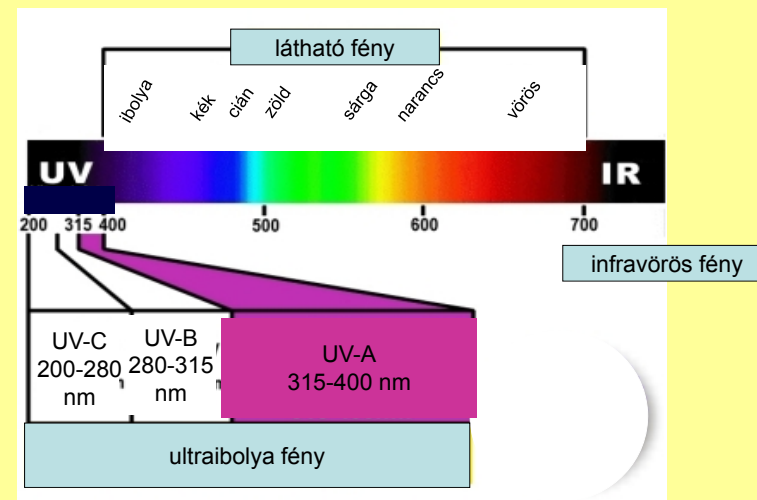




## A fény biológiai hatásai



## A fény tartományai



## A biológiai hatás kialakulásának lépései

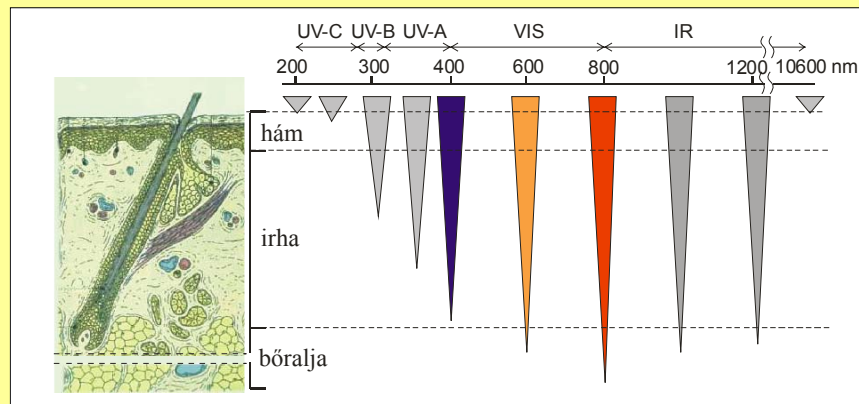


*A fény elnyelődése  
a fotobiológiai hatás kialakulásának feltétele*

## Fényabszorpció feltétele



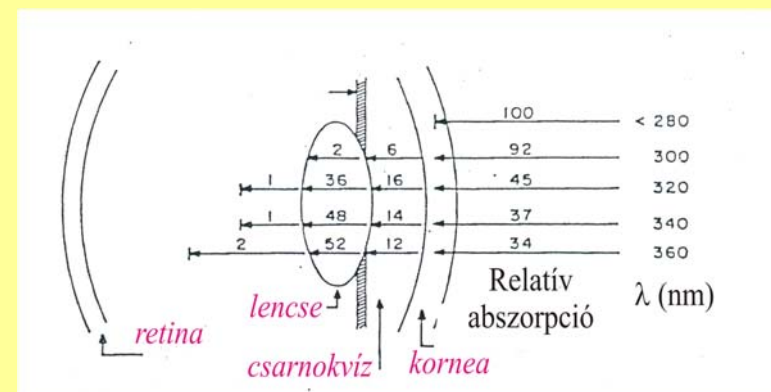
## A fény behatolási mélysége a bőrben



*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

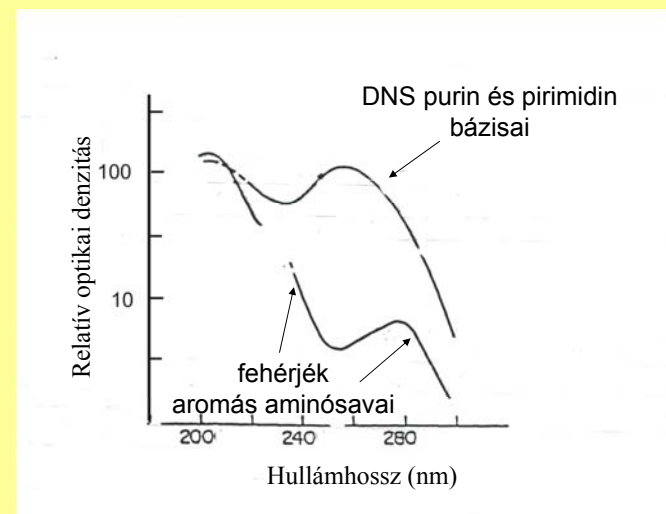
### Endogén kromofórok

pl. nukleinsavak  
fehérjék  
melanin  
opszinok

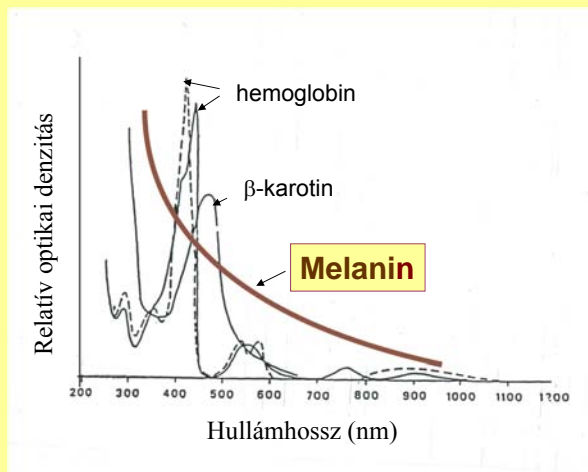
### Exogén kromofórok

pl. ételfestékek  
kozmetikumok  
gyógyszerek

## Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (1)

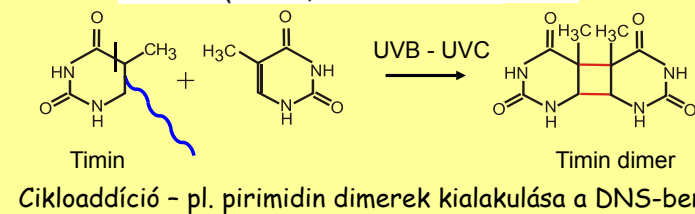
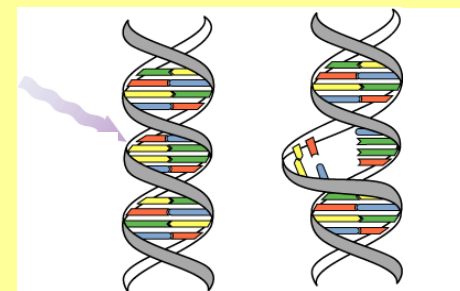


## Endogén kromofórok abszorpciós spektruma (2)

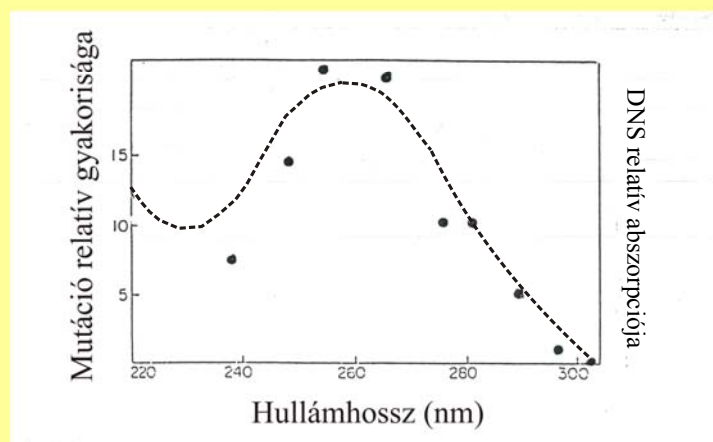


## Direkt fotokémiai reakció (1)

### A DNS sérülések kialakulása



## Ultraibolya fény mutagén hatása az E. coli baktériumon



*A hatásosság hullámhosszfüggő*

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

## Reciprocitás?

$$J_{(\lambda)} [J / s m^2] \times t [s] = D_{(\lambda)} [J / m^2]$$

A hatás csak a beeső dózistól ( $D_{(\lambda)}$ ) –  
től 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  
immunszuppresszió

### 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  
immunszuppresszió

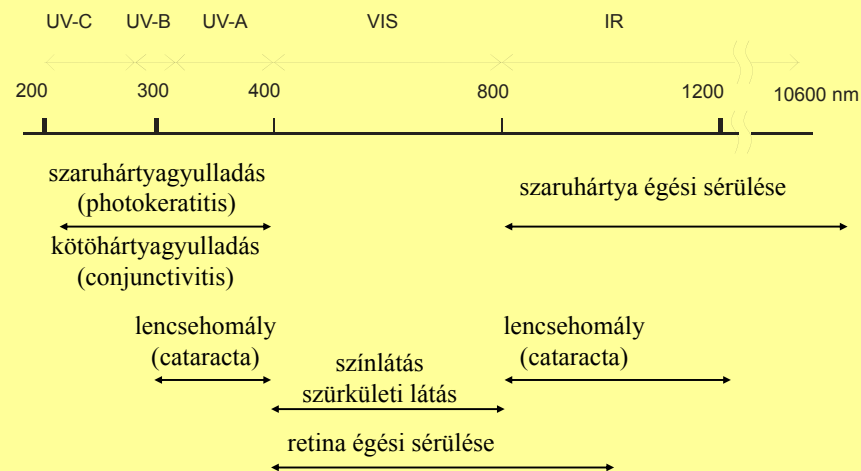


*hosszú távú:* a bőr korai ráncosodása  
rendellenes pigmentképződés  
bőrrák

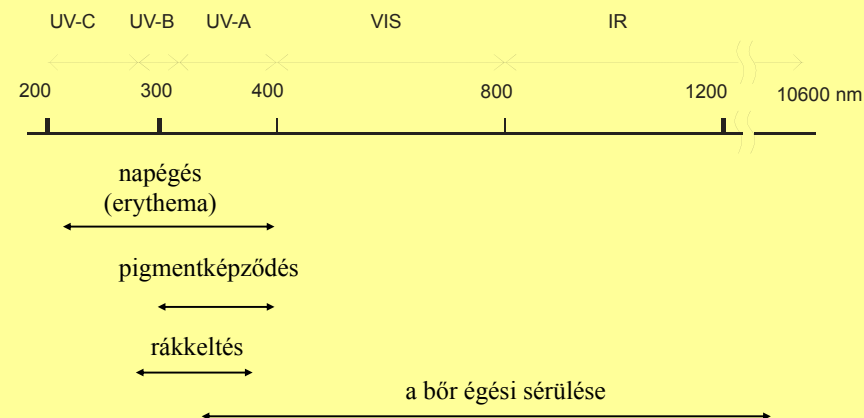


## A hatás és a behatolási mélység összefüggése

### A fény hatása a szemre

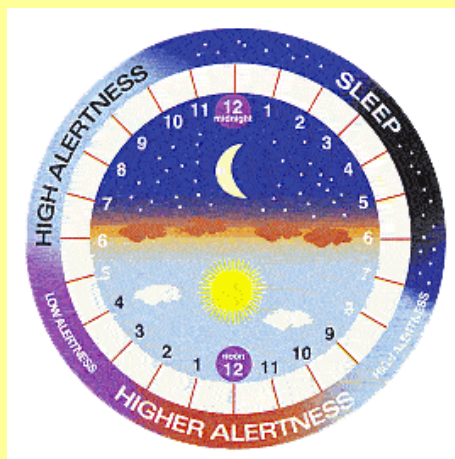


### A fény hatása a bőrre

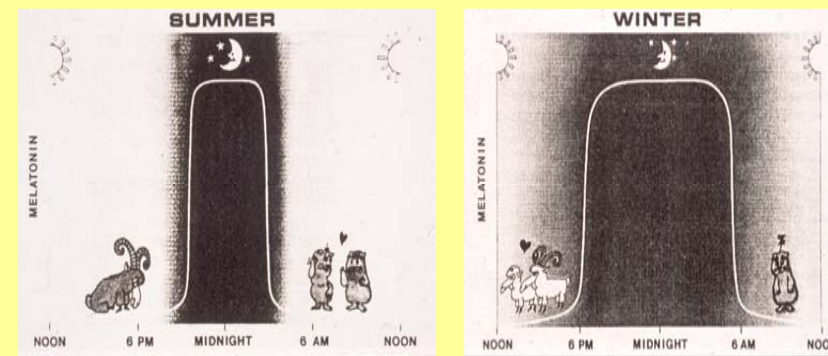


## Biológiai óra - biológiai funkciók periodicitása

- Pl. hőmérséklet  
hormontermelés  
emésztés  
alvás / ébrenlét



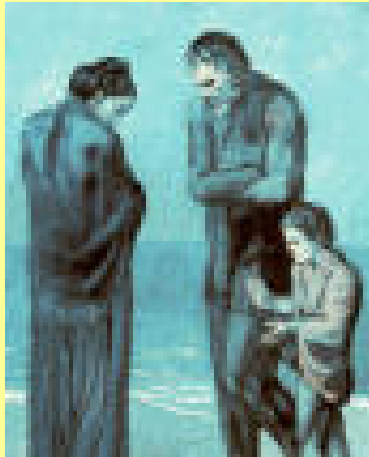
## A fény szerepe az életciklusok szabályozásában (2)



### A fény szerepe az életciklusok szabályozásában (3)

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

#### fényhiányos depresszió



### fényhiányos depresszió háttere

melatonin magas koncentrációja

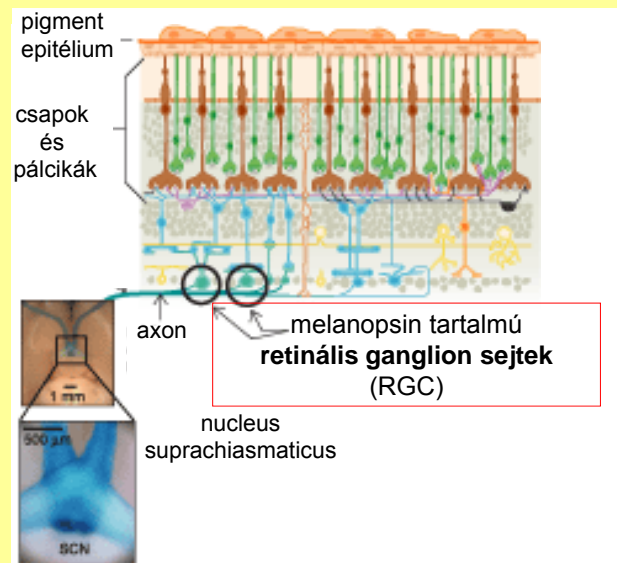
A melatoninszint szabályozásában a **szembe** jutó fény

intenzitásának, időtartamának van szerepe

A melatonin-szabályozás **független a látástól** – a vakság

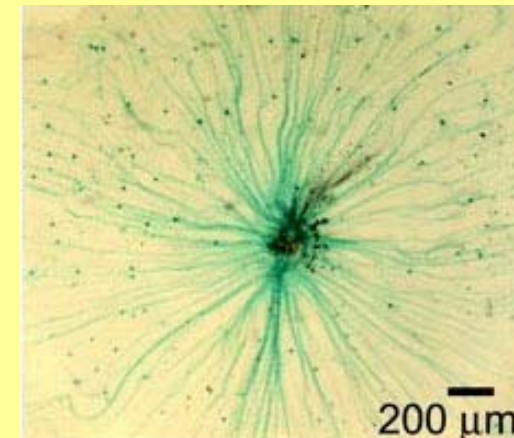
nem akadályozza a működését

### A harmadik fényérzékelő sejttípus a szemben

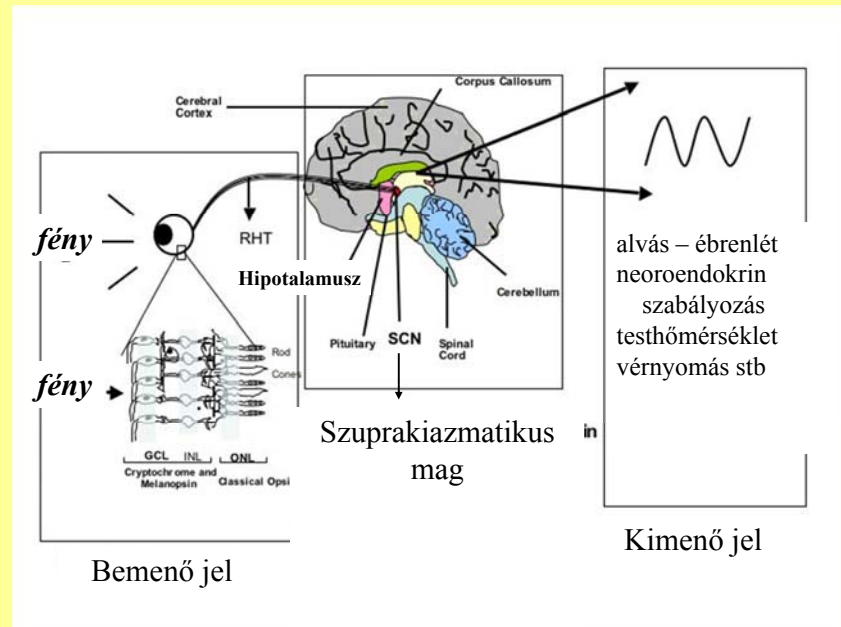


### Melanopszin,

a retinális ganglionsejtek színanyaga







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

### Kezelése

**Fényforrás:** 5000 K hőmérsékleti sugárzó ( $\lambda_{\max} = 580 \text{ nm}$ )

UV szűrővel

(Nap: kb 6000 K,  $\lambda_{\max} = 480 \text{ nm}$ )



### A megvilágítás erőssége:

max . 5 - 10 ezer lux

(normál munkahelyvilágítás kb 50-100 lux)

tűző napsütés kb 105 lux)

**Kezelési idő:** 10 – 15 perc / nap

Pontos hatásmechanizmusa nem ismert

## Példák a fény terápiás alkalmazására

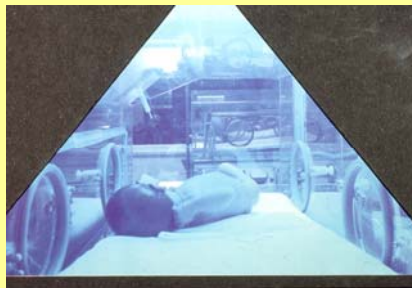
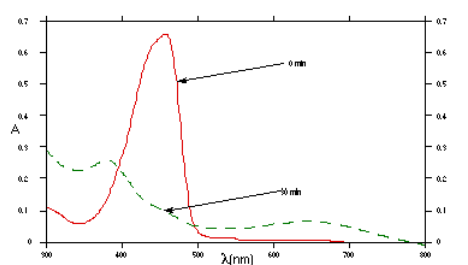
Fototerápia : fény és endogén kromofor  
Terápiás eszköz a **fény**

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

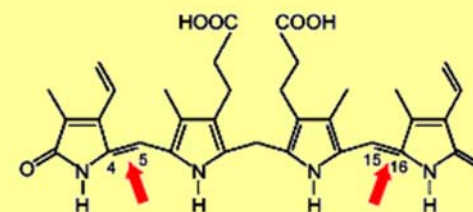
## Újszülöttkori sárgaság (hiperbilirubinémia) kezelése



## A bilirubin abszorpciós spektruma → Kék fény terápia



## Bilirubin cisz - transz izomerizációja fény hatására



## PDT

### Photodynamic therapy – fotodinámiás terápia

#### Történeti áttekintés

- Raab* 1900: akridin + napfény - papucsállatka pusztulása
- Tappeiner* 1903-1904: eozin + napfény + oxigén - sejtkultúrákban  
sejtinaktiváció  
– *fotodinamikus* szó használata
- Hausman* 1908: klorofillal szenzibilizált vvs hemolizise  
1911: hematoporfirinnel szenzibilizált egér
- Meyer-Betz* 1912: próbálkozások különböző porfirinekkal
- Meyer-Betz* 1913: 3 mg/kg porfirint injektál magába és kimegy a  
napra
- Dougherty* 1978: humán in vivo alkalmazás malignus tumorokon

## Mi a PDT?

### *Fény és fényérzékenyítő anyag*

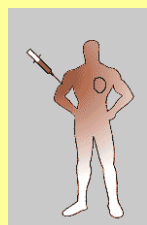
kombinált használata

oxigéndús környezetben

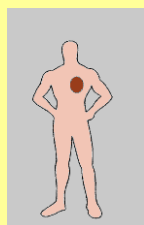
T. Dougherty: Activated dyes as antitumor agents.  
J. Natl. Cancer. Inst. 1974



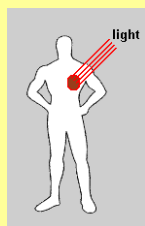
## A kezelés sémája



Fényérzékenyítő  
alkalmazása

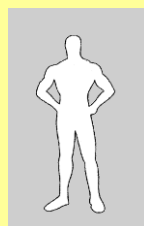


A fényérzékenyítő  
felhalmozódása  
a daganatban



Besugárzás

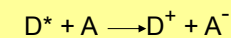
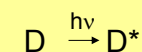
Szelektív  
tumordestrukció



## A PDT hatásmechanizmusa (1)

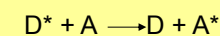
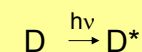
### Indirekt fotokémiai reakció

Elektronátadás

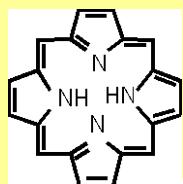


Terméke : reaktív szabadgyökök

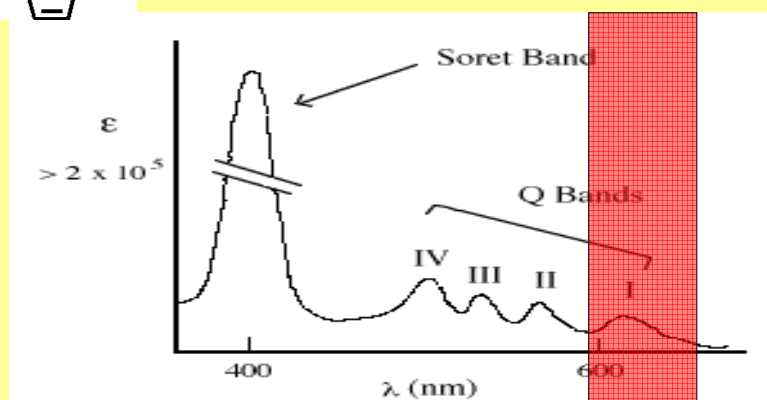
Energiaátadás



Terméke : reaktív oxigén



### Porfirinek tipikus abszorpciós spektruma



## A fotodinamikus hatás felhasználási lehetőségei

### -malignus daganatok kezelése pl.

nem pigmentált bőrdaganatok (**MELANÓMA NEM**)  
szájüregi daganatok  
léguti daganatok  
hólyag daganatok

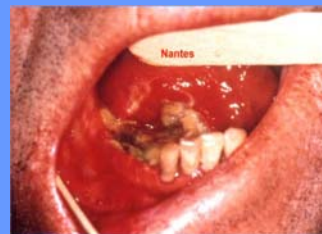
### -a bőr felületén keletkező jóindulatú kinövések kezelése

### -érelmeszesedések csökkentése

### -mikroorganizmusok inaktiválása

baktériumok, vírusok inaktiválása  
fogászat (fogágyi gyulladások)  
bőrgyógyászat (acne-s gócok)  
vérkészítmények sterilizálása  
víztisztítás stb.

## 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

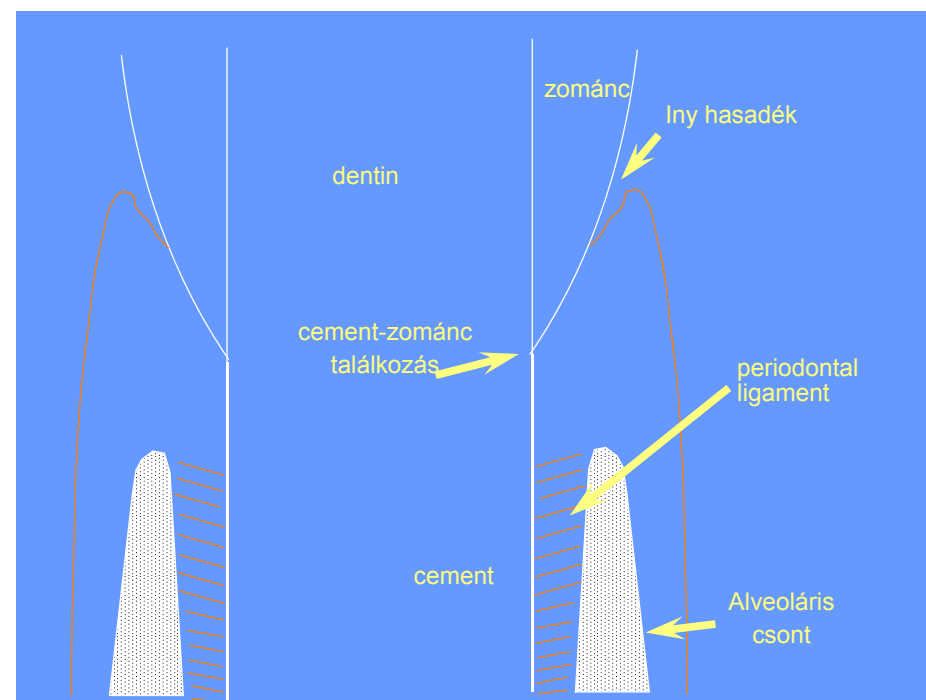


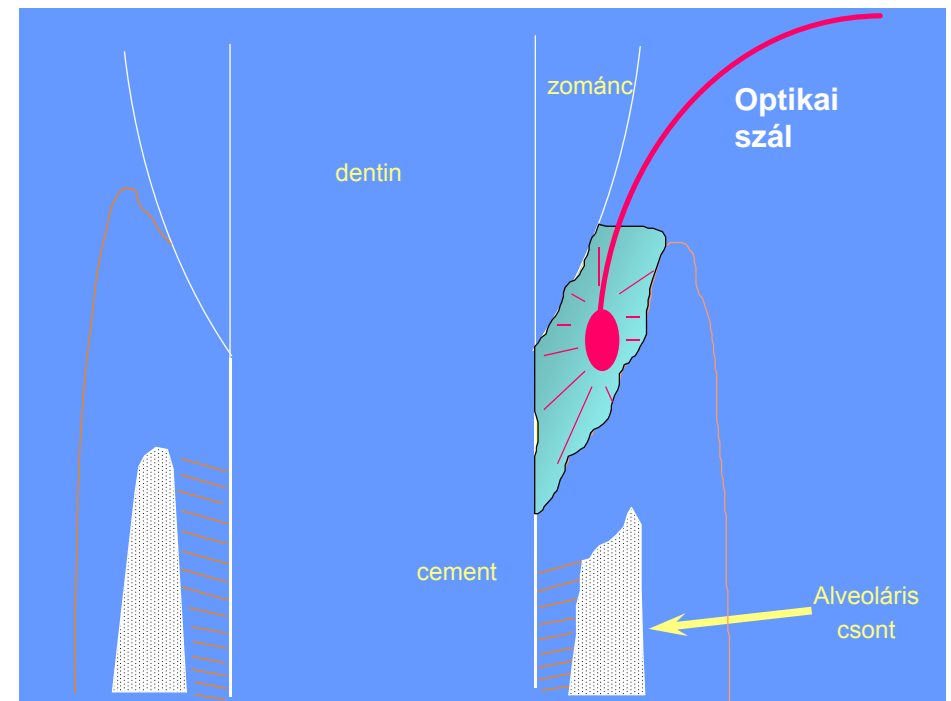
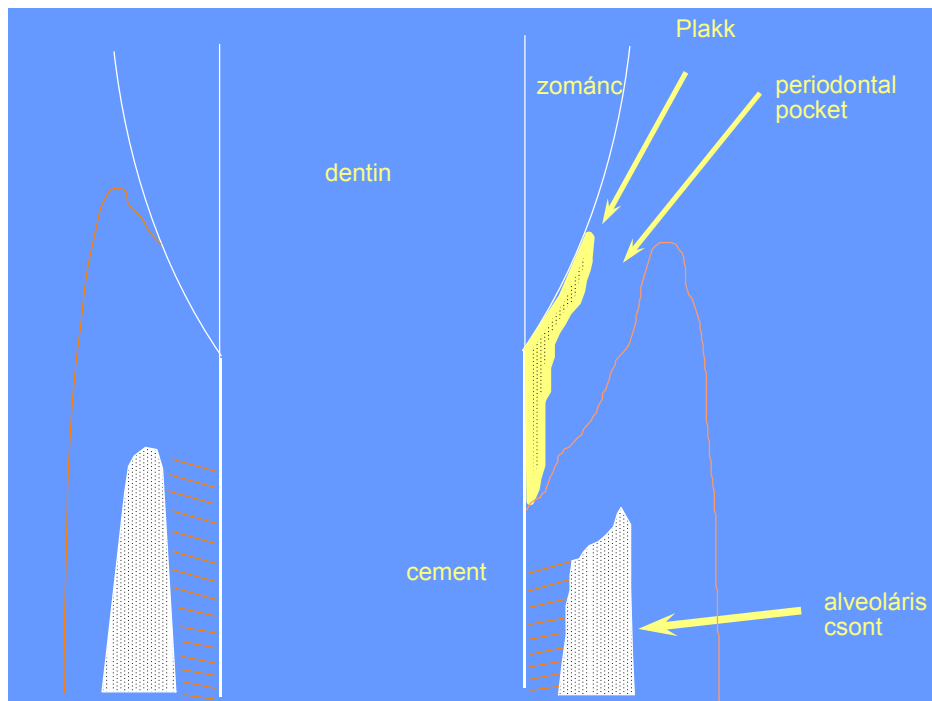
Eastman Dental Institute for Oral Health Care Sciences

## fogágygyulladás kezelése #2 íny alatti régió besugárzása



Eastman Dental Institute for Oral Health Care Sciences





*A hét kérdése:*

Az UV-C és UV-B sugárzás elnyelődése egészségügyi kockázatot jelent. Melyik makromolekulában bekövetkező változások állnak (elsősorban) ennek hátterében? Miért?

Kapcsolódó fejezetek:

*Damjanovich, Fidy, Szöllősi: Orvosi Biofizika*

II. 2.3.3

II. 2. 3.4.

IX.2.