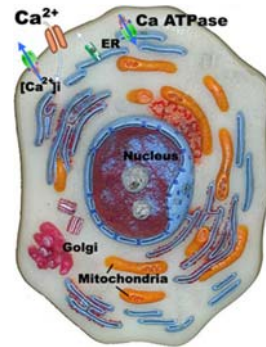


# Folyadékkristályok; biológiai és mesterséges membránok

Dr. Voszka István



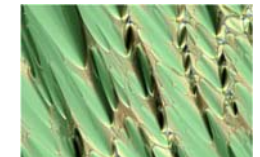
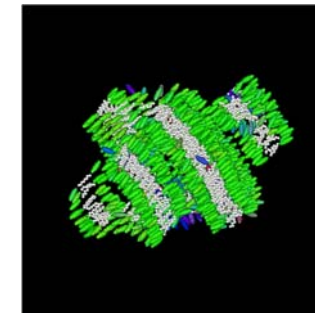
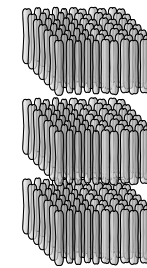
**Folyadékkristályok:** Átmenet a folyadékok és a kristályos szilárdtestek között (anizotróp folyadékok)

Fonal, pálcika, korong alakú (anizodimenziós) molekulák alkotják.

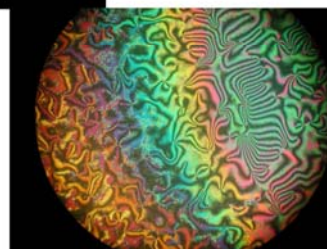
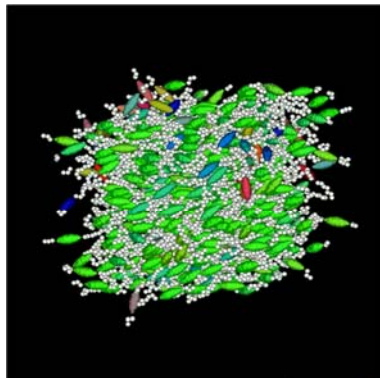
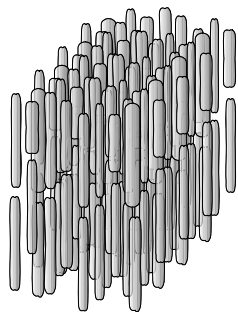
*Rendezettség:* - tömegközéppontok szerint (transzlációs rend)  
- molekulatengely iránya szerint (orientációs rend)

*Szerkezeti formák:*

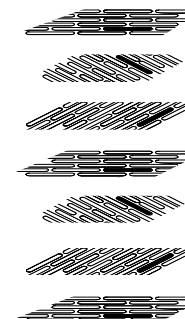
- szmektikus – transzlációs és orientációs rend



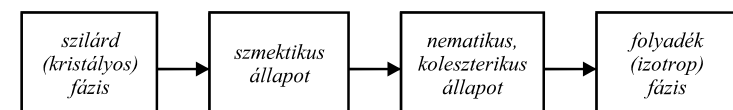
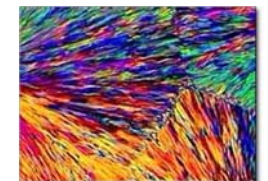
- nematikus - orientációs rend



- koleszterikus (csavart nematikus) – orientációs rend



⑦  
⑥  
⑤  
④  
③  
②  
①

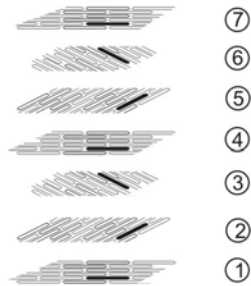


Típusai:

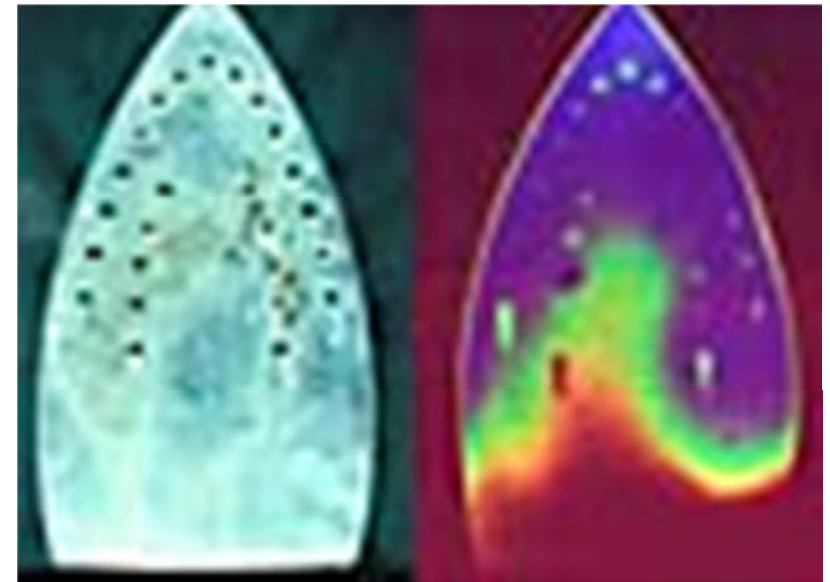
1. Termotróp – a rendezettség elsősorban a hőmérséklettől függ.

Gyakorlati alkalmazásai

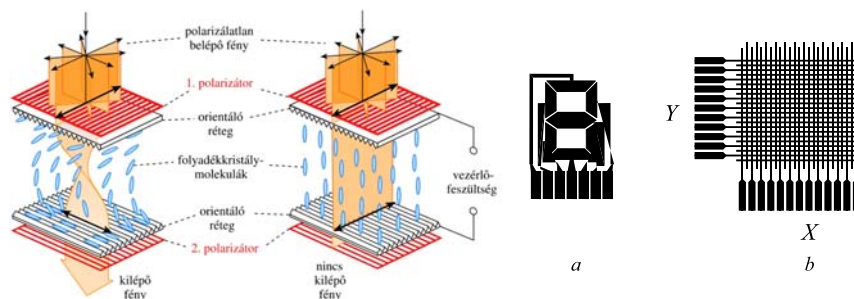
**Termooptikai jelenség** alapján: A koleszterikus folyadékkristály menetmagassága változik a hőmérséklettől függően → a rétegekről visszaverődő fény interferenciájakor más-más hullámhossz oltódik ki → más-más színt látunk ⇒ kontakt termográfia.



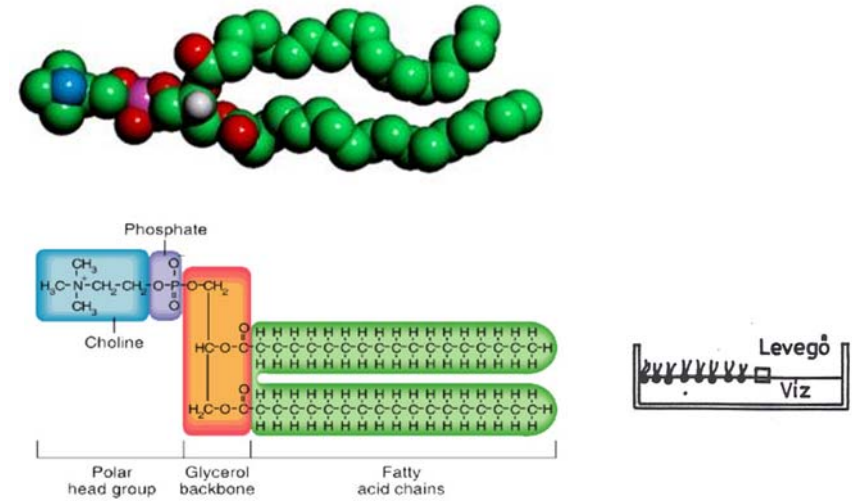




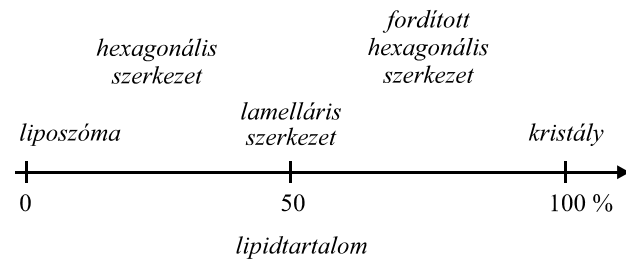
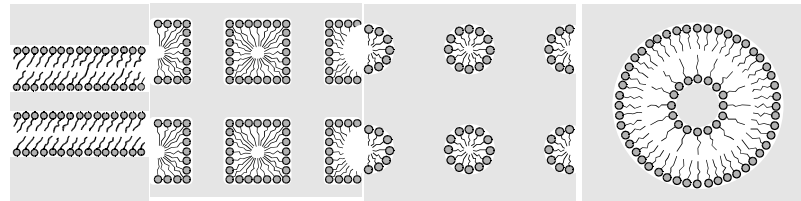
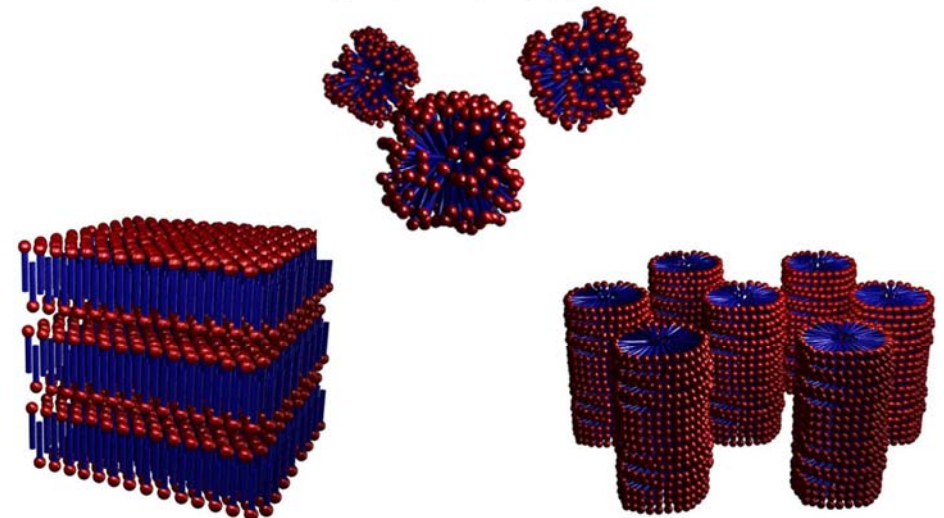
**Elektrooptikai jelenség** alapján: A dipólusmomentummal rendelkező nematikus folyadékkristályra elektromos teret kapcsolva a rendezettség változik → eltérő fényvisszaverés a mögötte lévő tükröző felületről ⇒ folyadékkristályos kijelző (LCD – liquid crystal display)



2. Liotróp – a rendezettség elsősorban a koncentráció-arányoktól függ.  
Amfifil molekulák alkotják (pl. foszfolipid)



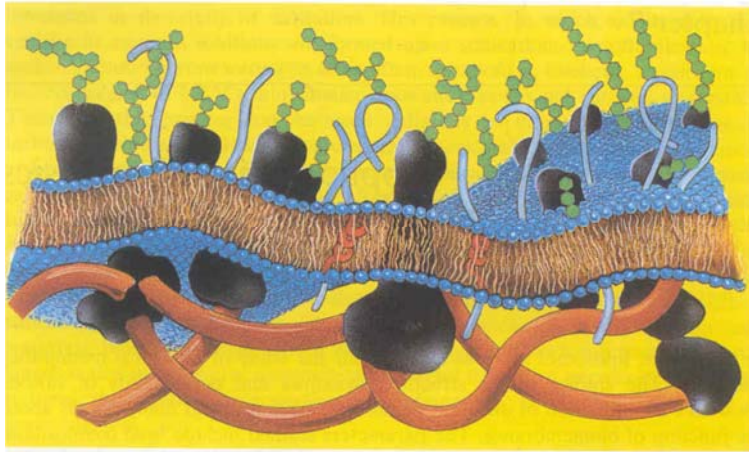
## Liotróp folyadékkristályos szerkezetek





Pl: membrán – lipid kettősréteg, benne fehérjék

- fejcsoportok között H-kötések, ionos kötések
- szénhidrogén láncok között van der Waals kötések

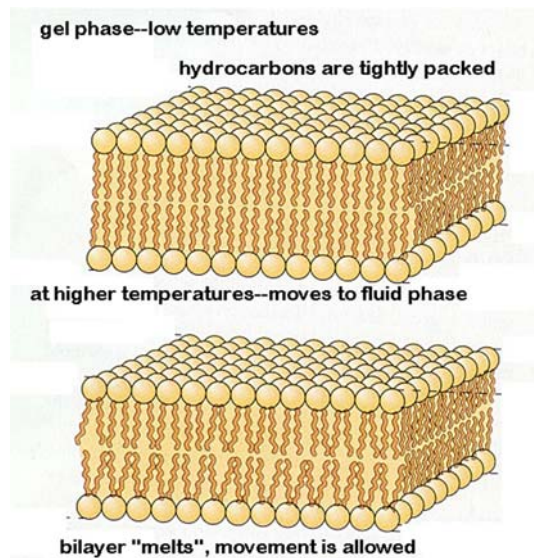


#### A rendezettséget befolyásoló egyéb tényezők

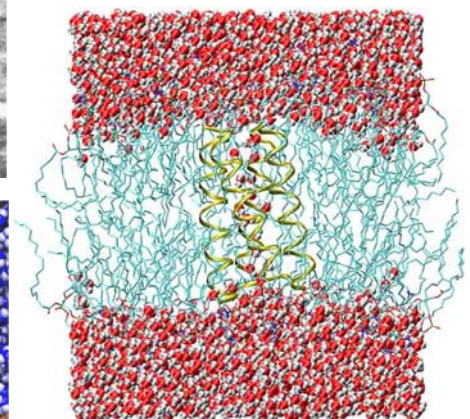
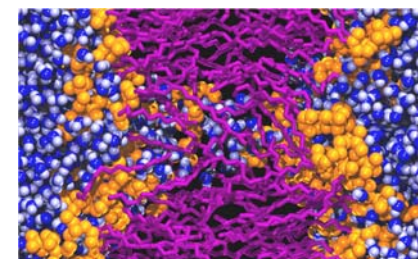
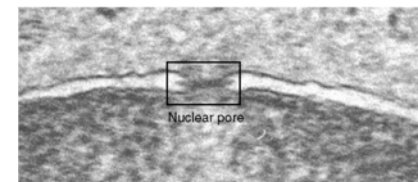
- molekula típusa (fejcsoport és szénhidrogén lánc átmérő aránya)

Lipids	Shape	Organization	Phase
Soaps Detergents Lysophospholipids	Inverted cone $P < \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$	Micelles	Isotropic hexagonal I
Phosphatidylcholine - serine - inositol Sphingomyelin Dioctylphosphate DODAC	Cylinder $P \approx 1$	Bilayer	Lamellar (Cubic)
Phosphatidylethanolamine Phosphatidic acid Cholesterol Cardiolipin Lipid A	Wedge $P > 1$	Reverse micelles	Reverse hexagonal II
Mixtures Lysophosphatidylcholine and Phosphatidylethanolamine	Mixed shapes $P \approx 1$	Lamellar	Lamellar

- hőmérséklet

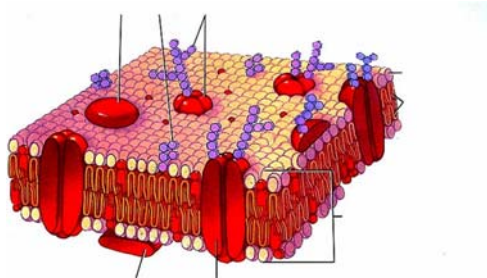


- nyomás
- ionkörnyezet, pH
- „szennyezések” – jelentős szerepet játszanak a membrán működésében (pórusok, csatornák)



## A biológiai membránok szerepe

- A különböző folyadékterek **elhatárolása**
- Ionok, molekulák szelektív **transzportja**
- **Jelátvitel**

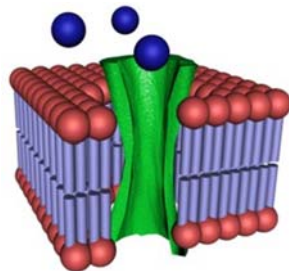
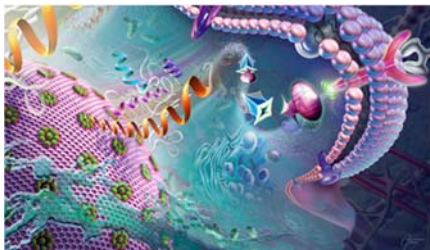


## A membrán fő alkotórészei

- **Lipidek** (40-60 %)
  - foszfolipidek
    - semleges, negatív, pozitív töltésű
    - telített vagy telítetlen
  - koleszterin
  - egyéb lipidek (szfingolipidek, glikolipidek)
- **Fehérjék** (30-50 %)
  - integráns (transzmembrán) vagy perifériás

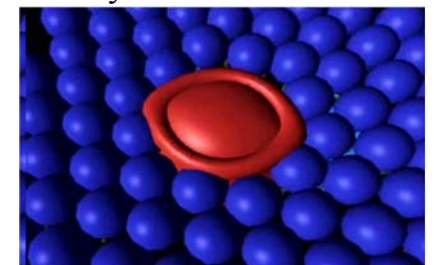
## Membránfehérjék

Főleg a membránon keresztül történő jelátvitelben, valamint az ionok, molekulák transzportjában játszanak szerepet



## A transzport típusai a membránon keresztül (1)

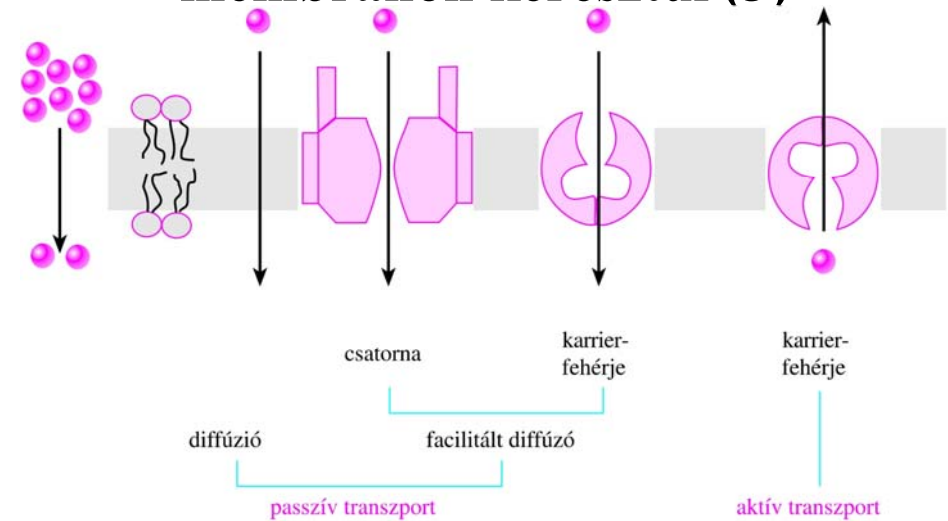
- **Passzív** - koncentráció esésnek megfelelően  
→ diffúzió, ozmózis (víz, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>)
- Facilitált diffúzió - csatornán keresztül, koncentráció esésnek megfelelően. A csatorna kinyílását és záródását megfelelő ligandum, feszültség vagy más tényező szabályozza.



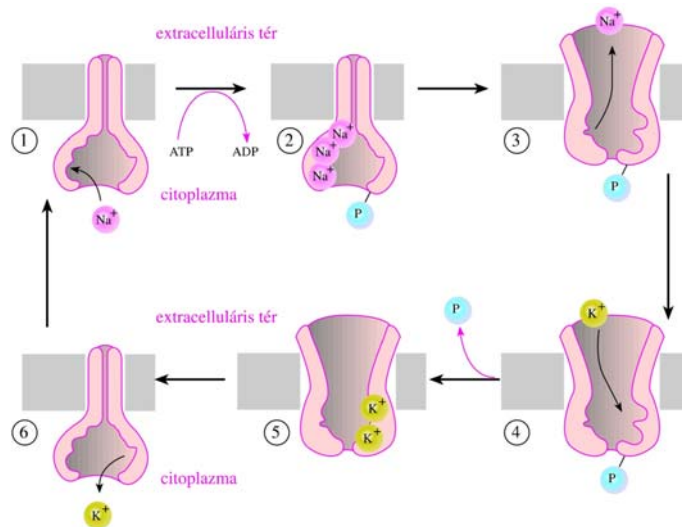
## A transzport típusai a membránon keresztül (2)

- **Aktív** - koncentráció eséssel szemben
  - Az energiaszükségletet általában ATP fedezi (pl.  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$ -ATP-áz)
- Indirekt aktív transzport - összekapcsolódik egy koncentráció esésnek megfelelő és egy koncentráció eséssel **szemben** történő transzport.
  - symport - mindkettő azonos irányú (pl.  $\text{Na}^+$ - **glukóz** transzport)
  - antiport - a kettő ellentétes irányú (pl.  $\text{H}^+$ -  **$\text{Na}^+$**  transzport növényekben)

## A transzport típusai a membránon keresztül (3)

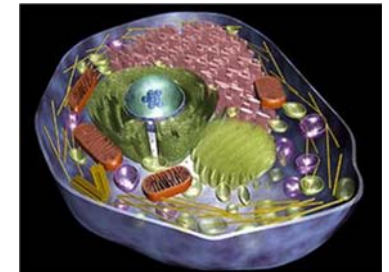


## Példa az aktív transzportra: a $\text{K}^+$ - $\text{Na}^+$ pumpa



## Sejtalkotók, amelyekben membrán található

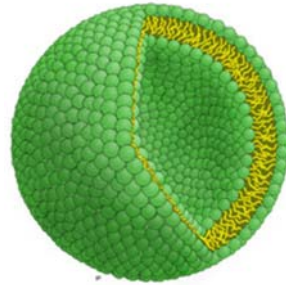
- Sejthártya
- Sejtmaghártya
- Mitokondrium
- Endoplazmás retikulum
- Golgi
- Lizoszóma





## Mesterséges membránok

Cél: - kutatás, modellezés  
- diagnosztika, terápia



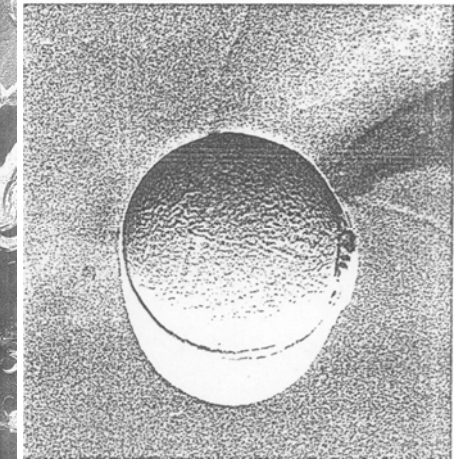
## Liposzómák

Lipidgömböcskék, melyekbe különböző molekulák (gyógyszerek, diagnosztikumok, DNS-darabok) zárhatók be.

Előny: - célzott bejuttatás  
- kevesebb mellékhatás  
- kisebb dózis, hosszabb ideig hatékony koncentráció

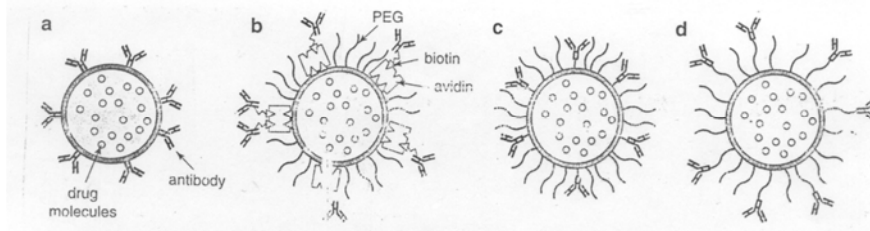
## Liposzómák csoportosítása

1. Strukturális - multilamelláris (MLV)  
- unilamelláris (SUV, LUV)



## 2. Funkcionális - konvencionális (C) → makrofágok bekebelezik

- stabilizált (S, „stealth”) → a makrofágok elől elfedik a felszíni molekulák
- immunliposzóma – felületén antitestek → specifikus kötődés



## Példák a liposzómák alkalmazására

- a) Diagnosztikai készítmények  
- röntgen kontrasztanyagok

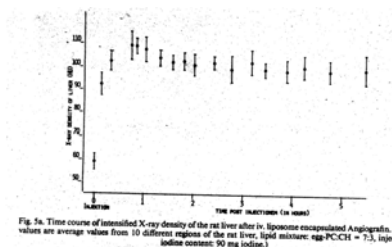
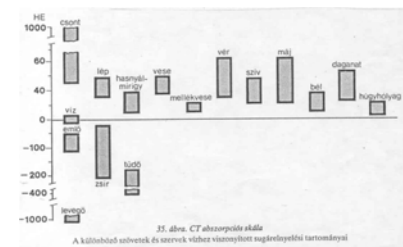


Fig. 5a. Time course of intensified X-ray density of the rat liver after iv. liposome encapsulated Angiografin. (The values are average values from 10 different regions of the rat liver, lipid mixture: egg-PC:CH<sub>2</sub> = 7:3, injection iodine content: 90 mg iodine.)

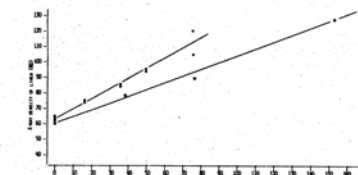


Fig. 4. Correlation between X-ray density of the liver and amount of iodine administered. (The values are average values from 10 different regions of the liver.) Dots: liposome encapsulated Angiografin, lipid mixture: egg-PC:CH<sub>2</sub> = 7:3; rat liver, 60 min after iv. injection, stars: free radiocontrast agent, human liver, 40 sec after iv. injection (Clausen).

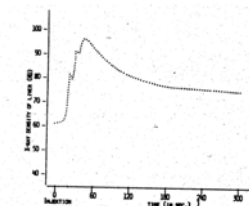


Fig. 5b. Time course of intensified X-ray density of the human liver after iv. injection of free radiocontrast agent (Clausen). (The values are average values from 10 different regions of the human liver.)



## Radioaktív izotópok, radiofarmakonok

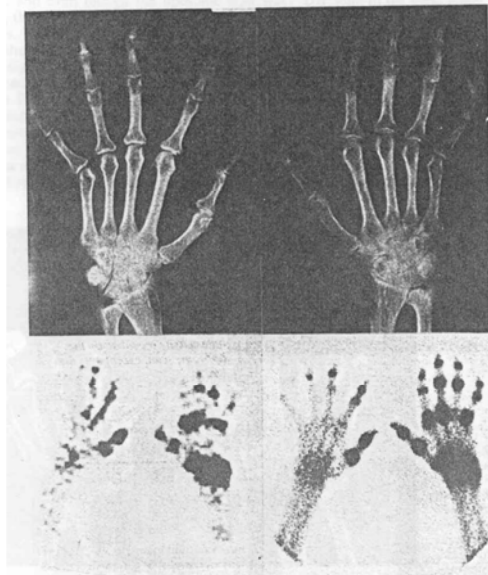


Fig. 2 Radiographs, liposome scan (bottom left), and bone scan (bottom right) of a patient with active psoriatic arthritis. Note loss of cartilage at wrists and erosions at metacarpophalangeal, proximal interphalangeal, and distal interphalangeal joints. Note also increased activity at these joints, especially the right hand on the bone scan. The liposome scan also shows increased activity, but there is more diffuse activity over the left index finger where clinically there was active tenosynovitis.

## a) Terápiás szerek

- antibiotikumok
- baktérium ellen
- gomba ellen

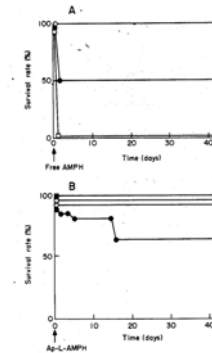
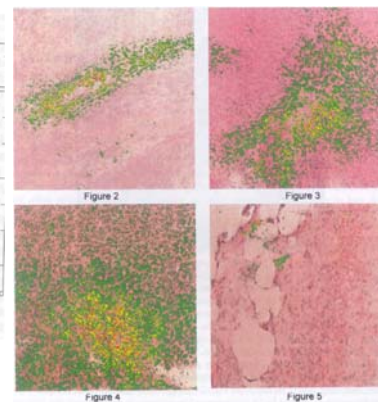
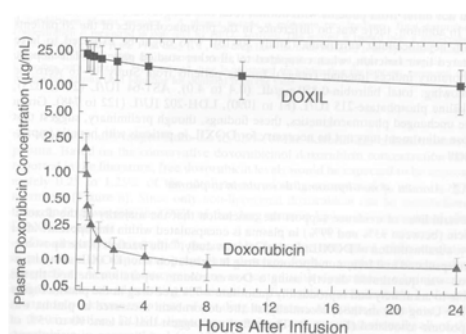


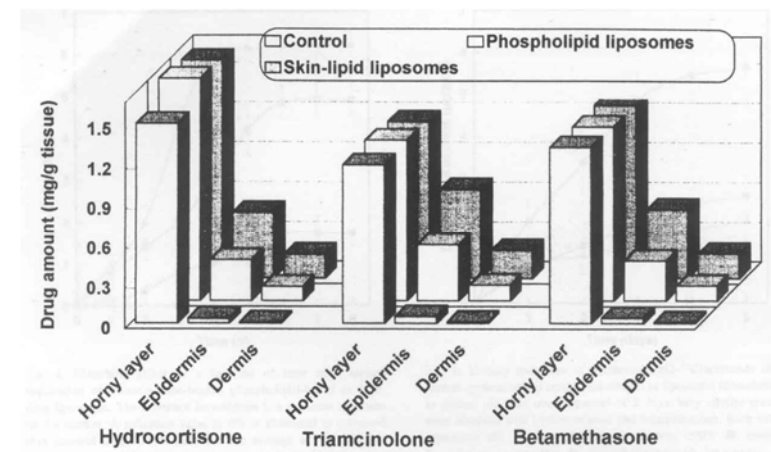
Fig. 2. Toxicity to normal mice. (A) Free amphotericin B. LD<sub>50</sub> was 1.2 mg/kg. The maximum dose without acute lethality was 0.8 mg/kg; n=10. Dose of free amphotericin B: 0.8 mg/kg (○—○); 1.2 mg/kg (●—●); 2.0 mg/kg (□—□). (B) Amphotericin-coated liposomal amphotericin B. LD<sub>50</sub> was greater than 10 mg/kg. All mice treated at a dose of 5.0 mg/kg were alive; n=10. Dose of amphotericin-coated liposomal amphotericin B: none (●—●); 2.5 mg/kg (□—□); 5.0 mg/kg (○—○); 10.0 mg/kg (●—●).



## - daganatellenes szerek



## - helyi készítmények (pl. bőrön)



## DNS bezárása (génátvitel)

