



# Terapeutická a protetická technika

---

**Magnetoterapie**



# Magnetoterapie

---

- působení umělého magnetického pole určitých parametrů na lidský organismus
- fyzikální terapie, při které je generováno velkoplošně pulsující magnetické pole nízké frekvence
- elektrické proudy vyvolané pulsním magnetickým polem mírně zvýší teplotu exponované tkáně, a to o 0,5 až 1 °C.



# Magnetoterapie

---

- Umělé magnetické pole vzniká průchodem elektrického proudu vodičem nebo cívkou.
- Kolem vodiče vznikají prstencové siločáry magnetického pole.
- Protéká-li vodičem pulsní elektrický proud, vzniká v jeho okolí pulsní magnetické pole.
- Působí-li nějaké proměnné magnetické pole na vodič, ale i na živou nervovou, svalovou či jinou buňku, objeví se zde protékající elektrický proud.

**ELEKTROMAGNETICKÁ INDUKCE**

# Historie magnetoterapie



---

- Regenerační a léčebné účinky magnetického pole jsou lidem známy více než 2000 let.
- Primitivní magnetoterapie byla používána již před mnoha sty lety na evropském i africkém kontinentu
- Naši předkové znali účinky magnetického pole tvořeného jediným přirozeným magnetem – minerálem, kterým je magnetovec ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).
- Destičky magnetovce přikládali na rány a bolestivá zranění s cílem urychlit hojení a odstranit bolest.



# Magnetická pole

---

- Z hlediska vzniku a účinků je možné magnetická pole dělit na pole:
  - biomagnetická v rozsahu  $10^{-14}$  –  $10^{-8}$  T,
  - geomagnetická v rozsahu  $10^{-10}$  –  $10^{-4}$  T,
  - technická v rozsahu  $10^{-6}$  –  $10^2$  T.
- Interakce magnetických polí s biologickými objekty je náplní vědní disciplíny *magnetobiologie*.



# magnetická pole

---

- **prostorové rozložení**
  - pole homogenní a nehomogenní,
- **závislost na čase**
  - pole stejnosměrná, střídavá, impulsní,
- **frekvence**
  - pole nízkofrekvenční a vysokofrekvenční,
- **velikost intenzity (indukce)**
  - pole slabá, střední a silná,
- **vznik**
  - pole přirozeně nebo uměle vytvořená.

# Působení magnetického pole

- pulsní nízkofrekvenční magnetické pole pozitivně ovlivňuje biochemické a biofyzikální reakce v buňkách, mezi buňkami a rovněž zlepšuje průchodnost buněčných membrán. Výsledkem tohoto procesu je skutečnost, že buňky jsou ve zvýšené míře zásobovány kyslíkem a ostatními důležitými látkami, čímž se zlepšuje proces látkové výměny.
- ☹ kvalitatívni hodnocení účinků magnetických polí,
- ☹ kvantitativní popis a měření.
- ☺ Je známo, že slabá magnetická pole jsou vitální složkou fyziologie člověka.

# Účinky impulsního magnetického pole

- **vazodilatace**, která nastupuje rychle již po prvních minutách aplikace. Nejdříve se rozšiřují artérie, potom kapiláry a konečně větvy exponované oblasti. Vazodilatace přetrvává několik hodin se současným přechodným zvýšením teploty v oblasti;
- **analgetickém působení**, kdy dochází k tišení či potlačení bolesti v exponované oblasti. Analgezie je navozena během několika prvních aplikací magnetického pole a ústup bolesti je registrován po několik týdnů či měsíců;
- **protizánětlivém efektu**, který byl prokázán u akutních i chronických zánětů a vysvětluje se lepším prokrvením tkáně;
- **spasmolytickém účinku**, protože myorelaxace a spasmolytický účinek jsou významné zvláště u paravertebrálních kontraktur (zkrácení svalů podél páteře);
- **akceleraci hojení**, způsobovaného zlepšeným prokrvením poraněné tkáně;
- **protiedémové působení**, vyvolaném zřejmě zlepšenou drenáží a úpravou osmotických poměrů v postižených tkáních



# Srovnání účinků různě velkých střídavých a impulsních magnetických polí

- zde značí  $\sigma = I/S$  indukovanou hustotu proudu.

Tabulka 12.1 Srovnání účinků magnetických polí

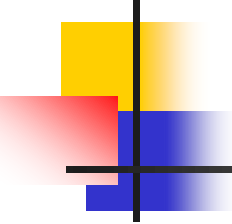
$B$ [mT]		$\sigma$ [mA/m <sup>2</sup> ]	biologická odpověď
hlava	tělo		
0,25–2,5	0,06–0,6	1	žádný efekt
2,5–25	0,6–6	10–100	výrazný léčebný efekt, příznivý vliv na nervový systém, rychlejší hojení ran a zlomenin, magnetofosfény
25–250	6–60	100–1000	změny v dráždivosti CNS, stimulace excitabilních tkání, možná zdravotní poškození
250	60	1000	možné extrasystoly a fibrilace, nebezpečí poškození zdraví



# Účinky magnetoterapie

---

- Terapie:
  - pole stejnosměrná,
  - střídavá (zpravidla 50 Hz)
  - impulsní.
- Nejvýraznější léčebný účinek při stejných hodnotách indukci a dobách expozice mají právě pole **impulsní**.
- Stejnosměrná magnetická pole vyvolávají výhradně aktivaci vagu (bloudivý nerv).  
*nervus vagus – lat. X. hlavový nerv, nerv bloudivý. Patří k tzv. postrannímu smíšenému systému. Nerv inervující především útroby, a to od oblasti krku až po břišní dutinu.*
- Časově proměnné pole však vyvolává také aktivaci sympatiku (část autonomního nervstva).



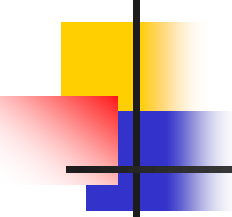
Biologická odpověď' organismu jako reakce na aplikaci střídavých nebo impulsních magnetických polí je závislá na těchto faktorech:

---

- **indukci magnetického pole**
  - kdy pole na úrovni geomagnetického pole nemají téměř žádný léčebný efekt.
  - optimální účinky byly pozorovány při  $B=1-10\text{mT}$ .
  - při dlouhodobých aplikacích hodnot nad  $50\text{ mT}$  mohou být vyvolány ireverzibilní změny;
- **frekvenci změn magnetického pole**

aplikují se převážně nízkofrekvenční sinusová nebo impulsní magnetická pole s opakovací frekvencí  $1-100\text{ Hz}$ .

  - nejnižší frekvence polí mají analgetické a protizánětlivé účinky
  - střední frekvence jsou využívány k navození vazodilatace a spasmolytických účinků k léčení degenerativních změn a edémů.
  - nejvyšší frekvence tohoto rozsahu jsou vhodné pro špatně se hojící rány a popáleniny;



Biologická odpověď organismu jako reakce na aplikaci střídavých nebo impulsních magnetických polí je závislá na těchto faktorech:

- ***tvaru a šířce impulsu***  
optimální - obdélníkový tvar se šířkou 5-15 ms;
- ***doba expozice***  
závislá na charakteru onemocnění.  
aplikace mag. pole s vyšší indukcí - kratší expoziční časy (optimální doba 15-30 minut.  
Výrazně delší expozice se aplikují při špatně se hojících zlomeninách, otevřených ranách a popáleninách;
- ***počtu aplikací***  
podle objektivních nálezů a subjektivních pocitů pacienta, průměrně jde o 8-12 aplikací;
- ***reakcí pacienta***  
citlivost na působení magnetických polí je silně individuální.  
Chronická stadia chorob vyžadují delší dobu aplikací.

# TECHNICKÉ ŘEŠENÍ ZAŘÍZENÍ PRO MAGNETOTERAPII



---

- Aplikátory: cívky
  - nejrůznějších tvarů a velikostí,
  - vzduchové i se železným jádrem.

homogenita magnetického pole ...

Cívky s feromagnetickým jádrem se užívají pro zesílení a odpovídající směrování magnetického indukčního toku.

Vzduchové cívky naproti tomu generují magnetické pole s větším množstvím harmonických složek.



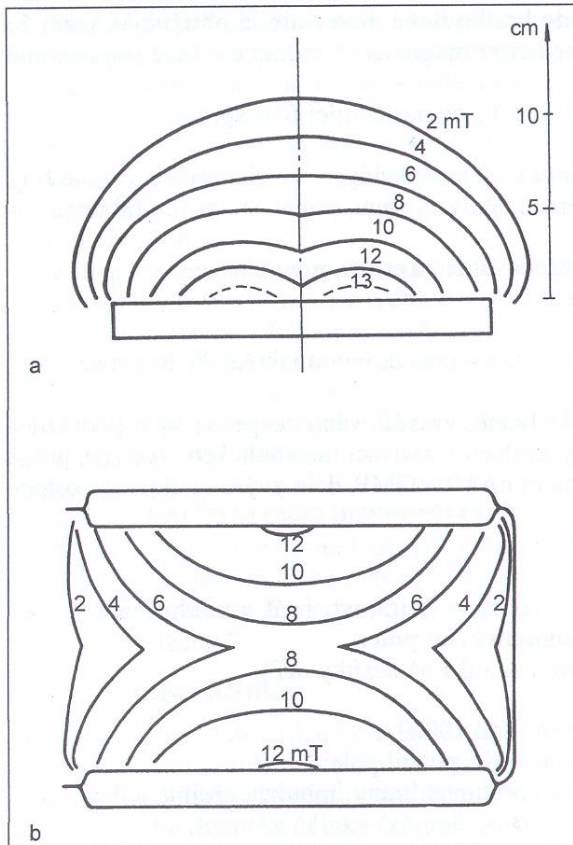
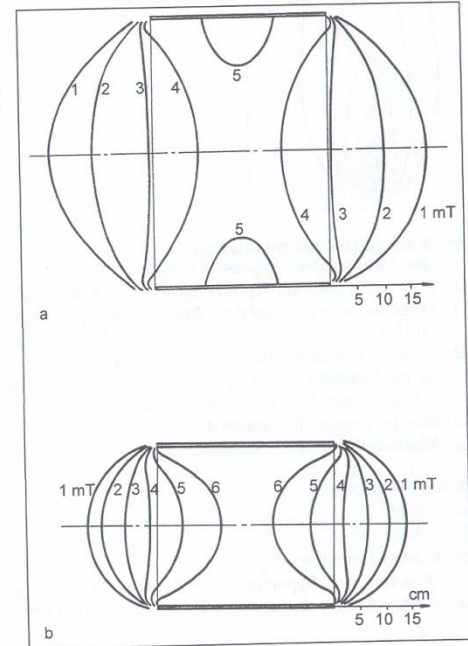
# Aplikátory

---

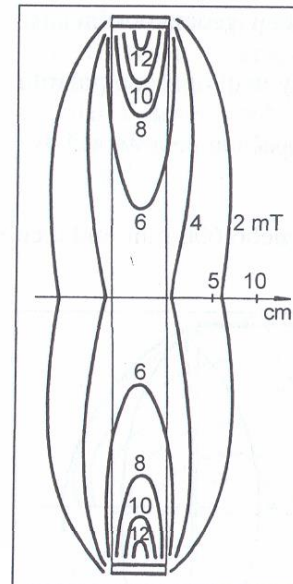
- ***solenoidové***  
mají slabší, ale homogennější magnetické pole, aplikují se na končetiny i tělo, jejich rozměr je 20-60 cm;
- ***prstencové***  
se silnějším, ale méně homogenním magnetickým polem, jež mají průměr 30-50 cm;
- ***ploché***  
různých tvarů i rozměrů s jednou nebo více plochými cívkami. Silné magnetické pole je nehomogenní a má malou hloubku vniku. Magnetické pole je samozřejmě po obou stranách aplikátoru;
- ***vícedílné aplikátory***  
příkládací (dvojdeky) nebo stojanové s relativně homogenním magnetickým polem a dobrou hloubkou vniku (pronikavostí). Důležitá je správná polarita dílů (odlišná u přivrácených ploch).

# Magnetické pole

**Obr. č. 36**  
 Gradient magnetického pole solenoidu  
 a – o průměru 500 mm (S1H)  
 b – o průměru 300 mm (S2H)



**Obr. č. 35**  
 Gradient magnetického pole  
 a – u plošného zářiče (A1H)  
 b – u tzv. dvoudeky (A2H)



**Obr. č. 37**  
 Gradient magnetického pole u prstencového aplikátoru o průměru 300 mm



# Dávkování

---

## Zásady praktické aplikace a dávkování

Velikost dávky lze odhadnout z rovnice

$$\text{Dávka} = \text{dB/dt} \cdot B_{\text{max}} \cdot \text{doba expozice} \cdot f$$

kde

- dB/dt je změna magnetické indukce za jednotku času, resp. strmost nástupu ná-  
běžné nebo sestupné hrany impulzu (T/s)
- $B_{\text{max}}$  je špičková indukce magnetického pole (T)
- $f$  je frekvence aplikovaného pole (Hz)
- doba expozice v hodinách

Při použití běžných přístrojů s indukcí řádově desítek mT by neměla expoziční doba přesáhnout 40 minut.



# Generátor pulsů R2010 - Renaissance



<i>Program</i>	<i>Frekvence</i>	<i>Použití</i>
<b>P0</b>	2 Hz	poruchy spánku
<b>P1</b>	4 Hz	migréna, záněty, roztroušená skleróza
<b>P2</b>	5(+ -1) Hz	analgetický režim
<b>P3</b>	6 Hz	neuralgie, roztroušená skleróza vysoký krevní tlak
<b>P4</b>	8 Hz	ischias
<b>P5</b>	12 Hz	artróza, osteoporóza, ischias
<b>P6</b>	18 Hz	bronchiální astma, revma, artritida, fraktury, osteoporóza, nízký krevní tlak
<b>P7</b>	28 Hz	parkinsonský syndrom, roztroušená skleróza mozkomíšní
<b>P8</b>	36 Hz	otoky
<b>P9</b>	72 Hz	analgetické účinky, potlačení bolesti