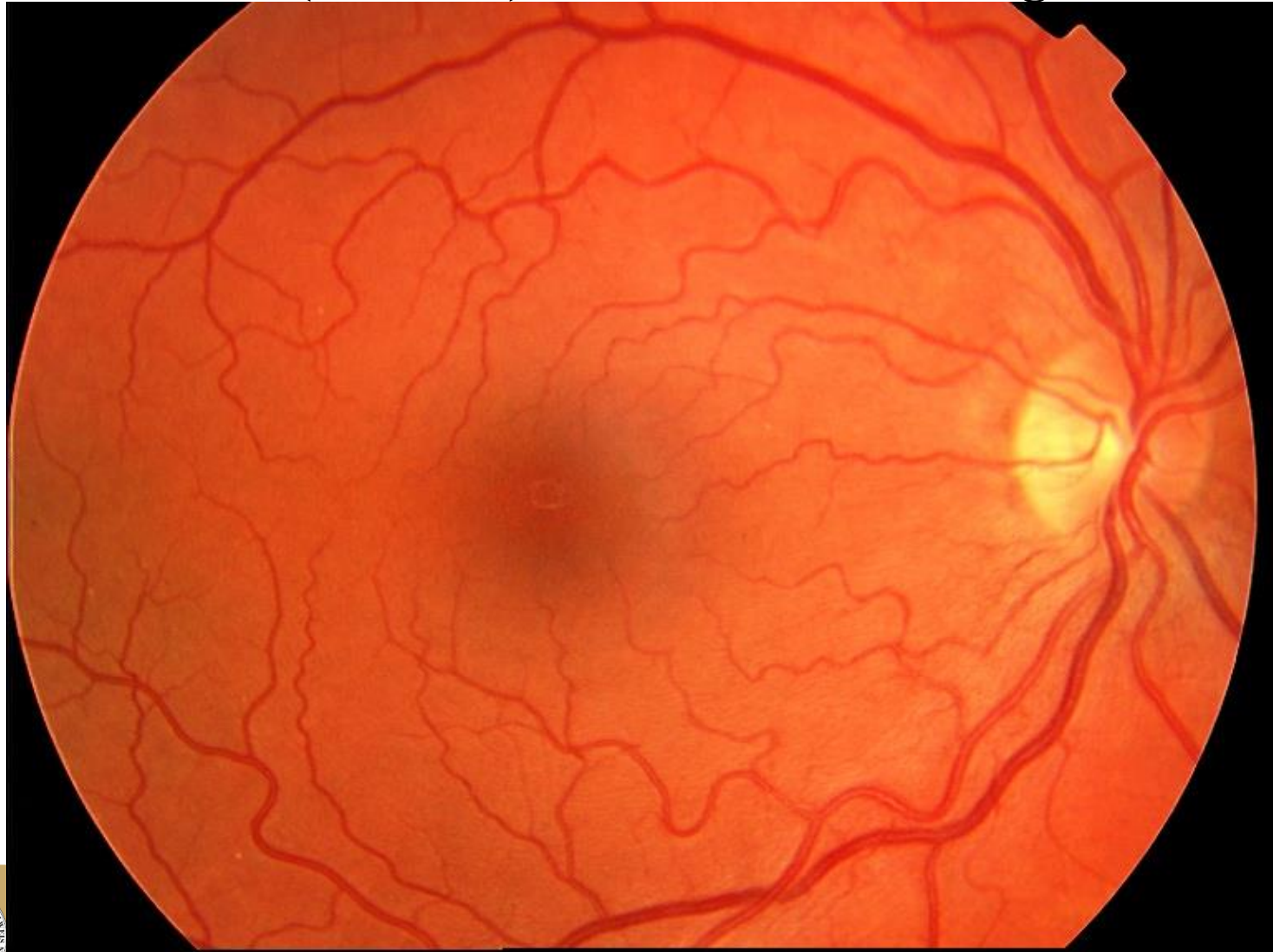


A rovar retina összetett szeme az emberével megegyező feloldás esetén (Kirschfeld, 1976)

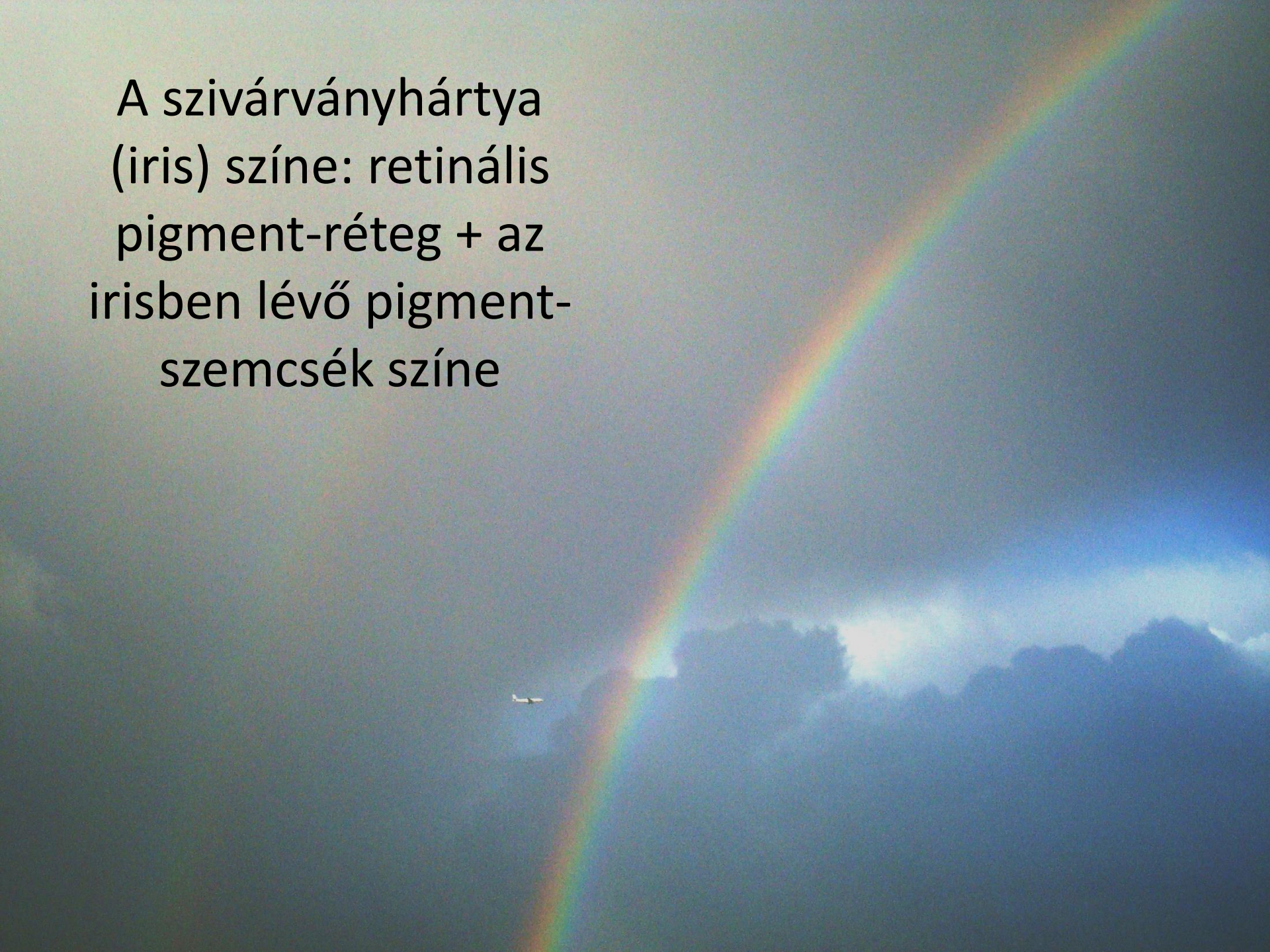
A sárgafolt és a látóidegfő szemtükri képen

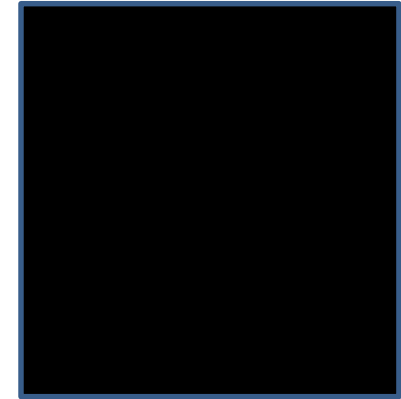
macula lutea (éleslátás)

látóidegfő (vakfolt)

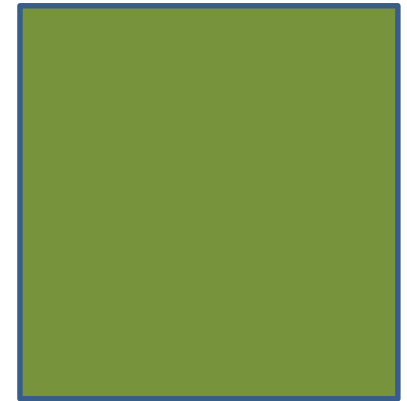


A szivárványhártya
(iris) színe: retinális
pigment-réteg + az
irisben lévő pigment-
szemcsék színe

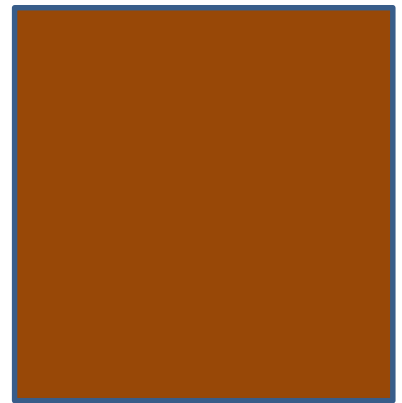




Pablo Picasso:
Madame Soler
(arckép, 1904)



Camille
Pisarro: Felix
(arckép, 1883)



Vincent van
Gogh: Öreg
provence-i
paraszt (1888)



Egon Schiele:
Wally (arckép,
1912)

Szemszín

borostyán (narancs, réz, arany)



kék-zöldesszürke



barna



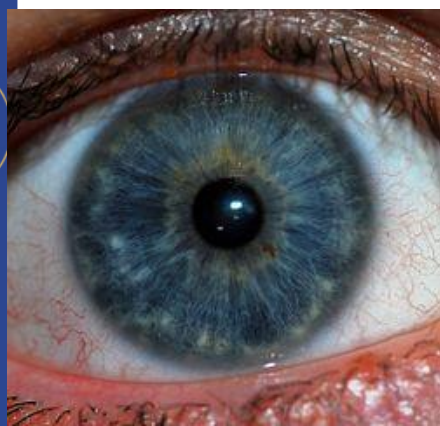
szürkészöld-barna



zöldesbarna (mogyoró)



kék



a két szem szivárvány-hártyája
lehet eltérő színű is





Albinók...



Zöldhályog (*glaukóma*)

Zöldhályog (glaukosz – zöld): A csarnokvíz-termelődé és elfolyás egyensúlya megbomlik (*termelődé > elfolyás*).

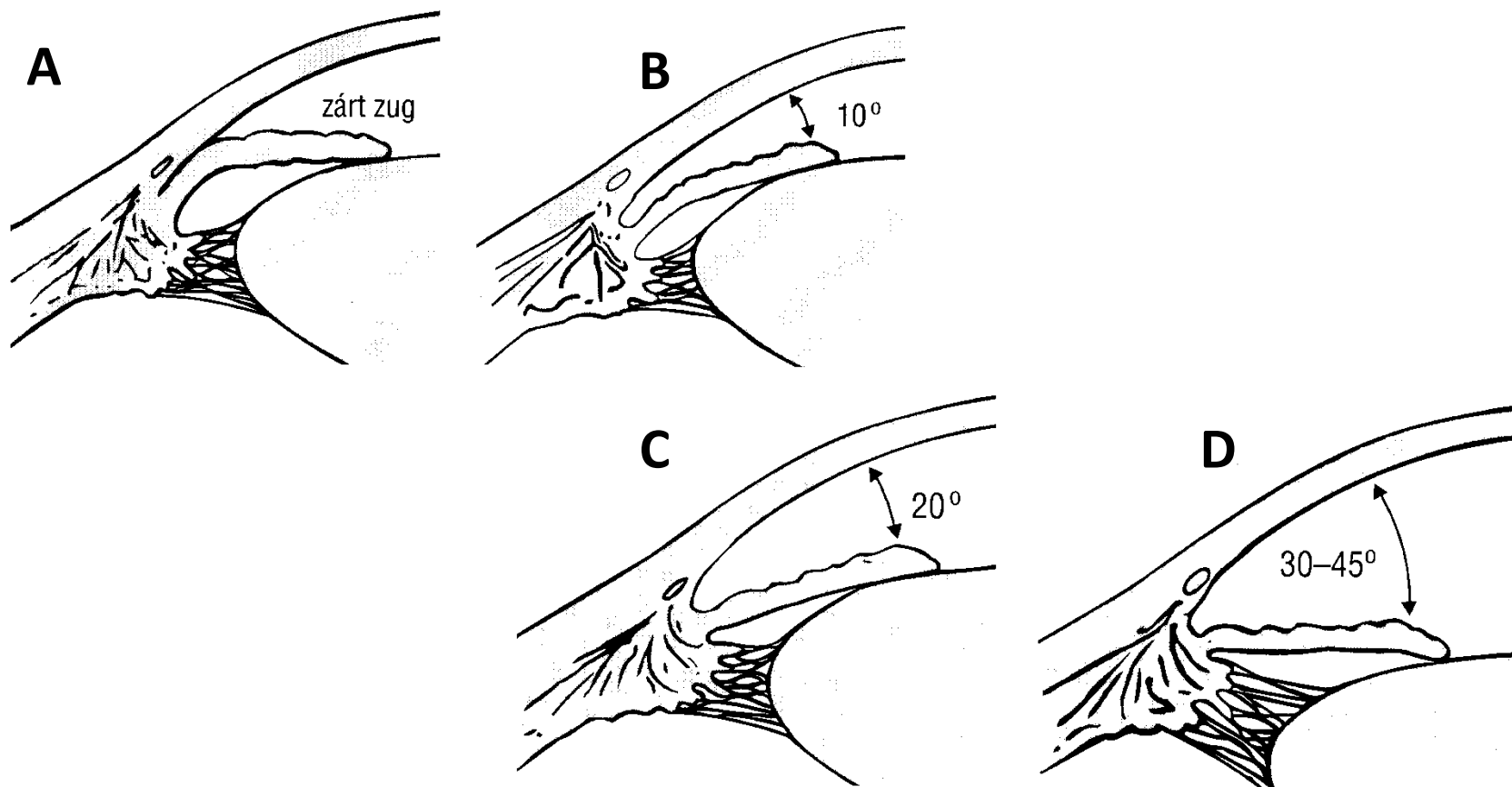
A szemelnyomás fokozódik. Iris előreboltosul, a csarnokzug zárul.

A látóidegfő keringése romlik. A retina idegsejtjei (fotoreceptorok, ganglionsejtek, stb.) nyomás alá kerülnek.

Az idegsejtek *elpusztulnak*, látótérkiesések keletkeznek.

A fokozott szemelnyomás jelei *rohamszerűen* lépnek fel (fejfájás, hányás, pangásos belövelltség – cornea zöld).

Szivárványhártya-szaruhártya szöglet (csarnokzug)



Az elülső csarnokzug állapotai: zárt zug (A), keskeny zug (B), közepesen nyitott zug (C), tág csarnokzug (D).



Van Gogh: Csillagos éjszaka

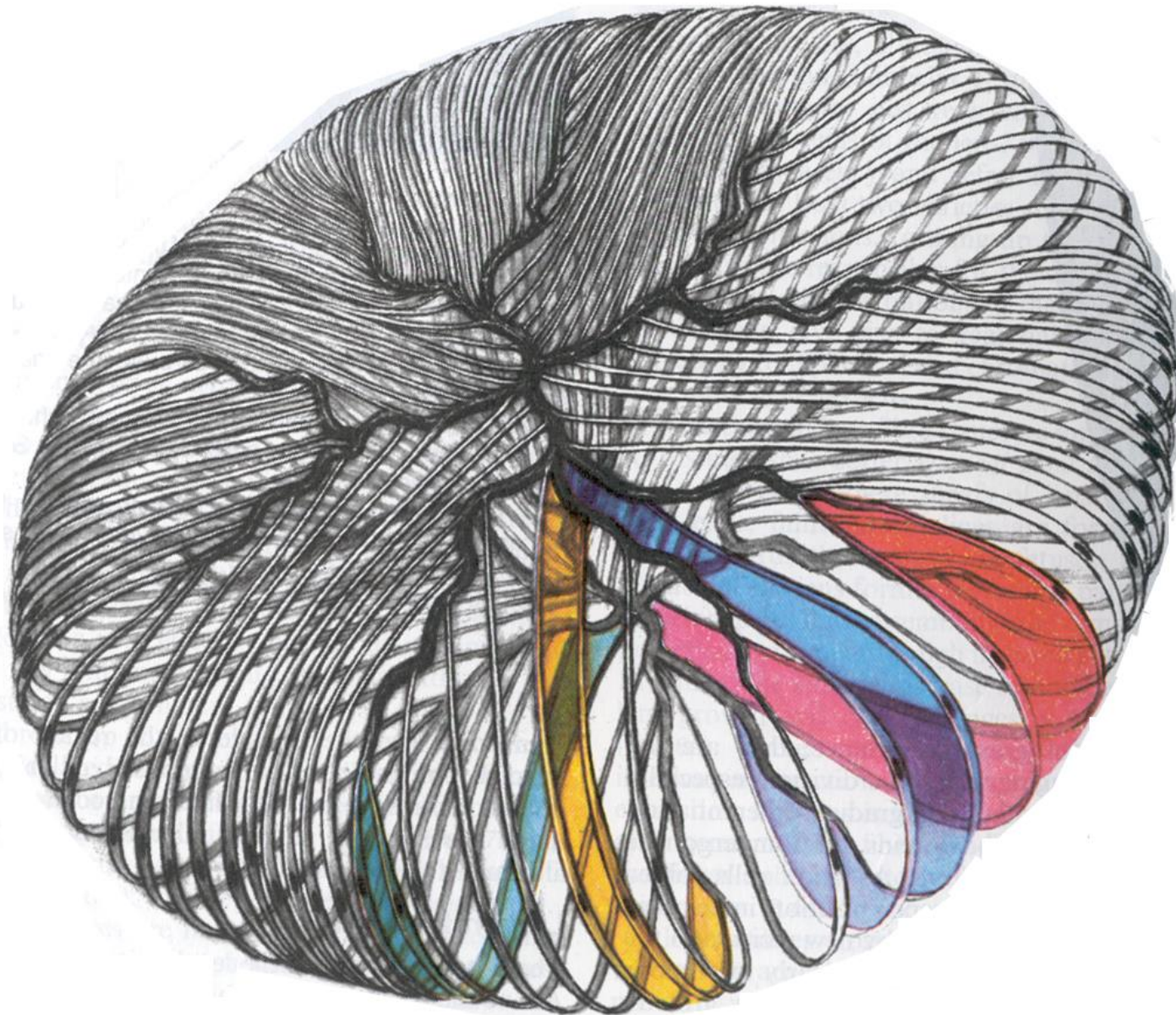


Semmelweis Egyetem
<http://semmelweis.hu>

Szem, látás, színeslátás

Dr. Szél Ágoston

A szemlencse: lencserost-varratok elágazásokkal



Szürkehályog (*cataracta*)

Vízesés (*cataracta*): a lencse előrehaladó elhomályosodása.

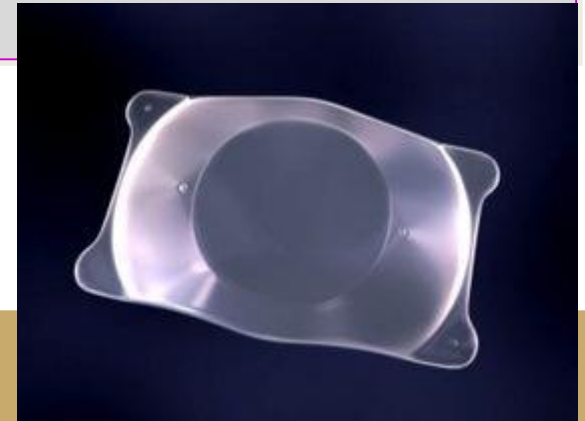
Bármely korosztálynál előfordulhat, oka lehet fejlődési rendellenesség, sérülés vagy anyagcsere-betegség.

Leggyakoribb oka a lencserostok elöregedése (*cataracta senilis*).

A lencsehomály helyétől függően (kérgi, mag eredetű, tok alatti) előbb vagy később jelentkeznek tünetek.

Klasszikus megoldás: lencse-eltávolítás. A lencsenélküli szem: erős túllátás (*aphakia*).

Lencse extrakció és intraokuláris
lencse (IOL) implantáció

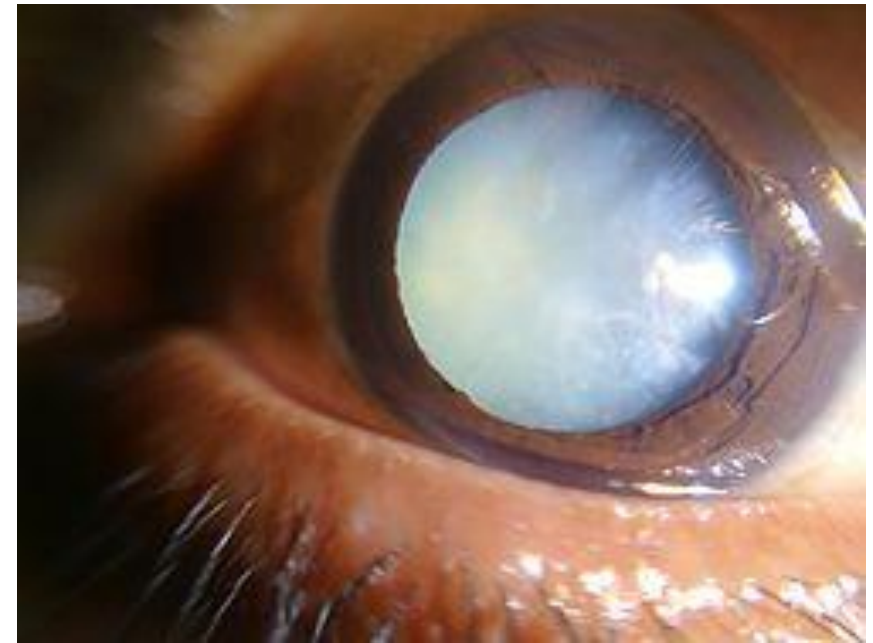




közepesen érett
szürkehályog



érett szürkehályog





Renoir: Claude
Monet portréja

Vizililiomok (fénykép)

Monet fiatalkori és időskori festménye: Vizililiomok tava



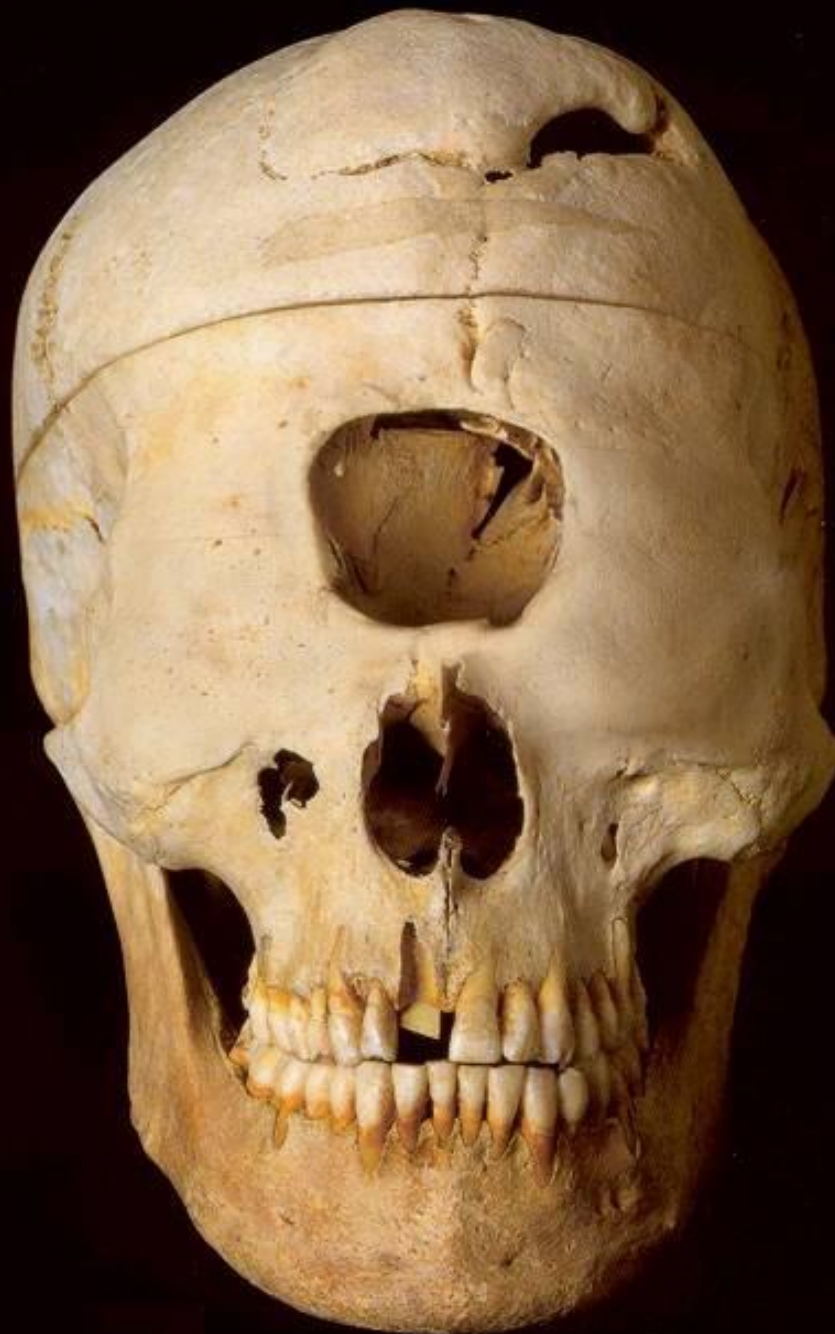


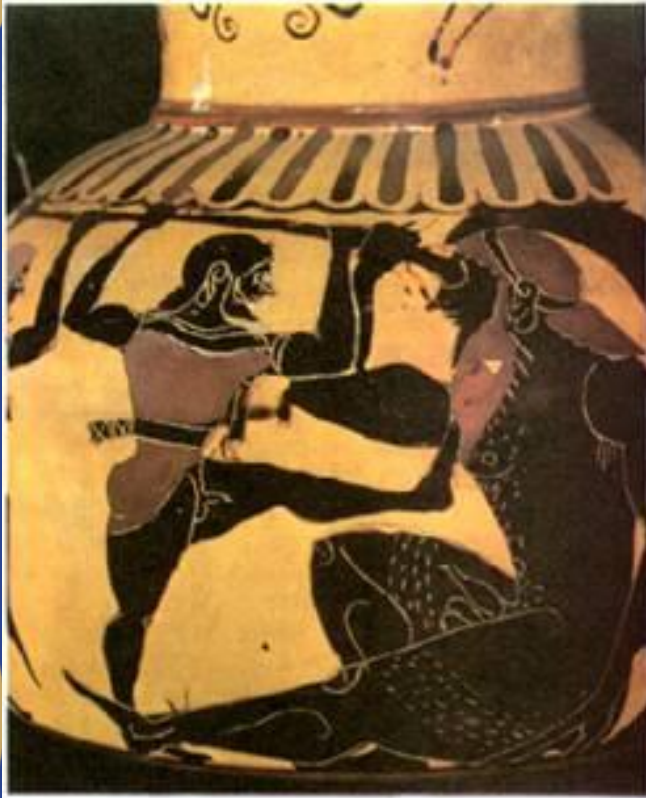
II. LÁTÁS

Martyn Ferenc, 1980

Egy kis fejlődéstan...

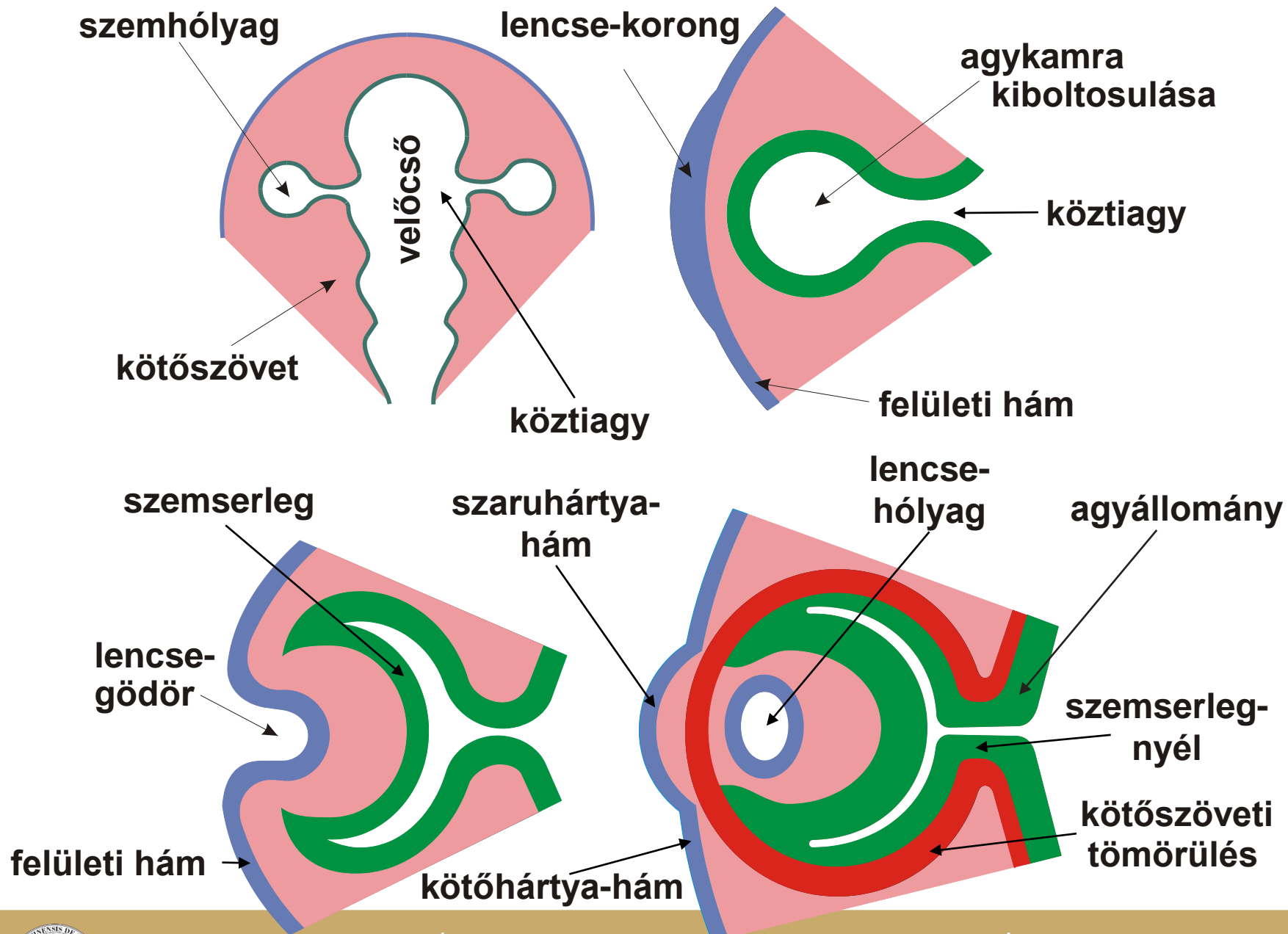
Egyszeműség (Cyclopia)





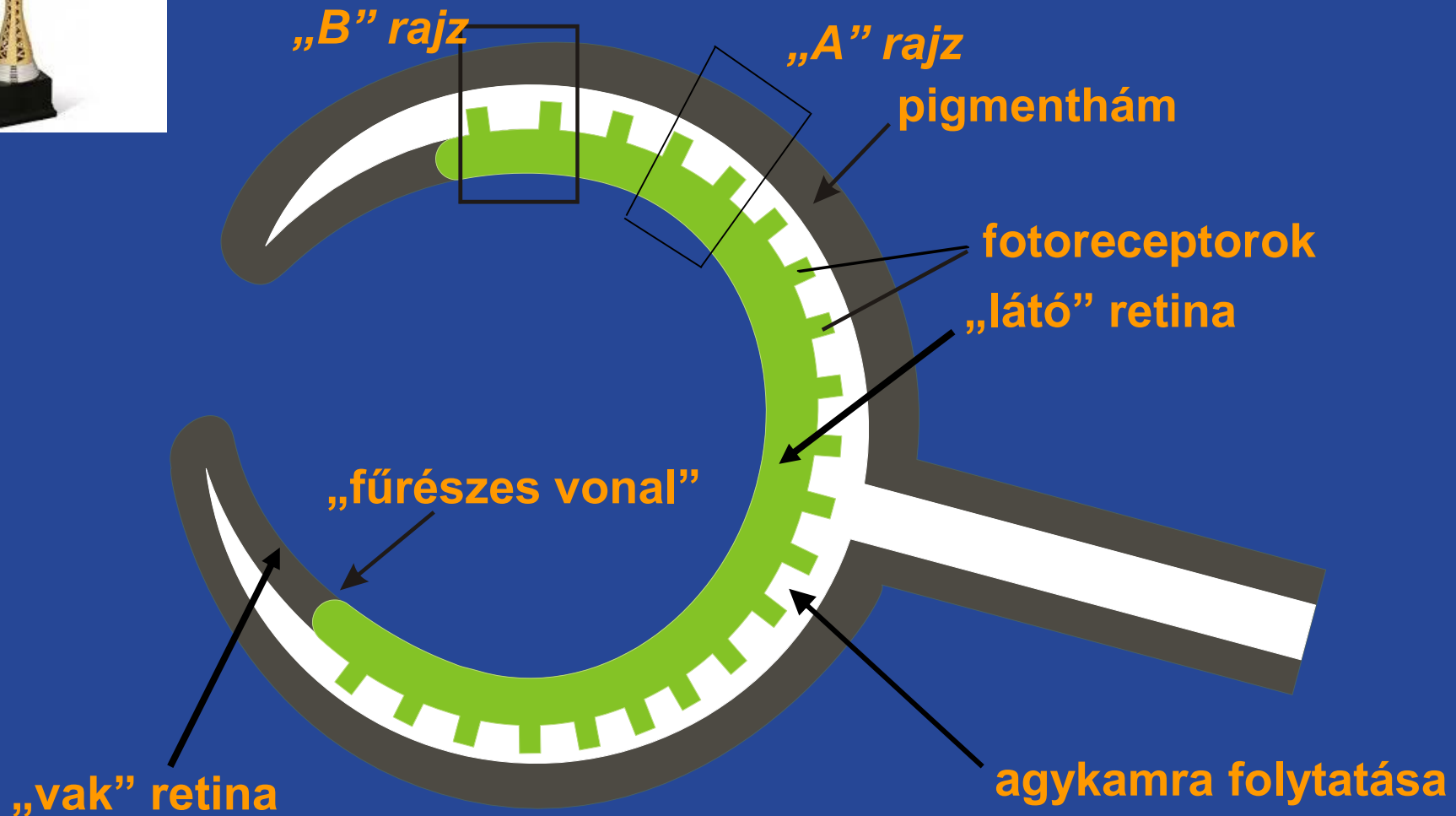
Küklopsz a görög mitológiában (Odüsszeusz és Polüphémosz)



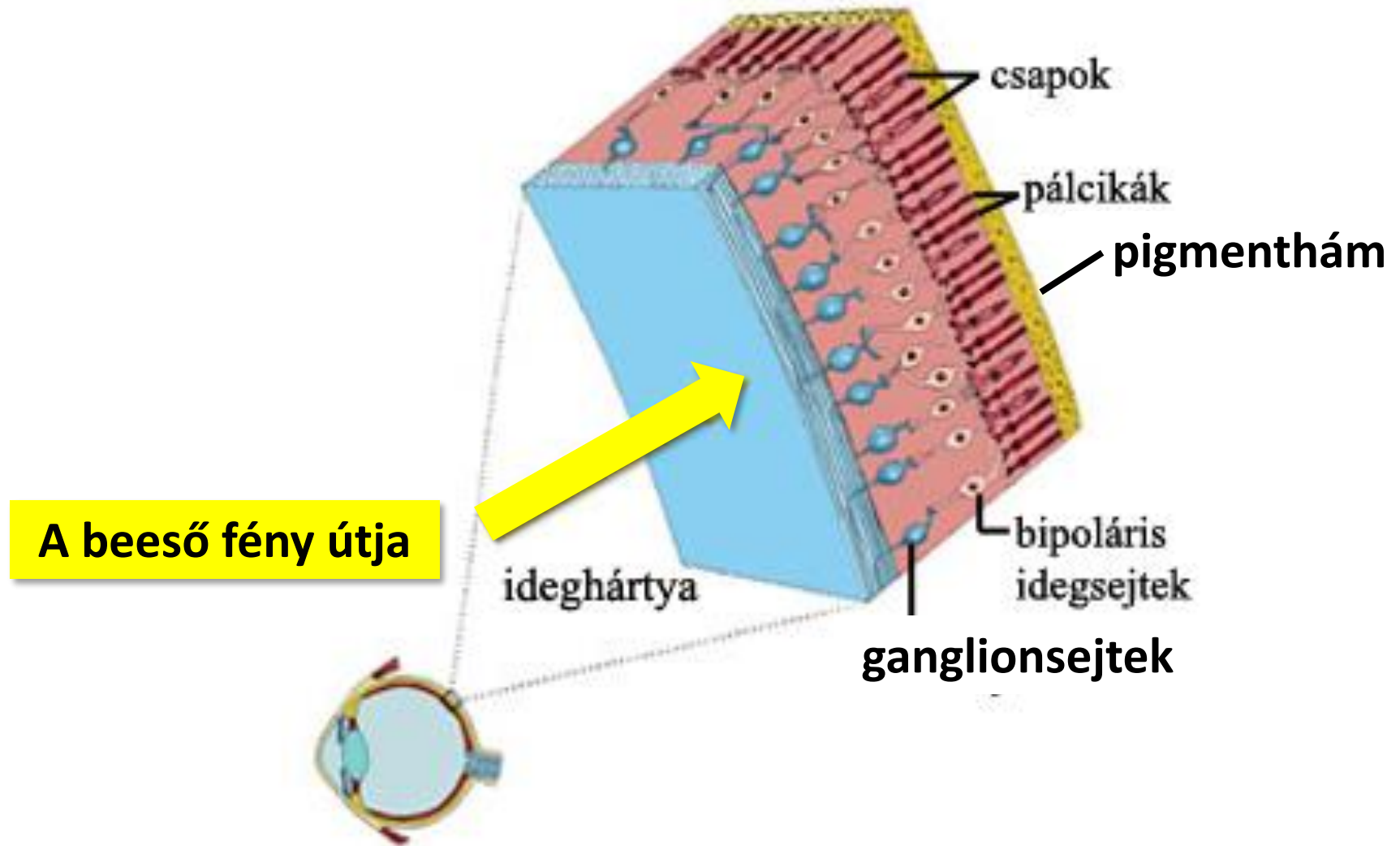




A szemserleg fejlődési sémája

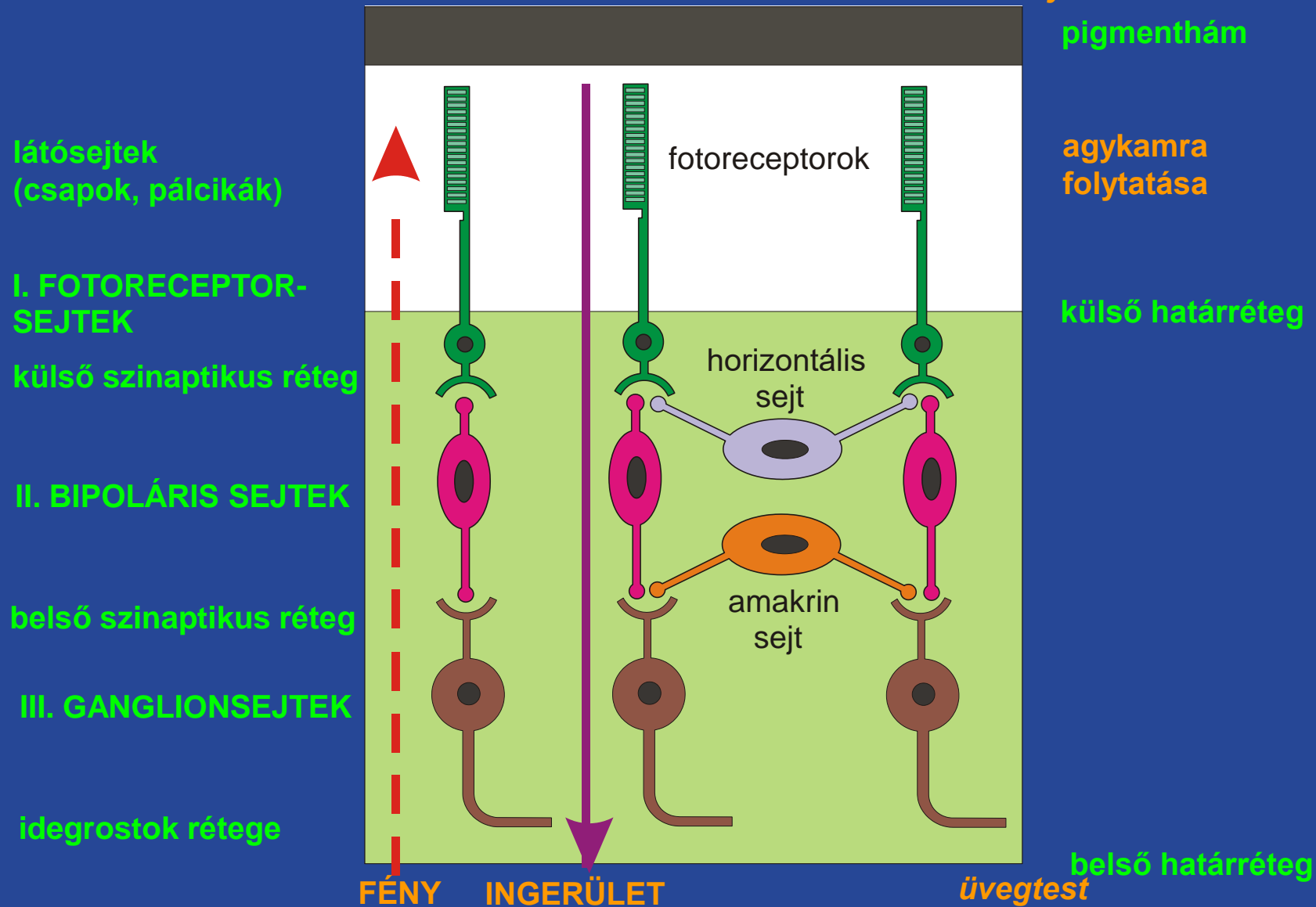


A retina rétegződése vázlatosan („A” rajz)



A retina rétegződése és fontosabb sejtípusai („B” rajz)

érhártya



A retina rétegei szövettani metszeten

ínhártya ↑

pigmenthám

csapok és pálcikák

külső határréteg

I. külső magvas réteg

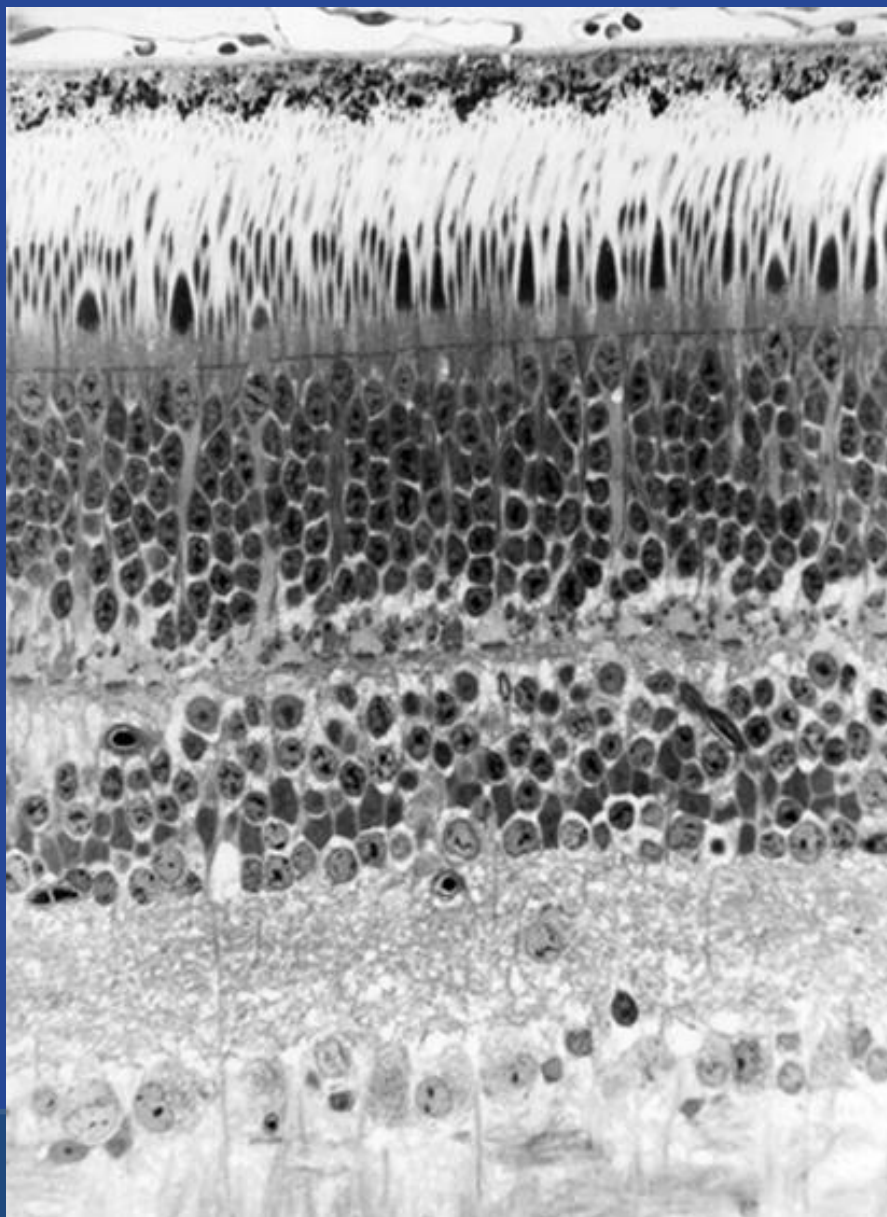
külső szinaptikus réteg

II. belső magvas réteg

belső szinaptikus réteg

III. ganglionsejtek

látóideg rostjai
belső határréteg



csillók
kültagok

beltagok

csapok magjai

pálcikák magjai

horizontális sejtek

bipoláris sejtek

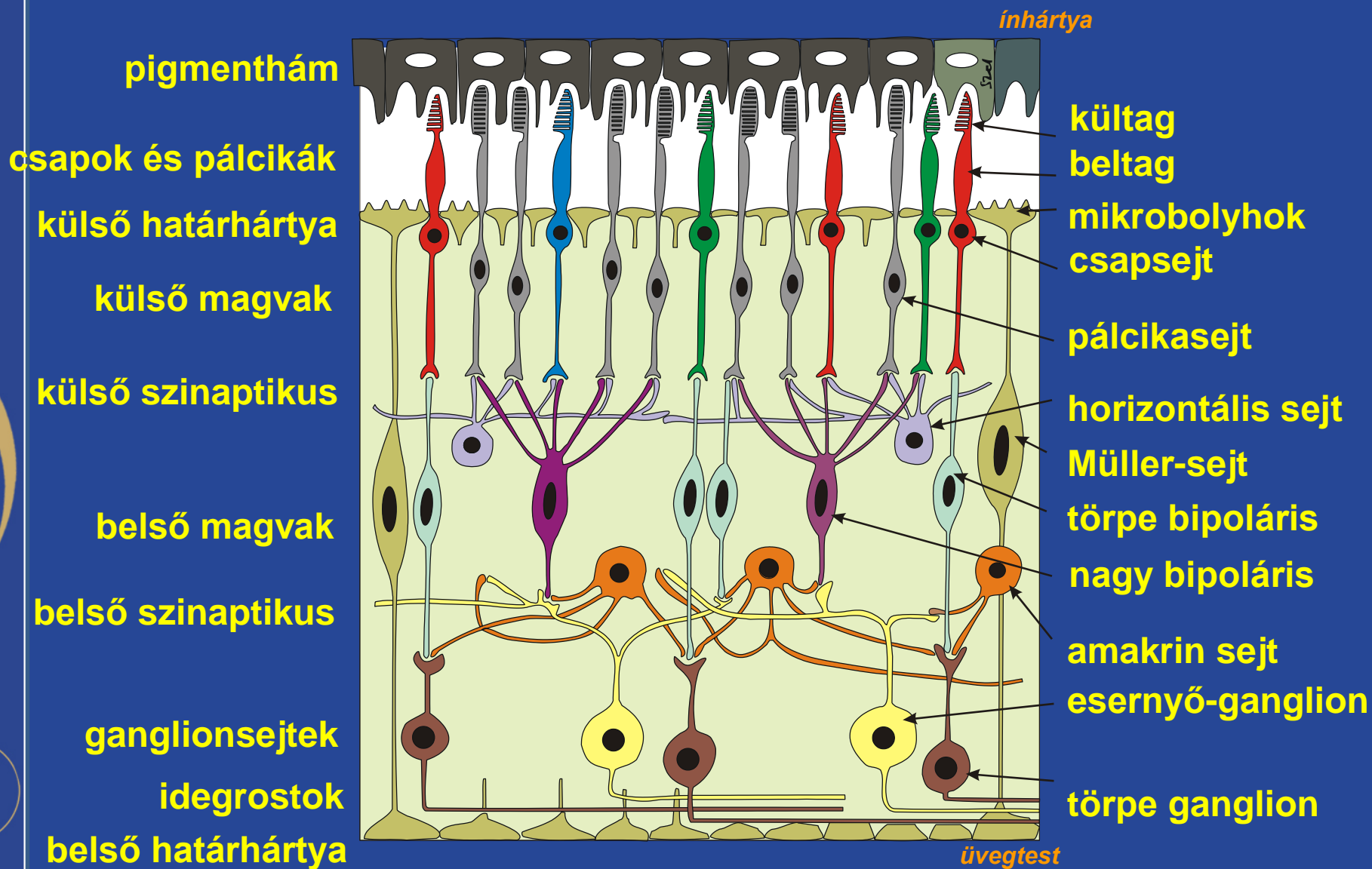
Müller-sejtek

amakrin sejtek

ganglion sejtek

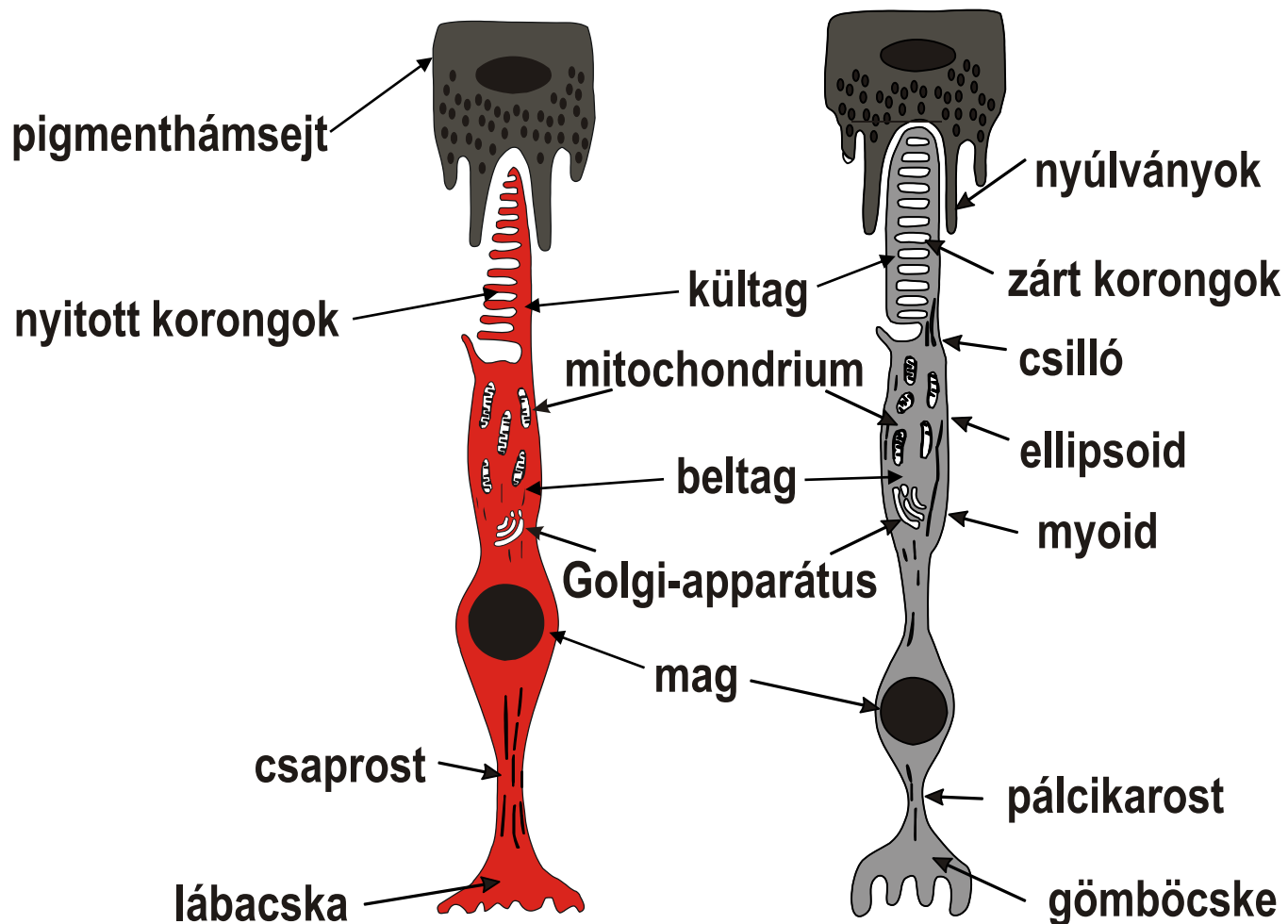
↓ üvegtest

A retina rétegződése és fontosabb sejtípusai

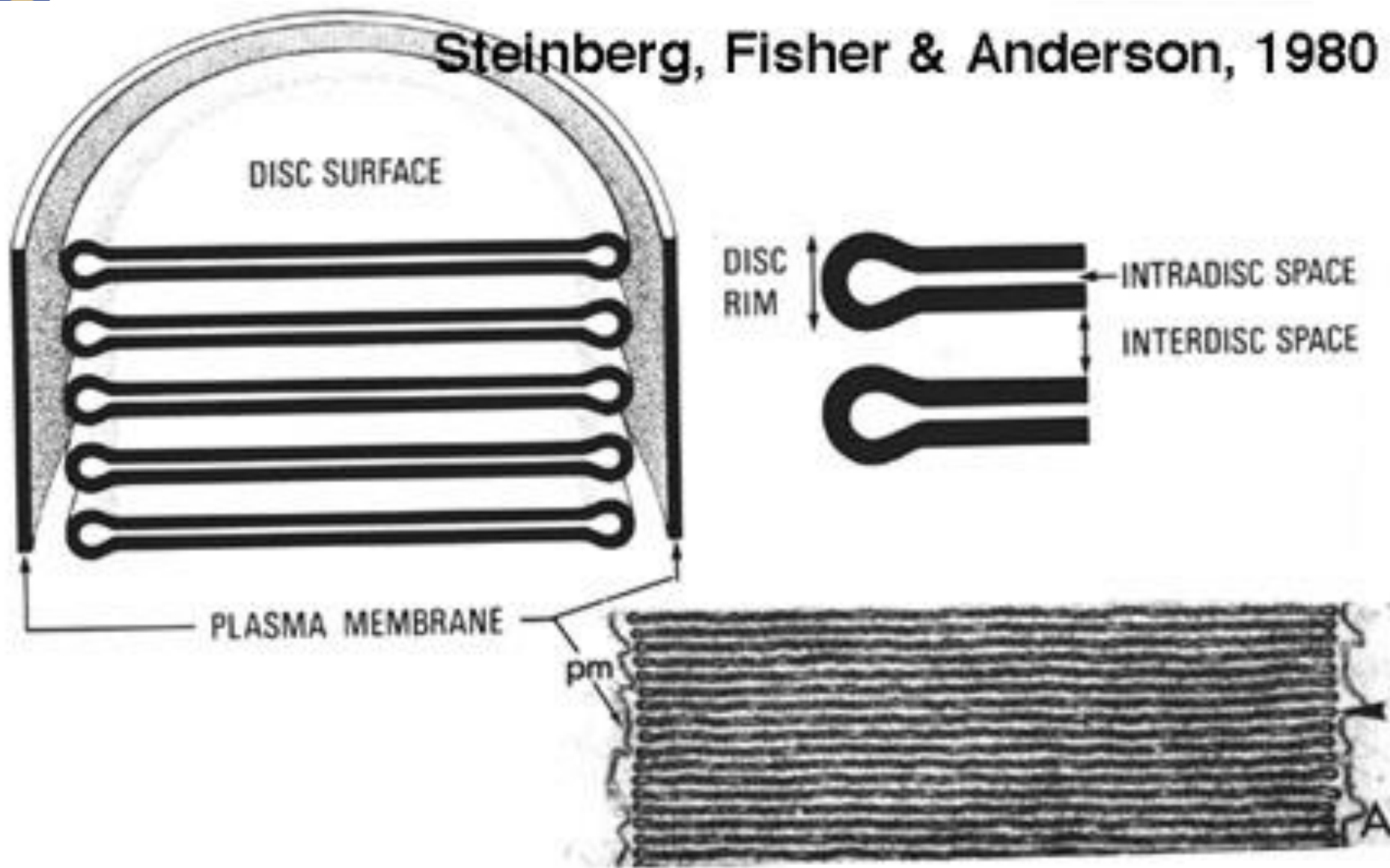


Kétféle fotoreceptorsejt (duplicitás-elmélet)

CSAPSEJT (nappali) PÁLCIKASEJT (éjszakai)

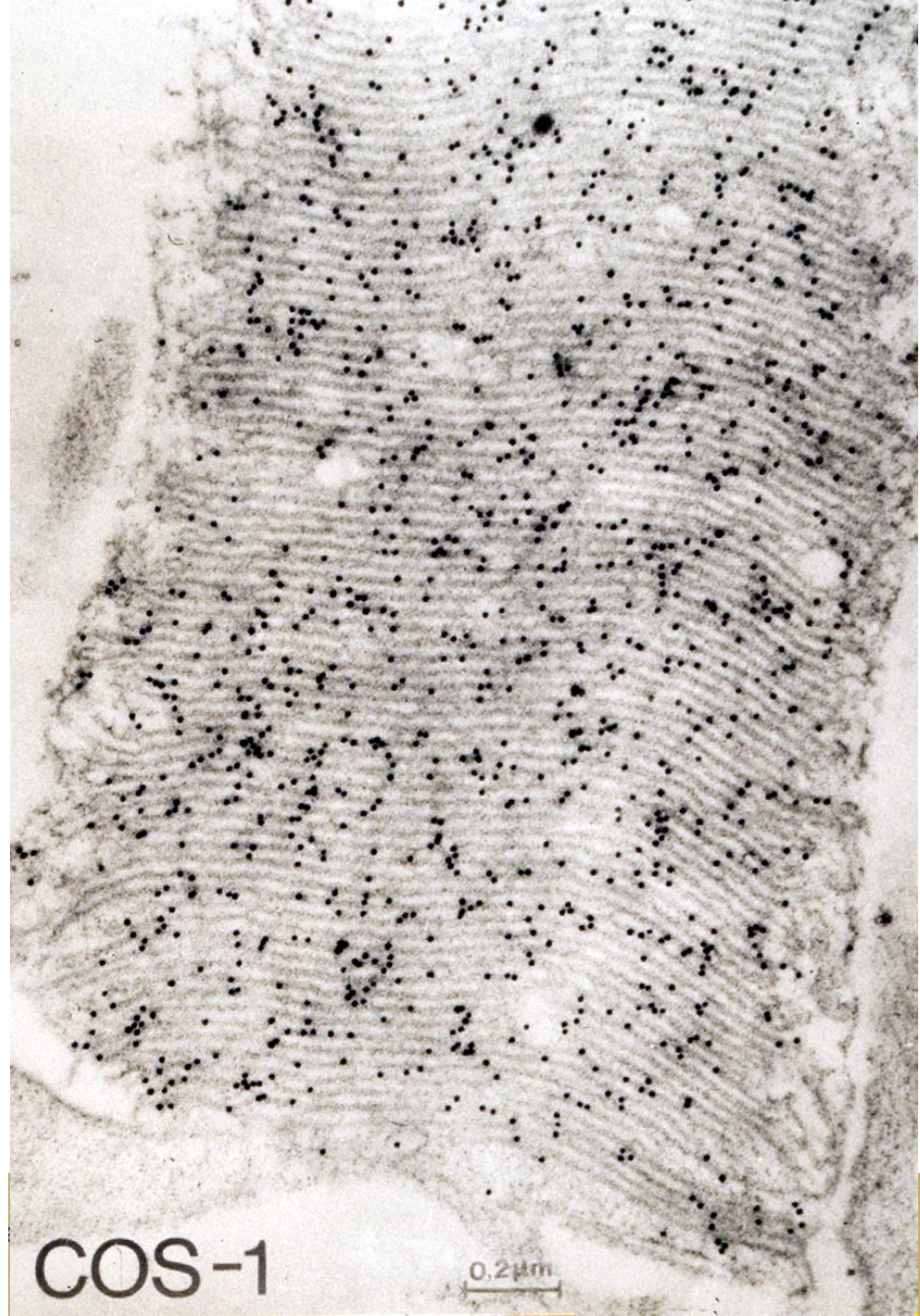


Steinberg, Fisher & Anderson, 1980

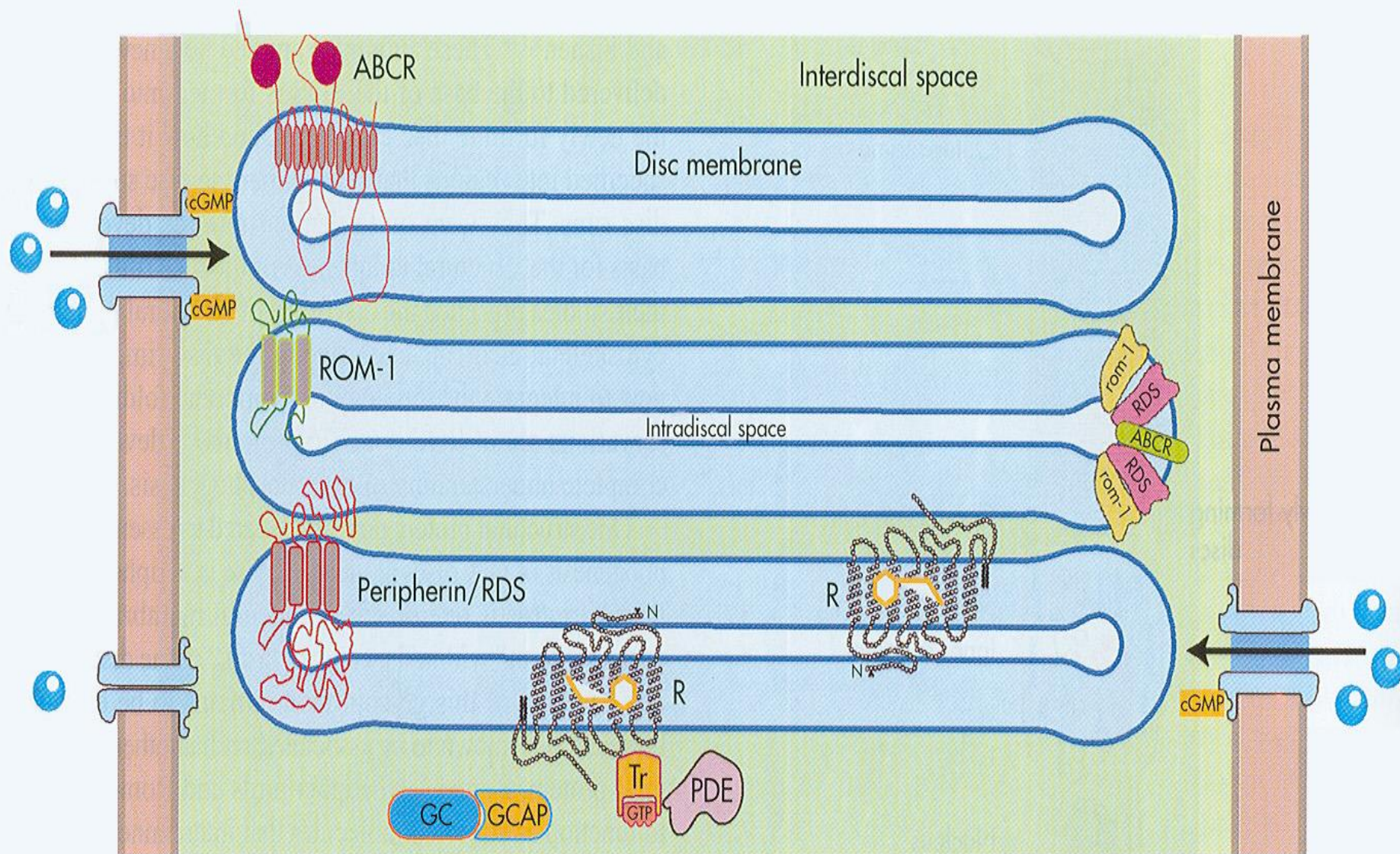


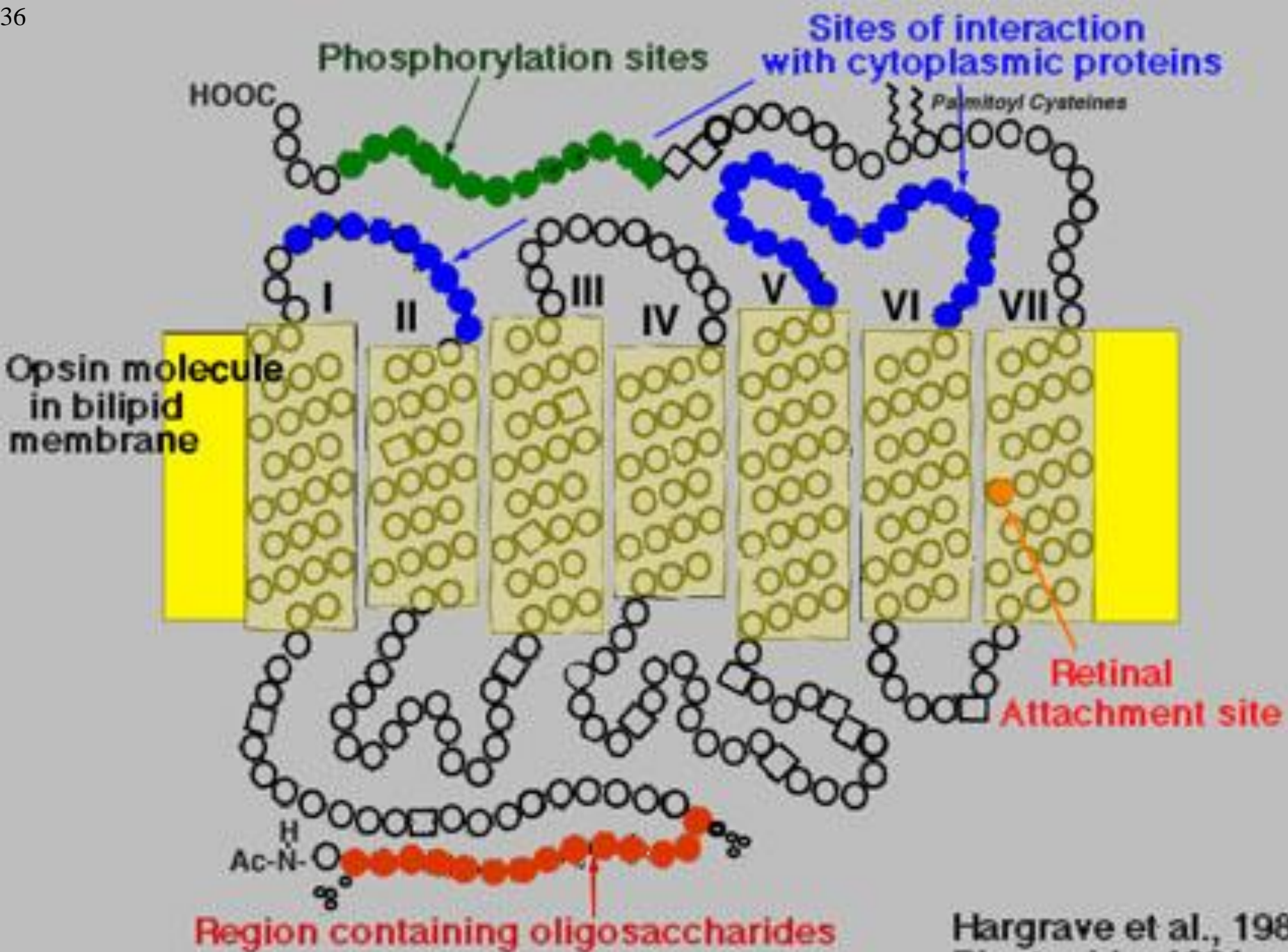
Elektronmikroszkópos immuncitokémia

A fekete pontok a korong-
membránhoz kötődő
ellenanyagot (COS-1)
mutatják.



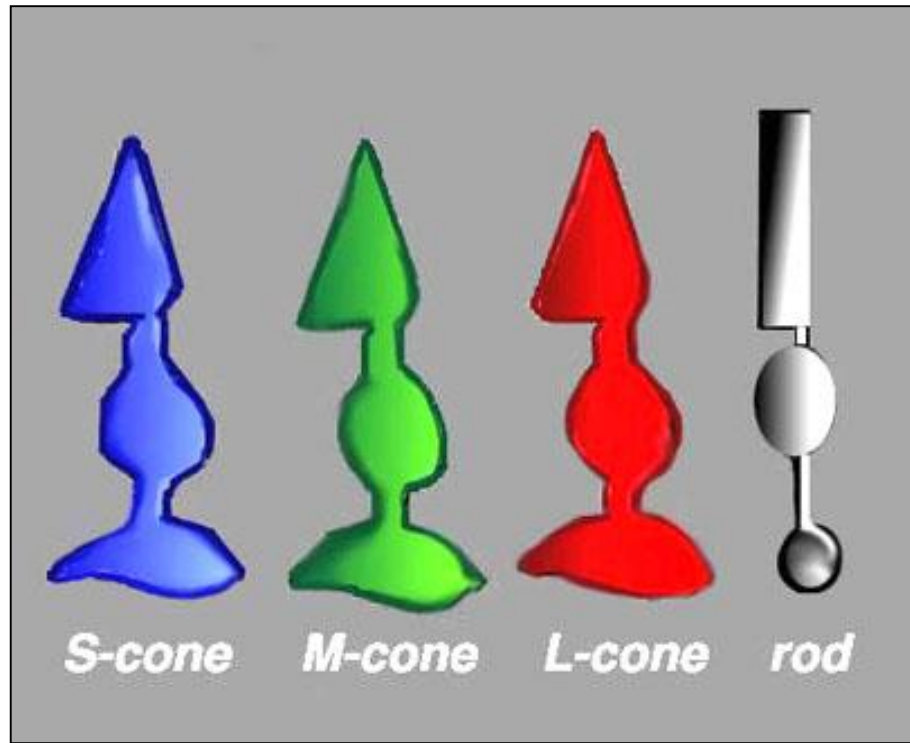
A kültag-membrán jellegzetes fehérjéi



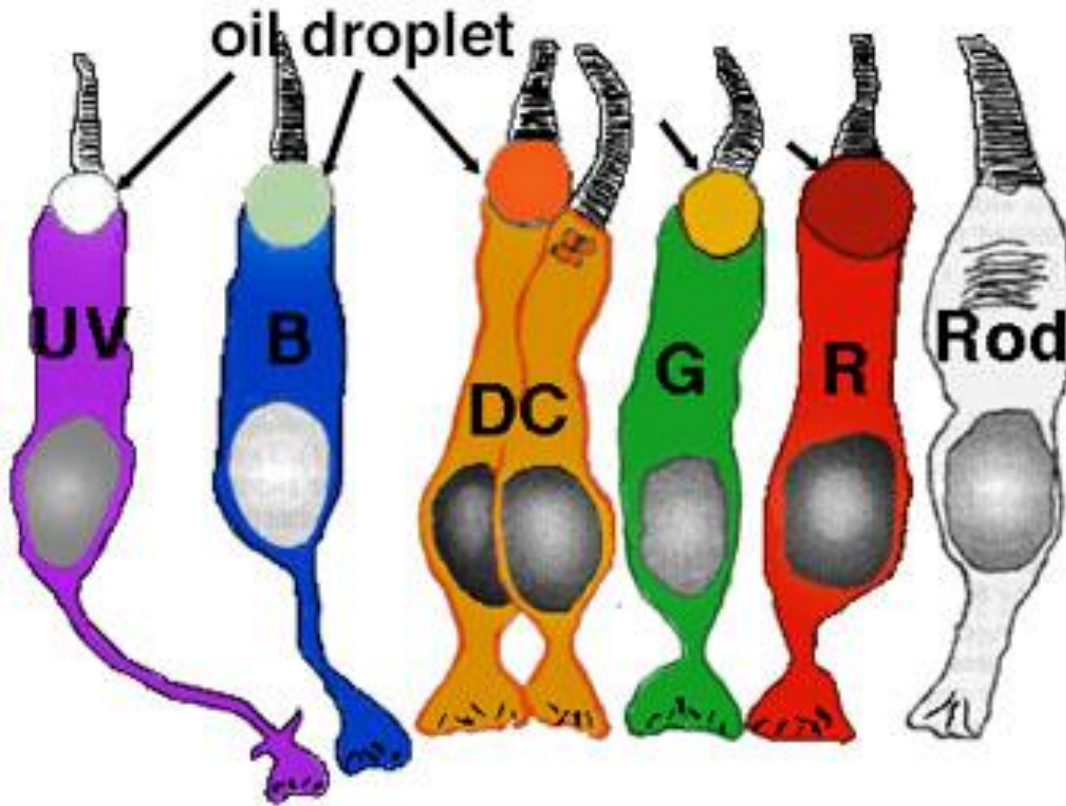


Hargrave et al., 1984
Piantanida, 1991

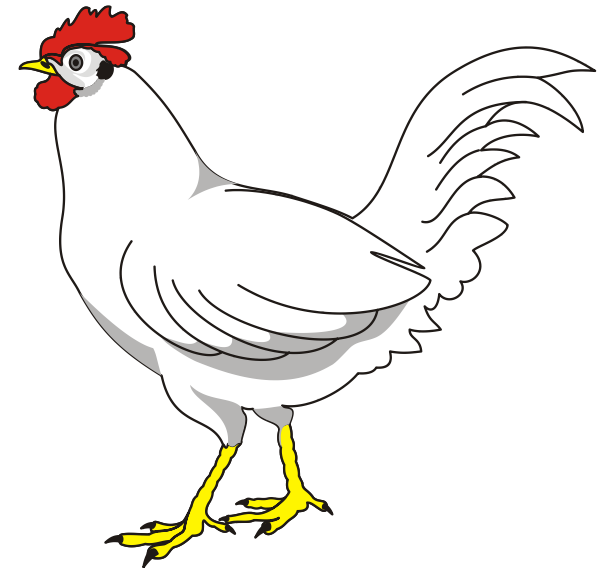
III. SZÍNESLÁTÁS



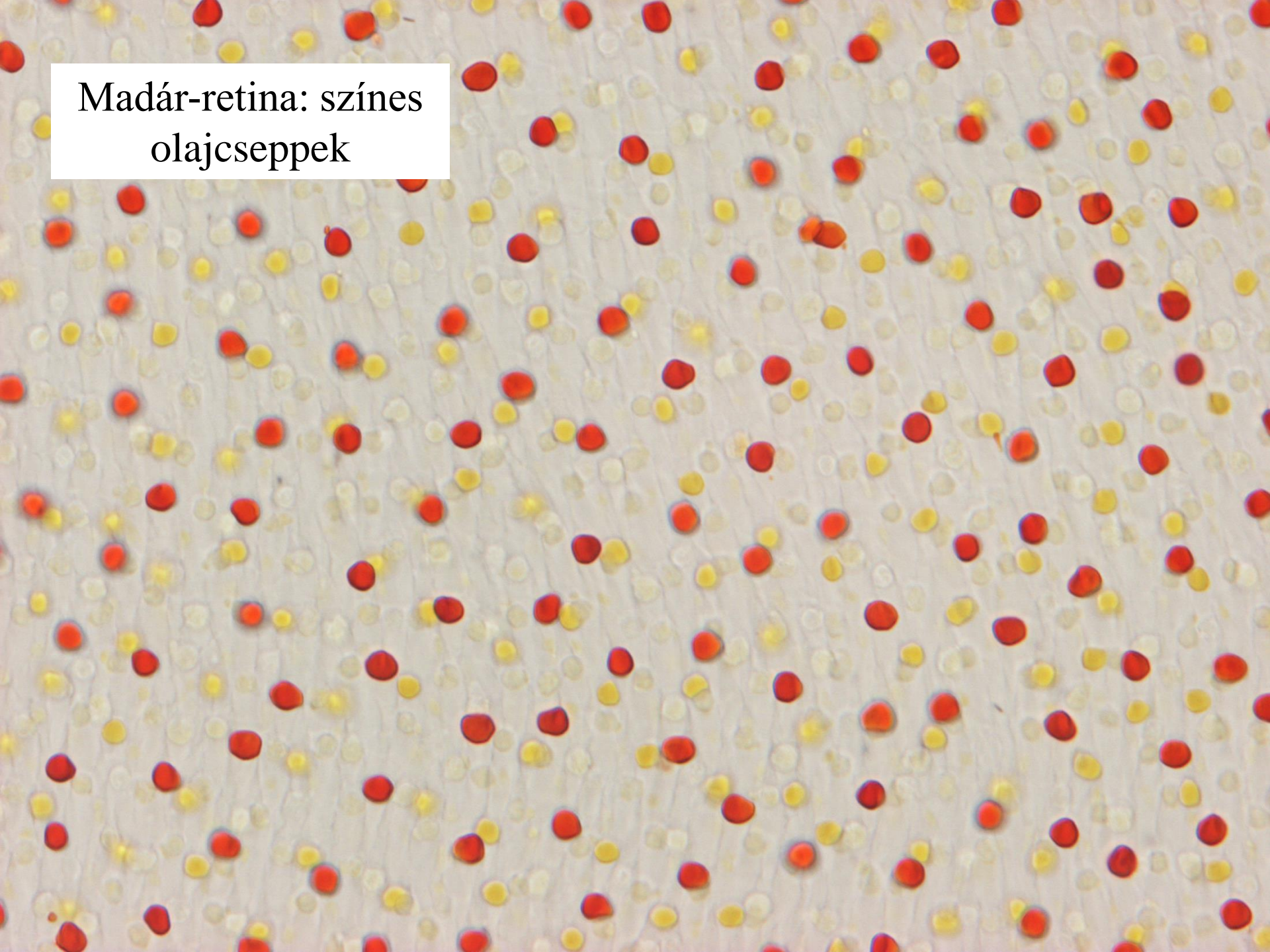
Az ember és a főemlősök retinájában háromféle csapesejt (trikromatikus színlátás) és egy pálcikasejt fordul elő.



A csirke (madár) retina
színes olajcseppjei



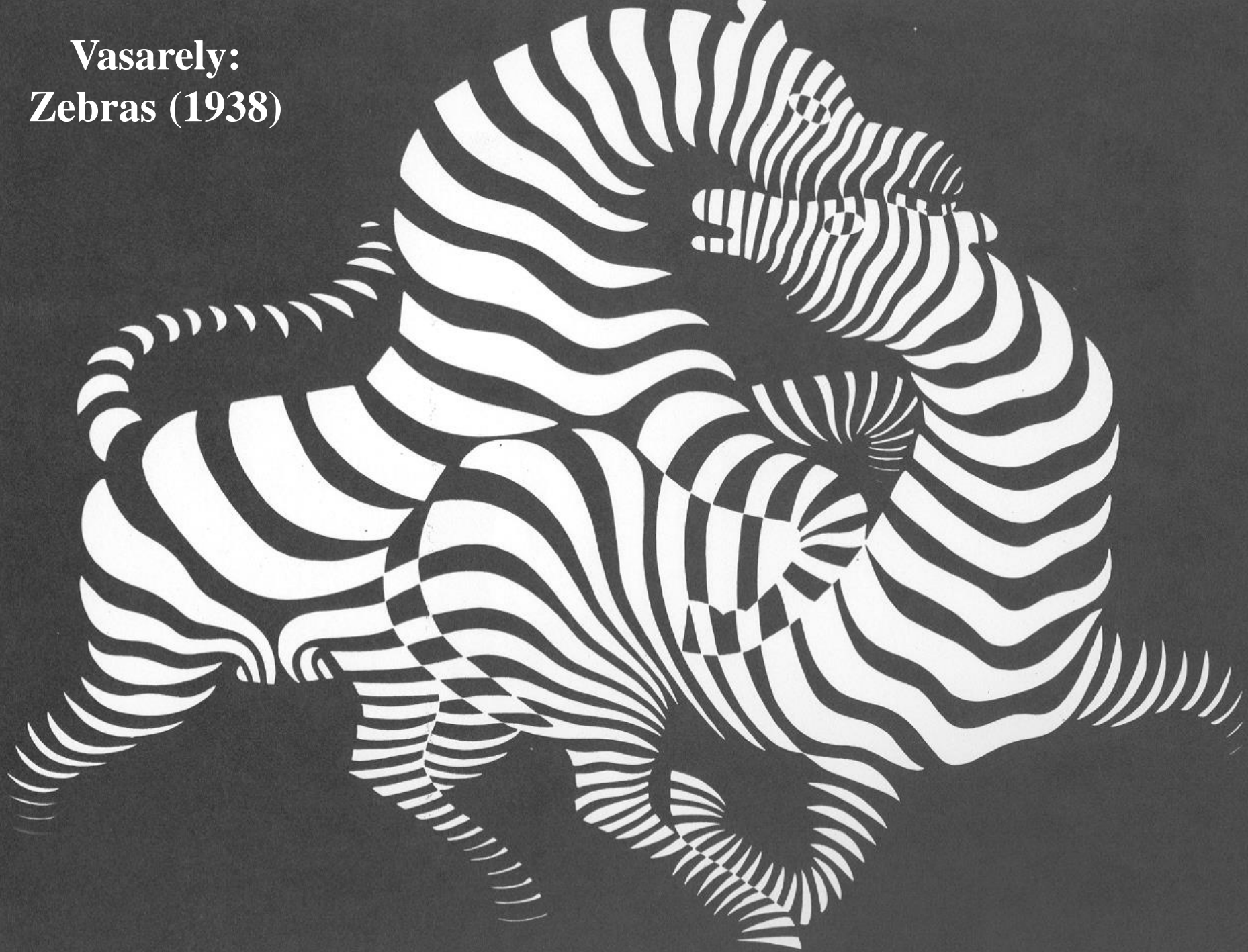
Madár-retina: színes
olajcseppek



Vasarely: Tigers (1938)

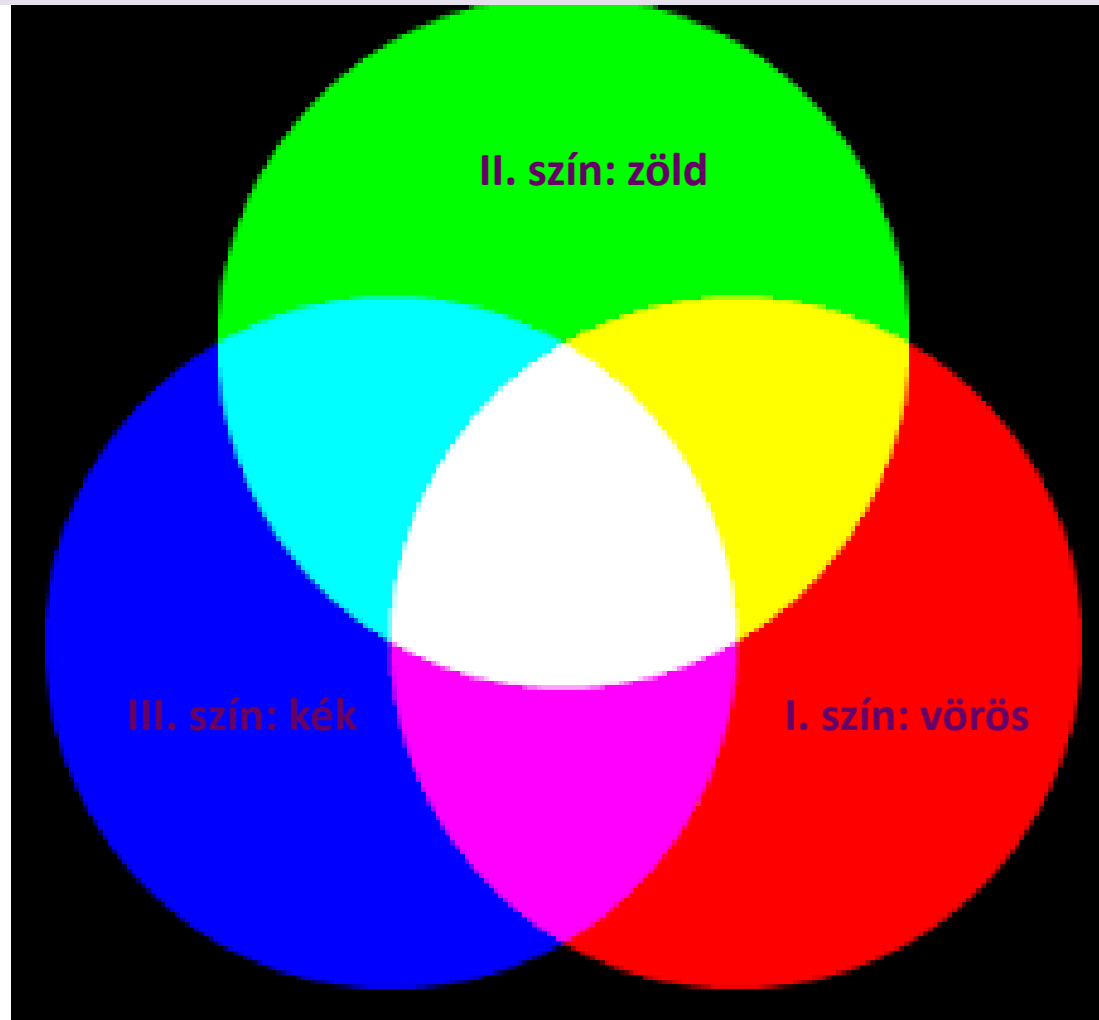


Vasarely:
Zebras (1938)



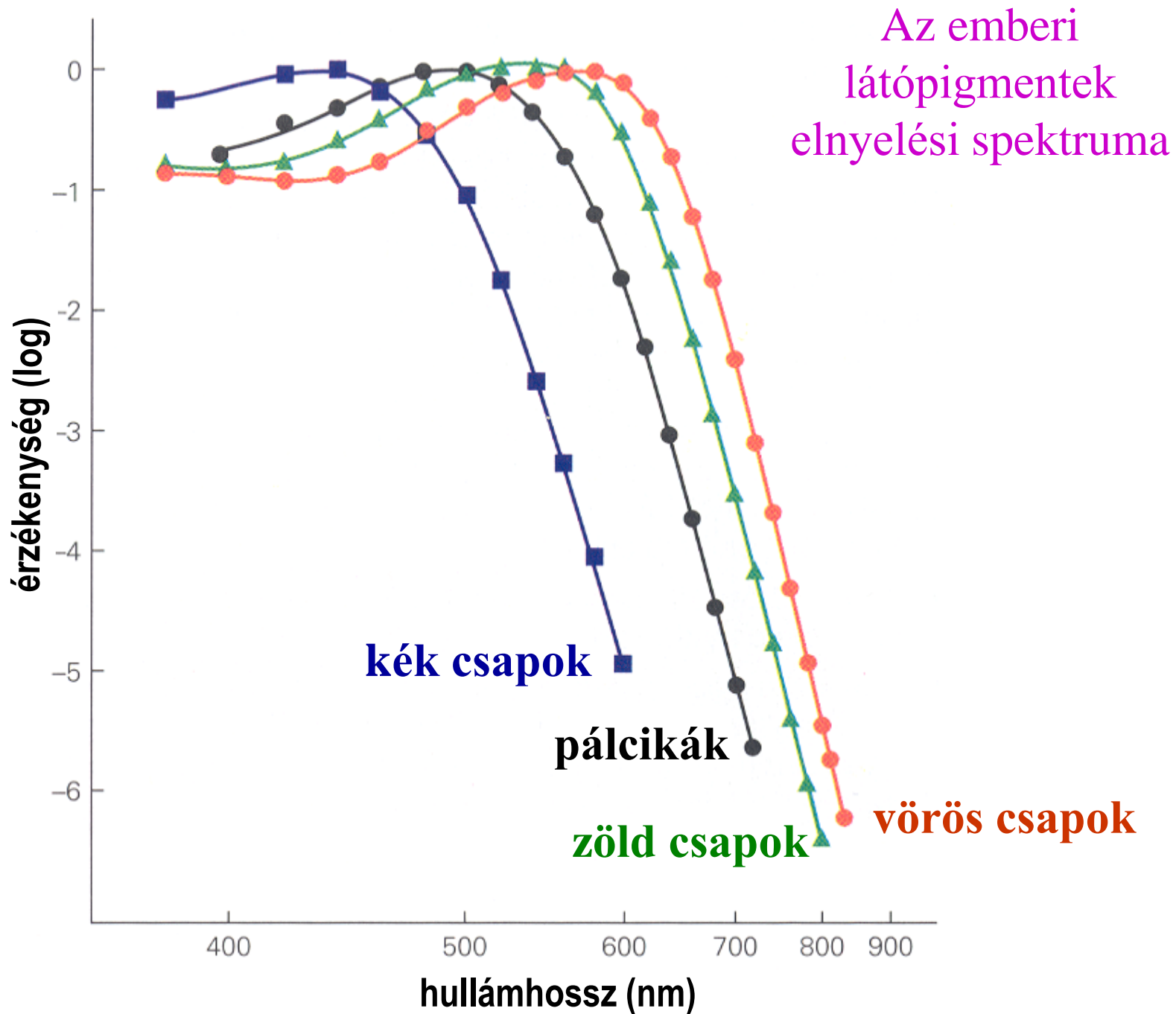
Színkeverés: három diavetítő, három filter (színes látás – színlátás)

zöld + kék =
türkiz



zöld + piros =
sárga

kék + piros = bíbor



A színlátás morfológiai alapjai

nappali látás

Vörösérzékeny csapok (*első*) **L** 564–580 nm



Zöldérzékeny csapok (*második*) **M** 534–555 nm



Kékérzékeny csapok (*harmadik*) **S** 420–440 nm



éjszakai

Pálcikák

R 525–535 nm



3 szín (trikromatikus színlátás)

8-10 millió színárnyalat megkülönböztetése

Látópigment (7-TM)

opszin (fehérje) + 11-cisz-retinal (prosztetikus csoport)

rodopszin

(pálcika-pigment,
autoszomális Chr 3)

éjszakai látás

iodopszin

(csap-pigment)

kékérzékeny (auto-
szomális Chr 7)

vörösérzékeny (X)

zöldérzékeny (X)

nappali és
színeslátás

fény

transz-retinal

enzim-kaszád
(aktiválás)

A színtévesztés fajtái

Protanopia

első (piros) szín kiesése:

L



Deuteranopia

második (zöld) szín kiesése:

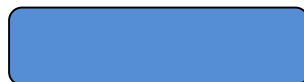
M



Tritanopia

harmadik (kék) kiesése:

S



Achromatopsia (nincs csap-pigment, csak rodopszin)



Normális (trikromatikus) látás



**Dikromatikus látás (emlősökben):
protanopia (vörösérzékenység hiánya)**

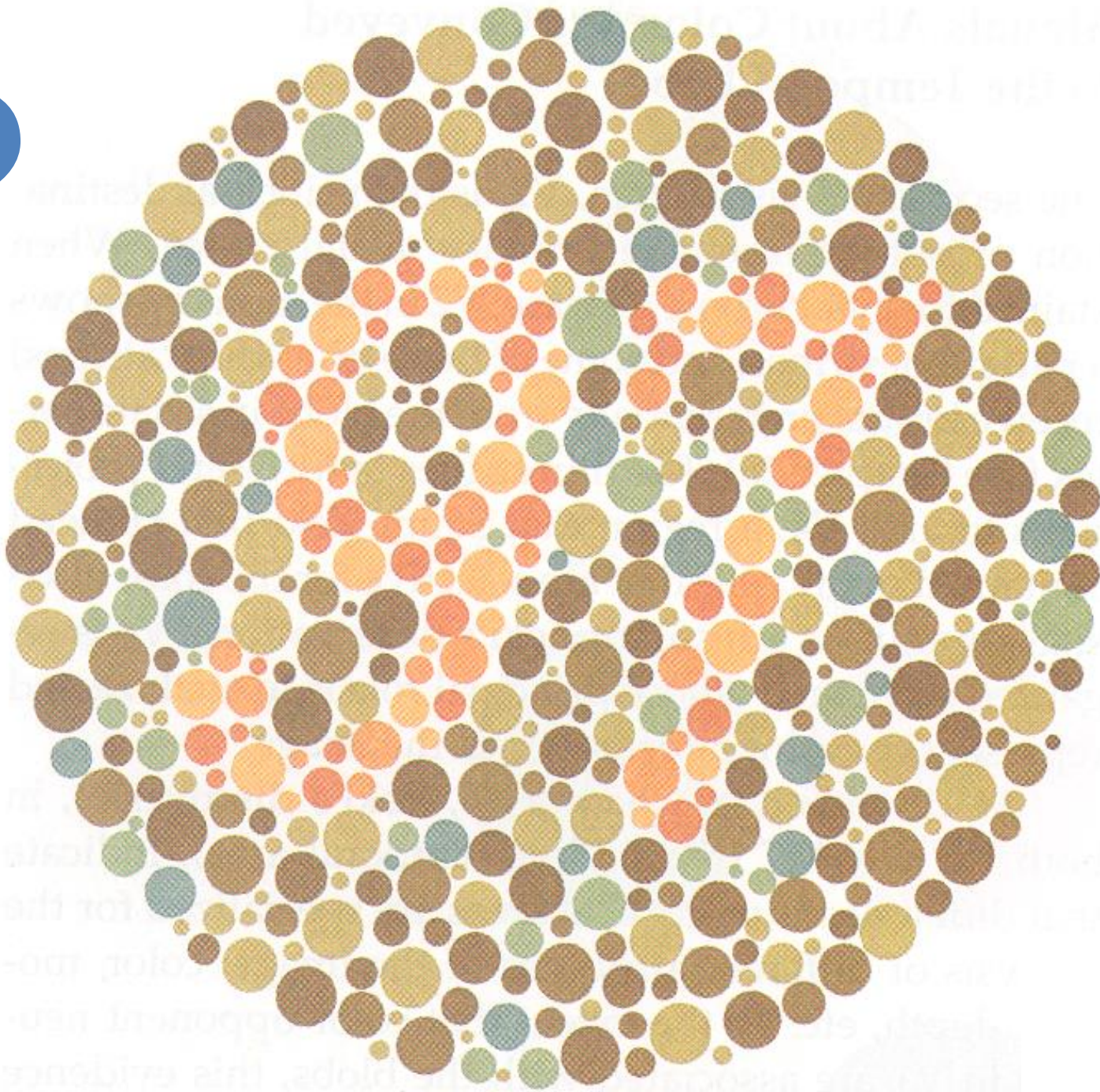


Kékérzékeny receptorok nélküli látás (tritanópia)

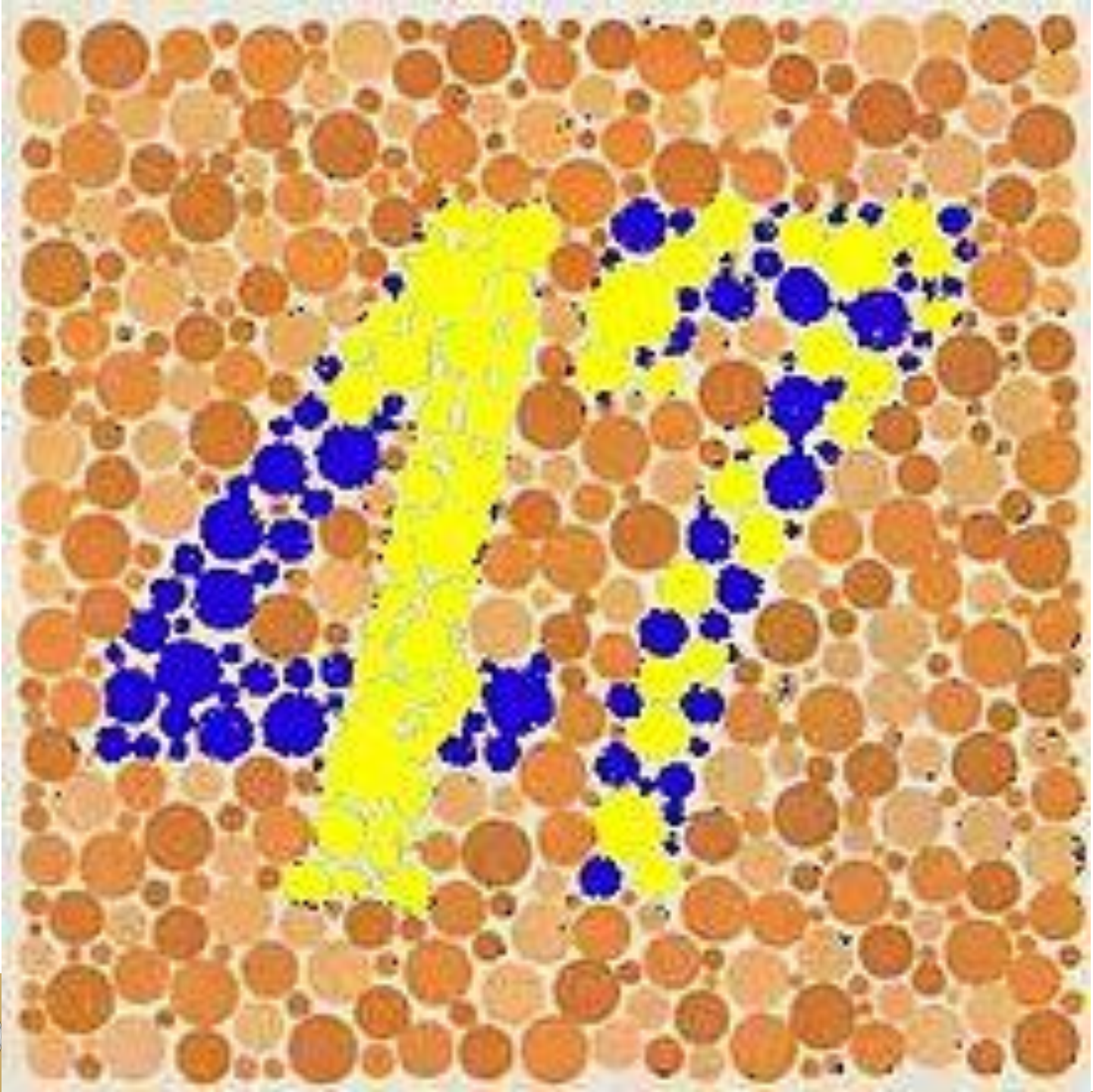


**Csapnélküli (pálcika-) látás:
teljes színvakság (achromatopsia)**



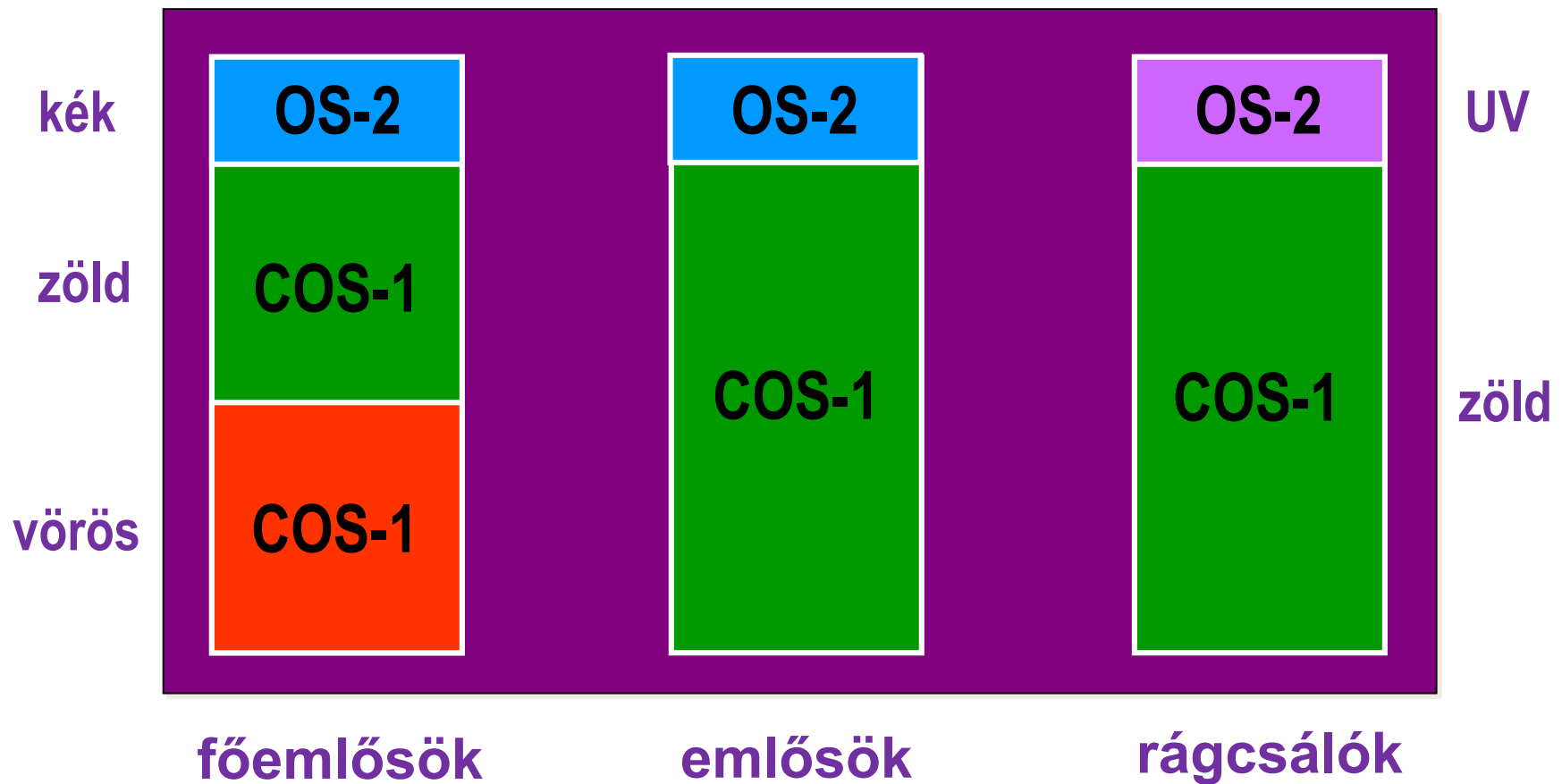






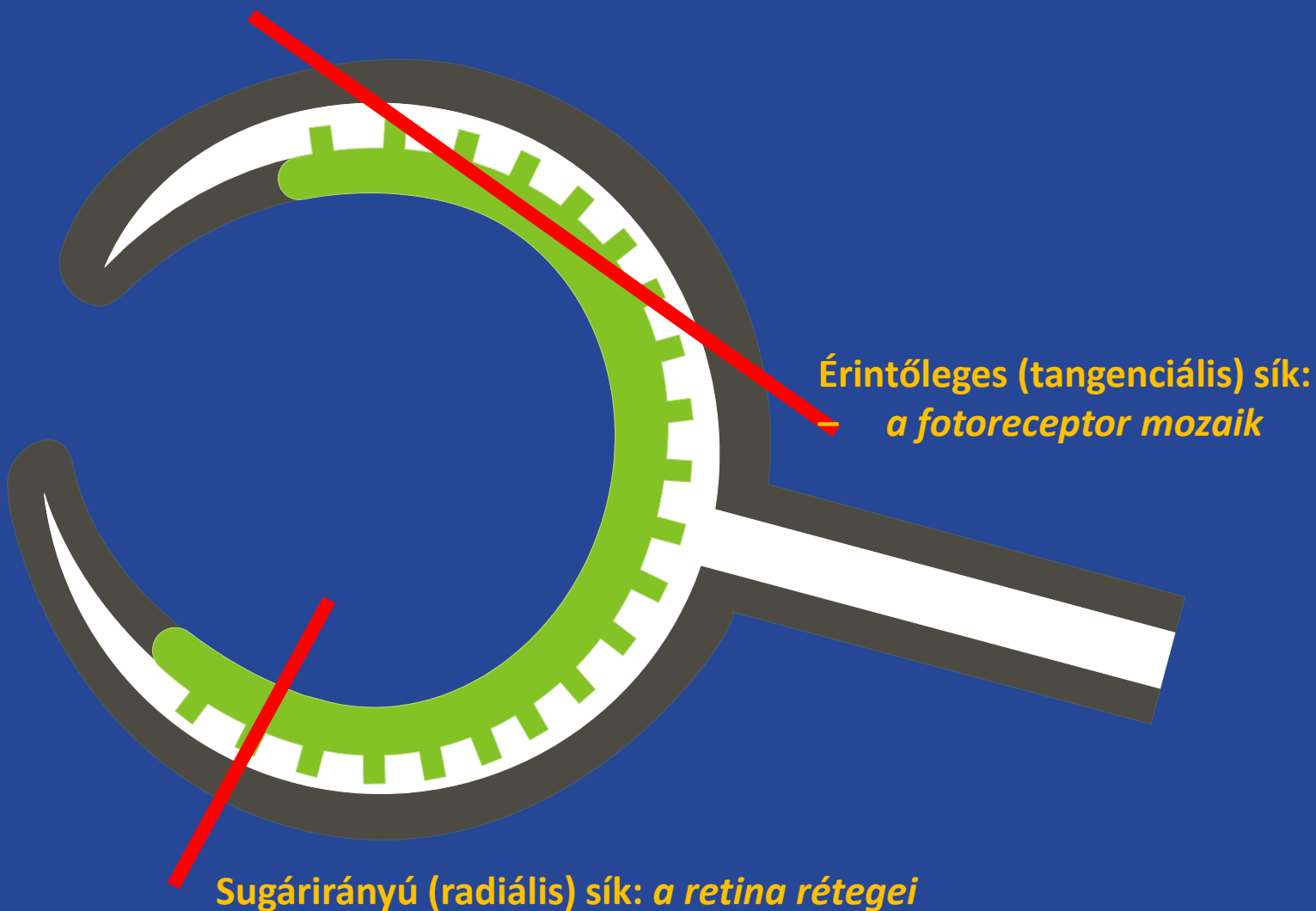
Az emlős retina immuncitokémiai elemzése

Látópigmentek immunocitokémiai megkülönböztetése



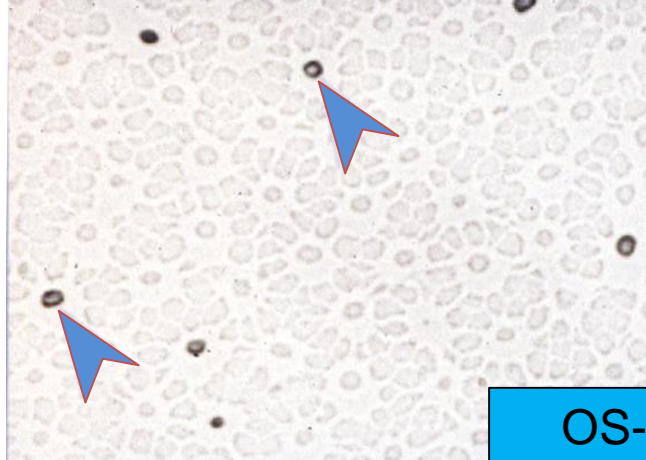


Fontos metszési síkok a retina vizsgálatában

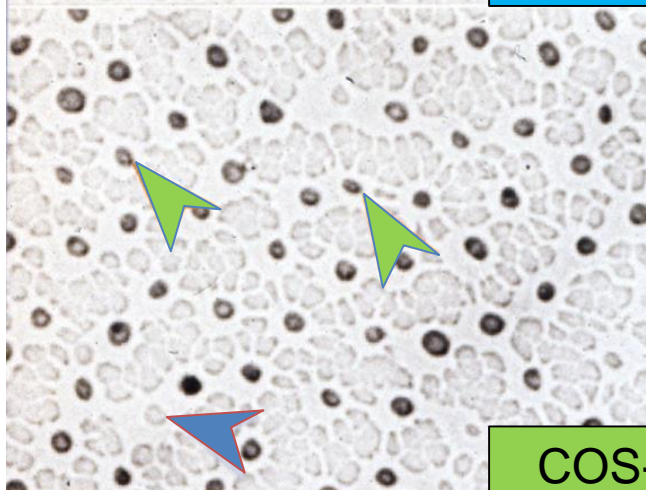


Emlős retina

Fotoreceptor-
mozaik

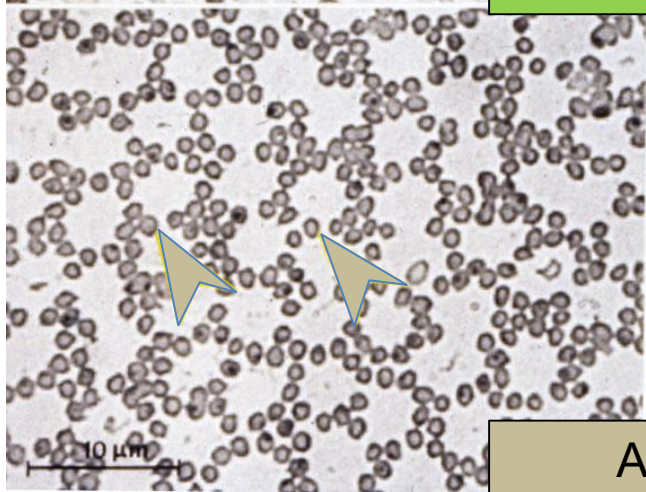


OS-2: kék csapok



COS-1: zöld csapok

Érintőleges (retina
síkjával
párhuzamos)
metszetek



AO: pálcikák

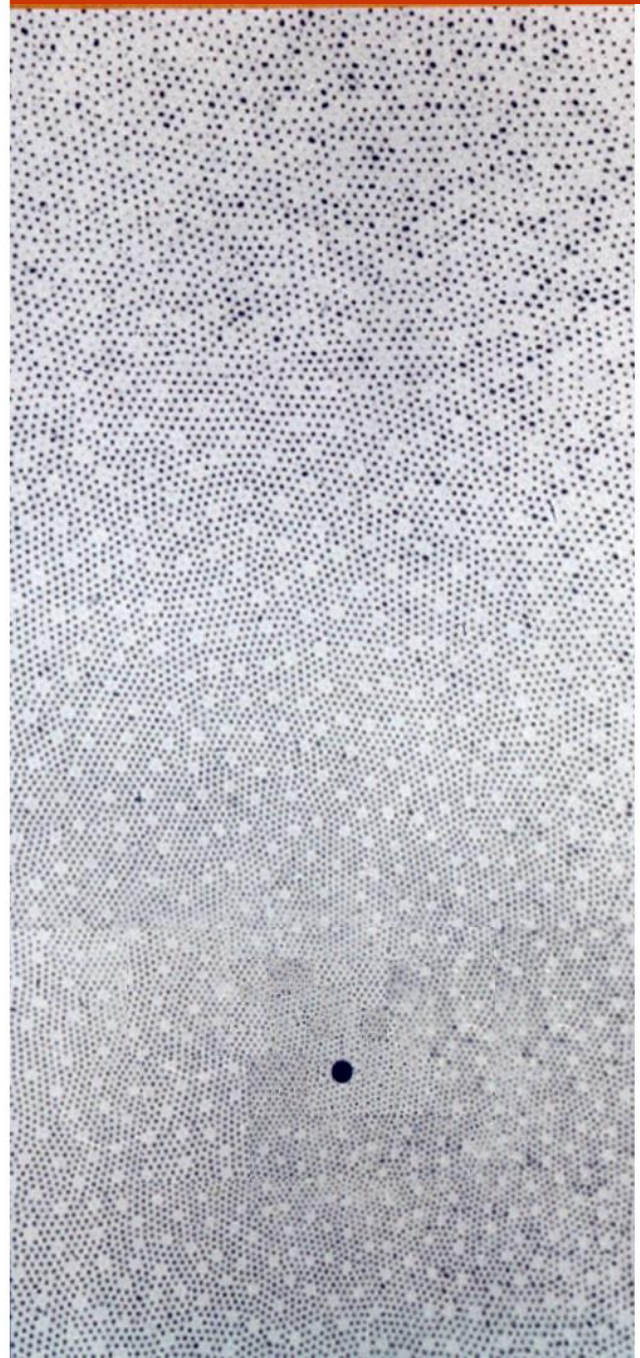
Sugárirányú
(retina síkjára
merőleges)
metszetek



A OS-2



B COS-1

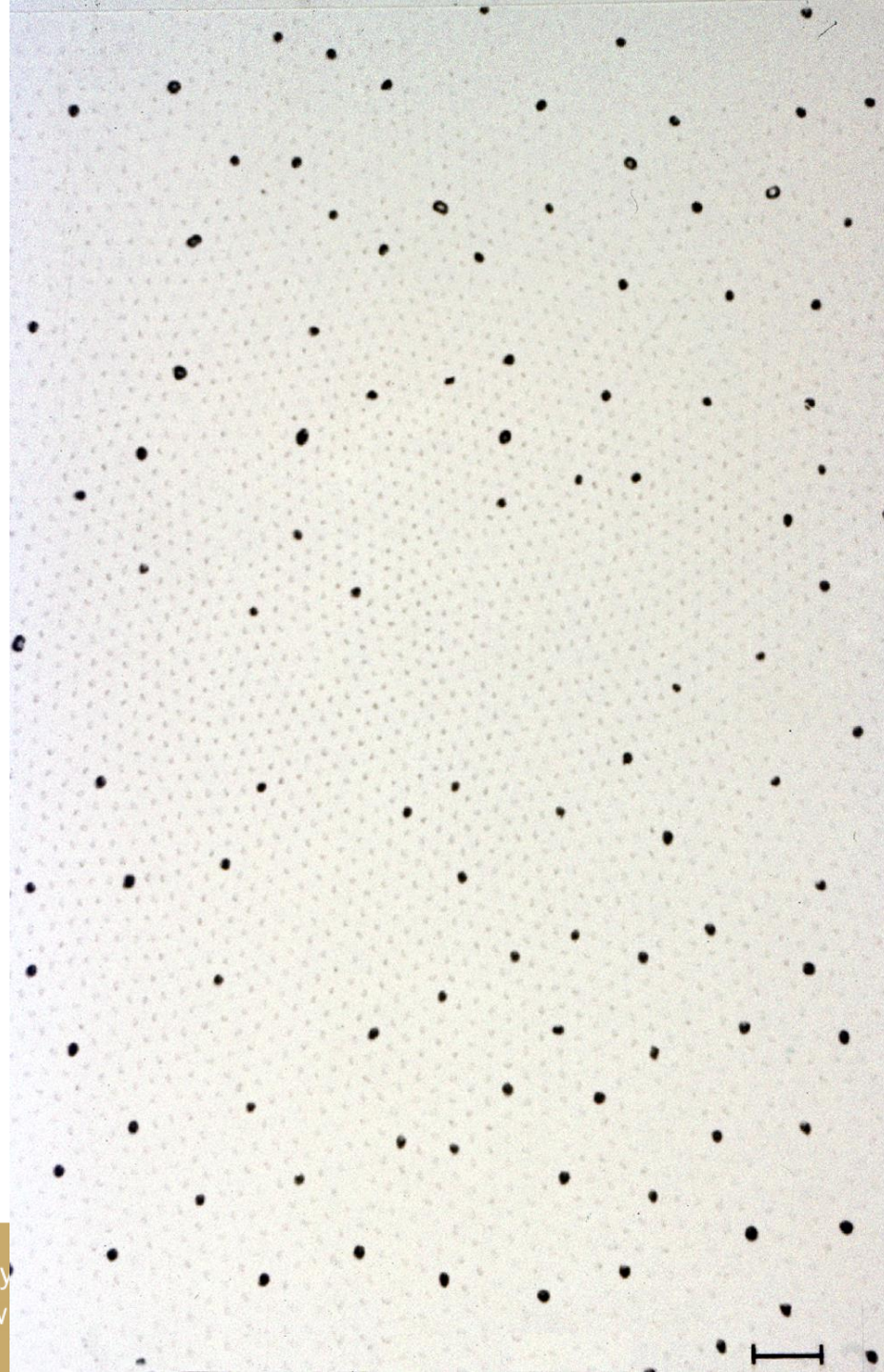


C AO



Szél és mtsai, 1988

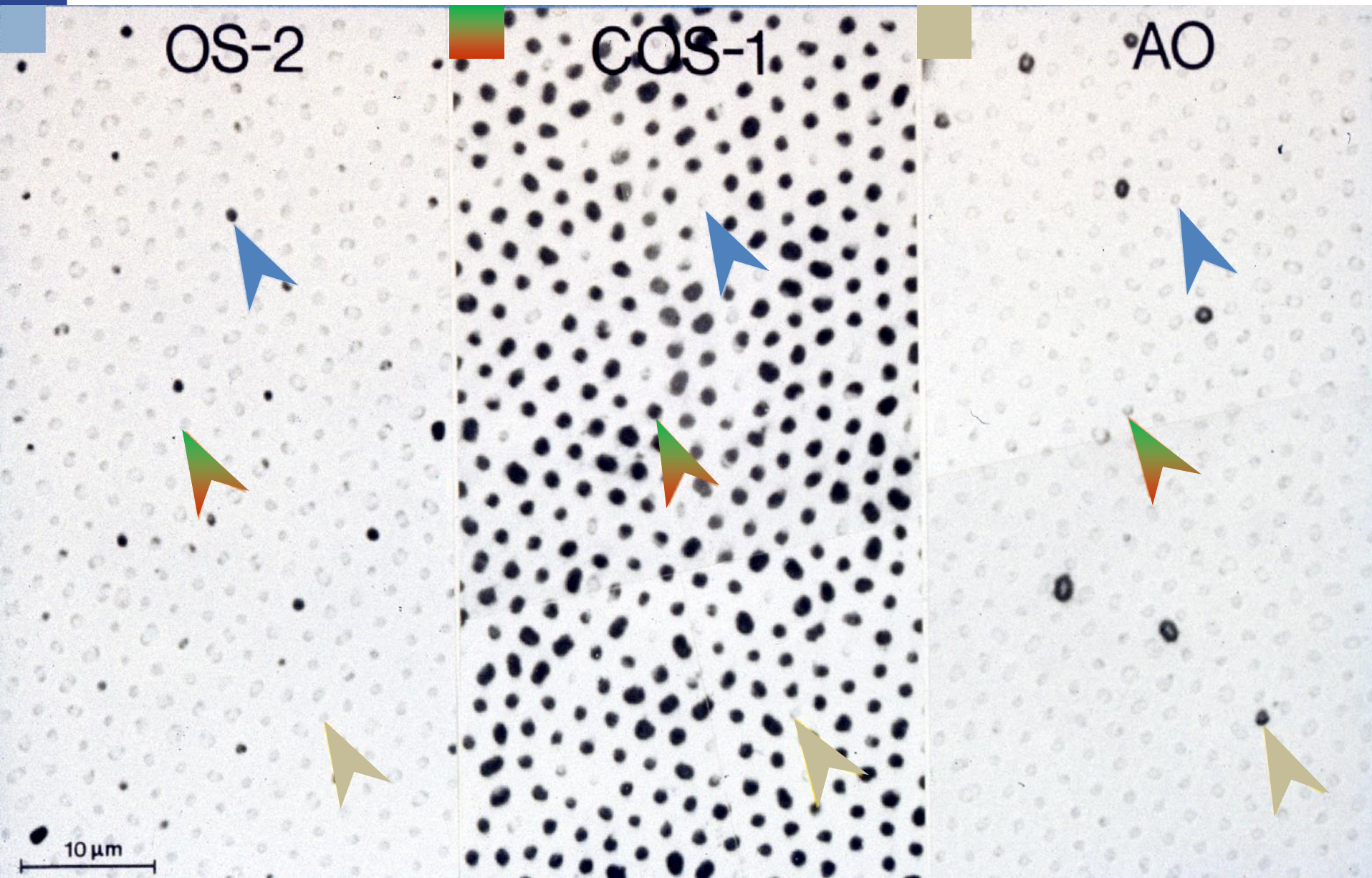
*A kék csapok
hiányoznak a
fovea közepén*



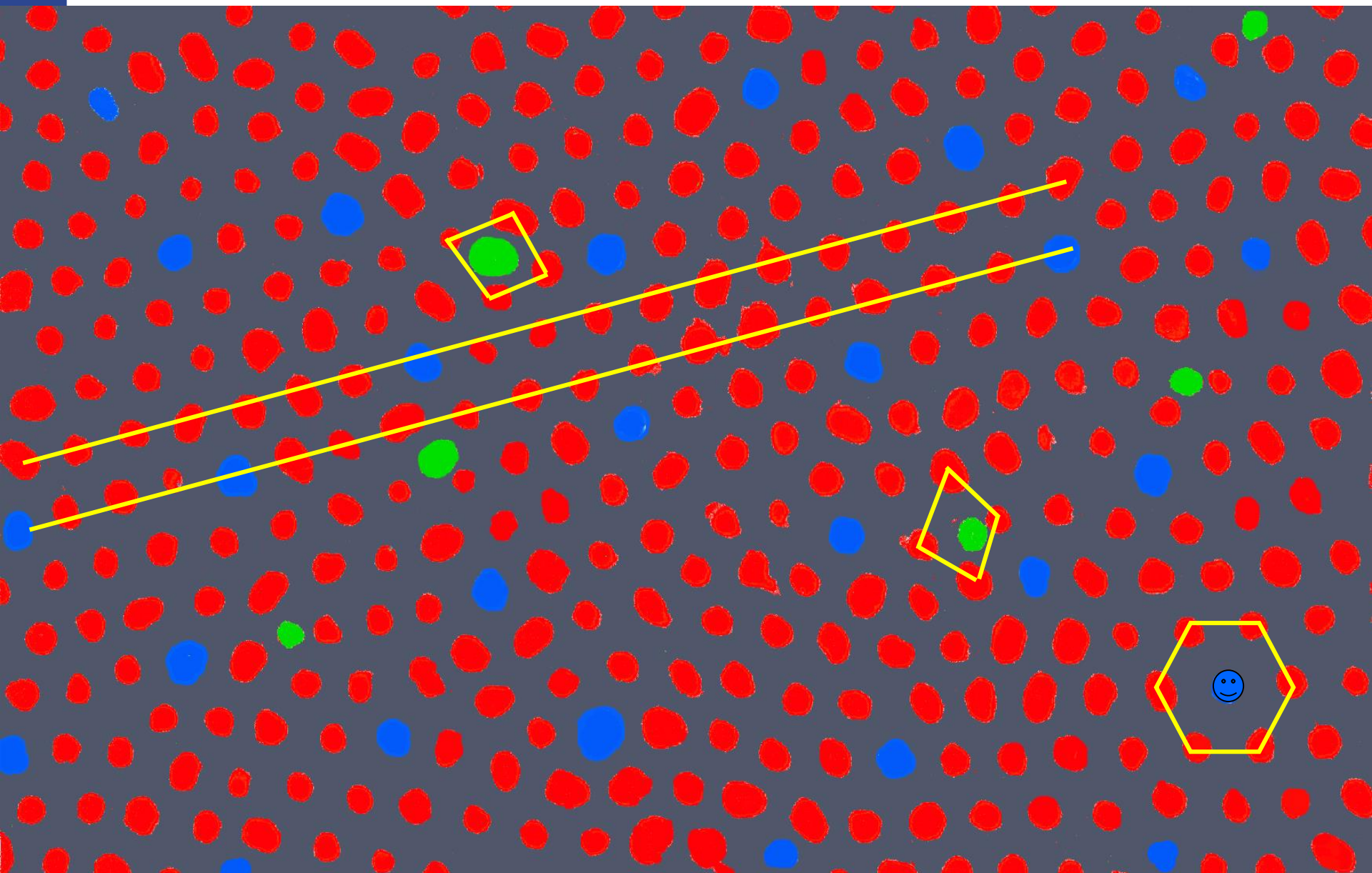
Semmelweis Egy
<http://semmelw>

*Szél és mtsai,
1988*

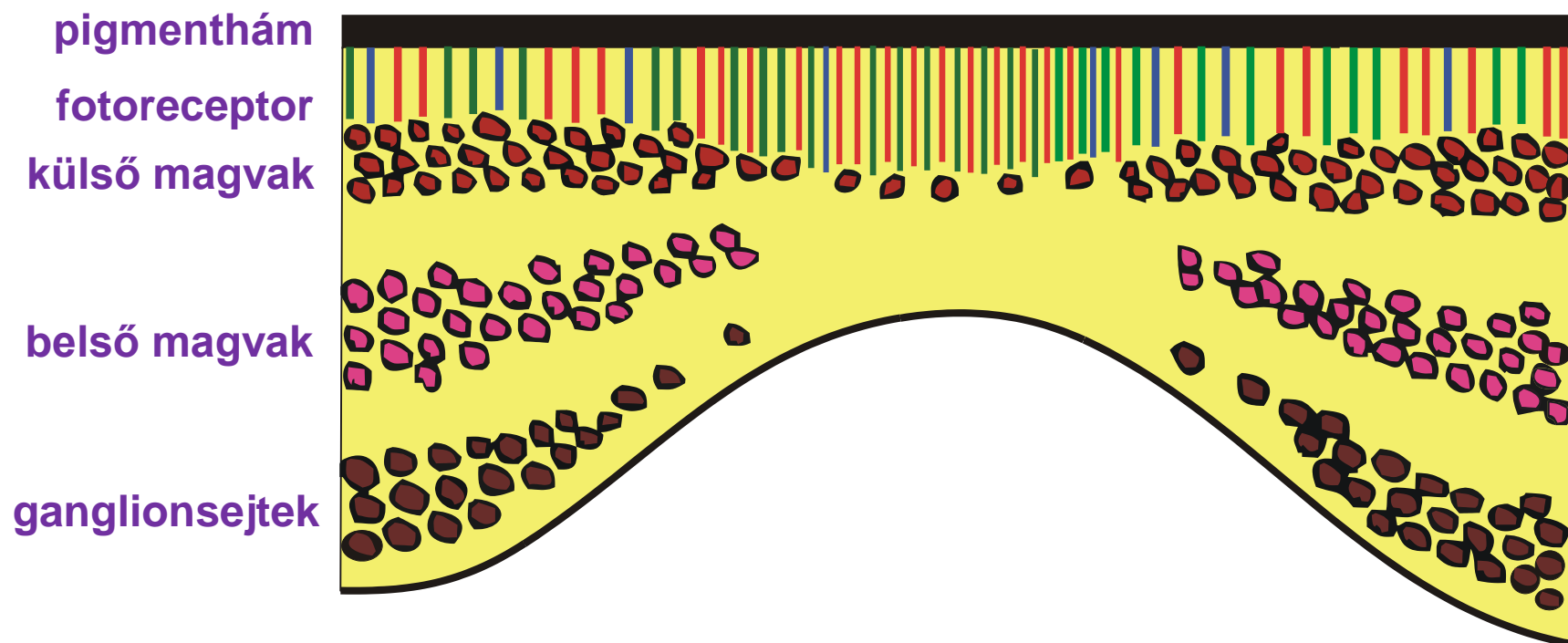
Sorozatos érintőleges metszetek a foveából



Foveális fotoreceptorok elrendeződése



A fovea centralis (macula lutea) rétegződése



A fovea centralis (macula lutea) az éleslátás helye

- A retina magvas rétegei oldalra szorulnak
- Fotoreceptorok átmérője csökken (= nagyobb sűrűség, nagyobb látásélesség)
- Retina vastagsága jelentősen csökken
- Csapok száma nő (átmérő csökken), pálcikák nincsenek
- Kékérzékeny receptorok száma csökken
- Sárga pigment van jelen (UV-szűrő)
- Erek nincsenek a fovea centralisban
- A foveális rostok „kerülő úton” is bejuthatnak a központba