

# Elektrostimulační metody

## Elektromagnetické pole

Jedná se o fyzikální pole, odpovídající míře vzájemné interakce elektrické a magnetické síly v prostoru. Skládá se tedy z pole elektrického a magnetického.

**Elektrické pole** – prostor, ve kterém se projevuje působení elektrické síly.

Původce elektrického pole:

- elektricky nabitě těleso,
- časově proměnné magnetické pole.

**Druhy elektrického pole:**

- nestacionární elektrické pole – obecné, časově proměnné elektrické pole;
- stacionární elektrické pole – časově neproměnné elektrické pole;
- elektrostatické pole – speciální případ stacionárního pole, v němž se nevyskytují elektrické proudy.



Elektroterapie pro bolesti zad

## Vliv magnetického pole na živý organismus

**Magnetomechanický efekt** – změny orientace a koncentrace, zejména u diamagnetických molekul, mají za následek změny kinetiky mnoha biochemických reakcí a dalších fyzikálně chemických dějů. To vše vede ke změnám makromolekul a bipolárních molekul vody v organismu obsažených.

**Magnetohydrodynamický efekt** – působí na krev proudící v cévách, má za následek snížení rychlosti toku krve v místě působení. Tento efekt roste se zvětšujícím se průměrem cévy a samozřejmě také s rostoucí intenzitou magnetického pole.

Magnetoelektrický efekt je založen na tvorbě tzv. indukovaných potenciálů. Tyto potenciály, vznikající v organismu následkem působení magnetického pole, jsou sice poměrně malé, ale způsobují změny v membránovém potenciálu buněk a tím ovlivňují především nervovou soustavu.

Poznámka: Výše uvedené platí pro magnetická pole stacionární a nestacionární nízkofrekvenční. Biologické účinky vysokofrekvenčních magnetických polí jsou pak založeny především na mechanismu přeměny v tepelnou energii a v praxi se využívají například v ultrakrátkovlnné diatermii.

## Vliv elektrického pole na živý organismus

Účinky elektrického proudu se také velmi liší v závislosti na jeho druhu.

**Stejnoseměrný proud** prochází především přes extracelulární tekutinu. Probíhá tkání jako pohyb iontů, tedy elektrolyticky. Stejnoseměrný proud má dráždivý účinek pouze při změnách, tedy zapnutí a vypnutí. (změny → mimovolný svalový stah – křeč) Odpor různých tkání se velice liší – nejlepšími vodiči je krev, mozkomíšní mok, svalová a nervová tkáň. Naopak třeba kosti mají vodivost velmi malou. O stálé intenzitě nedráždí, avšak může měnit dráždivost → elektrotonus (využívá se v galvanoterapii).

**Střídavý proud** prochází organismem jako tzv. proud posuvný, tedy na základě natáčení dipolárních molekul ve směru polarity elektrického pole v rytmu půlperiod proudu. Těmito pohyby vzniká velké množství tepla. Má podle použité frekvence a intenzity účinek buď dráždivý, trofický či analgetický. Terapeutický efekt je tak ovlivněn amplitudou, frekvencí, tvarem a modulací impulsů a druhem tkáně.

Účinky střídavého proudu tedy velice závisí na jeho frekvenci:

- Nízkofrekvenční proudy – dráždivé účinky (do 100Hz).
- Vysokofrekvenční proudy – tepelné účinky (vyšší než 100 kHz).

## Galvanoterapie

Již před více než 2500 lety využívali staří Egypťané výboje elektrických úhořů. Název galvanoterapie však vznikl až na počest Luigiho Galvaniho (1737–1798).

**Galvanoterapie** – terapeutická procedura využívající stejnosměrný (galvanický) proud. Tento proud má stálou intenzitu, jeho nevýhodou však je nebezpečí chemického poškození tkáně pod elektrodami. Proto se k léčbě používá přerušovaný galvanický proud, který má stejné účinky, ale je lépe tolerován pacienty.

**Aplikace** - ve vodním prostředí, kde jsou končetiny ponořené každá v samostatné vaničce, zapojené každá k jedné elektrodě - anodě nebo katodě. Elektrody mají deskový tvar a standardní podložku, napuštěnou ochranným roztokem. Oblast mezi elektrodami se nazývá proudová dráha. V této oblasti dochází k tzv. eutonizaci kapilárního řečiště, tj. že dochází postupně k polarizaci tkáně (tzn. vzniku napětí opačné polarity), která je organismem detekována jako závažná porucha vnitřního prostředí, kterou organismus řeší maximálním zvýšením kapilárního prokrvení - uvolněním kapilárních svěračů. Pokud se ale v proudové dráze nacházejí svěrače patologicky dilatované, dochází k jejich kontrakci.

**Druhy galvanizace** - na typu zranění vždy závisí poloha elektrod (popř. velikost elektrod), teplota vody, doba aplikace, počet procedur, intenzita napětí. Dále rozlišujeme několik podob galvanizace:

- klidová galvanizace
- elektroléčebná vana
- lontoforéza

**Účinky a léčba** - galvanoterapie se používá k léčbě pohybového aparátu - poúrazových stavů či stavů po obrnách, k léčbě zánětů šlach, bolesti svalů a degenerativních onemocnění pohybového aparátu. Napomáhá k zrychlení metabolismu, zvýšení prokrvení a má analgetické účinky.

## Terapie střídavými proudy

### Nízkofrekvenční proudy

Nízkofrekvenční proudy mají frekvenci do 1000 Hz a bývají dráždivé, trofické a analgetické.

1. **Diadynamické proudy** - u diadynamických proudů (objeveny Pierrem D. Bernardem, 1929) jde o simultánní aplikaci galvanického proudu a pulzní složky, podle které je proud nazýván. Účinky diadynamických proudů závisí především na intenzitě, méně na druhu pulzní složky. V intenzitě nadprahově senzitivní působí DD proudy analgeticky, v intenzitě neprahově motorické vyvolávají svalovou kontrakci. Lze využít k myostimulaci či myorelaxaci.
2. **Träbertovy proudy** - nízkofrekvenční, monofázický, pravoúhlý pulzní proud, někdy též nazývaný proud 2-5, protože délka impulzu je 2 ms a délka pauzy 5 ms. Pro svůj výrazně analgetický účinek je tento proud využíván při bolestech šíje, zad, hlavy i končetin.
3. **Transkutánní elektrická neurostimulace (TENS)** - bodová aplikace elektrických impulsů na komplex bolestivých změn a na specifické reflexogenní zóny odpruženou tupou jehlovou elektrodou.
4. **Faradizace** - pod pojem faradizace spadá nepřesně definovaná skupina pulzních proudů o frekvenci od 30 do 100 Hz, popisovaná bez subjektivní intenzity nebo intenzitou neprahově motorickou. Fyziologické účinky závisí na subjektivní intenzitě, frekvenci a délce impulsu.
5. **Elektrostimulace** - dráždění periferních motorických neuronů nebo příčně pruhovaných či hladkých svalů. Elektrostimulace se používá k udržení dobrého krevního oběhu, zamezuje vzniku trombóz a používá se také k prevenci hypotrofie svalů po úrazech či operacích. V rámci elektrostimulace rozeznáváme pulzní proudy s rychlým nástupem, které se využívají v elektrogymnastice (cvičení zdravých svalů, aby neochably), a pulzní proudy s pomalým nástupem, které využíváme k selektivní elektrostimulaci denervovaných svalů a stimulaci hladkých svalů.
6. **Kardiostimulace** - slouží k udržování srdečního rytmu ve fyziologických hodnotách pomocí. Ke kardiostimulaci se využívá kardiostimulátor a využívá se při poruchách převodu srdeční automacie.
7. **Defibrilace** - obnovení správné srdeční funkce účinkem elektrického výboje z defibrilátoru. Používá se při komorové tachykardii nebo fibrilaci komor.
8. **Elektrošok** - průchod proudu skrz mozek při léčbě depresivních stavů a u schizofrenie. K aplikaci se používají klešťové elektrody, které se umísťují na spánky. Po aplikaci může dojít k několikaminutovému bezvědomí, křečím příčně pruhovaného svalstva a amnézii.
9. **Neurostimulace** - používá se k potlačení neztížitelných bolestí drážděním míchy pomocí neurostimulátoru.
10. **Elektrostimulační dýchání** - používá se při akutních poruchách dýchání, kdy se dráždí nervus phrenicus, který inervuje bránici, hlavní nádechový sval.

### Středněfrekvenční proudy

Středněfrekvenční proudy mají frekvenci 2500 Hz až 12 000 Hz. Neobsahují galvanickou složku, tím pádem nedochází k poleptání a je možné tyto proudy aplikovat po delší dobu.

1. **Interferenční proudy** - dva proudy středních frekvencí přímo ve tkáni, přičemž jeden elektrický kmitavý obvod přivádí do tkáně konstantní frekvenci 5000 Hz, druhý okruh má kolísavou frekvenci ve volitelném rozsahu od 5001 do 5100 Hz. V místě zkřížení obou kruhů se interferencí uplatňuje nízká frekvence, která je dána rozdílem frekvencí obou střídavých proudů a pohybuje se v rozsahu od 1 do 100 Hz. Nízké frekvence (5-20 Hz) působí spíše dráždivě a tonizují nervosvalový aparát. Vyšší frekvence (50-100 Hz) působí tlumivě, uvolňují svalové stahy a působí analgeticky.

1. **Kotzovy proudy** - středněfrekvenční proudy o frekvenci 2500 Hz. Používají se k léčbě ochablého svalstva po operacích či k léčbě obrn.

### Vysokofrekvenční proudy

Vysokofrekvenční proudy mají frekvenci nad 100 000 Hz. Jsou bez dráždivých účinků díky krátkodobému působení proudu, ale mají účinky tepelné.

1. **Diatermie** – hlubkové prohřívání a to přímou přeměnou energie vysokofrekvenčního elektromagnetického pole na vnitřní energii tkání. Při prohřívání tkání platí zásada, že čím je vlnová délka kratší, tím je prohřívání tkání intenzivnější. Ohřev tkání závisí na jejich fyzikálních vlastnostech a jejich krevním zásobení. Nejvyšší ohřev je na rozhraních mezi tkáněmi, které se od sebe silně odlišují akustickými impedancemi. Diatermie způsobuje rozšíření cévního řečiště, zlepšení výživy tkání, potlačení bolesti. Využívá se při léčbě chronických onemocnění pohybového aparátu a při poruchách prokrvení.

a) *Krátkovlnná diatermie* – vysoké frekvence, u nichž není nutné vodivé spojení mezi elektrodami a organismem, prohřívána tkáň je dielektrikum. Aplikace: kondenzátorovým polem (přehřátí převážně v podkoží → diatermie břicha, kloubů, hrudníku nebo částí končetin). Indukčním polem spirály (prohřívání v elektromagnetickém poli → působí na svaly). Pulzní aplikace (dochází k lokálnímu ohřátí).

b) *Mikrovlnná diatermie* – zařízení zvané magnetron, které vysílá silné magnetické vlny. Mikrovlny přivádějí elektricky nabitě částice do kmitavého pohybu, který se transformuje v teplo třením. Uplatnění zejména v očním lékařství, otorinolaryngologii apod.

c) *Ultrakrátkovlnná diatermie* – (Ultrazvuková – UZ) biologické účinky ultrazvukových kmitů. Využívá přeměny akustické energie na teplo. Systém se skládá ze dvou hlavních částí: generátoru VF elektrického proudu a aplikační hlavy vlastního zdroje ultrazvuku tvořeného piezoelektrickým měničem.

2. **Indukované proudy** - vznikají v tkáních vystavených elektroterapii prováděné vysokofrekvenčními proudy. Především mluvíme o vířivých proudech, které jsou někdy označovány po svém objeviteli jako Foucaultovy proudy. Lidské tělo však nemá takovou vodivost jako má např. měď, hliník a mosaz. Dochází tedy k tomu, že volné elektrony se v masivním bloku vodiče (v našem případě lidské tkáně) působením proměnného magnetického pole začnou pohybovat po kružnicích (proto označení vířivé proudy) a část jejich energie se přemění v energii tepelnou (Jouleovo teplo). Tkáň se díky tomu zahřívá. Ztráty vzniklé vířivými proudy jsou značně závislé na frekvenci a lze je vyjádřit vztahem:  $P_v \sim f^2 B^2$ , kde B je magnetická indukce a f je frekvence. Ztráty krom těchto dvou veličin ovlivňuje také tloušťka materiálu.

3. **Vysokofrekvenční elektrochirurgie** - řezání a koagulace tkání za pomoci vysokofrekvenčního střídavého proudu.

## Odkazy

### Související články

- Elektroterapie
- Použití elektřiny v terapii

### Použitá literatura

- MORNSTEIN, Vojtěch. *Přednášky z lékařské biofyziky* [online]. Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Biofyzikální ústav, ©2009. Poslední revize červen 2009, [cit. 2012-02-21]. <<http://www.med.muni.cz/biofyz/doc/lec-cs/FyzikalniTerapie-fin.ppt>>.
- PODĚBRADSKÝ, Jiří a Ivan VAŘEKA. *Fyzikální terapie*. Praha: Grada, 1998. ISBN 80-7169-661-7.
- NAVRÁTIL, Leoš a Jozef ROSINA, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 524 s. ISBN 80-247-1152-4.