

Interakcie elektrických a magnetických polí so živým organizmom

Elektrické javy: -sú výsledkom elektromagnetických síl medzi $+$ nabitými protónmi a $-$ nabitými elektrónmi v atómoch.
-v kovových vodičoch (I. rádu) vznikajú pohybom voľných elektrónov.
-roztokoch solí – v elektrolytoch (vodiče II.rádu) závisia od pohybu $-$ nabitých aniónov, ktoré sú odpuďzované $-$ nabitou KATÓDOU a priťahované $+$ nabitou ANÓDOU.
- smer šírenia el. prúdu bol medzinárodne dohodnutý od ANÓDY $+$ ku KATÓDE $-$.

Rozlišujeme: Elektrické napätie U (V), elektr. prúd I (A), elektr. odpor R (Ω).

Medzi nimi platí: OHMŮV ZÁKON $I=U/R$, $U = I \times R$, $R= U/I$

El. prúd tečie len cez uzavretý elektrický okruh, ktorý je zložený zo zdroja, z vodiča a spotrebiča.

Telo = priestorový vodič, *el.prúd* tečie tkanivami v závislosti od ich *odporu*.

Najvyšší odpor kladie toku elektrónov KOSTNÉ a TUKOVÉ tkanivo ($R = 40 - 50 \Omega/m$).

Najnižší odpor kladie toku prúdu KRV, LIQUOR CSP., LYMFY ($R= 0.8 \Omega/m$).

Odpor závisí od množstva vody v tkanive.

Suchá koža má $R= 1000 \Omega/m$, ale mokrá koža vykazuje nízky odpor $R= 50 \Omega /m$.

Rozlišujeme: DC (jednosmerný) prúd – zdrojom prechádzaj sú batérie, akumulátory (tvrdé zdroje)

AC (striedavý) prúd – s typickým sinusoidálnym tvarom

V zásuvke máme AC prúd, 220 V, 50 Hz

V USA využívajú AC prúd 110 V, 60 Hz.

Bunkové membrány sa chovajú ako elektrické obvody s ODPOROM a KONDENZÁTOROM . Cez bunkové membrány prechádzajú ľahšie AC prúdy s vyššími frekvenciami , naopak DC prúdy prechádzajú ťažšie , resp. neprechádzajú vôbec.(vid' praktické cvičenia)

Odpor tkaniva pri prechode DC prúdu sa nazýva REZISTENCIA, pri prechode AC prúdu sa nazýva IMPEDANCIA.

Tak DC ako aj AC prúdy majú 3 hlavné účinky na živý organizmus:

I. STIMULAČNÝ EFEKT najlepšie vyznačený u AC prúdu s $f=50-100$ Hz, ale aj u DC prúdu. Maximálny bezpečný AC prúd je do 5 mA, pre DC prúd je do 25 mA.

V medicíne sa využíva stimulačný účinok DC prúdu ako diagnostický test na zisťovanie CHRONAXIE. (je to najkratší čas, za ktorý podnet o 2x intenzite Reobázy spôsobí AP)

Tak pre SVALY je Chronaxia 1,0 ms, zatiaľ čo pre NERVY je 0, 1 ms. Z toho vyplýva, že vzrušivosť nervového tkaniva je 10x väčšia než tkaniva svalového.

V medicíne používame 3 typy stimulačných prúdov. 1. Pravouhlý DC prúd používa sa na stimuláciu tkanív

na vyvolanie sumácie, superpozície a tetanu u PPS.

prúd- ma analgetický a spazmolytický účinok.

2. Faradický prúd zvlášť vhodný

3. Sinusoidálne tvarovaný AC

(obrázky rôznych typov stimulačných prúdov .vid Elektroliečebné metódy v medicíne)

II. ELEKTROLYTICKÝ EFEKT je typickou vlastnosťou DC prúdu, ktorý prechádza roztokom elektrolytu.

Napr. V roztoku NaCl dochádza ku disociácii $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ → ANODA⁺ ——— ↓↓
↓ DC
KATÓDA⁻ ————— ↑↑

Vplyvom DC prúdu zavedeného do roztoku smerujú Na katióny ku záporne nabitej KATODE a Cl anióny ku kladne nabitej ANODE .

III. TEPELNÝ EFEKT najviac sa prejavuje u prúdu AC, hlavne pri f nad 100 KHz, čo sa vyžíva liečebne na prehrievanie tkanív pri DIATERMII

Elektroterapeutické a elektrodiagnostické metódy v medicíne

Využitie AC prúdu - *pri elektrokonvulzívnej terapii* napr. v psychiatrii u pacientov trpiacich na oligofréniu a iné duševné ochorenia (dnes sa nahrádza silnými liečivami) Dochádza ku depolarizácii neurónov so silnými tetanickými svalovými kontrakciami (treba podať myorelaxanciá a analgetiká, inak hrozí ruptúra svalov, šliach a fraktúry kostí). Následne dochádza k útlmu CNS. Dosiahne sa “preladenie” mozgu.

- *pri defibrilácii* (Kardioverzii) využíva sa výboj kondenzátorového prúdu o napätí 5kV, pri aplikácii na hrudník dvami elektródami v trvaní cca 5 ms. (Obyčajne sa zvyšuje napätie výboja a predlžuje trvanie aplikácie (3 x) , pri podaní Adrenalinu a ďalších liekov). Je to život zachraňujúci úkon.

POZOR! Pri oboch metódach NESMIE byť pacient ani lôžko na ktorom leží UZEMNENE. V opačnom prípade hrozí MORS IN TABULAM.

Využitie DC prúdu – tzv. *pacemaking* pri terapii tzv. sick sinus syndrom, kedy výboje zo sinoatriálneho uzla v PP srdca sú nepravidelné, alebo chýbajú. Pacient má výraznú bradykardiu , trpí závratmi keďže srdce nedokáže zvýšiť frekvenciu ani systolický vývrh a mozog je nedostatočne zásobovaný krvou (ischemia) a kyslíkom (hypoxia).

Preto sa chirurgicky zavedie cez v.jugularis do PP elektróda a fixuje ku okolitému tkanivu, pod RTG kontrolou. Vlastný stimulátor aj so zdrojom nízko napät'ového DC prúdu je implantovaný pod kožu v oblasti kľúčnej kosti. Pacemaker môže trvale stimulovať srdce, alebo len vtedy keď SA uzol nevytvorí prepotenciál. Taký typ pacemakera sa nazýva ON DEMAND (na požiadanie). Batéria DC zdroja vydrží asi 5 rokov. Metóda významne prispieva ku liečbe ochorení prevodového systému srdca a predlžuje aktívnu činnosť ľudí , čím zlepšuje kvalitu ich života.

Využitie elektrolytického účinku DC prúdu

- **IONTOFORÉZA**, je liečebná metóda, ktorá využíva pohyb iónov v elektrickom poli, tak že súhlasne nabité ióny sa odpudzujú. Toto sa využíva napr. v biochémií na oddeľovanie proteínov, ale aj v medicíne, pri liečení zápalových ochorení oka, kĺbov a pod. Lekár vpravuje lieky do tela pôsobením elektrického poľa. Tak napr. niektoré lieky rozpustené vo vode vytvárajú kladne nabité KATIÓNY (lokálne anestetiká, soli kovov). Iné lieky v roztoku vystupujú ako záporne nabité ANIÓNY. Potom ak použijeme ANÓDOVÝ⁺ DC PRÚD, kladne nabité KATIÓNY sa vpravujú do tela. Ak sa použije KATÓDOVÝ⁻ DC PRÚD, záporne nabité ANIÓNY sa vpravujú do tela.

-**GALVANOTERAPIA** je liečebná metóda s výrazným analgetickým účinkom (znižuje pocit bolesti), používaná ako doplnková liečba rôznych nervových a svalových chorôb. Aplikácia ANÓDOVÉHO DC prúdu na kožu spôsobí pokles hodnoty pH pod 7,36 v tkanive a znižuje pocit bolesti. Aplikácia KATÓDOVÉHO DC prúdu zvyšuje hodnotu lokálneho pH nad 7,4 a zvyšuje pocit bolesti (využitie pri liečbe porúch kožnej citlivosti a pri ochrnutí svalov)

Účinky magnetických polí na organizmus

Magnetické polia: TRVALÉ (STABILNÉ) -pôsobia konštantne na organizmus (trvalé magnety, magnetické pole Zeme)

NESTABILNÉ – vznikajú v okolí vodičov elektrického prúdu.

Biologické účinky: 1. *Magnetické polia s nízkou frekvenciou*, zvyšujú dráždivosť CNS, znižujú prietok krvi cez cievy s väčším priemerom, môžu mať určitý pozitívny vplyv pri liečbe hypertenzie.

2. *Magnetické polia s vysokou frekvenciou*- vykazujú hlavne tepelné účinky, čo sa využíva v DIATERMII, využitie pri liečbe zápalových ochorení.

Magnetické polia (nízko- aj vysokofrekvenčné) sa využívajú v diagnostickej metóde: Nukleárna magnetická rezonancia, ako doposiaľ najefektívnejšej zobrazovacej metóde v medicíne.

Silné magnetické polia vedú ku spazmu ciev, poruchám CNS, až ku exitu. Hlavnou jednotkou sily magnetického poľa je TESLA (T).

Ochrana pacienta pred úrazom elektrickým prúdom

I. Pri defibrilácii a elektrokonvulzívnej liečbe – PACIENT SA NESMIE UZEMNIŤ.

II. Pri snímaní EKG, EEG, ENG, EMG, ERG- prístroje musia byť vybavené tzv. *oddeľovacími transformátormi*, kde je oddelený primárny el. obvod prístroja od sekundárneho obvodu spojeného s pacientom.

III. Vedieť rozlíšiť tzv. fázu a nulový vodič (je farby zelenej, žltozelenej a zapojený spravidla v ľavej zdierke)

Len elektrický prúd ktorý preteká cez telo smerom do zeme, je schopný zabiť. Pritom závisí od NAPATIA ZDROJA , ako aj od telového ODPORU príslušných tkanív.