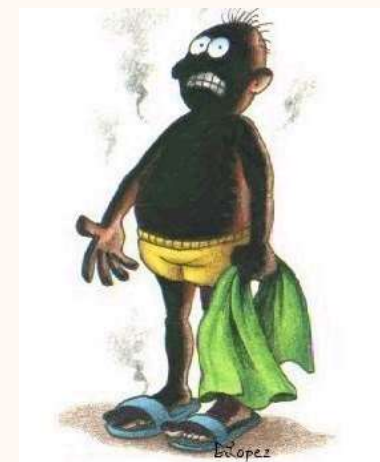
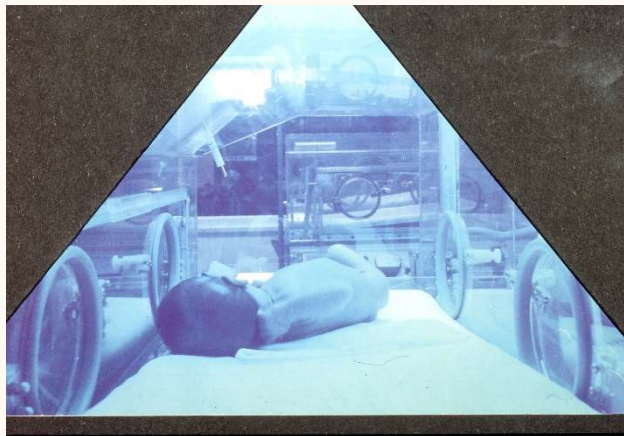
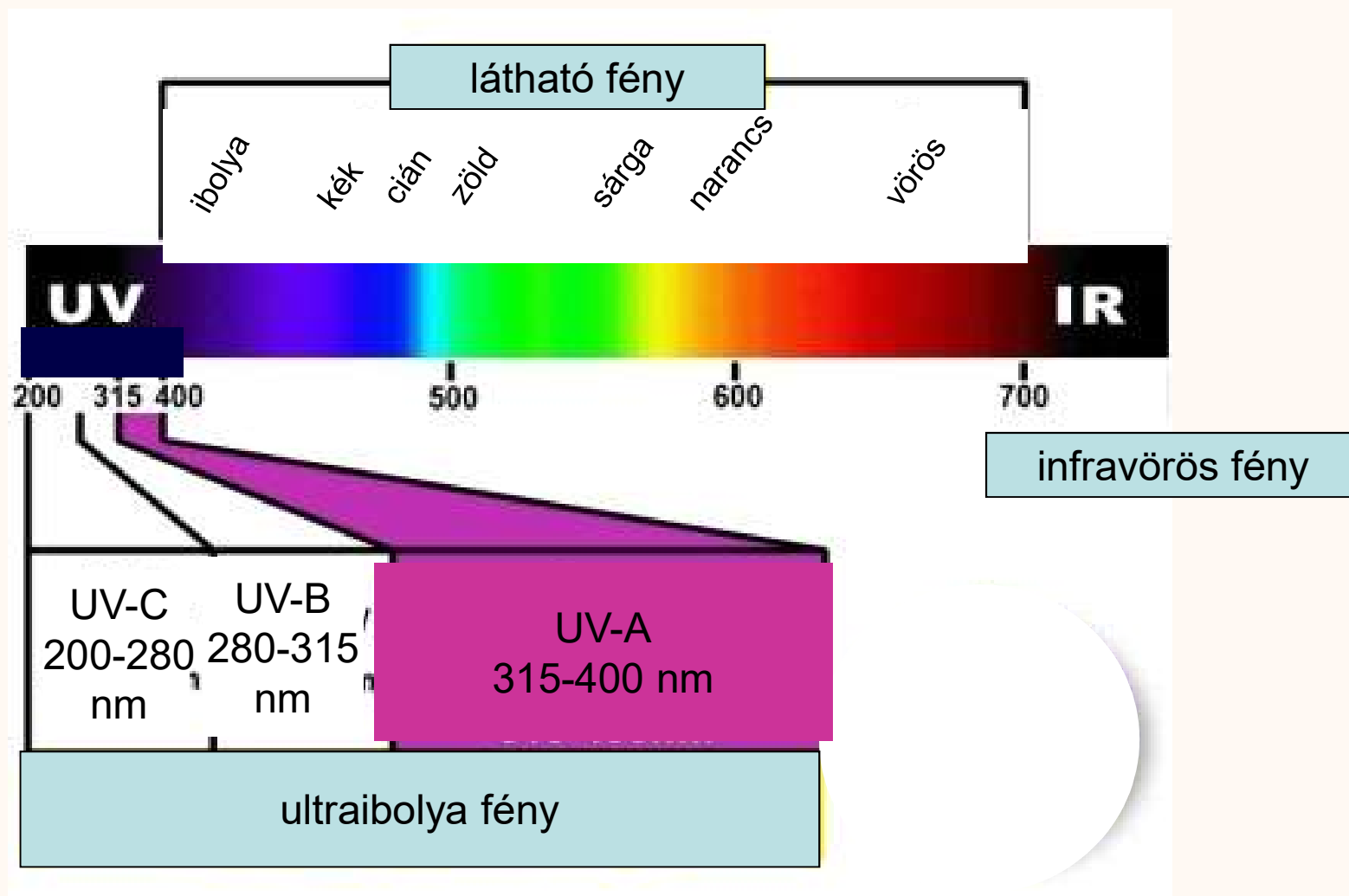


A fény biológiai hatásai



A fény tartományai



A biológiai hatás kialakulásának lépései

Fotofizikai folyamat
(fényabszorpció)



Fotokémiai reakció



Fotobiológiai következmény

*A fény elnyelődése
a fotobiológiai hatás kialakulásának feltétele*

Fényabszorpció feltétele

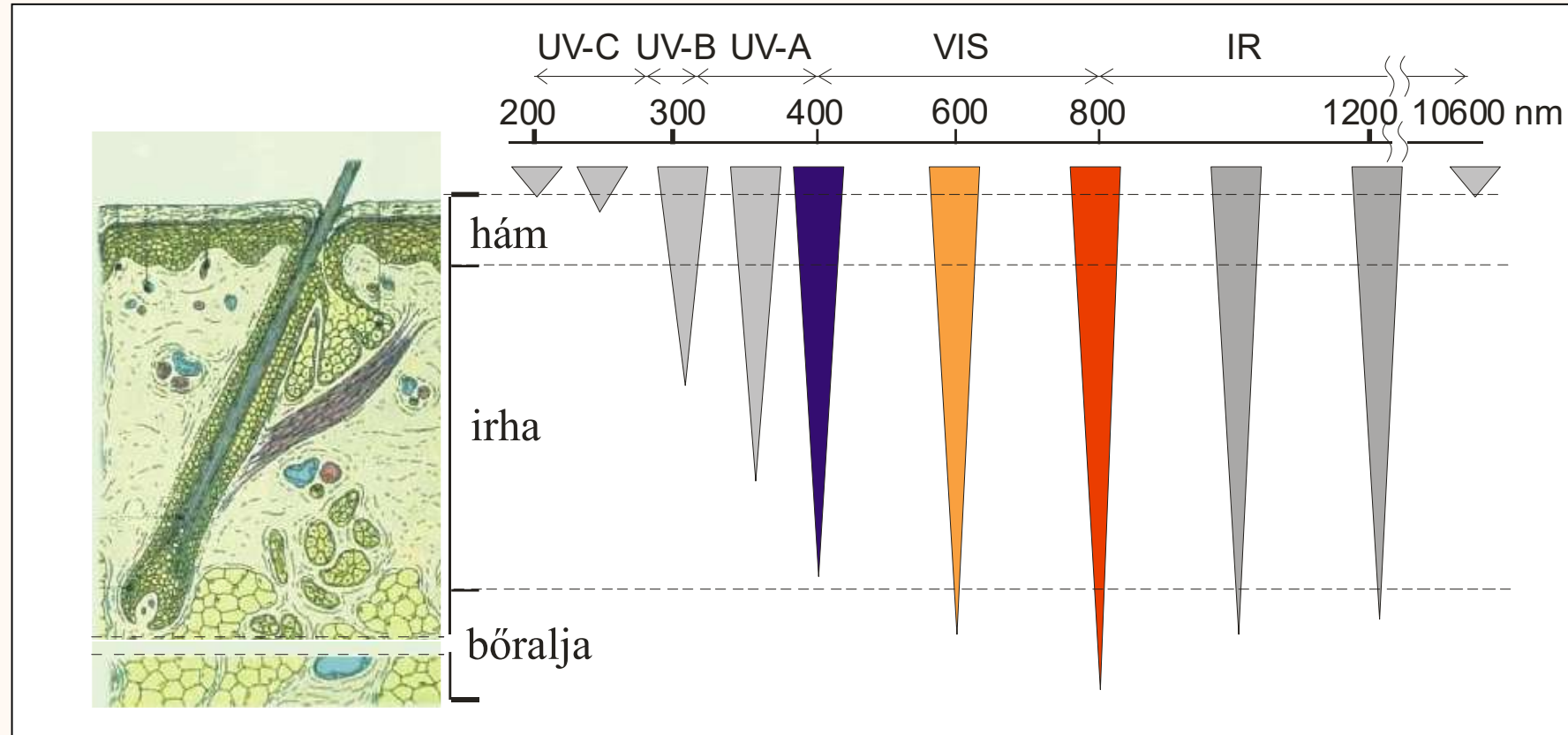
elnyelő atom/molekula

megfelelő hullámhosszágú
fény



a kettő találkozása

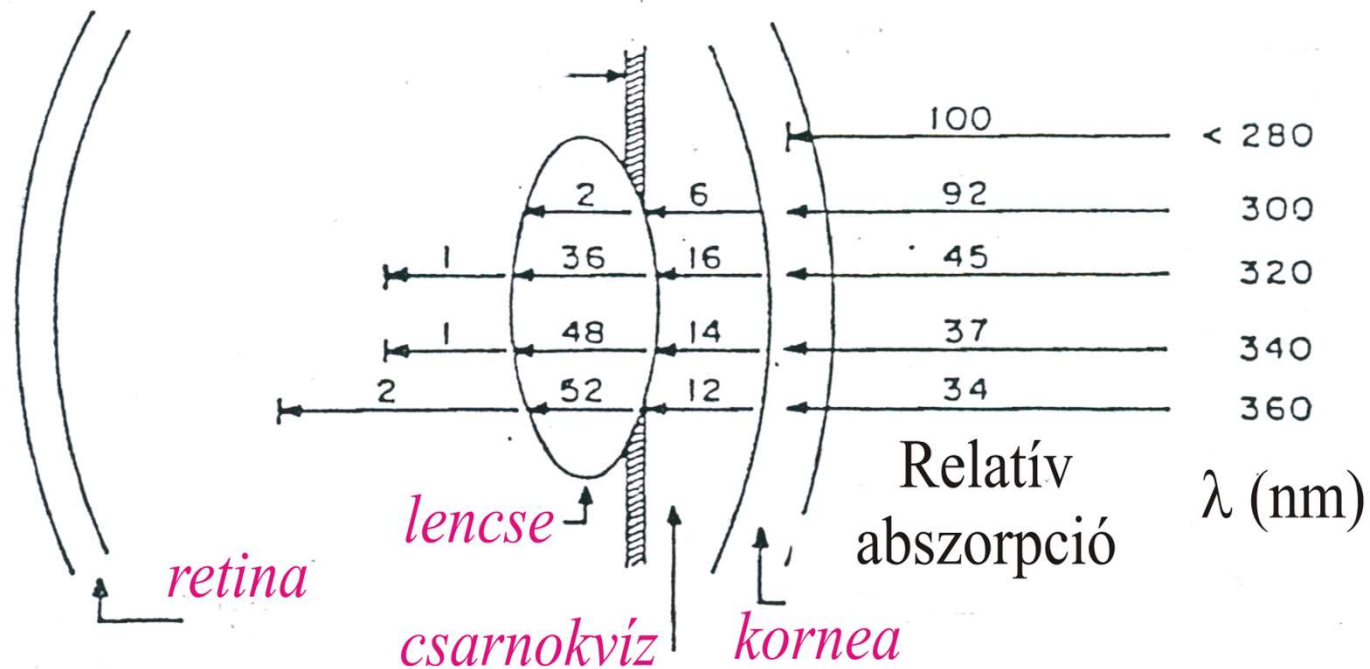
A fény behatolási mélysége a bőrben



*A behatolási mélység hullámhosszfüggő
(abszorpció, reflexió)*

A legnagyobb a vörös tartományban

A fény behatolási mélysége a szemben



*A behatolási mélység hullámhosszfüggő
(abszorpció, reflexió)*

Fényt elnyelő molekulák (kromofórok) az emberi szervezetben

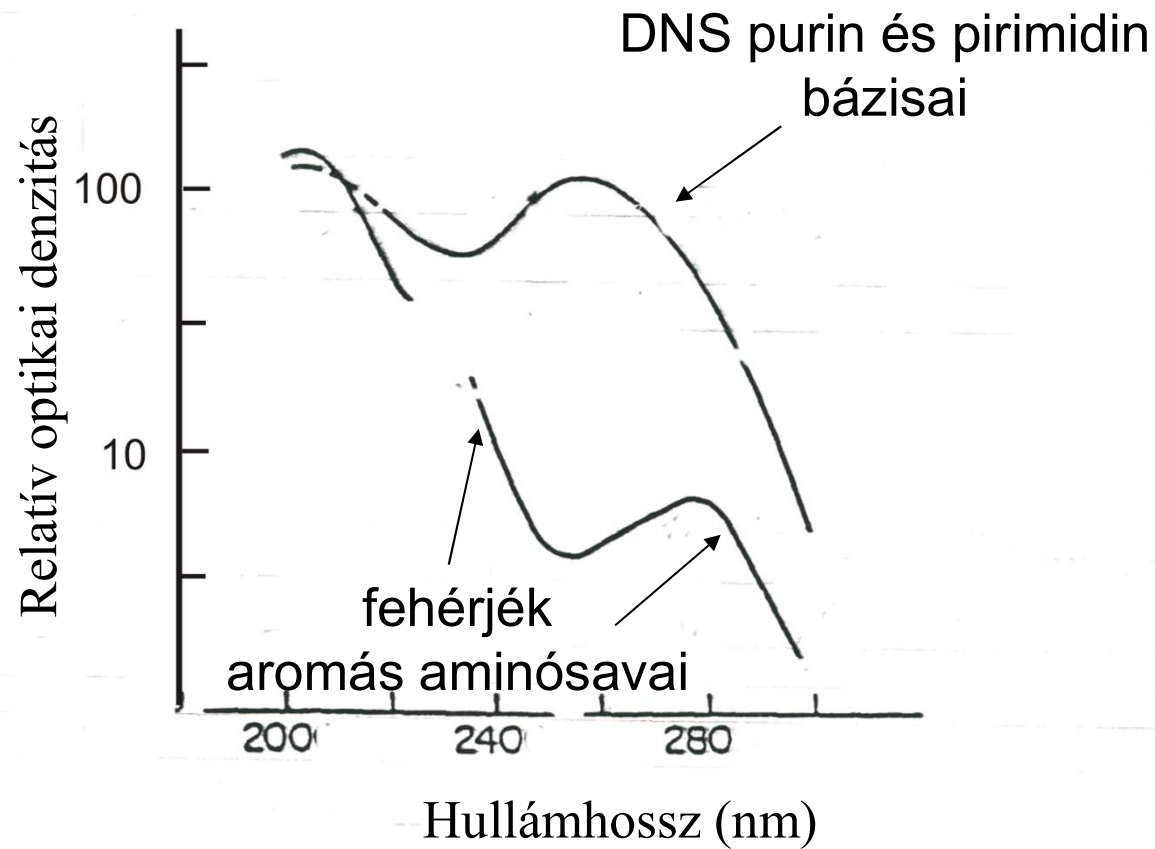
Endogén kromofórok

pl. nukleinsavak
fehérjék
melanin
opszinok
urokánsav

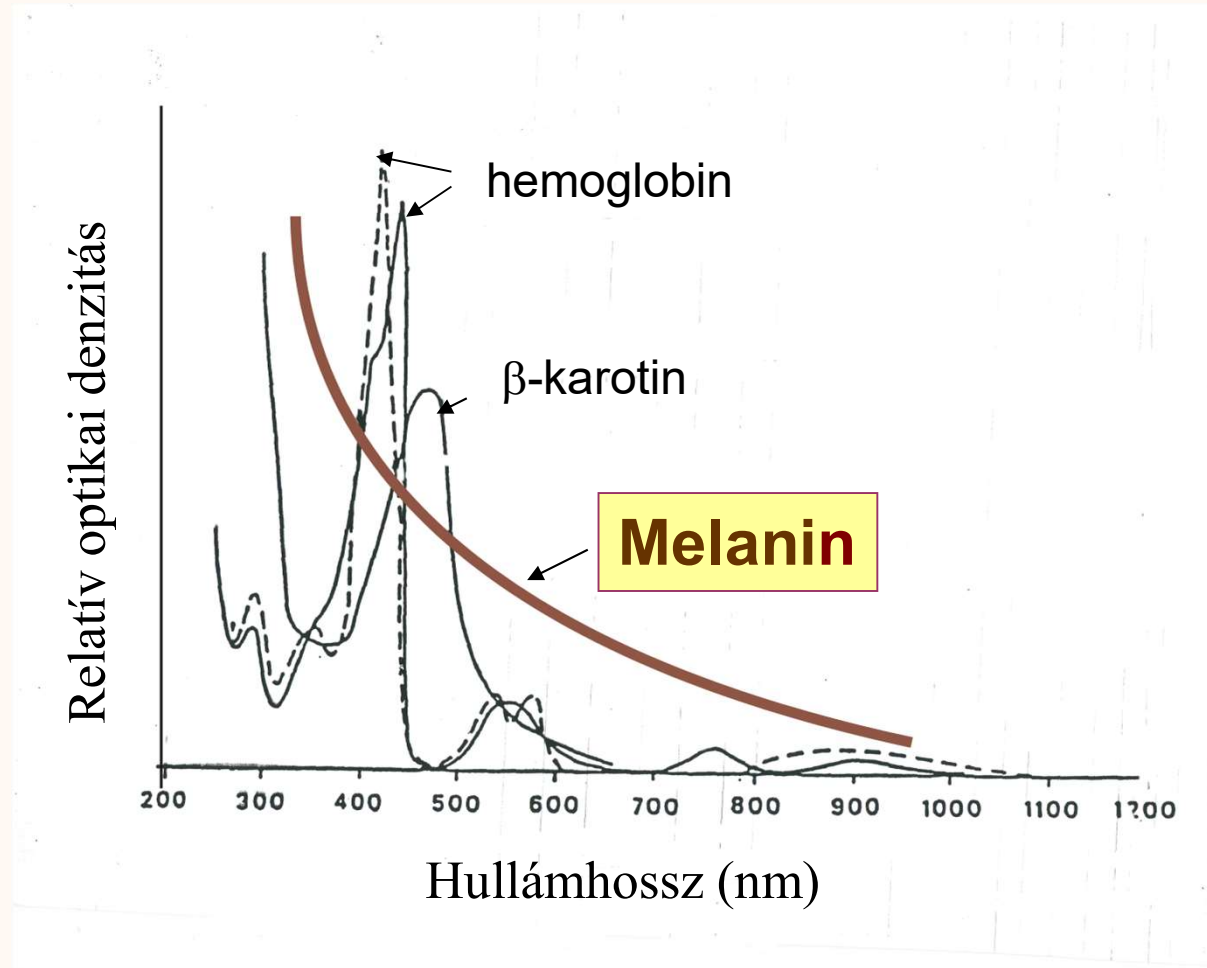
Exogén kromofórok

pl. ételfestékek
kozmetikumok
gyógyszerek

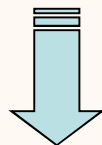
Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (1)



Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (2)



Fényabszorpció következménye:
gerjesztett állapot



a gerjesztett állapot megszűnése

Fényemisszió

Fotokémiai reakció

Termikus átmenet

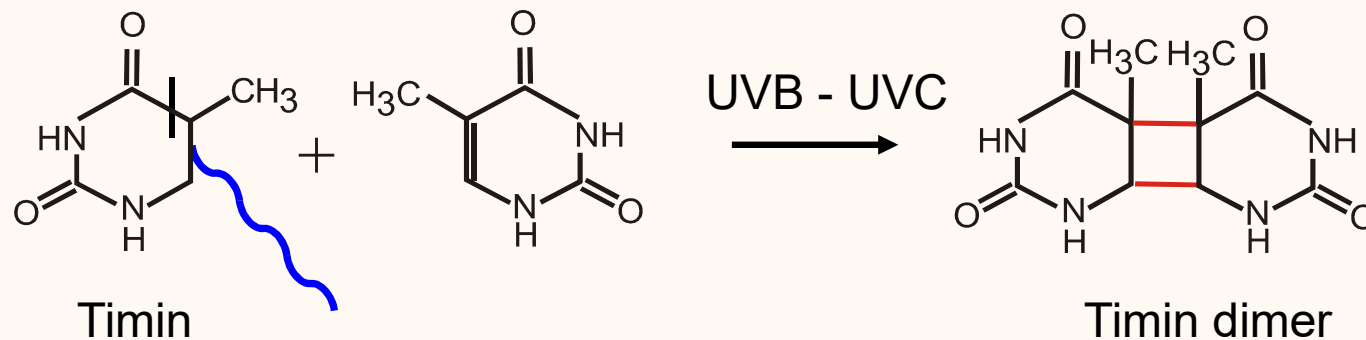
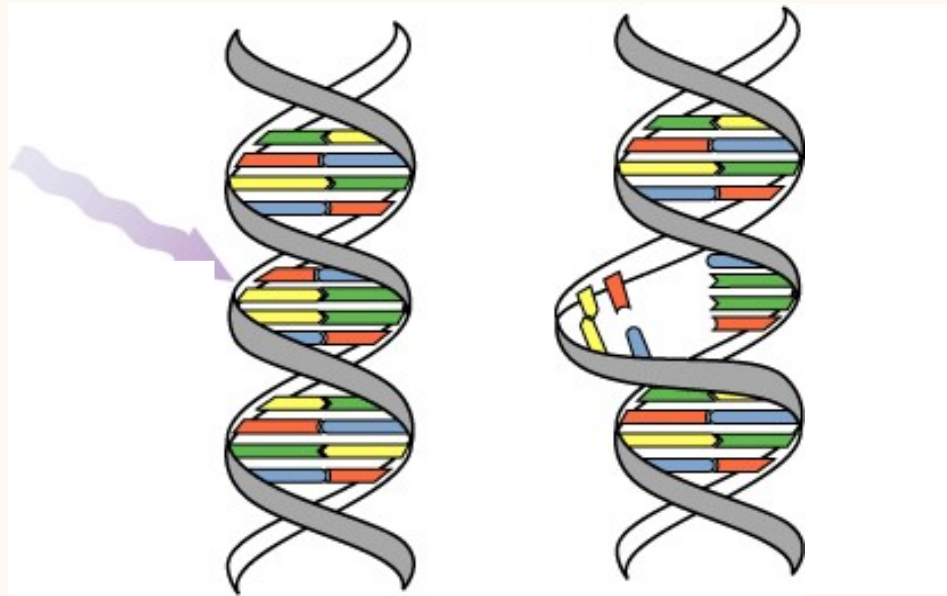


Kvantumhatásfok (Φ) : az egy “B” keletkezéséhez szükséges
elnyelt fotonok számának a reciproka

$$\Sigma \Phi = 1$$

Direkt fotokémiai reakció (1)

A DNS sérülések kialakulása

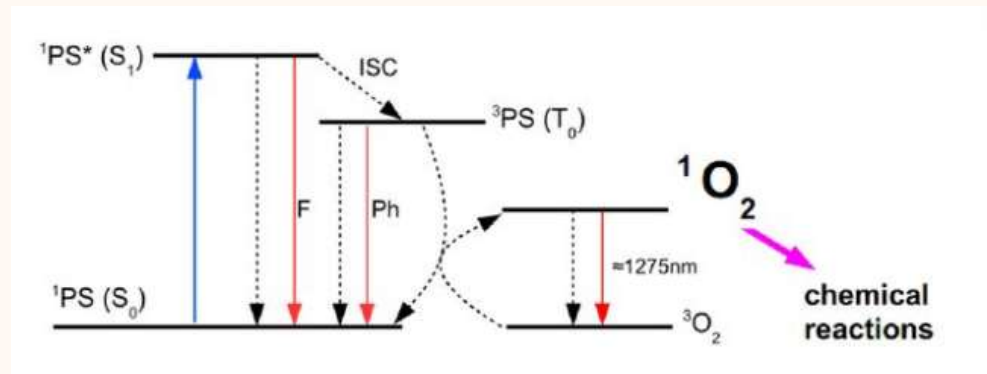


Cikloaddíció - pl. pirimidin dimerek kialakulása a DNS-ben

Indirekt fotokémiai reakciók

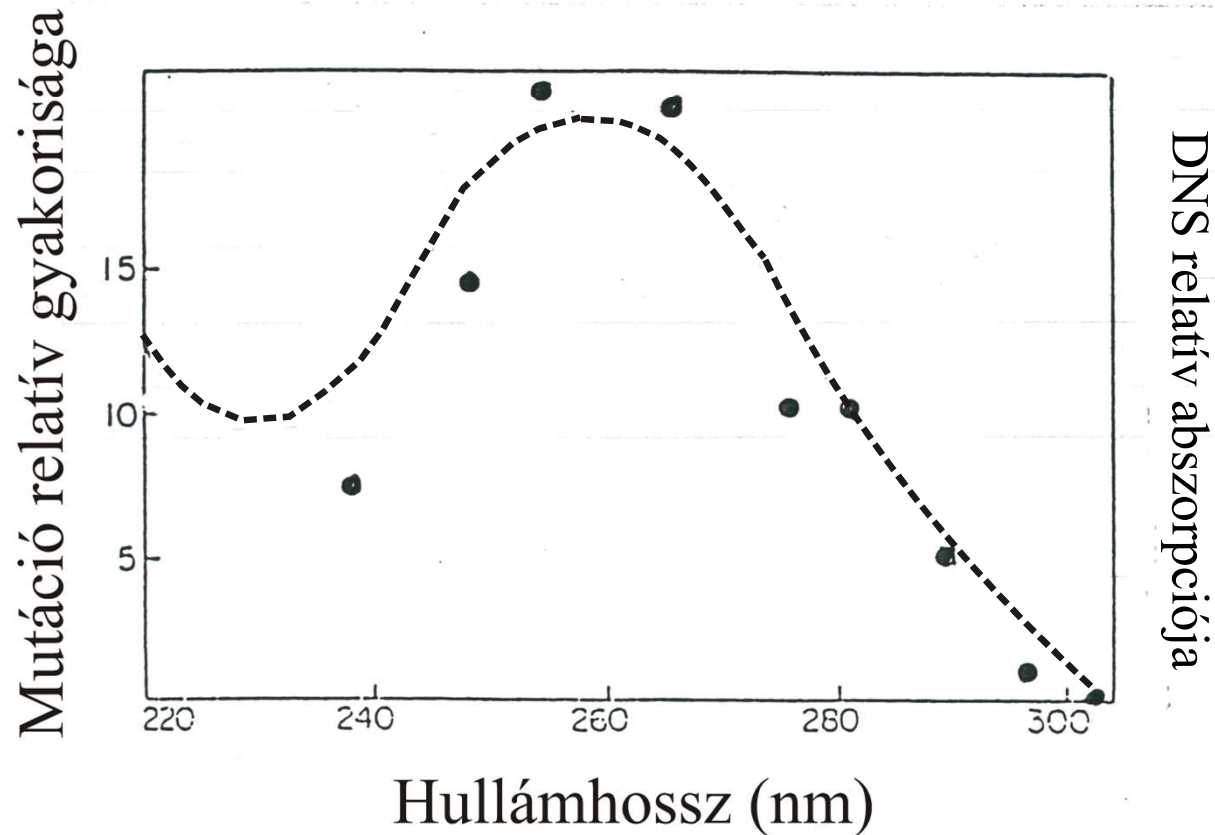
Lépés 1: a fényérzékenyítő gerjesztése

Lépés 2: reaktív szabad gyökök keletkezése elektron átadással
vagy
reaktív oxigén termékek keletkezés energia átadással



Lépés 3: makromolekulák oxidatív sérülése

A biológiai hatás spektrális eloszlása „Hatásspektrum”



A hatásosság hullámhosszfüggő

*A példában a hatást feltehetően a DNS-ben elnyelődő
fotonok okozzák*

Hatásspektrum: egy adott biológiai folyamat kiváltásának hullámhossz szerinti eloszlása

-a hatás mértéke a hullámhossz függvényében – felületegységre eső *azonos energia* esetén

vagy

-*azonos hatás* kiváltásához szükséges, felületegységre eső energia reciproka* a hullámhossz függvényében

Ha a kvantumhatásfok független a hullámhossztól, akkor egy molekula *abszorpciós spektruma* és az általa kiváltott fotobiológiai folyamat *hatásspektruma párhuzamos egymással*

Reciprocitás?

$$\mathbf{J}_{(\lambda)} [\text{J} / \text{s m}^2] \times \mathbf{t} [\text{s}] = \mathbf{D}_{(\lambda)} [\text{J} / \text{m}^2]$$

A hatás csak a beeső dózistól ($D_{(\lambda)}$) –
tól függ

vagy az intenzitástól (J) és az időtől
(t) külön – külön?

Fotokémiai reakciókra érvényes a reciprocitás

Példák a fény biológiai hatásaira

A hatás a tünetek szervezetre gyakorolt hatása szerint



látás
D-vitamin képződés
pigmentképződés
biológiai funkciók periodicitása
terápiás alkalmazások



napégés
ráncok kialakulása
rendellenes pigmentképződés
bőrrák kialakulása
immunszupresszió

A hatás a tünetek lokalizációja szerint lehet

helyi

bőrben

szemben

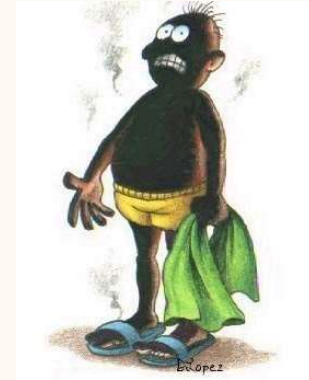
vagy terápiás célok szerint kiválasztott területen

szisztémás

A hatás a tünetek kialakulásának ideje szerint lehet

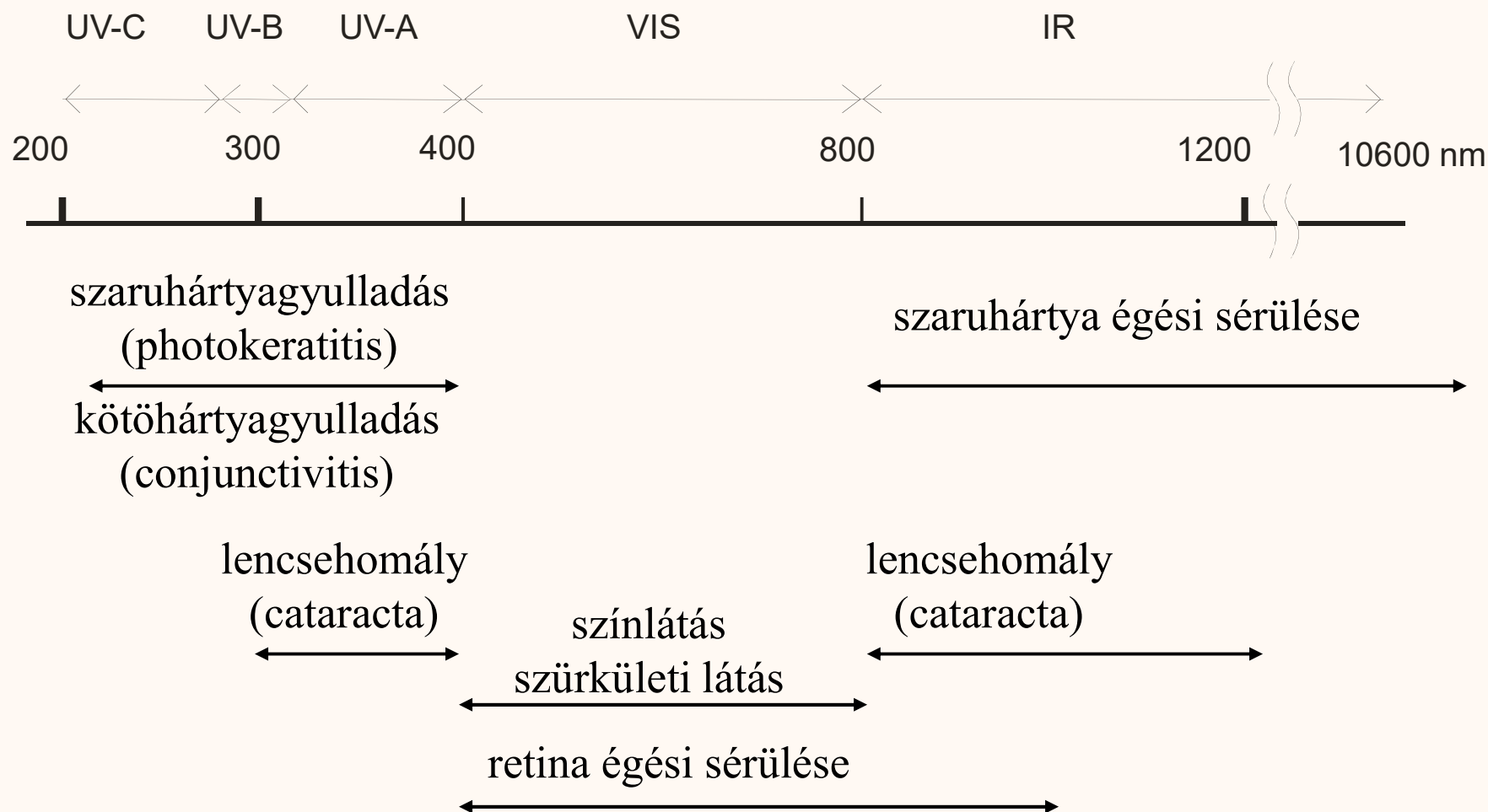
rövid távú: napégés
immunszupresszió

hosszú távú: a bőr korai ráncosodása
rendellenes pigmentképződés
bőrrák

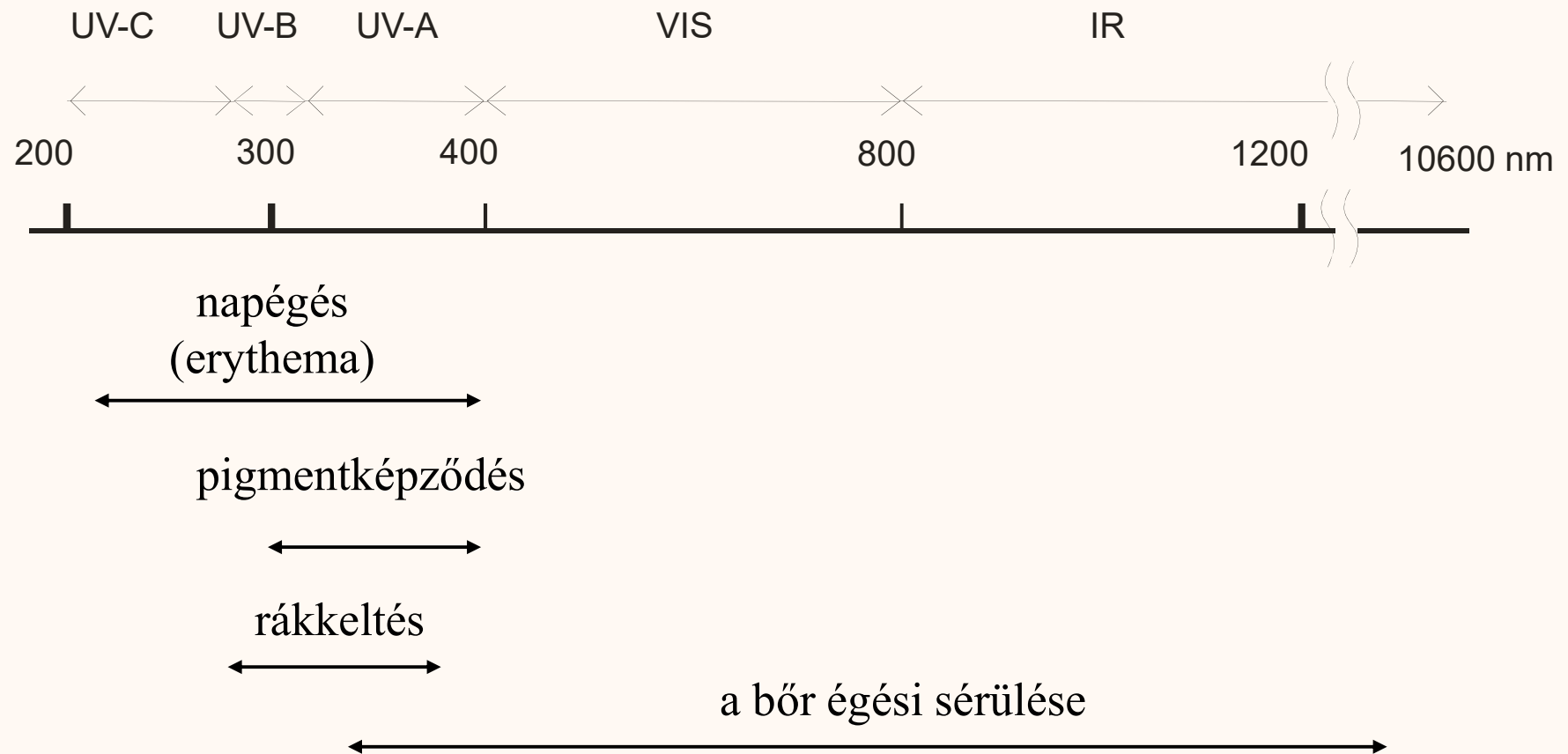


A hatás és a behatolási mélység összefüggése

A fény hatása a szemre



A fény hatása a bőrre

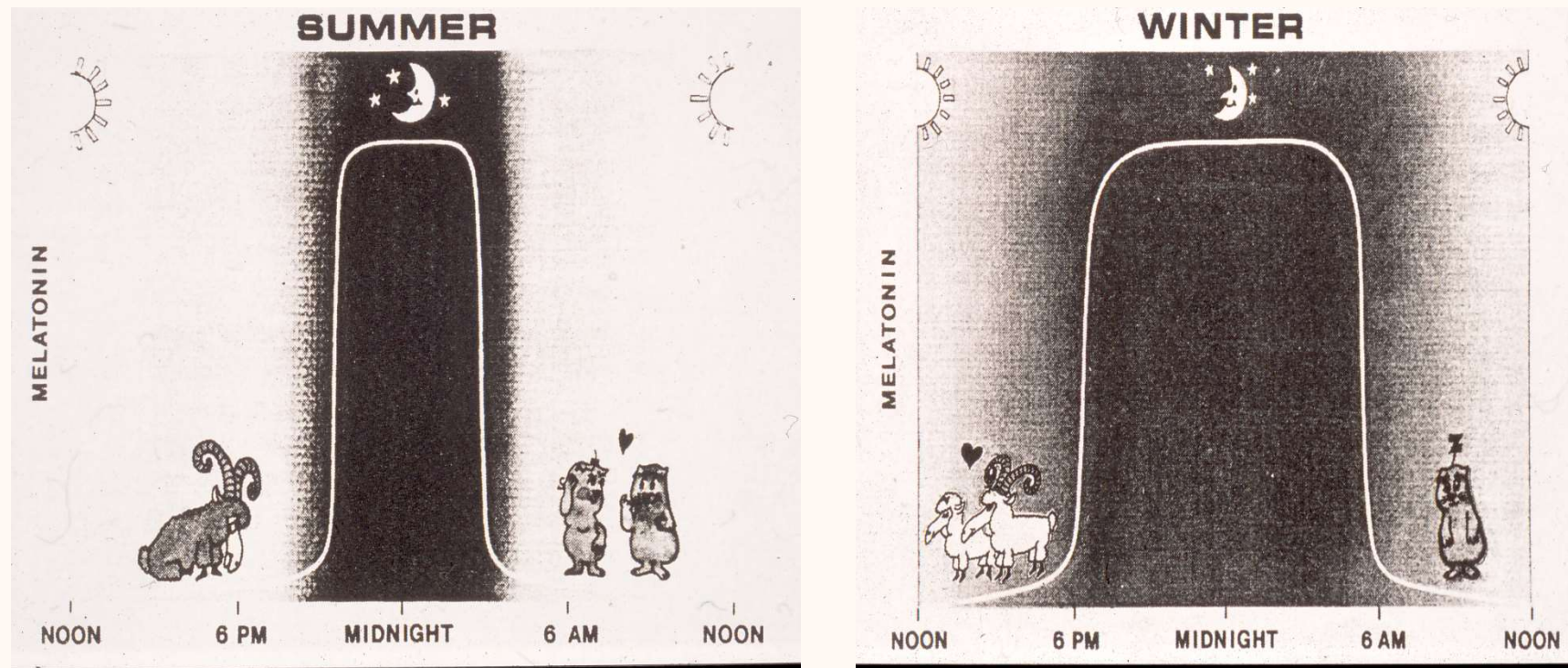


Biológiai óra - biológiai funkciók periodicitása

Pl. hőmérséklet
 hormontermelés
 emésztés
 alvás / ébrenlét

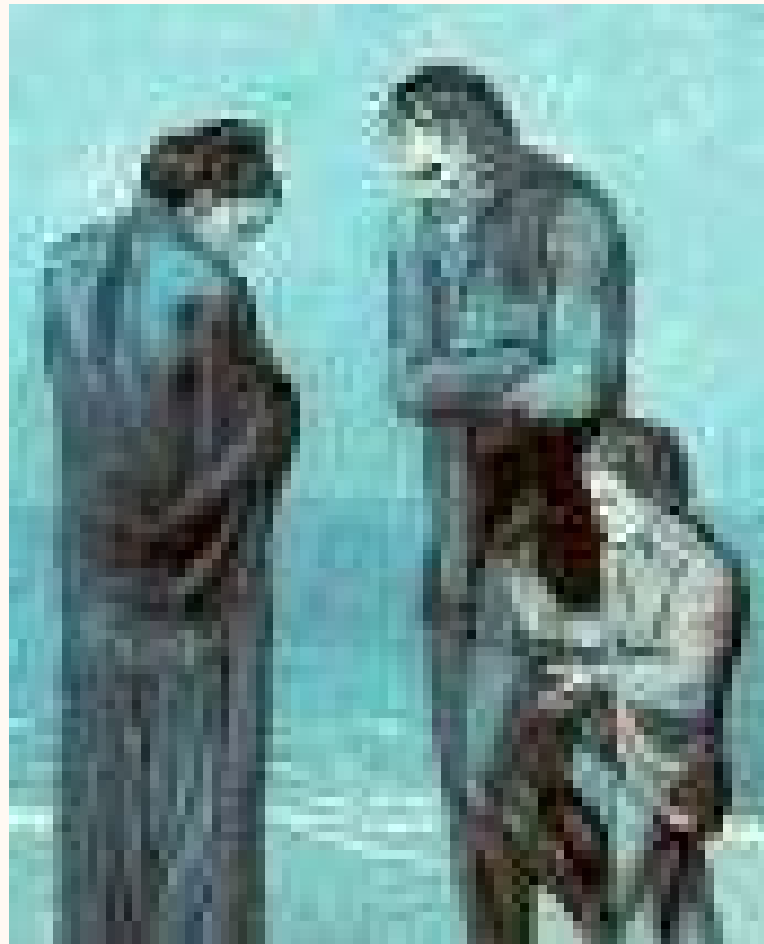


A fény szerepe az életciklusok szabályozásában (2)



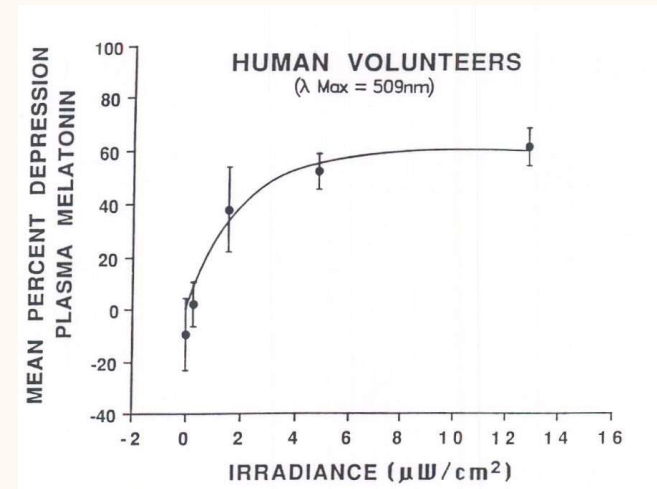
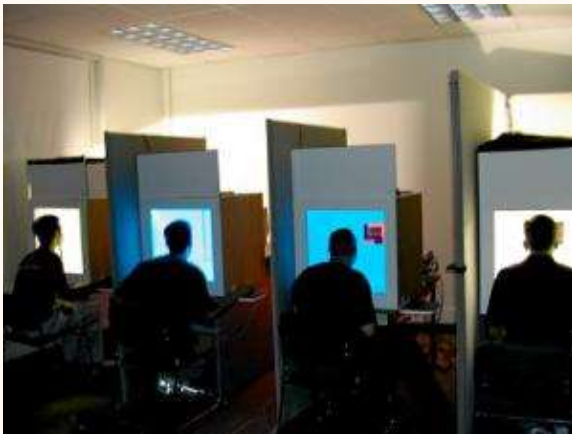
A fény szerepe az életciklusok szabályozásában (3)

Seasonal Affective Disorder (S.A.D.)
fényhiányos depresszió



A fényhiányos depresszió háttere

melatonin magas koncentrációja / napi periodicitás felborulása



A melatoninszint szabályozásában a **szembe** jutó fény
intenzitásának, időtartamának van szerepe

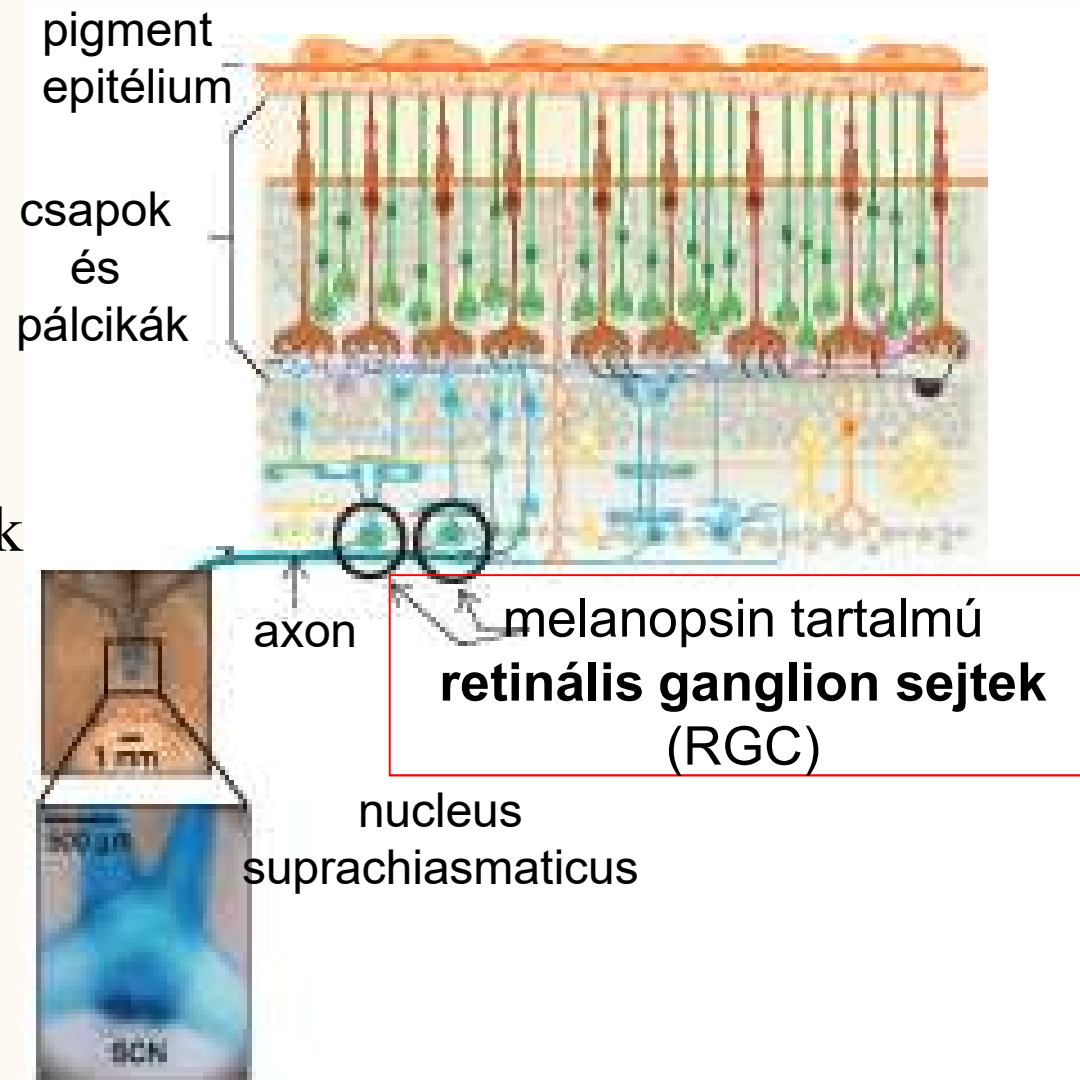
A melatonin-szabályozás **független a látástól** – a vakság
nem akadályozza a működését

A harmadik fényérzékelő sejtípus a szemben

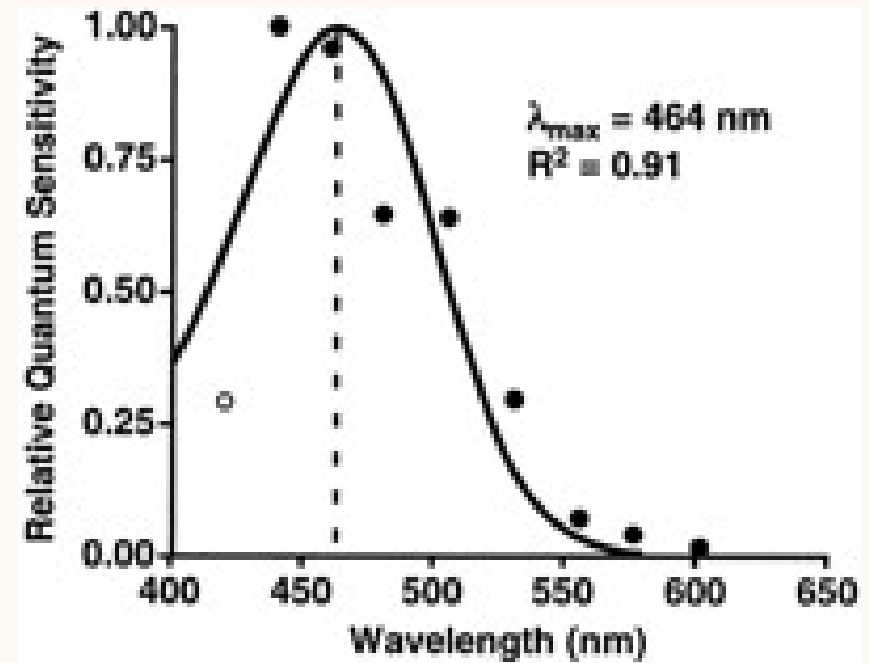
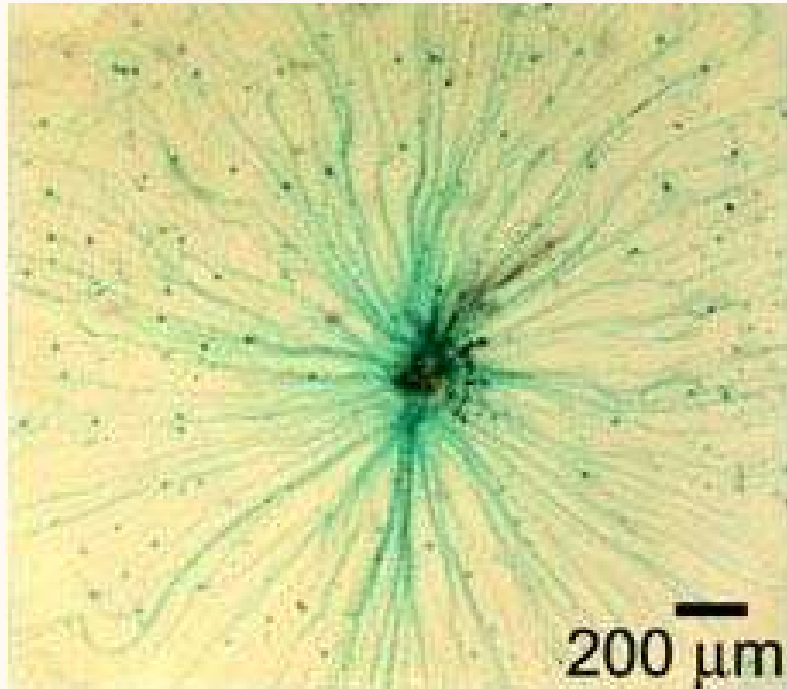
„Nem-képalkotó”
pigment(ek):

„melanopsin”

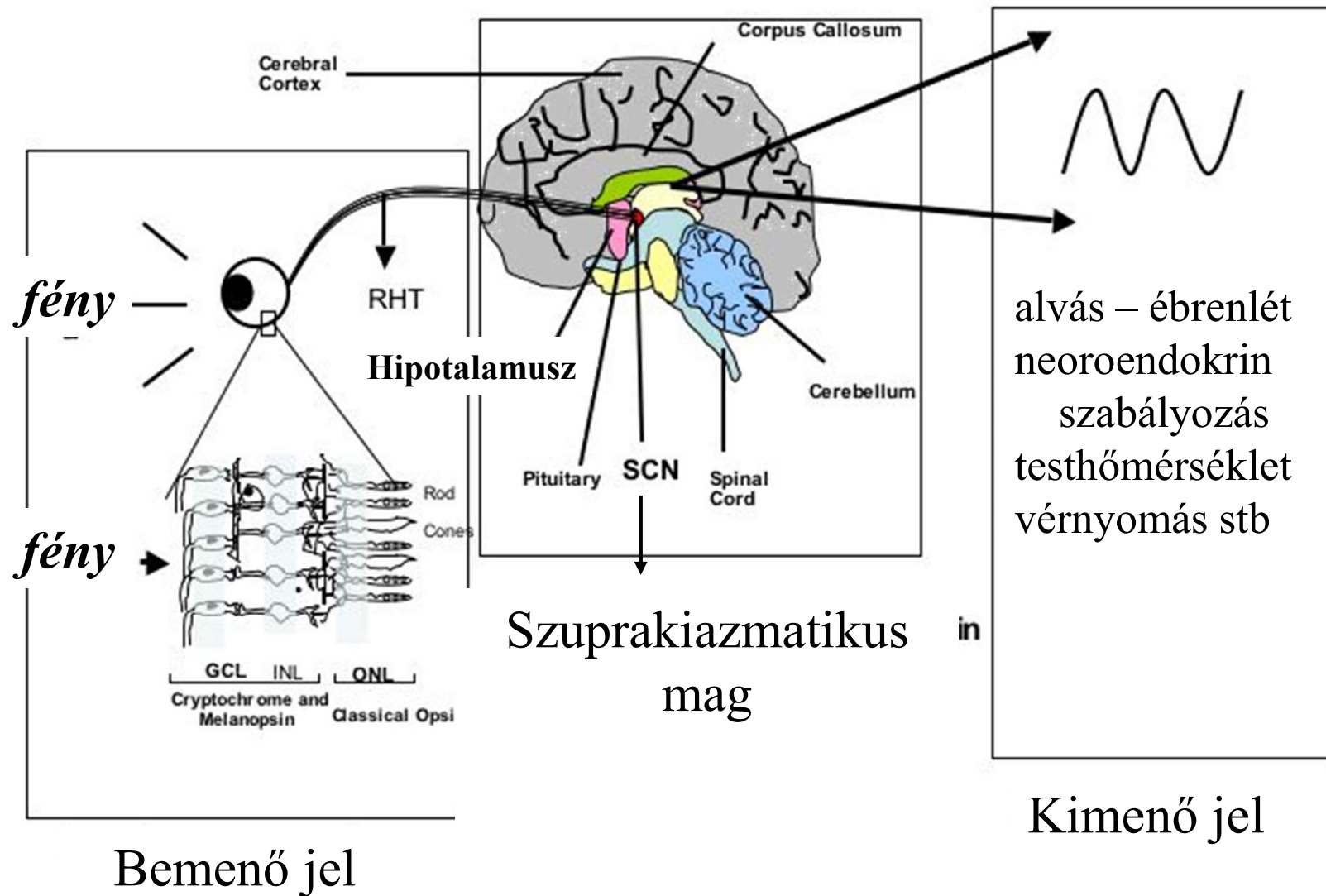
felfedezése a gerincesek
szemében



Pigment: melanopszin,



A melatonin szupresszió
hatásspektruma



Seasonal Affective Disorder (S.A.D.) kezelése



Mesterséges fényforrások

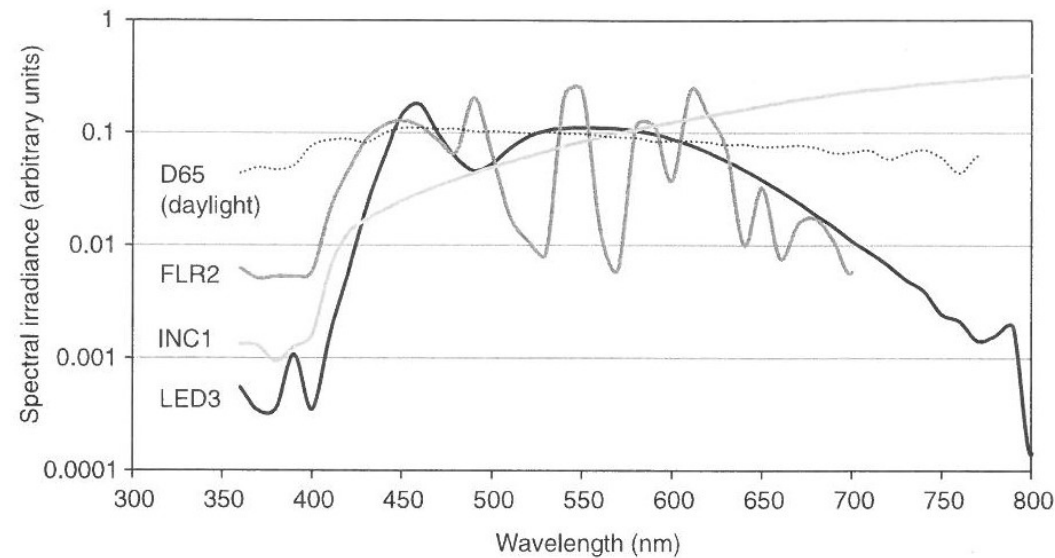


Figure 2 Typical spectra of seasonal affective disorder (SAD) lamps, sunrise simulators and daylight bulbs for light emitting diodes (LED3), fluorescent (FLR2), incandescent (INC1) lamps and the CIE standard illuminant D65,²⁴ representing natural daylight. The spectra are normalised for equal illuminance, and plotted in 10-nm steps

Példák a fény terápiás alkalmazására

Fototerápia : fény és endogén kromofor
Terápiás eszköz a fény

Fotokemiterápia: fény és exogén kromofor
Terápiás eszköz egy gyógyszer és az abban
elnyelődő fény

Újszülöttkori sárgaság (hiperbilirubinémia) kezelése



Photodynamic therapy (PDT) – fotodinámiás terápia

Fény és fényérzékenyítő anyag

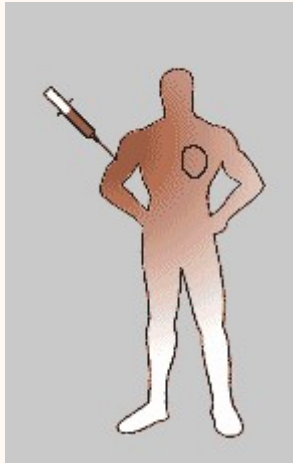
kombinált használata

oxigéndús környezetben

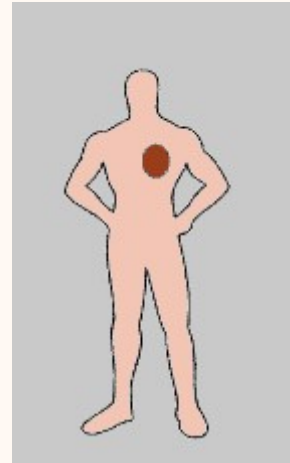


T. Dougherty: Activated dyes as antitumor agents.
J. Natl. Cancer. Inst. 1974

A kezelés sémája

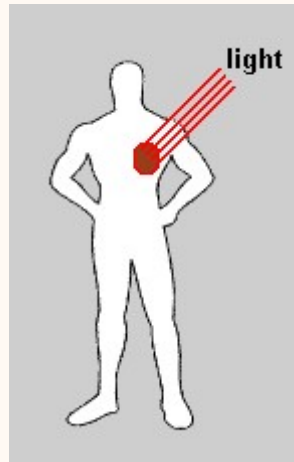


Fényérzékenyítő
alkalmazása

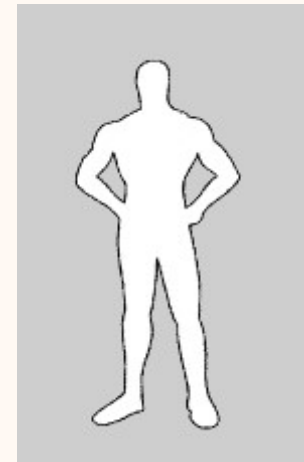


A fényérzékenyítő
felhalmozódása
a daganatban

Besugárzás



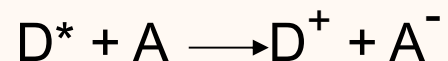
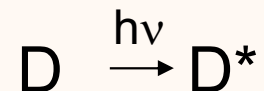
Szelektív
tumordestrukció



A PDT hatásmechanizmusa (1)

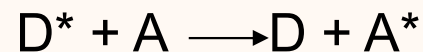
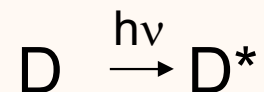
Indirekt fotokémiai reakció

Elektronátadás

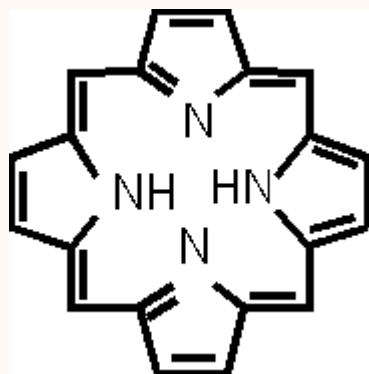


Terméke : reaktív szabadgyök

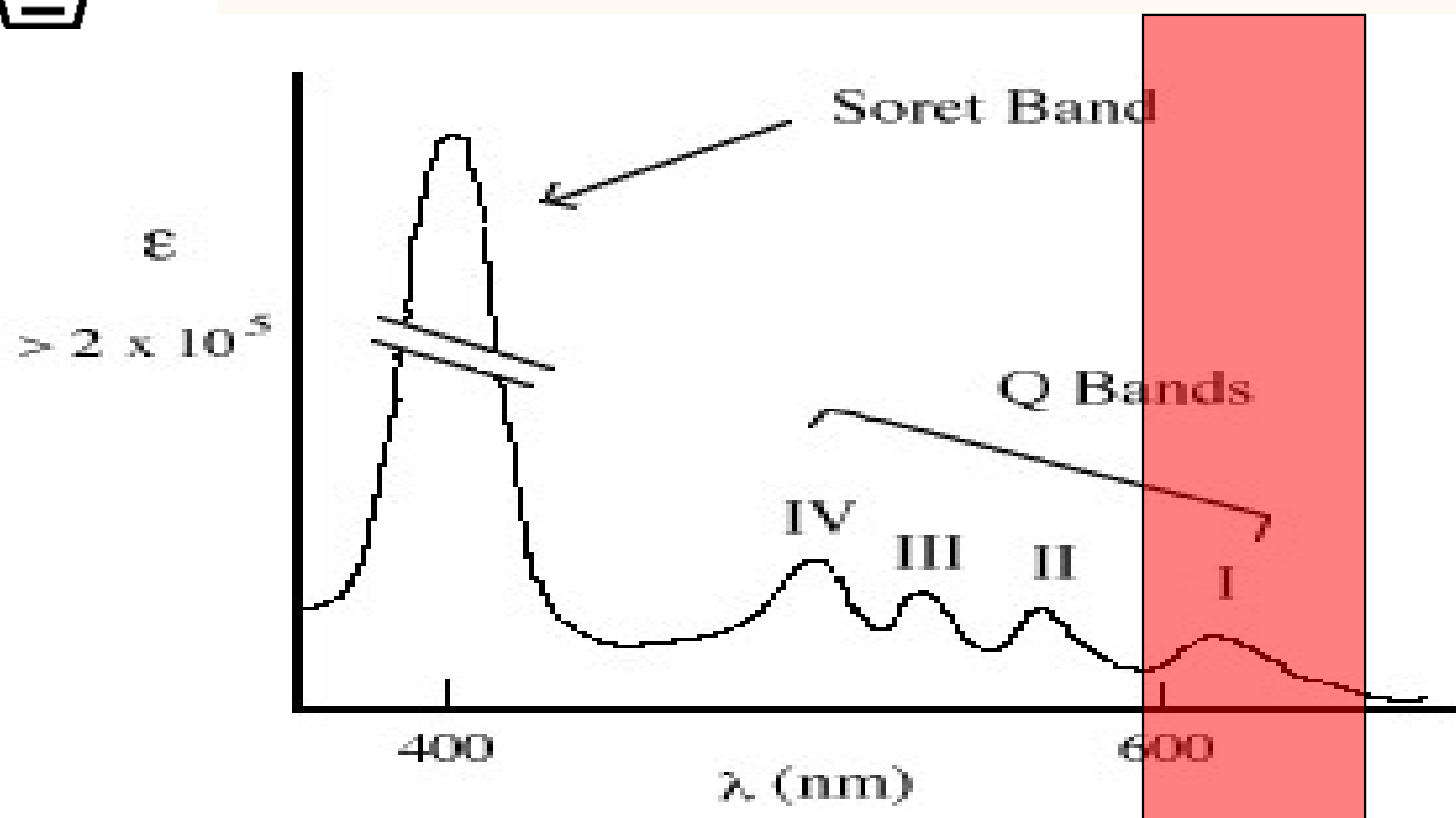
Energiaátadás



Terméke : reaktív oxigén



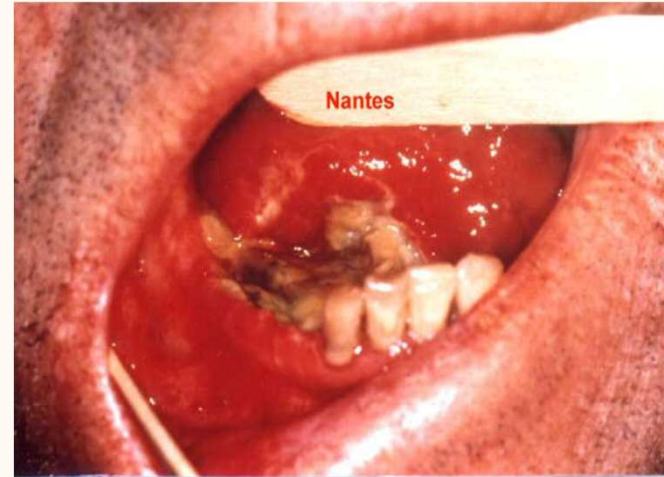
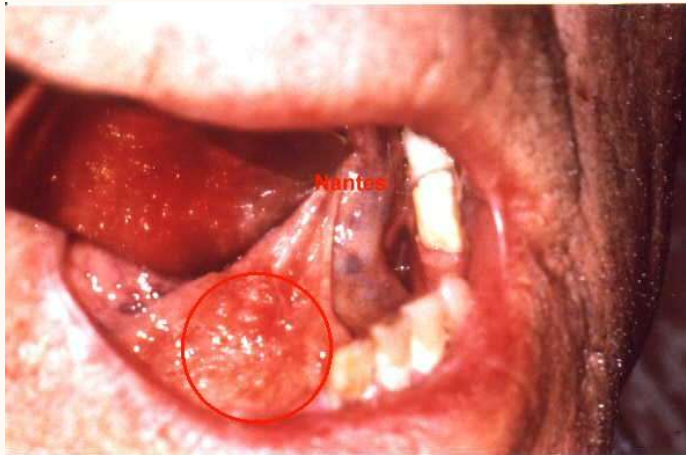
Porfirinek tipikus abszorpciós spektruma



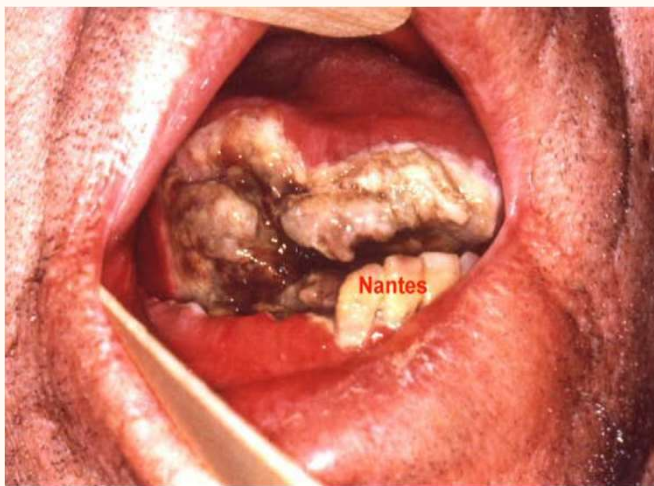
A fotodinamikus hatás felhasználási lehetőségei

- malignus daganatok (pl. bőr, tüdő, gyomor, hólyag.... stb) kezelése
- a bőr felületén keletkező jóindulatú kinövések kezelése
- érrelmeszesedéses plakkok csökkentése
- mikroorganizmusok inaktiválása

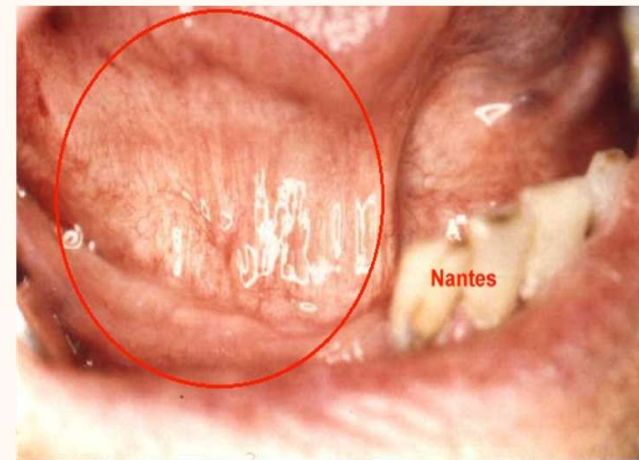
Laphámsejtes carcinoma (SCC) kezelése PDT-vel



m-THPC PDT 24 óra



m-THPC PDT 7 nap



m-THPC PDT 4 hónap

fogágygyulladás kezelése #1

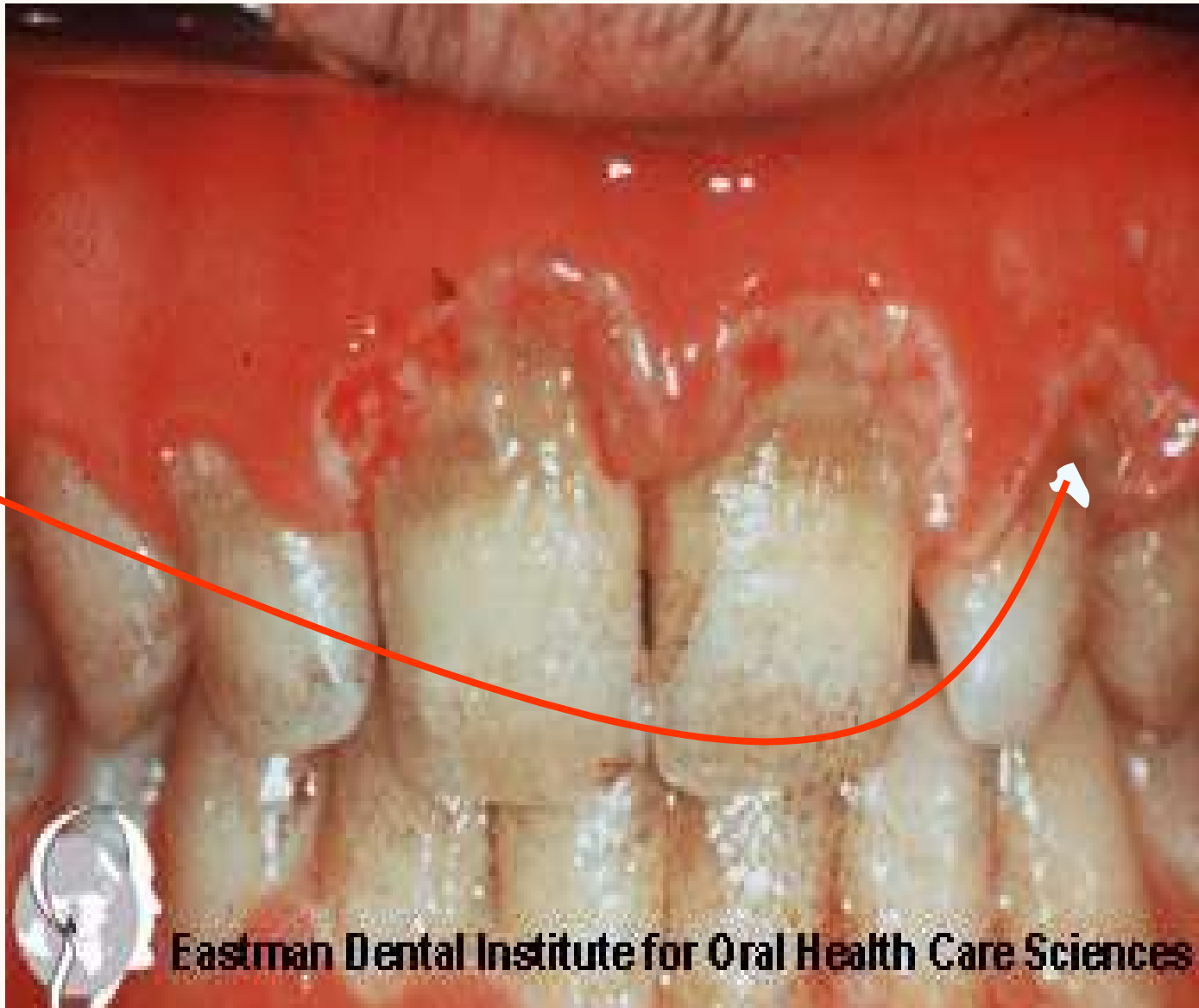
fényérzékenyítő alkalmazása



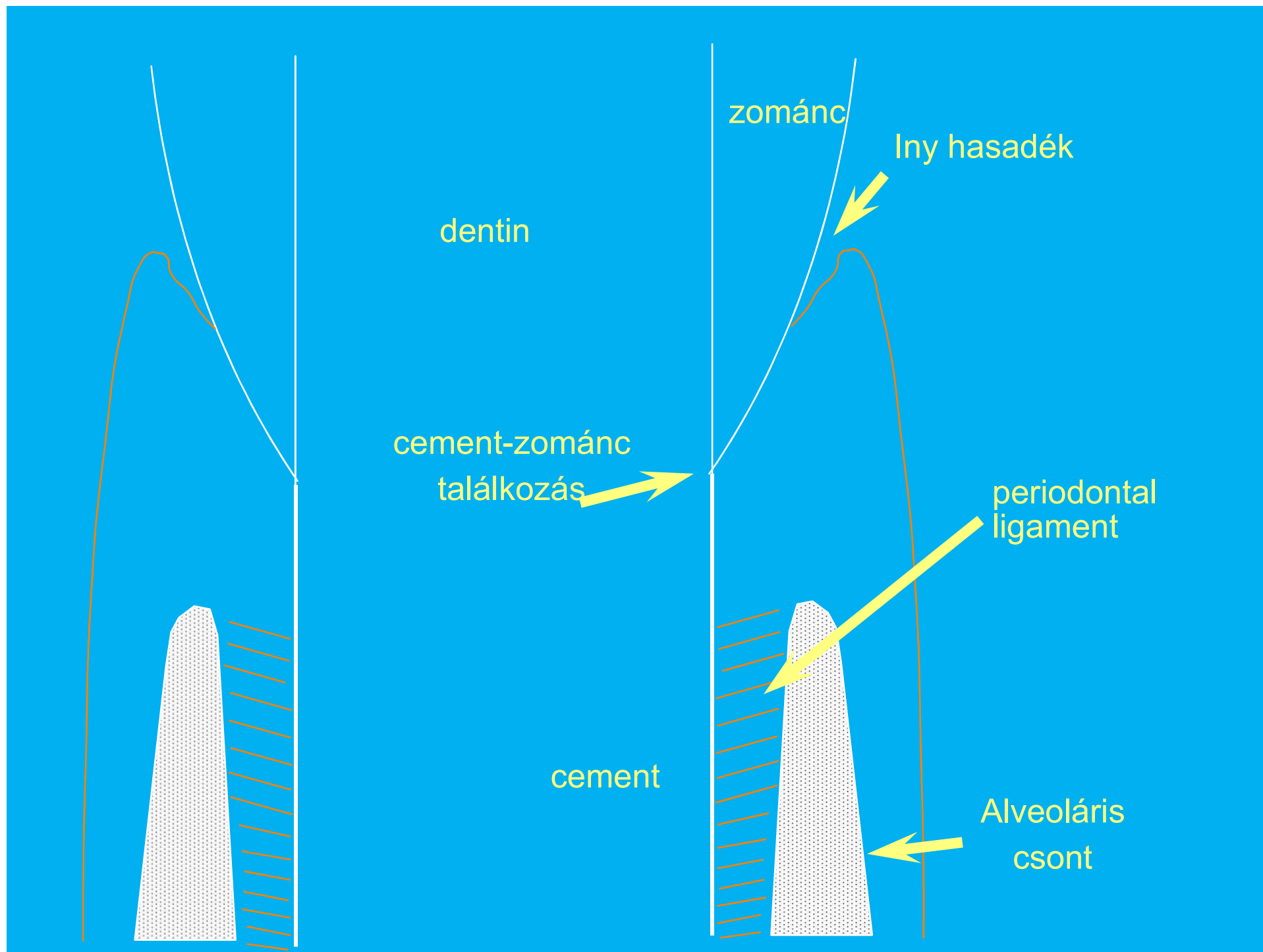
Eastman Dental Institute for Oral Health Care Sciences

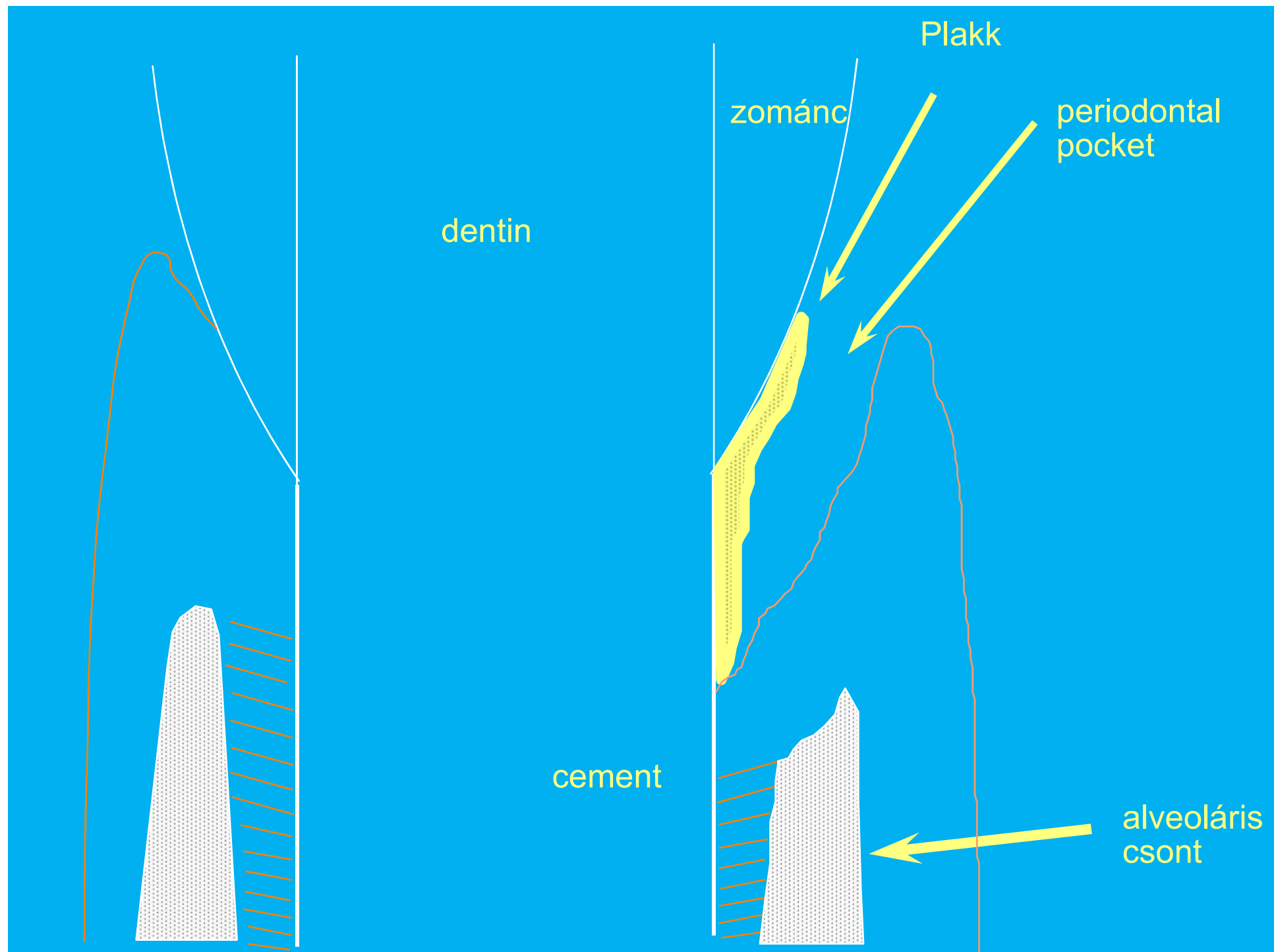
fogágygyulladás kezelése #2

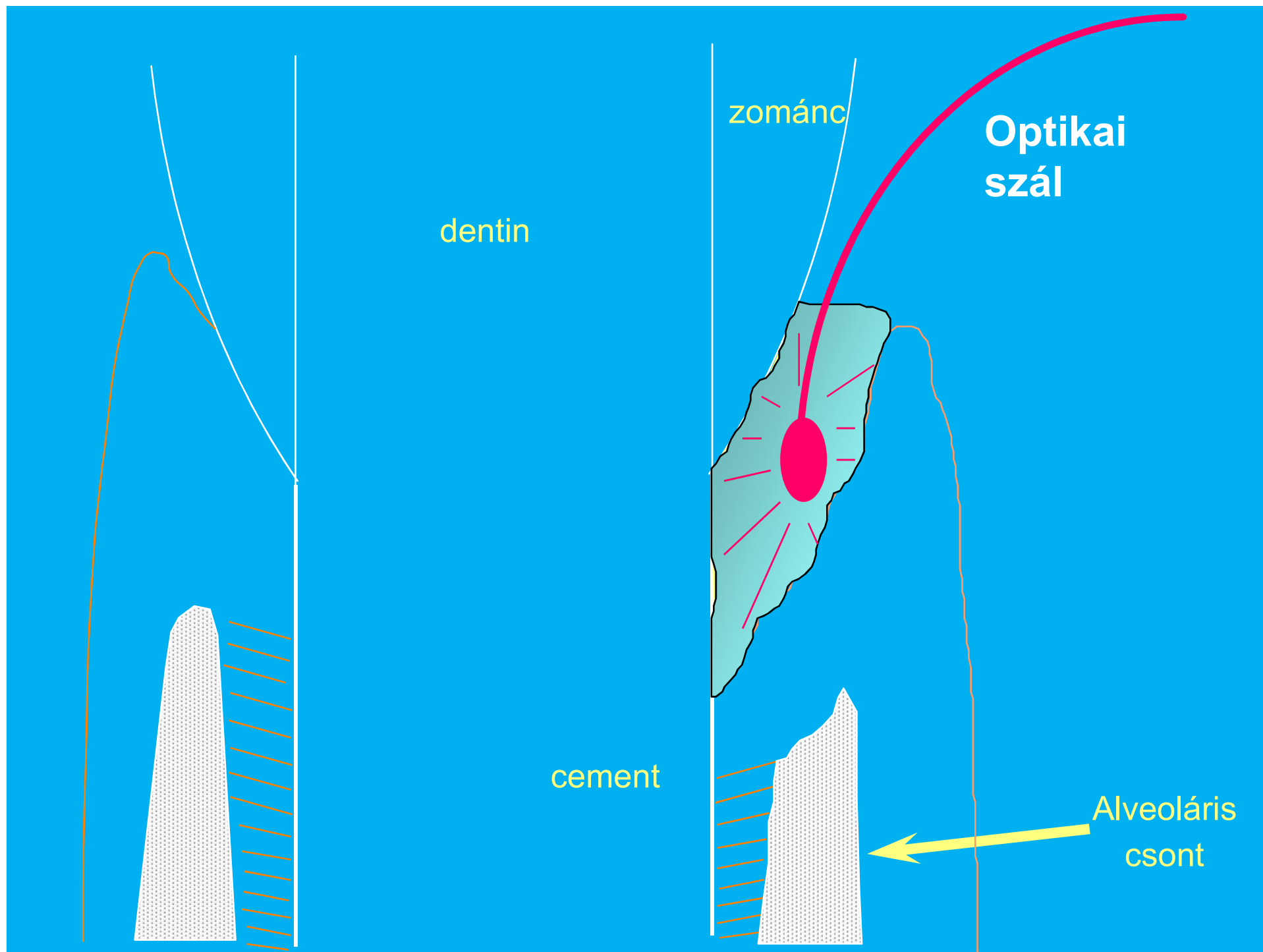
íny alatti régió besugárzása



Eastman Dental Institute for Oral Health Care Sciences







Kapcsolódó fejezetek:

Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi Biofizika

II. 2.3.3

II. 2. 3.4.

IX.2.