

Ultrahang és elektromos impulzusok alkalmazása

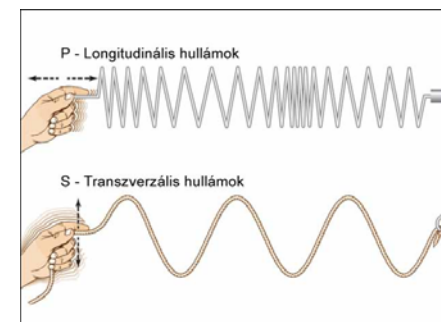
Dr. Voszka István

SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet

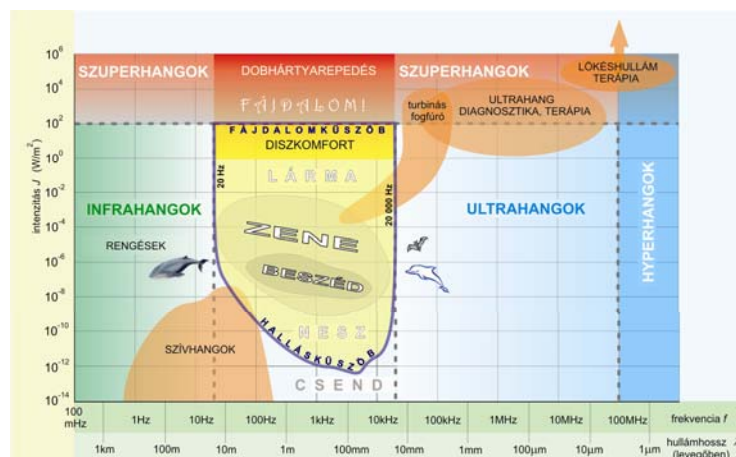


Ultrahang: 20 kHz-nél magasabb frekvenciájú mechanikai hullám.

A mechanikai hullámok (hang, ultrahang) terjedéséhez közegre van szükség.



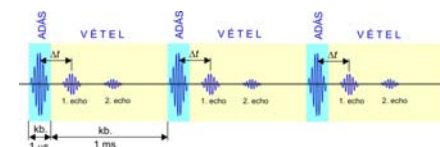
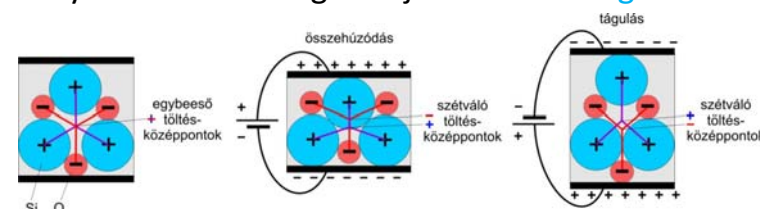
Mechanikai hullámok tartományai frekvencia és intenzitás alapján



Előállítható piezoelektromos kristállyal

- Direkt piezoelektromos hatás: mechanikai behatásra töltésszétválás. – **ultrahang detektálása**

- Inverz piezoelektromos hatás: váltófeszültség hatására a kristály mechanikai rezgésbe jön. – **ultrahang előállítása**



Orvosi felhasználás:

- Diagnosztika: $f = 1 - 10 \text{ MHz}$, természetben 20 MHz ,
 $J \sim \text{mW/cm}^2$



- Terápia: $f = 0,8 - 1,2 \text{ MHz}$, $J \sim \text{W/cm}^2$

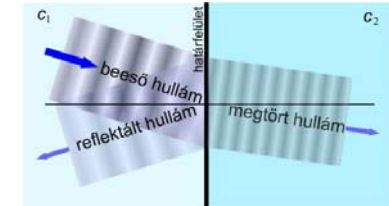


A diagnosztikai alkalmazás alapja az ultrahang visszaverődése a közeghatárokról

$$R = \frac{J_{\text{vissza}}}{J_{\text{be}}}$$

$$R = \left(\frac{\rho_1 c_1 - \rho_2 c_2}{\rho_1 c_1 + \rho_2 c_2} \right)^2$$

$\rho c = Z$ (akusztikus impedancia)

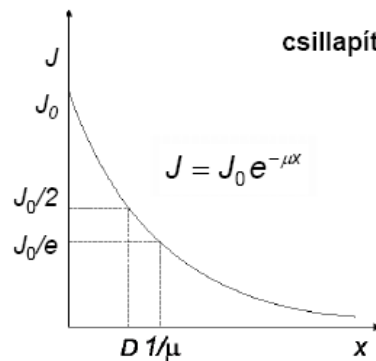


Szilárd/gáz vagy folyadék/gáz határán teljes visszaverődés (emiat kell csatolóközeget (pl. kontakt gélt) alkalmazni)



Fontos tényező az ultrahang abszorpciója is

Intenzitásgyengülés terjedés közben (abszorpció)



csillapítás: $\alpha = 10 \cdot \lg \frac{J_0}{J} \text{ dB}$

$\alpha = 10 \cdot \mu \cdot x \cdot \lg e \text{ dB}$

μ a diagnosztikai
frekvencia tartományban
arányos a frekvenciával

$$J = J_0 e^{-\mu x}$$

fajlagos csillapítás:

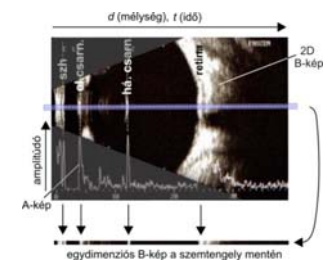
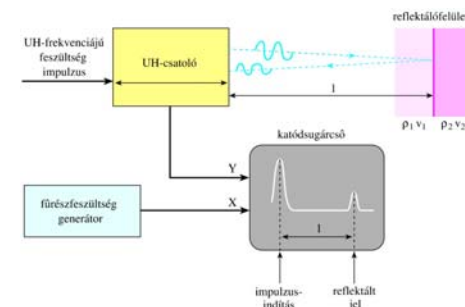
$$\frac{\alpha}{f \cdot x}$$

9

Nagyobb frekvencia: - jobb felbontás
- kisebb áthatólképesség

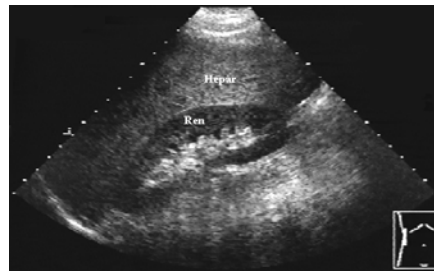
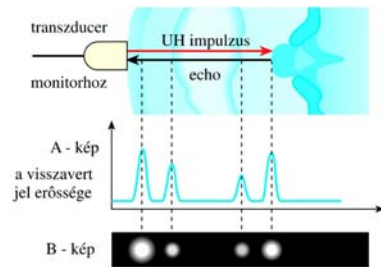
A-kép (amplitúdó kép, analóg kép)

- távolságmérés (főleg természetben alkalmazzák)



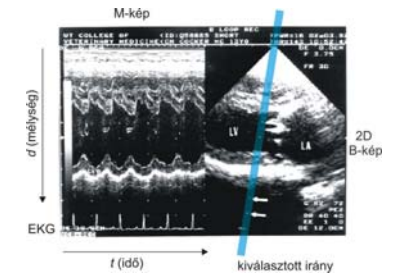
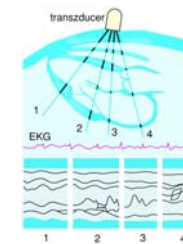
B-kép (brightness = fényesség)

- a képpont fényessége a reflexió mértékétől függ



M-kép (motion) – TM-kép (time motion)

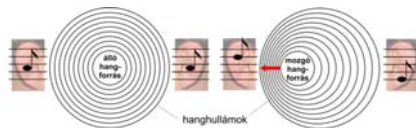
- a reflektáló felület helyzete időben változik (echocardiographia)
egydimenziós B-kép időbeli változása



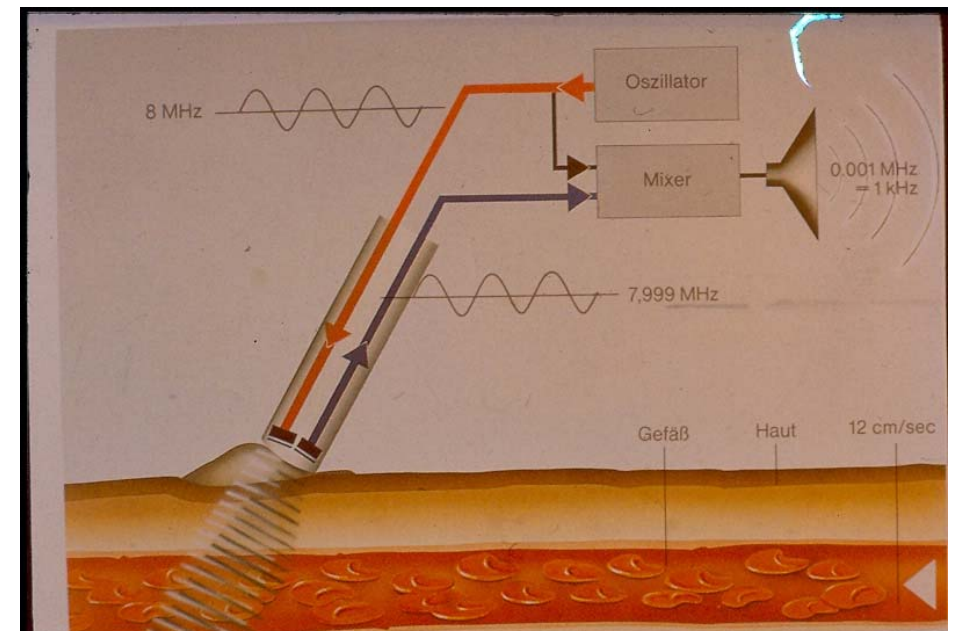
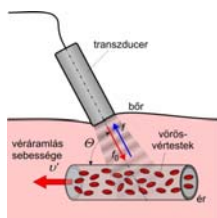
Mozgás vizsgálata a Doppler-elv alapján

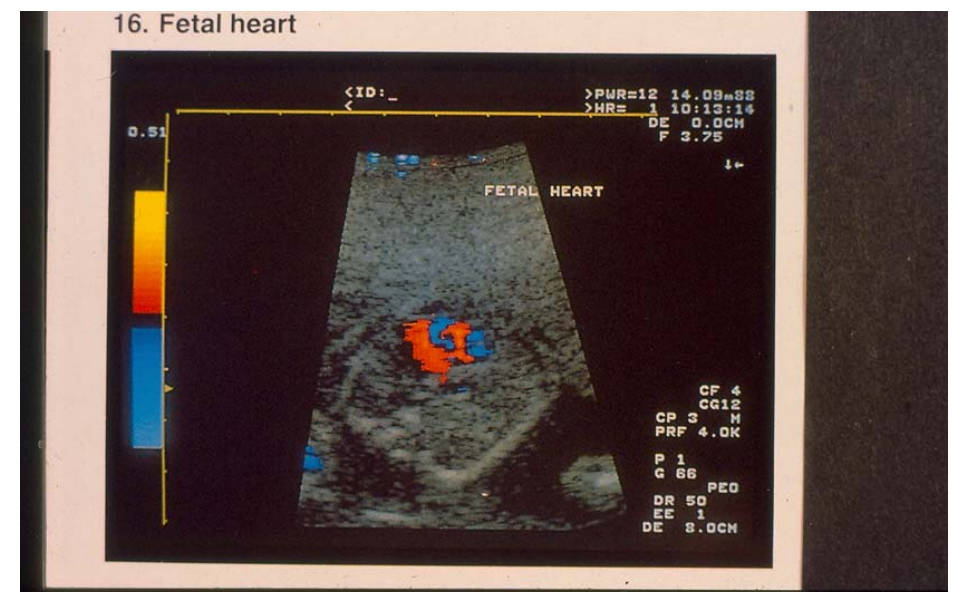
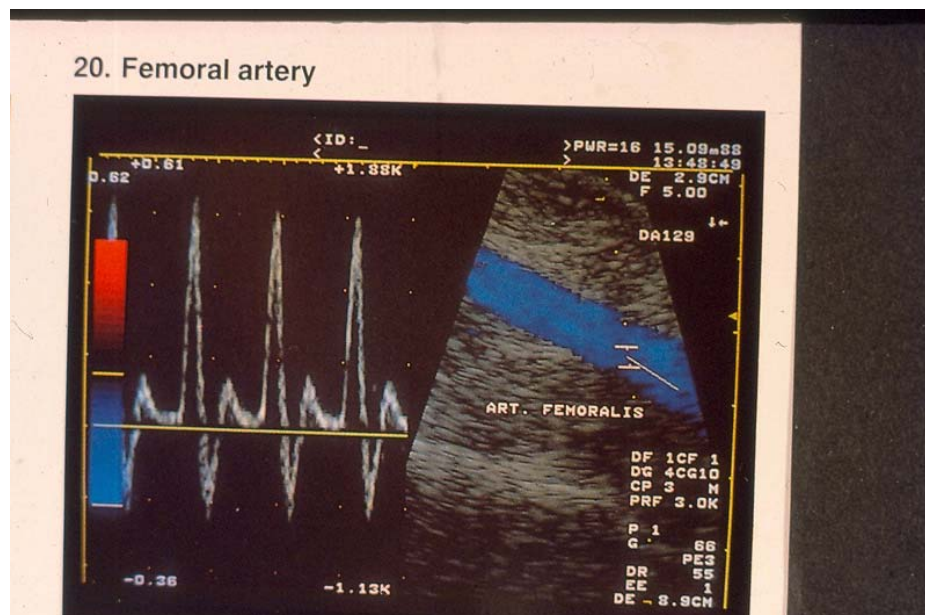
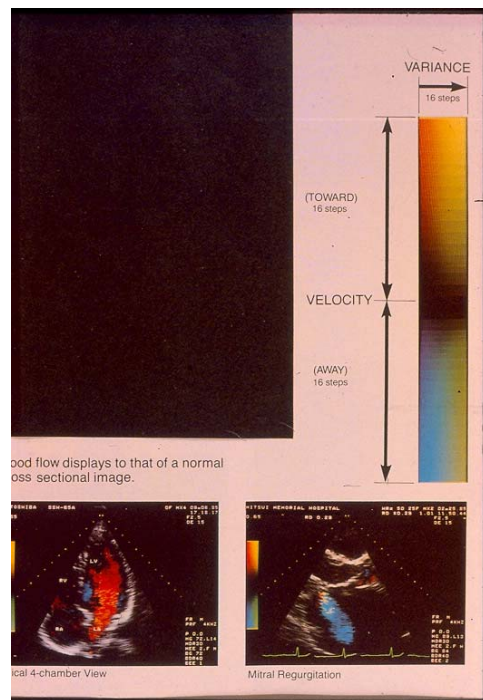
- Mozgó forrás által kibocsátott, illetve mozgó felületről visszavert hang (ultrahang) frekvenciája megváltozik

$$f = f_0 \left(1 \pm \frac{2v}{c} \right)$$



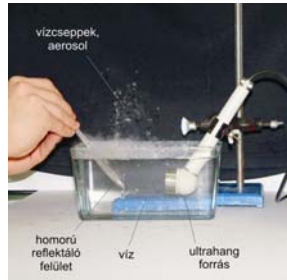
Az eredeti és a visszavert frekvencia különbsége a hallható hang tartományába esik – hangszóróra, vagy fejhallgatóra kapcsolható (érvizsgálat illetve magzati szívmozgás vizsgálata).





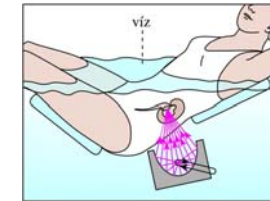
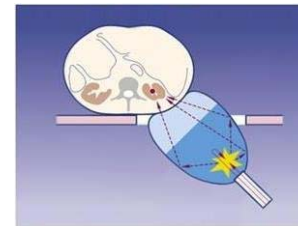
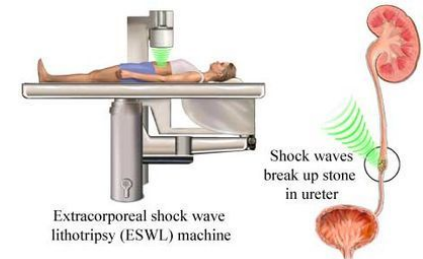
Ultrahang terápia ($f = 0,8 - 1,2$ MHz, jellemzően 0,8 MHz)

- Az ultrahang hőhatását illetve az ún. mikromasszázs hatást használja ki – pl. ízületi kopások kezelése.
- A nagy intenzitás miatt akár ionizáció is bekövetkezhet.



Izomlazító, fájdalomcsillapító és értágító hatás.
Kis dózis a sejttanyagcserét fokozza, közepes és nagy dózis gátolja.

Lökéshullám terápia (kőzúzás)



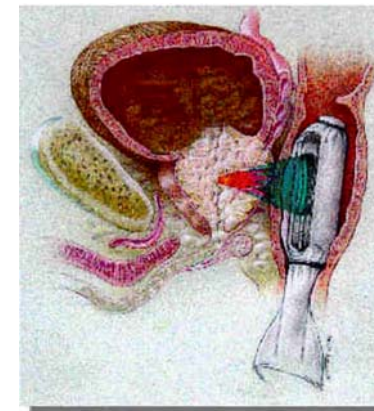
Nagy intenzitású, fókuszált lökéshullám hatására a vese- vagy epekő széttöredezik

Fogkőeltávolítás ultrahanggal

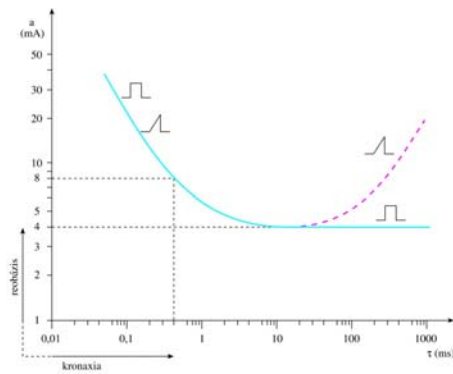


HIFU (high intensity focused ultrasound)

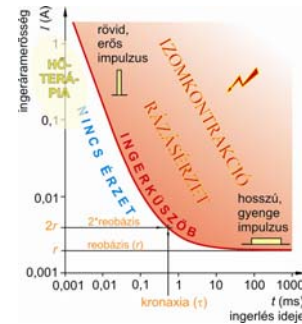
- prosztatatarák kezelése ultrahanggal



Elektromos áram hatásai (ingerkarakterisztika görbe)

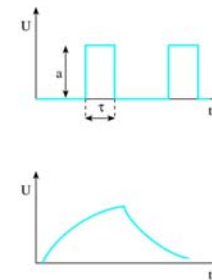


- Különbség a háromszög- és négyszög- Impulzusok hatása között (csak egészséges izmok esetében) – **károsodott izmok szelektív kezelése.**
- Rövid impulzusidők (nagy frekvenciák esetén) igen magas a küszöb – nincs ingerhatás, csak hőhatás – **nagyfrekvenciás hőterápia.** ($f > 100 \text{ kHz}$)



Elektromos impulzusok előállíthatók egyenként illetve impulzussorozat formájában.

- egyetlen impulzus jellemzői:
 - impulzusidő (τ)
 - amplitúdó (a)



Egy-egy impulzus felhasználható:

- szívizom ingerlésére (defibrillátor)
- vázizmok ingerlésére (ideg-, illetve izomkárosodás esetén – szelektíven is, pl. exponenciális impulzusokkal)



Impulzus sorozat

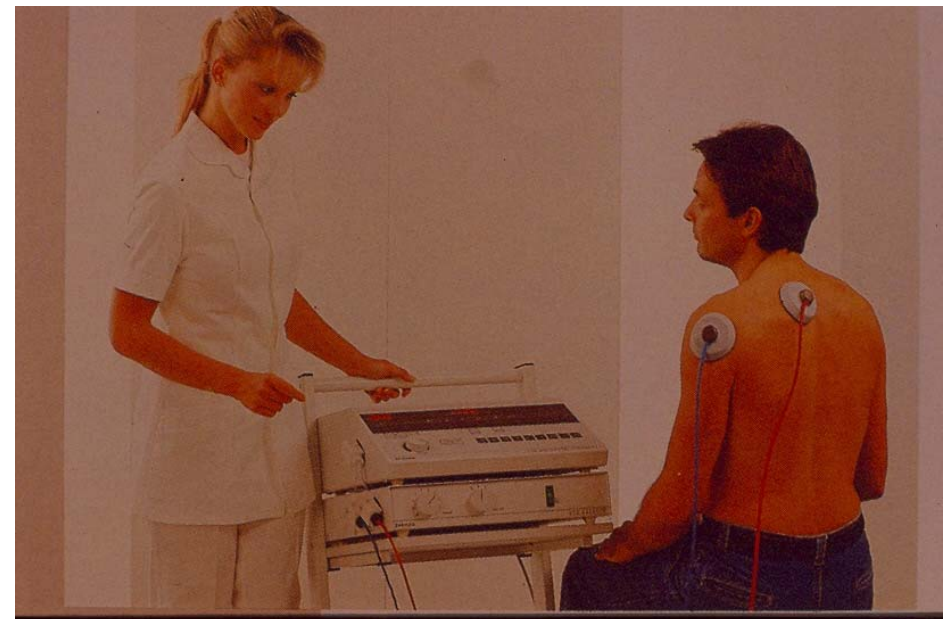
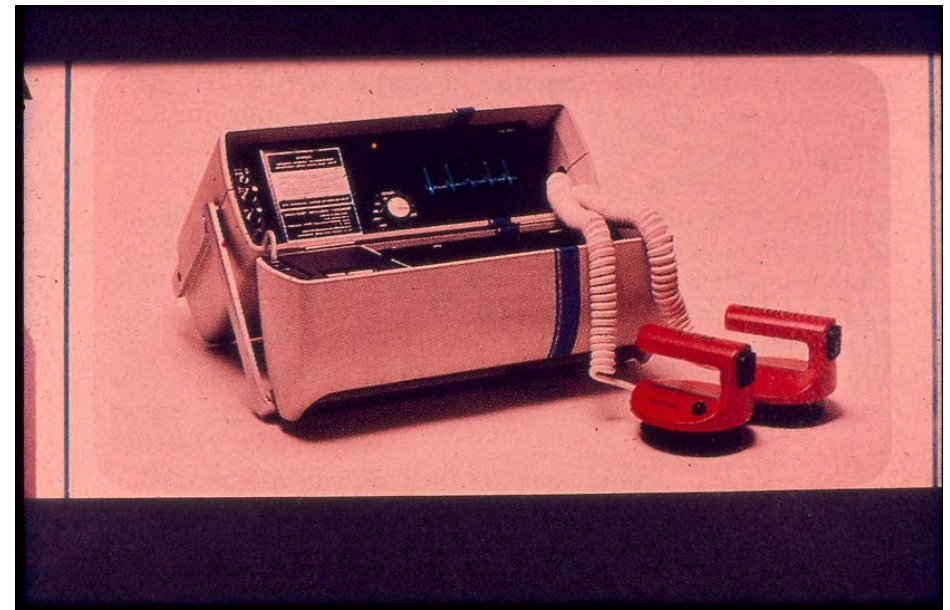
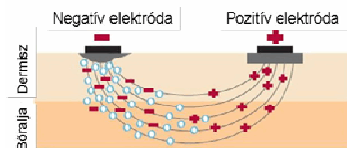
- további jellemzők az impulzusidőn és az amplitúdón kívül
 - periódusidő (T) impulzusidő + két impulzus közti szünet időtartama
 - frekvencia (f) a periódusidő reciproka
 - kitöltési tényező (τ/T)
- felhasználása
 - szívizom ingerlésére (pacemaker)
 - vázizmok ingerlésére (ideg-, illetve izomkárosodás esetén) – TENS (transcutan electro neuro stimulator) fájdalomcsillapításra is alkalmas

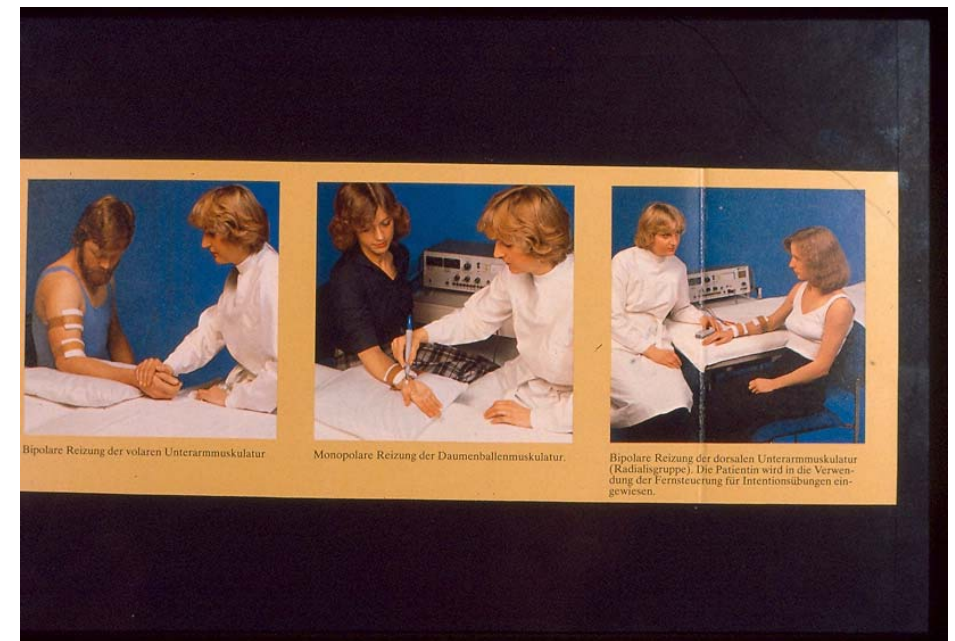


Galvánkezelés: állandó egyenáram alkalmazása

- hatásai: - fájdalomcsillapító
- sejttanyagcsere-fokozó
- értágító
- fokozza a motoros idegek ingerlékenységét

Iontoforézis: ionos gyógyszerek juttathatók be a két elektród között elhelyezkedő szervbe egyenáram segítségével.
(fájdalomcsillapítók, gyulladáscsökkentők, értágítók, szövet-puhítók)





Interferenciaáram kezelés:

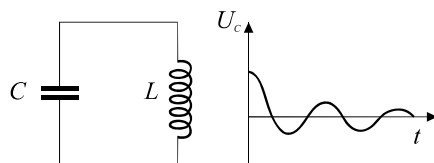
- Mindkét elektród páron néhány 1000 Hz-es áramot alkalmaznak. A két frekvencia különbsége kicsi (kb. 100 Hz). Az elektród párok megfelelő elhelyezésével a különbségi frekvencia a kívánt területen (pl. károsodott izom) jelenik meg.





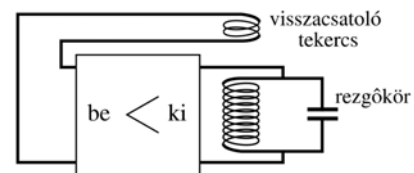
Nagyfrekvenciás hőterápia

Nagyfrekvenciás szinuszrezgések előállítása:
visszacsatolt rezgőkörrel (LC-kör)



a

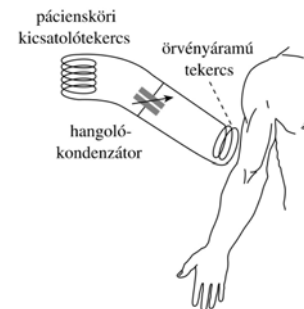
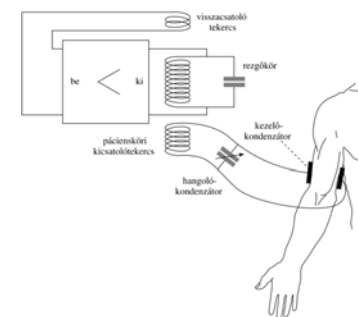
b



$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

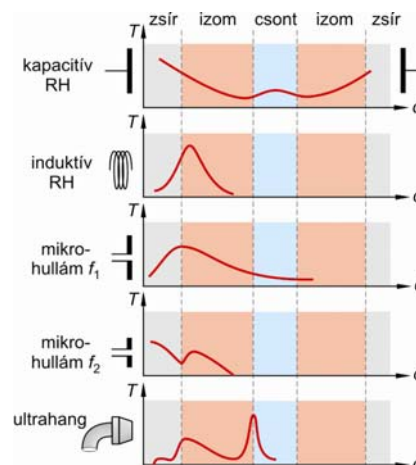
A hőfejlődés mértéke a különböző szövetekben és különböző
kezelési módok esetén jelentősen eltér.
(kezelési módok: kondenzátorteres, tekercsteres, sugárteres)

Optimális energiaátvitel a rezgőkör és a pácienskör között
rezonancia esetén van: az LC szorzat megegyezik a két kör
esetében.



Az alkalmazott frekvencia-, illetve hullámhossztartományok:

- Rövidhullám ($f \sim 30 \text{ MHz} - \lambda \sim 10 \text{ m}$)
- Deciméteres hullám ($f \sim 0,5 \text{ GHz} - \lambda \sim 0,6 \text{ m}$)
- Mikrohullám ($f \sim 2,5 \text{ GHz} - \lambda \sim 12 \text{ cm}$)



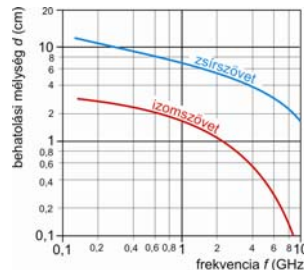
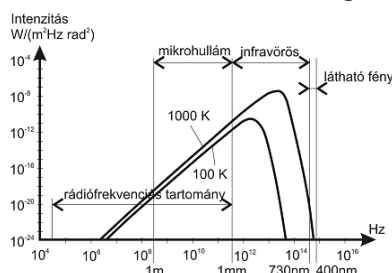
pl. kondenzátorteres módszernél:

$$Q = \frac{U^2}{R} t = \frac{U^2 A}{\rho l} t = \sigma \frac{U^2}{l^2} A l t = \sigma E^2 V t$$

frekvencia	$\sigma_{\text{zsír}}$ [mS/cm]	σ_{izom} [mS/cm]
300 MHz	2,7	9,0-9,9
1000 MHz	3,6	13,0-14,5

Mikrohullám orvosi alkalmazásai:

Diagnosztika: **mikrohullámú termográfia** – főleg emlőrák detektálására használható. Az intenzitás jóval kisebb, mint az infravörös tartományban, de a sugárzás behatolási mélysége lényegesen nagyobb. A mélyebben fekvő daganatok is kimutathatók.

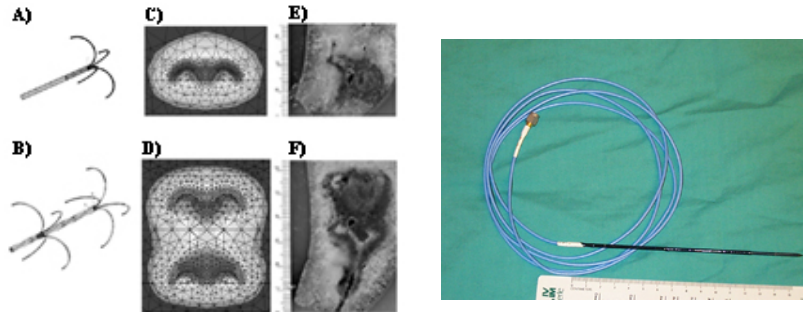


frekvencia	behatolási mélység [cm]	
	zsírszövet	izomszövet
100 MHz	30	4
10 GHz	3	0,2

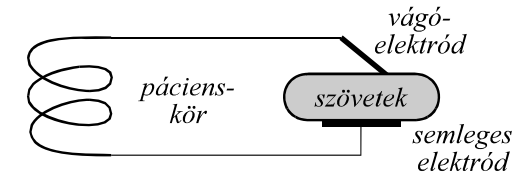
Terápia: - Hőterápia (mikrohullámú hipertermia)
 - ízületi, reumatikus betegségek
 - bőrbetegségek (ekcéma, szemölcs, pikkelysömör, érdaganat)
 - daganatkezelés – optimális: 42 – 43,5 °C
 tumorhőmérséklet. (A daganat elpusztul, de a környező, egészséges sejtek még nem károsodnak.) Sugár-, vagy kemoterápiával kombinálható. Optimális teljesítménysűrűség: 200 mW/cm².



- MBA (mikrohullámú ballon angioplasztika)
 - előny: - kisebb a visszaszűkülés esélye
 - érsérülések összehegesztése
 - trombózis valószínűsége kisebb
- Szívritmuszavar kezelése katéteres leválasztással (abláció) – kóros ingervezető kötegek átvágása



- Prostata megnagyobbodás kezelése
- Mikrohullámú sebészet – főleg az endoszkópos műtéteknél



ERBE OPHTHALMOBIPOLAR

Ophthalmobipolar

Technique

Power supply

Lead current in conductor

Power consumption

RF power bipolar

Operating frequency

Protection class

Dimensions

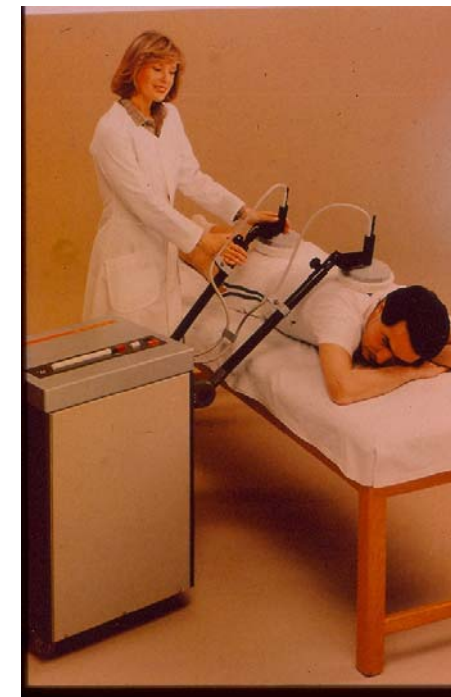
Weight

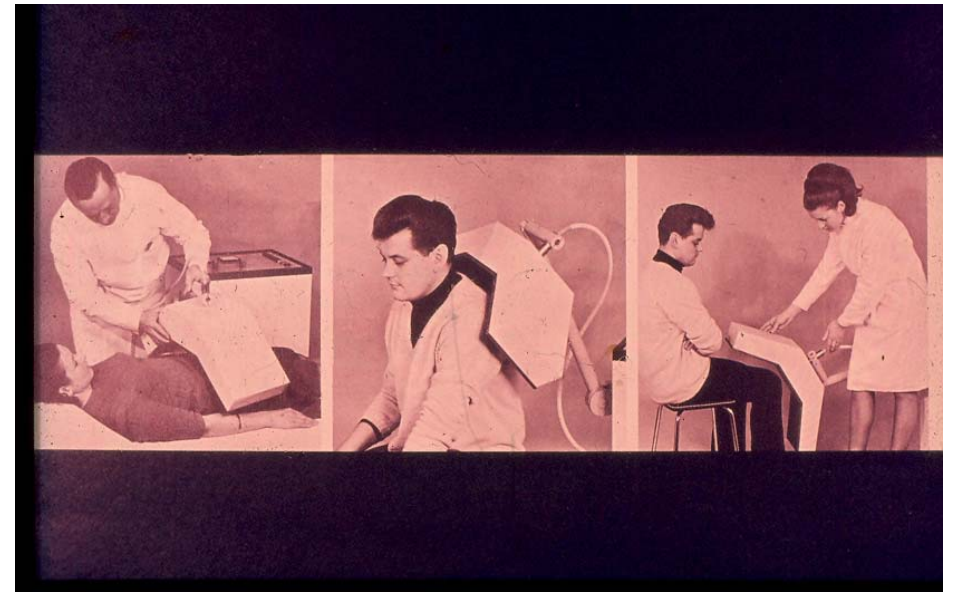
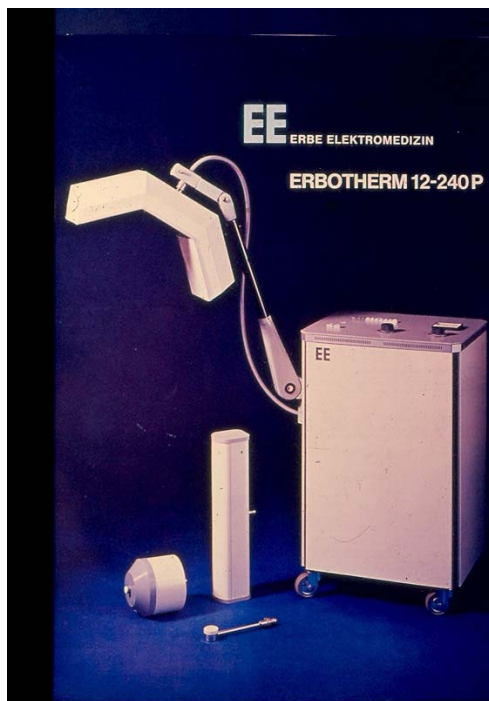
Guarantee

Ophthalmobipolar for bipolar „wet-field“-coagulation in ophthalmic surgery

The Ophthalmobipolar is equipped with a special socket for bipolar electrodes which is fully isolated from line and ground potentials. The RF power of the bipolar output is provided with a continuous and finely reproducible adjustment up to a maximum of 30 watts with dosage settings for the most delicate bipolar coagulations with fine coagulation forceps, as well as for bipolar endodiatomy.

The Ophthalmobipolar conforms to VDE and IEC regulations for electromedical equipment.





Kérdés:

Mekkora a reflexiós hányad izom és csont határán, ha a csont sűrűsége 1,6-szor akkora, mint az izomé és az ultrahang sebessége 2,25-ször akkora a csontban, mint az izomban.
A gondolatmenetet is írják le, ne csak a végeredményt!

Tankönyvi fejezetek:

II/2.4.

VIII/4.2.

IX/4.

IX/5.