

FYZIKÁLNÍ TERAPIE

-cílená, obvykle dozovaná, aplikace fyz. podnětů na organismus nebo jeho část za účelem terapeutického ovlivnění konkrétní poruchy

Cílená – lze přesně zacílit na konkrétní (postižené)místo

Dózovaná – každý typ FT lze přesně dávkovat (s přihlédnutím na stadium)

Aplikace fyz.podnětů na organismus – každý fyz.podnět vyvolá v organismu určitou odpověď

-otázkou však je, jestli daná odpověď bude specifická/nespecifická

Ovlivnění konkrétní poruchy – nemusí se jednat jen o poruchy v rámci pohybového systému

VÝHODY:

- Plynou přímo z definice
- Málokteré FT má jen jeden účinek
- Přesné dávkování a zacílení
- Druh a parametr DT lze přizpůsobit konkrétnímu pacientovi

NEVÝHODY:

- Neznalost principů působení a individuálního přizpůsobení (lékaři + fyziio)
- Nedostatečná časová dotace při studiu VŠ

Didaktický význam – značně nepřesné

ROZDĚLENÍ:

energie elektromagnetického vlnění

- Kontaktní elektro terapie
 - o Galvanoterapie
 - o Nízkofrekvenční terapie
 - o Středofrekvenční terapie
- Bezkontaktní elektroterapie
 - o Vysokofrekvenční terapie
 - o Distanční elektro terapie
 - o Magnetoterapie
- Fototerapie
 - o S využitím nepolarizovaného záření
 - o S využitím polarizovaného záření

ZÁSADY VOLBY FT

-nelze vycházet z určené diagnózy

-často jsou nepřesné a zavádějící

-nepoužívat terapeutické protokoly v přístrojích (jsou tam „hlouposti“)

+ příklad M170 – primární gonartróza, oboustranná

TENS

Izoplanární interference

Diadynamický proud C

-pouze informativní charakter (samotná diagnóza nám o stavu pacienta moc neřekne)

-napříč pacienty se může Artróza chovat zcela odlišně!!

+ terapeutické protokoly – např.: artritida

Vždy preferovat kauzální zásah nad symptomatickým

- v praxi se však viceméně preferuje symptomatické tlumení bolesti
- bolesti ČP a hlavu z důvodu četných RZ v horní části m.trapezius

Při volbě FT se terapeut ani lékař nesmí nechat ovlivnit pacientem

Pozor na množství a kombinace jednotlivých procedur

- kombinace FT jsou v některých případech vhodné – zvýrazní se účinek FT
- problém typický pro lázeňské prostředí – nesmyslné množství a kombinace jednotlivých procedur

S přihlédnutím na výše zmíněné se při konečném předpisu FT řídíme především těmito kritérii:

- Kontraindikace
- Cílová tkán
- Stadium poruchy
- Požadovaný účinek

CÍLOVÁ TKÁŇ

- typ konkrétní FT je nutno volit i podle hloubky uložení cílové tkáň
- jednotlivé typy FT nepůsobí do stejné hloubky
- Galvanoterapie – polarizační efekt v celé proudové dráze, neuromodulační efekt do hloubky 1 cm
- Nízkofrekvenční proudy 3-4 cm
- Středofrekvenční proudy
- Tetrapolární aplikace
- Bipolární aplikace
 - Lasery – podle výkonu a vlnové délky – 1-5 cm
 - Ultrasonografie – 3 MHz – max. 5 cm, polohloubka průniku 1-3 cm, 1 MHz – max. 8 cm (dle Mgr. Urbana)
 - Magnetoterapie – u solenoidu v celém průřezu, plošný aplikátor do 20 cm

Poukaz na vyšetření/ošetření FT

Kód pojistovny 	požadavky MIA	IČP Odbornost	Datum 	Požadováno poskytnutí FT v domácím prostředí na adrese: Lékařská kontrola dne:
-------------------------------	------------------	------------------------------	----------------------	---

POUKAZ NA VYŠETŘENÍ / OŠETŘENÍ FT

Pacient 	Základní diagnóza 	
Č. pojistnice 	Ost. dg. 	
Variabilní symbol 	Kód náhrady 	

Odeslán ad: _____
razisko a podpis požadujícího

Stav vyžadující FT: _____

Cíl, kterého má být dosaženo: _____

Rizika na straně pacienta, upozornění:

Požadováno: (Pro uhradu zdravotní pojistkovy je v předplatu nezbytná jednoznačná specifikace procedury, její trvání v minutách a celkový počet procedur)

[illegible]

- Pokud tam bude K – specialista, FT – fyziio
- Přesná specifikace pac
 - o Jméno a příjmení
 - o Rodné číslo
 - o Kód zdravotní pojišťovny
- Diagnóza
 - o Základní diagnóza – musí být vždy uvedeno
 - o Ostatní diagnóza – uvádí se v okamžiku, kdy základní diagnóza plně nevysvětluje indikaci požadované péče (paréza radialu po úrazu)

- Číselný kód dle MKN-10 (mezinárodní klasifikace nemocí)
 - IČP – identifikační číslo pracoviště
 - Datum – platnost FT pouze 7 dní
 - Odbornost – kód odbornosti odesílajícího lékaře
 - 001 – všeobecné praktické lékařství
 - 209 – neurologie
 - 606 – ortopedie ... (lze snadno dohledat)
 - Razítko a podpis požadujícího (lékaře)
 - Stav vyžadující FT – uvedení kontrétního stavu, specifikace poruchy funkce
 - Cíl, kterého má být dosaženo
 - Rizika na straně pacienta, upozornění – uvedení relativních kontraindikací či dalších stavů zvyšujícím riziko vzniku komplikací (kovy, kardiostimulátor, nutnost kontroly tepu,...)
 - Požadováno
 - Nutno uvést jednoznačnou specifikaci procedury, její trvání v minutách a celkový počet procedur
 - Nutno uvést přesnou lokaci (slovně anebo zakreslit)
 - U elektroléčby by se správně měla uvádět i velikost elektrod
 - Kódy pro odbornost 902 – nepoužívané kódy:
 - 21113 – fyzikální terapie II.
 - Galvanoterapie, DD proudy, středofrekvenční proudy, ultrazvuk, TENS, magnetoterapie
 - 15 minut, lze vykázat 2x denně
 - 21115 – fyzikální terapie III.
 - Vakuum-kompresivní terapie, hydrogalvan
 - 15 minut, lze vykázat 2x denně
 - 21117 – fyzikální terapie IV.
 - Selektivní elektrostimulace, elektrogymnastika, myofeedback, procedury, které kladou vysoký nárok na odbornosti a čas pacienta
 - 30 minut, lze vykázat 2x denně
- + seznam zdravotních výkonů mzc

ELEKTROTERAPIE

- Oblast FT, která využívá aplikace elektrických proudů pro terapeutické účely
- Kontaktní
 - Elektrický proud je do organismu přiváděn prostřednictvím elektrod, které jsou ve vodivém kontaktu s kůží/sliznicí
- Bezkontaktní

KONTAKTNÍ ELEKTROTERAPIE

- Galvanoterapie
 - Využití stejnosměrného nepřerušovaného proudu pro terapeutické účely
- Nízkofrekvenční terapie ($f < 1000$ Hz)
 - Klasické nízkofrekvenční proudy (délka impulzu delší jak 1 ms) – diadynamické proudy, Trabertův proud, ...
 - TENS – transkutánní elektroneurostimulace

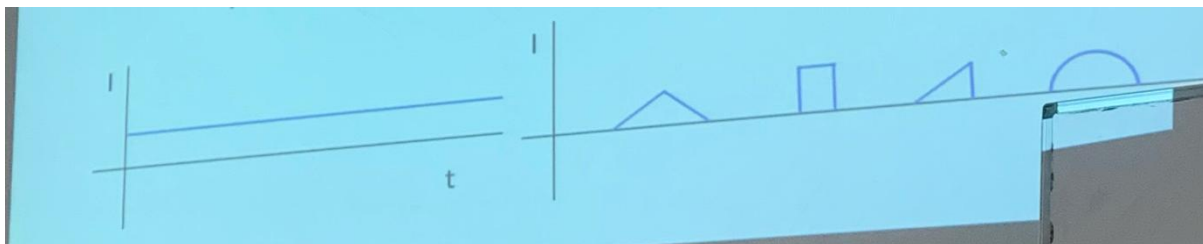
- Středofrekvenční terapie ($f = 1001 - 100\,000\text{ Hz}$)
 - o Tetrapolární aplikace – klasická interference, izoplanární vektorové pole, dipólové vektorové pole
 - o Bipolární aplikace

BEZKONTAKTNÍ ELEKTROTHERAPIE

- Vysokofrekvenční terapie ($f > 100\text{ KHz}$)
 - o Diatermie
 - o d'Arsonvalizace (nyní spíše užíváno v oblasti kosmetiky)
- Distanční terapie
 - o Využívá se elektrická složka elektromagnetického pole pro terapeutické účely
 - o u DET je konstrukčně potlačena magnetická složka
- Magnetoterapie
 - o Využití magnetické složky elektromagnetického pole pro terapeutické účely
 - o u MGT je konstrukčně potlačena elektrická složka

KONTAKTNÍ ELEKTROTHERAPIE

- **Stejnoseměrné proudy (jednocestné)** – proudy tekoucí stejným směrem – neměnná polarita elektrod
 - o Galvanických proud – nepřerušovaný
 - o Pulzní přerušovaný proud
 - Anoda – červená, plusová
 - Katoda – černá, minusová
 - Tvar impulzu je důležitý



- **Střídavé proudy (dvoucestné)** – proudy tekoucí oběma směry
 - o Harmonický (sinusový) proud – nepřerušovaný
 - o Pulzní bifázický proud – impuls pauza impuls pauza
 - o Tvary impulzů jsou různé
- Monofázický impuls – s polaritou kladnou/zápornou
 - o Impuls, který běží na jedné elektrodě, tak na druhé elektrodě je jeho zrcadlový opak
- Bifázický impuls
 - o Takový impuls, který přechází izoelektrickou linií bez pauzy
- Alternující impuls
 - o Pravidelně se měnící polarita (s pauzou)
- Elektrická energie (proud) je do těla pacienta dodávána prostřednictvím elektrod
 - o Elektroda – elektricky vodivé zařízení

- Deskové – malé/střední/velké
 - Malá – do 10 cm² (lze využít pro monopolární aplikace – viz.dále)
 - Střední – nejčastěji využívaná velikost (4x6 cm nebo 5x12 cm)
 - Velká – 100 cm² (8 x 12 cm)
- Elektrody pro monopolární aplikaci
 - Kuličková – vždy s ochranným návlekm
 - Hrotová – bez ochranného návleku
- Vakuové – různé velikosti
- Samolepící – různé velikosti
- Rozdělení elektrod podle typu materiálu
 - Kovové
 - Gumové s grafickou vrstvou
 - Silikon-kaučukové
- Elektroda musí být vždy obalem do „porézního materiálu” – dobrý přenos elektrického proudu + minimalizace rizika poškození pacienta
 - Galvanoterapie – standartní elektrodová podložka
 - 10 vrstev mulu/1 cm buničité vaty za sucha
 - Napuštěná odpovídajícím ochranným roztokem
 - Ostatní proudy
 - Návlek z froté látky nebo syntetické houbičky
- **Režimy elektroterapie**
 - **Režim CC (Constant current)**
 - Přístroj udržuje nastavenou intenzitu proudu (v mA), při poklesu kožního odporu upraví napětí tak, aby byl proud stále stejný)
 - Využívá se tam, kde jsou elektrody pevně fixované
 - **Režim CV (Constant voltage)**
 - Využívá se pro dynamické aplikace přes sliznice
 - Při změně kožního odporu během pohybu elektrody dojde k ekvivaletní změně proudu
 - Napětí zůstává konstatní a nedochází k nežádoucímu „kopání”

NASTAVENÍ INTENZITY PROUDU

- V elektroterapii se řídíme především nastavením subjektivní intenzity
 - **Objektivní intenzia**
 - Je dána číslem – mA (režim CC) a V (režim CV), vhodné si poznačit do karty pacienta
 - Maximální proudová hustota – řídíme se jí velmi zřídka, výjimkou je aplikace galvanoterapie (viz.dále)
 - **Subjektivní intenzita**
 - Pro každého pacienta je jiná
 - Každý jedinec má jiný odpor, jinou reaktivitu, reaguje jinak na průchod proudu
 - Podprahově senzitivní
 - Prahově senzitivní – první pocit průchodu proudu
 - Nadprahově senzitivní – brnění, mravenčení, jehličky, ...
 - Podprahově motorická

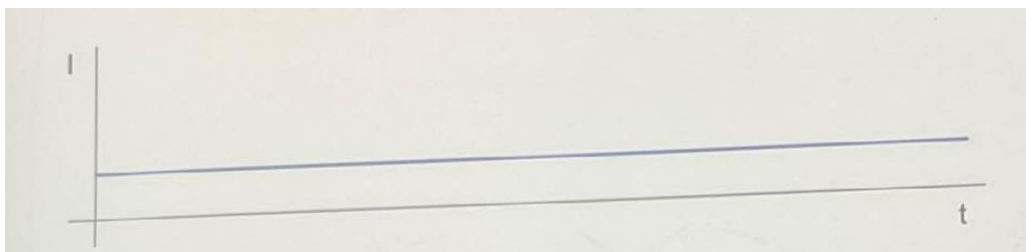
- Prahově motorická – pocit sevření/pocit vlnivého neklidu
- Nadprahově motorická – viditelná svalová kontrakce!!!
- Prahově algická – první pocit bolesti
- Nastavování intenzity je hlavně o komunikaci, důležité je si to nejlépe na sobě zkusit a dokázat jednotlivé intenzity pacientovy přesně popsat!!!

APLIKAČNÍ TECHNIKY

- **Monopolární aplikace (pseudomonopolární)**
 - Jedna elektroda malá – kuličková/hrotová/malá desková
 - Druhá elektroda podstatně větší – střední/velká desková
 - Neurální – aplikace na výstupy kožních nervů
 - Muskulární – aplikace na RZ ve svalech nebo na MB svalu
- **Bipolární aplikace**
 - Transregionální – příčná aplikace
 - Cílová tkáň je mezi elektrodami
 - Proudová dráha je prakticky kolmo na anatomické struktura
 - Longitudinální – podélná aplikace
 - Proudová dráha je prakticky paralelní s průběhem anatomických struktur
 - Aplikace pro Traberta
 - Elektrody jsou uloženy na páteři ve střední čáře (EL1 až EL4 – viz.dále)
 - Transvertebrální aplikace
 - Elektrody jsou uloženy vpravo a vlevo od páteře
 - Paravertebrální – segmentální aplikace
 - Elektrody jsou uloženy jednostranně na PV svalech
- **Tetrapolární aplikace** – aplikace středofrekvenčních proudů (viz.dále)

GALVANOTERAPIE

- Upozadňuje se, ale má extrmně dobré účinky, jen je to trochu náročnější
- Využití průchodu galvanického proudu k terapeutickým účelům
 - **Galvanický proud** – stejnosměrný (nepřerušovaný) proud se stálou intenzitou a hustotou, při jehož aplikaci se nemění polarita elektrod, nemá žádnou frekvenci



- Klidová galvanizace
- Iontoforéza (vpravování farmak)
- Hydrogalvanoterapie

ÚČINKY GALVANU

- Při průchodu galvanického proudu tkání dochází k významným elektrochemickým změnám, které následně vyvolávají odpověď organismu

- **Polarizace tkání** – nejdůležitější účinek
 - Reakce polárních iontů a molekul
 - Změna koncentrace na buněčných membránách (Mínusové ionty tečou k anodě a plusové ke katodě)
 - Organismus tuto změnu detekuje jako závažnou změnu vnitřního prostředí – dochází ke změně po ve tkáních
 - Organismus reaguje změnou prokrvení – uvolnění prekapilárních svěračů – nastává hyperémie (vzniká galvanický erytém), pouze v proudové dráze, účinek není generalizovaný
 - V závislosti na změně koncentrace iontů dochází na membránách nervových buněk ke změně klidového membránového potenciálu
 - **Anelektrotonus – snížení dráždivosti pod anodou**
 - Snížená dráždivost pod anodou následkem zvýšení klidového membránového potenciálu – pro vyprovokování AP je potřeba větší podnět
 - **Katelektrotonus – zvýšení dráždivosti pod katodou**
 - Zvýšená dráždivost pod katodou následkem snížení klidového membránového potenciálu – pro vyprovokování AP je potřeba menší podnět
- Neuromodulační efekt se děje pouze do hloubky cca 1 cm
- **Eutonizace kapilárního řečiště** – schopnost galvanického proudu nastavit normotonus kapiláry
 - Lze využít u (sub)akutních traumatických stavů – zabráníme tak rozvoji otoku a hematomu (za 4 dny už je pozdě + nesmí být porušen kožní kryt)
- K polarizaci tkání začíná docházet již od začátku průchodu proudu, ale svého vrcholu dosáhne po cca 30-40 minutách (v učebnicích po 60, blbost)
 - Současně po celou dobu aplikace dochází k poklesu kožního odporu (v souvislosti s otevřením kapilár a následnou hypermií)
 - Po cca 40 minutách tělo pozná, že nezvládá bojovat se změnou po a cévy uzavře – dojde k vazokonstrikci a zároveň se začne zvyšovat kožní odpor

KLIDOVÁ GALVANIZACE

děje pod elektrodami

- Pod oběma navlhčenými elektrodami dochází k elektrolytické disociaci vody
 $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$
- Děje pod anodou (+)
 - Přitahován hydroxidový anion OH^-
 - Odpuzován do kůže vodíkový kation H^+
 - Povrch kůže se okyseluje a hrozí poleptání pacienta
- Děje pod katodou (-)
 - Přitahován vodíkový kation H^+
 - Odpuzován do kůže hydroxidový anion OH^-
 - Povrch kůže se alkalyzuje a opět hrozí poleptání pacienta

- **Nutno využít ochranných roztoků**



Záměna nebo opomenutí ochranných roztoků by vedlo k poleptání pacienta!

- **Katodový roztok** – KYSELÝ – obsahuje kromě vody ještě NaCl a HCl
 - o Vrže – suchý
 - o **Neutralizují leptavý účinek OH-**
 $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$
 - o Relativní převaha H^+ na sebe váže OH^- a vzniká voda
- **Anodový roztok** – ALKALICKÝ – obsahuje kromě vody ještě NaCl a NaOH
 - o Slizký – mokrý
 - o **Neutralizuje leptavý účinek H^+**
 $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$ $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ $NaOH \rightarrow H^+ + Cl^-$
 - o Relativní převaha OH^- na sebe váže H^+ a vzniká voda
- **Ochrannými roztoku navlhčíme STANDARDNÍ ELEKTRODOVOU PODLOŽKU**

VRSTEVNATÁ ELEKTRODA

- Lze bez ochranných roztoků
- 3 vrstvy buničité vaty, mezi nimi semipermeabilní celofán (pozor! Derivát celulózy) – pouští jen určitou část iontů, ve 3.vrstvě už ta hydrolýze není tak silná, že to pacienta nepoškodí

Objektivní intenzita u klidové galvanizace

- U klidové galvanizace je nezbytné vypočítat maximální objektivní intenzita
- **$I_{max} = \text{plocha elektrody} \times \text{maximální proudová hustota}$**
 - o **Maximální proudová hustota** – množství proudu, kterým lze zatížit 1 cm^2 pod podložkou, aniž bychom poškodili pacienta
 - o Pro galvanický proud – **$0,1\text{ mA/cm}^2$**
 - o Při aplikaci asymetrický elektrod se maximální intenzita vypočítává z té menší elektrody

Objektivní X subjektivní intenzita

- Intenzita u galvanoterapie je limitována dvojím způsobem
 - o Subjektivní intenzita – (nad)prahově senzitivní - „jehličky”/„kopřivy” (snažit se obejít slovo pálení)
 - o Objektivní intenzita
- **Nastavování intenzity terapeut ukončí podle omezení, které u konkrétního pacienta nastane dříve** (I_{max} – číslo pro nás, kdy už nepřidávám, ale pokud pacient cítí kopřivy dříve, už nepřidávám)

NEJČASTĚJŠÍ INDIKACE

- **Posttraumatické stavy** – stavy po kontuzích, distorzích
 - o (lze aplikovat bezprostředně po úrazu – pokud nebyl porušen kožní kryt!)
 - o Na základě eutonizace nebude mít pacient hematom
 - o Transregionální aplikace
- **Funkční poruchy prokrvení**
 - o Sestupná aplikace (katoda distálně)
- **Poruchy čítí** – hypestezie, desestezie, parestezie
 - o (akro)hypestezie – sestupná aplikace (katoda distálně)
 - o (akro)parestezie – vzestupná aplikace (anoda distálně)
 - Vzestupná a sestupná aplikace se řídí podle stanovení toku proudu od anody ke katodě

IONTOFORÉZA

- Typ klidové galvanizace, při kterém se využívá vpravování iontů a léčiv do kůže prostřednictvím galvanického proudu
- V rámci iontoforézy se využívá jednoho ze základních elektrických jevů – odpuzování stejně nabitých částic směrem do kůže
- NSA se vpravují skrz katoda (pouze ve formě krému – např. Dolgit krém)
 - o U aktivní elektrody se standartní elektrodová podložka napouští roztokem dané léčivé látky
 - o U vpravování farmak musí být mezi standartní elektrodovou podložkou napuštěnou katodovým roztokem a krémem naneseným na podložku vložen (elektricky vodivý) semipermeabilní celofán
- V současné době je však iontoforéza považována za obsolentní

HYDROGALVANOTERAPIE

- Jedná se o proceduru, kdy přenos proudu na kůži je zprostředkován vodou
 - o Účinek se uplatní rovnoměrně na celou plochu ponořené končetiny
 - o Neuromodulační efekt působí hlouběji než u klidové galvanizace
- Kromě účinku galvanického proudu se na danou končetinu uplatní i teplota vody
 - o Teplota vody by měla být součástí předpisu FT
- **Maximální proudová hustota** závisí na počtu zapojených komor v konkrétní polaritě – z praktického hlediska se nabízí varianty jedno až čtyřkomorové galvanizace
 - o Vždy je však potřeba, aby alespoň jedna z elektrod (vaniček) byla opačné polarity než ostatní – musí být dán směr toku proudu
 - o **Jednu končetinu lze maximálně zatížit 20mA**
 - o V případě čtyřkomorové galvanizace, kdy jsou dvě vaničky v jedné polaritě, může být intenzita 40mA (30 je blbost)
- Při aplikaci je nezbytné, aby pacient měl po celou dobu aplikace končetiny ponořeny ve vaničkách
- Indikace hydrogalvanu jsou obdobné jako u klidové galvanizace (jednotlivých možností zapojení hydrogalvanu je cca 50 – viz učebnice Ninky)

- Při určování polarit jednotlivých vaniček se terapeut musí řídit podle požadovaného účinku

Na tom přístroji jsou strany naopak, je to podle pacienta



- Dávat pozor na tepky, osteosyntézy, šrouby, nitroděložní tělíska... – proud půjde cestou nejmenšího odporu – popálí se

- Kontraindikace

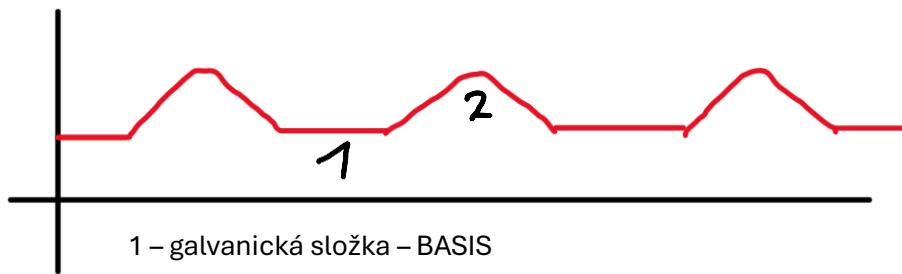
- Kožní defekty
- Zánětlivé poškození kůže
- Čerstvé jizvy
- Výskyt kovových předmětů v proudové dráze
- Tumory, karcinomy
- Aktivní TBC (prokrvení – větší šíření)
- Oblast srdce
- Psychická labilita

NÍZKOFREKVENČNÍ TERAPIE

- Využití pulzních proudů s frekvencí nižší než 1000 Hz pro terapeutické účely
 - V praxi se však využívá frekvencí do 200 Hz
- Rozdělení:
 - Klasické proudy → délka impulzů je **delší než 1 ms**
 - TENS – transkutánní elektrostimulace → délka impulzů je **kratší než 1 ms**
- Účinek pulzních proudů je téměř výhradně cílen na nervovou tkáň!!
- Pro efektivitu proudu je vždy rozhodující aplikační intenzita
 - Většina pracovišť použije proudy v intenzitách (nad)prahově senzitivních
„Kouzlo fyzikální terapie“ – každá FT s „nadprahovou“ intenzitou mění nastavení nervového systému a tudíž „nějak funguje“
 - Používá se intenzit od **podprahově senzitivních** až do **prahově algických**
- Hloubka průniku cca **3-4 cm** (spíše méně)
 - Kůže má obrovský odpor → velké „ztráty“ při průchodu proudu

DIADYNAMICKÉ PROUDY

- Objeveny (náhodně) francouzským stomatologem Bernardem v roce 1929 při poruše galvanického přístroje na tláčení bolesti po extrakci zubů
- = **Bernardovy proudy**
- Kumulativní účinek galvanické složky (BASIS) a pulzní složky (DOSIS)



1 – galvanická složka – BASIS

2 – pulzní složka – DOSIS

- Galvanická složka (BASIS)

- U starších přístrojů se nastavovala ručně
- U nových přístrojů se volí její podíl podle absolutní intenzity (0-50 %)
 - V praxi se nejčastěji používá base 10%
- Měla by se pohybovat v rozmezí **1-2 mA** (3 mA – už je celkem hodně)
 - Vždy musí být striktně podprahově senzitivní
 - Hysterkám klidně 20 %, chlapákům třeba 5 % (začínám u všech na 10 %, příště to doupravím)
- Používá se pro úpravu kožního odporu, aby se pulzní složka dostala hlouběji
- Významně se však podílí na nežádoucím leptavém účinku DD proudů (viz dále)

- Pulzní složka (DOSIS)

- Pulzní sinusový monofázický „proud“ nasedající na galvanickou složku

- Bernard v roce 1929 definoval pouze dva základní typy, od kterých se posléze odvodil další – všiml si rozdílné dráždivosti proudů s frekvencí 50 Hz a 100 Hz

(50 Hz – dráždivý účinek/100 Hz – tlumí bolest)

- MF (monophasic fixe)

- Jednocestně usměrněný (síťový) proud s frekvencí 50 Hz



- „maže“ se záporná sinusoida
- $f = 50 \text{ Hz} \rightarrow \text{perioda } 20 \text{ ms} \rightarrow 10 \text{ ms impulz} + 10 \text{ ms pauza}$
- Pro svoji subjektivní nepříjemnost se samostatně nepoužívá
- Historicky se používal k elektrogymnastice

- **DF (diphase fixe) (obě fáze zafixované)**

- Dvoucestně usměrněný (síťový) proud s frekvencí 100 Hz
 $f = 100 \text{ Hz} \rightarrow \text{perioda } 10 \text{ ms} \rightarrow 10 \text{ ms impulz} + \text{žádná pauza}$



- Záporná část se „překlopí“ nahoru
- V intenzitě nadprahově senzitivní lze využít ke tlumení bolesti (Konstatní frekvence + nízká intenzita $\rightarrow$ rychle proběhlá adaptace)
- Adaptace = návyk na monotónnost
- V současné době se užívá jako úvodní složka při aplikaci **tzv. koktejlů**

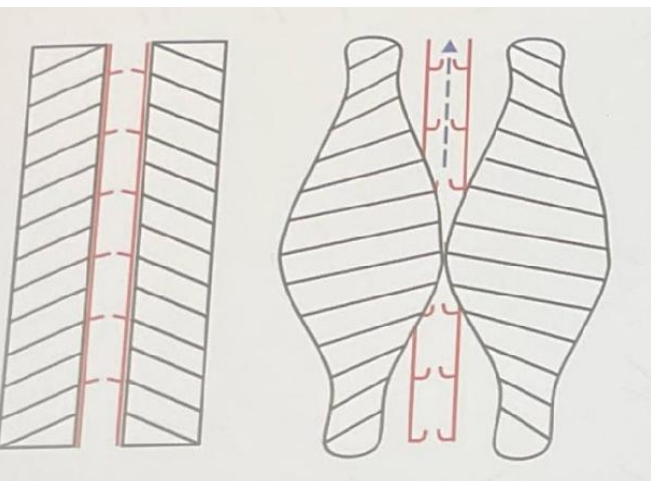
- **CP (courant modulé ne courtes périodes)**

- Proud modulovaný v krátké periodě $\rightarrow$ frekvenční modulace skokem

- Rytmické střídání MF a DF, resp. 50 Hz a 100 Hz vždy po 1 s



- Z DD proudů obecně **nejdráždivější**
 - Frekvenční modulace skokem – velmi rychlá změna
 - Po aplikaci může dojít ke zhoršení příznaků
- Využívá se pro svůj **antiedematózní a trofotropní účinek nepřímý**
 - Aktivace svalové mikropumpy
- Aplikuje se v intenzitě prahově motorické pro dráždivější složku (frekvenci) „pocit sevření a povolení“ (pulzování) (proud udělá mikrokontrakci – na úrovni svalu či svaloviny cévy)



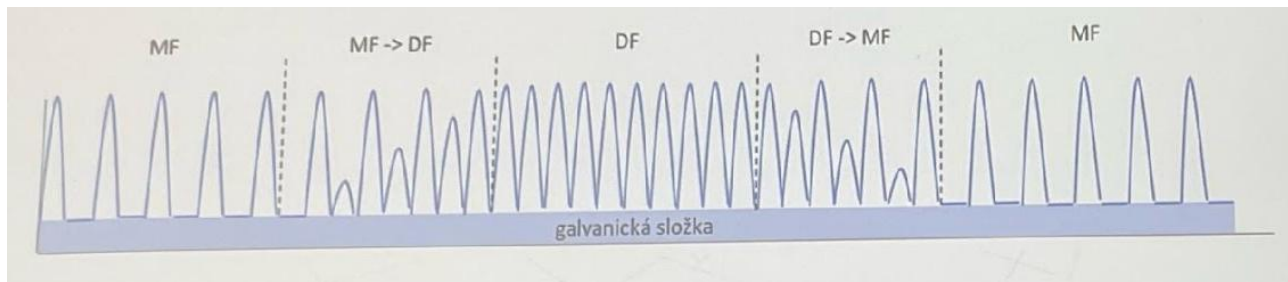
$\rightarrow$ Princip svalové mikropumpy

Obr. A – vřeteno procházející kosterním svaem (klidový stav)

Obr. B – kontrakcí svalu je krev díky systému chlopní vytlačena směrem vzhůru (centripetálně)

- LP (courant modulé et longués périodes)

- Proud modulovaný v dlouhé periodě – frekvenční i amplitudová modulace
- Plynulý/rytmický přechod MF a DF složky



MF (4-6 s) → amplitudová modulace → DF (12-16 s) → amplitudová modulace → MF (4-6 s)

Amplitudová modulace =

- **Analgetický účinek** v intenzitě nadprahově senzitivní
 - Samostatně nebo jako součást koktejlů
- **Myorelaxační účinek** (na principu frekvenční modulace) v intenzitě prahově motorické pro nižší frekvenci
 - Nutno aplikovat bez base
 - Doba aplikace cca 2 minuty na jednu reflexní změnu
 - V BTL4000 → „program” EPIR (elektroPIR)
 - Subjektivně příjemnější

DIADYNAMICKÉ PROUDY

- Všechny mají (přímý) **trofotropní účinek** vázaný na polarizaci tkání (za předpokladu nastavené base)

Aplikační časy (s využitím galvanické base) a polarita elektrod

- **Aplikace bez ochranných roztoků** → max. 6 min v jedné polaritě (max. 12 min po přepólování – přepóluje v přístroji – neměníme káblíky)
 - **Diferentní elektroda = katoda** → snáze podráždí nervovou tkáň (snáze – při nižší intenzitě podráždí nerv – neznamená to, že když to dáme na místo bolesti, bude to bolet víc → znamená to, že snáze vyvolá požadovaný účinek při nižší intenzitě než druhá elektroda)
- **Aplikace s ochrannými roztoky** → aplikace delší jak 12 minut (max však 30 min → „životnost roztoku”) (s roztokem to nemůžu přepólovat protože pod katodou mám katodový roztok – spálila bych pacienta okamžitě)
 - Výraznější roli začíná hrát polarizační efekt galvanické složky a analgetizující efekt anelektronu
- **Amosovy proudy** (“Ejmsovy”)
 - Longitudinální aplikace CP v intenzitě nadprahově senzitivní
 - 20-30 minut
 - Anoda bederní sympatikus/katoda na plosku
 - Indikace: ischemická choroba DKK (Nutno využít ochranných roztoků!!!)
- Nastavení galvanické base
 - V praxi se nejčastěji využívá base 10 % (vychází z empirie)
 - Až po první aplikaci lze říct, zda je pro pacienta vhodná nebo ne
 - Pacient s intenzitou výrazně pod 10 mA
 - Nutně příště nastavit basi 20%
 - Pacient s intenzitou výrazně nad 20 mA

- Nutno přístě nastavit basi 5%

- DD proudy lze využít samostatně v rámci požadovaného účinku (viz výše)
- Využití DD proudů v rámci **koktejlů** → „poskládání“ jednotlivých typů za sebe podle požadovaného účinku
- DF – úprava kožního odporu (na začátku aplikace po dobu 1 minuty)
- **CP - „dráždivý účinek“** – aktivace svalové mikropumpy
- **LP – tlumení bolesti**
 - maximálně 12 minut (v jedné polaritě 6 minut)
- Logické poskládání jednotlivých typů DD proudů za sebe a jejich „zápis“ v rámci koktejlů
 - Ke konkrétnímu typu je nutné vždy uvést čas
 - DF1, CP5, LP6
 - Skládání jednotlivých typů v jedné polaritě se označuje +
 - DF1 + LP5; DF1 + CP5
 - Při aplikaci DD proudů nad 6 minut se přepólování označuje x
 - DF1 + CP5 x LP6, DF1 + LP5 x LP6

LP6 x CP6 ? → zklidnění a pak aktivace → BLBOST

- DF1 + LP5 →
- DF1 + LP5 x LP6 → analgetický účinek
- DF1 + CP2 + LP3
- DF1 + CP2 x LP6 → aktivace mikrosvalové pumpy + zklidňující efekt
- CP6 x LP6 → aktivace mikrosvalové pumpy + zklidňující efekt – nejčastější využití

→ nejčastější a nejlogičtější kombinace DD proudů

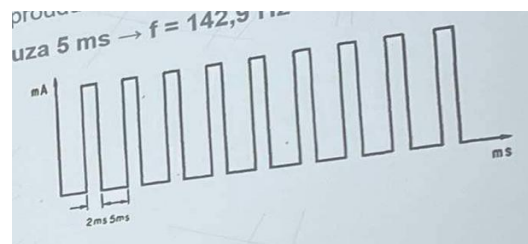
- Chceme ten účinek vyvolat při co nejnižší intenzitě (po přepólování?)
- DF 100 Hz – cítí jehličky – prahově senzitivní
- CP 50 Hz – pocit sevření a povelání – prahově motorické
- LP – cítí jehličky – prahově senzitivní
-

TRÄBERTŮV PROUD

- Pulzní monofázický proud s obdélníkovým impulzem
 - Vzniká „přerušováním galvanického proudu“ = derivát galvanu
 - **Délka impulzů 2 ms/pauza 5 ms → $f = 142,9 \text{ Hz}$ (143 Hz)**

$$F = 1/t$$

$$1/50 = 0,02 = 20 \text{ ms}$$



„ultra reizstrom“

- Nemodulovaný proud s konstantní frekvencí → ADAPTACE
= přizpůsobení nervového systému na monotónnost impulzu („návyk“ na opakování)
- Primárně využíván pro symptomatické tlumení bolesti jakékoliv etiologie
 - **Včasný analgetický účinek** → funguje bezprostředně po zapnutí proudu
 - **Krátké trvání analgetického efektu** → maximum analgezie cca ve 20.-30. minutě po aplikaci
→ Pozor na zrušení informativní složky bolesti
- **Tlumení bolesti na principu TEORIE KÓDU**

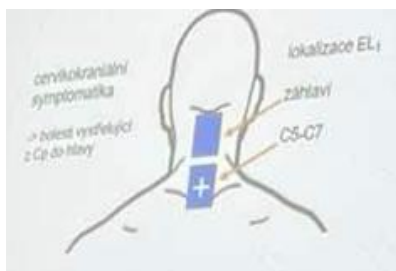
- Informace z PNS do CNS je přenášena ve formě určitého kódu
- V CNS je následně informace dekodována a vzniká výsledný „pocit“
- Cílem FT je změnit frekvenci impulzů v nervových vláknech tak, aby výsledná informace nebyla v CNS interpretována jako bolest
- Doprovodný účinek
 - **Trofotropní účinek** (→ derivát galvanického proudu – proto trofotropní účinek)
 - Zvýšení prokrvení v místě aplikace (ale samozřejmě menší než u samotného galvanu)
 - Zvýšená prokrvení vzdálených struktur v rámci kutiviscerální reakce
 - **Myorelaxační účinek na principu adaptace**
 - Snížení hypertonu paravertebrálních svalů v místě aplikace
- Optimálního analgetického účinku lze dosáhnout za předpokladu:
 - Uložení (velkých) deskových elektrod na páteř v lokalizacích dle Traberta
 - Intenzita právě prahově motorická po celou dobu aplikace „pocit sevření“ nebo „pocit vlnivého neklidu“
- **Cílovou tkání jsou rami dorsales nervorum spinalium**
 - Nocicepci lze tlumit nejenom v oblasti na páteři ale i na periférii (bolest je tlumena segmentálně)

ELEKTRODY A PRAVIDLA JEJICH ULOŽENÍ:

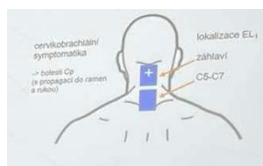
- Velké deskové elektrody (s výjimkou krční páteře)
- Uložení na páteř dle Traberta v lokalizacích EL1 – EL4
- Elektrodová podložka dostatečně navlhčená („souvislá loužička“ pod elektrodou)
- Dostatečné zatížení elektrod
- Správně navlhčená podložka a dostatečné zatížení elektrod je rozhodující
→ špatné zatížení/špatně namočená podložka/(špatná elektroda)
→ pocit pálení !!!
- Pokud je vše správně → pod elektrodami dojde k rovnoměrnému začervení

Umístění elektrod

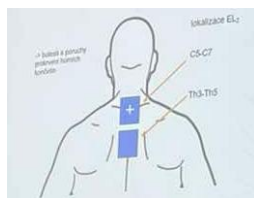
- **Cervikokraniální symptomatika EL1** – bolesti vystřelující z CP do hlavy
 - katoda nahoru



- **Cervikobrachiální symptomatika EL1** – bolesti CP (s propagací do ramen a rukou)
 - Katoda dolů (chceme oslovit segmenty C/Th přechodu)

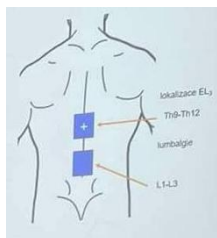


- **EL2** – bolesti a poruchy prokrvení horních končetin (C5-C7, Th3-Th5)



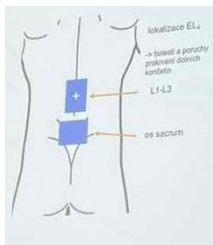
- **EL3** – Th9-Th12, lumbalgie, L1-L3

- Katoda dolů



- **EL4** – bolesti a poruchy DKK, L1-L3, os sacrum

- Katoda dolu, spodní (katodu) na šířku, horní na výšku



- Oslovujeme spíš pletě, než ramí dorsales
- Katoda je níž, protože i ten nerv vystupuje níž
- Můžeme zacílit i na konkrétní stranu (např. když bolest vystřeluje do jedné DK) – posuneme spodní elektrodu více na postiženou stranu
- Pozor ať se houbičky nedotýkají!

-aplikační čas v rozmezí 10–15 minut (ideálně ze začátku 12 minut)

-při delších aplikacích již analgetický účinek neroste a vzniká riziko popálení pacienta

-intenzita právě **prahově motorická** (nutno pravidelně obnovovat – cca 2-3x) → pacient bude cítit vlnivý neklid nebo pocit sevření – po určité době odezní (adaptace)

- Většina pacientů bude mít intenzitu do 20 mA
- **POZOR** u intenzit nad 30 mA

H – VLNY

-název vznikl na základě podobnosti s Hofmannovým H-reflexem

-(téměř) symetrický bifázický impulz složený ze dvou půlvln

-strmý náběh a exponencionální pokles

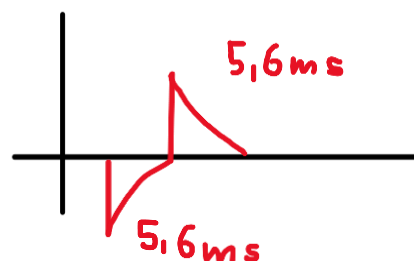
-rozdílná amplituda kladné a záporné půlvlny

-díky své délce je schopen vyvolat 2 akční potenciály

→ fyziologická frekvence je dvojnásobná oproti frekvenci fyzikální Faradický/neofaradický proud

-historicky se užívaly dvě základní frekvence

2 Hz (fyziologicky 4 Hz) – nízká frekvence → tlumení bolesti na základě endorfinové teorie (neurální aplikace v prahově algické intenzitě)



60 Hz (fyziologicky 120 Hz) – vysoká frekvence → tlumení bolesti na základě vratkové teorie (aplikace do dermatomu v prahově senzitivní intenzitě)

→ současné přístroje však umožňují nastavení jakékoliv frekvence

-nyní se využívají především jako regenerační proud pro odplavení laktátu

TLUMENÍ BOLESTI NA ZÁKLADĚ ENDORFINOVÉ TEORIE

-v lidském organismu vznikají peptidy (endorfinové opioidy), které působí na opioidní receptory, a tudíž jsou schopny tlumit bolest

-cílem FT je zvýšení sekrece endogenních opioidů na základě podráždění C vláken (na základě stimulace senzitivních nervů) nemyelinizovaná vlákna???

-nízké frekvence a vysoké intenzity

-dráždění pod 2 Hz

-musíme dlouho pracovat, aby to fungovalo, v praxi se s tím nesetkáváme

TLUMENÍ BOLESTI NA ZÁKLADĚ VRÁTKOVÉ TEORIE

-nociceptivní informace je do příslušného míšního segmentu vedena slabými A-delta a C vlákny

-informace týkající se podráždění taktilních receptorů je do příslušného míšního segmentu vedena prostřednictvím silných A-delta vláken

-míšní vratkový systém je modulován poměrem aktivity těchto vláken

-díky zvýšené aktivitě v silných vláknech dochází na úrovni míchy k tlumení přenosu nociceptivní informace

„uzavření“ vrátek pro přenos nociceptivní informace prostřednictvím slabých vláken

-cílem FT je přivést segmentálně aferentní informaci do spinální etáže prostřednictvím A-beta vláken

-prostřednictvím podráždění volných nervových zakončení v kůži → aplikace do dermatomu korelujícím se zdrojem nocicepce

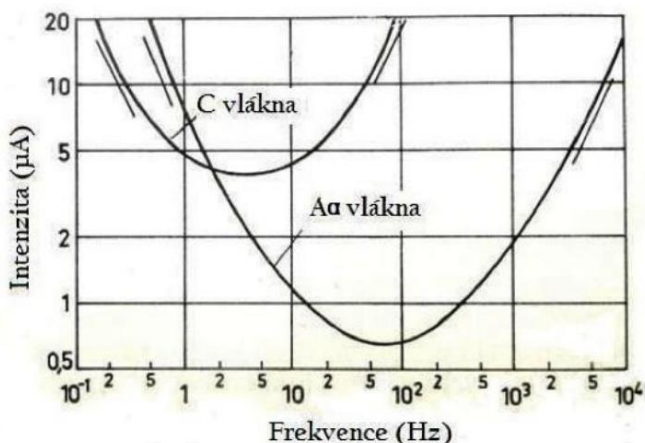
-prostřednictvím podráždění výstupu senzitivního nervu → aplikace na výstup senzitivního nervu korelujícím se zdrojem nocicepce

-prostřednictvím podráždění polymodálních receptorů ve svalu/kloubu → aplikace středofrekvenčních proudů do oblasti nociceptorů

-závislost dráždivosti nervových vláken na frekvenci

-A-alfa + A-beta vlákna jsou nejlépe drážditelná při frekvenci cca 100 Hz

-C vlákna jsou nejlépe drážditelná při frekvenci pod 2 Hz



→ pro selektivní podráždění C vláken – frekvence nižší než 2 Hz

FARADICKÝ/NEOFARADICKÝ PROUD

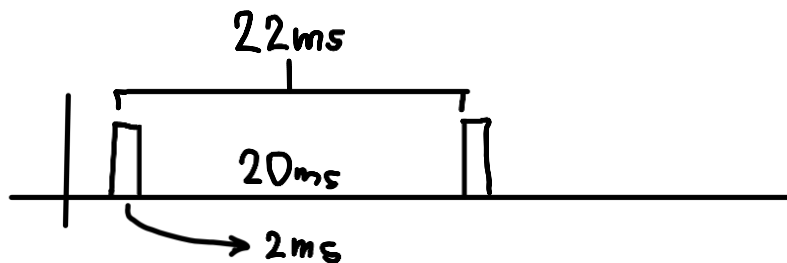
-obsolentní proudy, které se využívali pro elektrogymnastiku

$f = 45,5 \text{ Hz} \rightarrow 2 \text{ ms impulz} + 20 \text{ ms pauza}$

Farad – obdélníkový impulz

Neofarad – trojúhelníkový impulz

$\rightarrow$ tvar je irelevantní – vzrušivá tkáň takhle krátké impulzy nerozpozná



LEDECŮV PROUD

-obsolentní proud, který se využíval pro analgézii na principu vrátkové teorie

$f = 100 \text{ Hz} \rightarrow 1 \text{ ms impulz} + 9 \text{ ms pauza}$

-byl vytlačen příjemnějšími typy proudů $\rightarrow$ je subjektivně nepříjemný + probíhá na něj rychle adaptace

TRANSKUTÁNNÍ ELEKTROSTIMULACE (TENS)

-nehomogenní skupina proudů, jejímž společným jmenovatelem je délka impulzu

$\rightarrow$ délka impulzu kratší než 1 ms

-délka impulzů se pohybuje v jednotkách mikrosekund, 100 mikrosekund – nejčastěji používaná šířka impulzu

-původní indikace TENS bylo tlumení bolesti $\rightarrow$ **neuromodulační efekt**

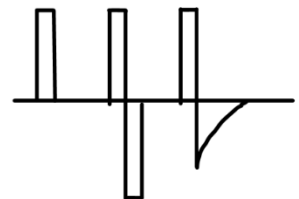
-postupně se zjistilo, že stejně dobře funguje i na myostimulaci $\rightarrow$ **neuromyostimulační efekt**

-nejbezpečnější typ proudů z hlediska potenciálního poškození pacienta

-dáno „extrémně“ krátkých trváním impulzu

-lze aplikovat z deskových, vakuových i nalepovacích elektrod

-**tvar impulzu** $\rightarrow$ **přístroje standartně nabízejí:**



- Monofázický impulz.

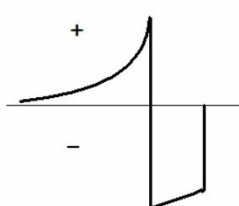
- Bifázický

 - Symetrický

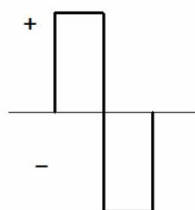
 - Asymetrický

- Alternující

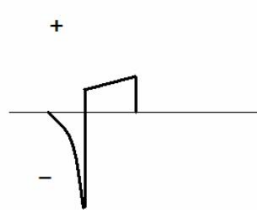
$\rightarrow$ u všech proudů typu TENS preferujeme **asymetrický bifázický impulz**



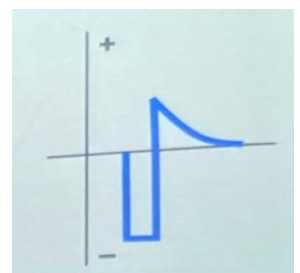
asymetrický bifázický
(nestejně velká plocha
kladné a záporné části)



symetrický bifázický



asymetrický bifázický
(stejně velká plocha kladné
a záporné části)



- ideální impulz má záporný hrot a kladnou půlvlnu – vzniká na katodě (-)
 - Záporný hrot s výraznou amplitudou
 - „kladná část“ vyrovnání elektrolytických dějů
 - Plocha kladné a záporné části je stejná – nulový galvanický účinek
 - Jako diferentní elektrodu volíme katodu

TYPY MODULACÍ VYUŽÍVANÝCH U PROUDŮ TYPU TENS:

- Konstantní frekvence
- Randomizovaná frekvence → Náhodné kolísání nastavené hodnoty frekvence v rozsahu plus/minus 30%
- Burst (impulzy jsou řazené do salv)
 - o Obvyklá frekvence salv je 2 Hz
 - Jedna salva 5-7 impulzů s frekvencí 100 Hz
 - o Burst je pouze modulace – nikoliv zázračný proud, jak píše učebnice (nepůsobí na obě teorie tlumení bolesti)
- Sinusové vlny
- Lichoběžníkové vlny
- (symetrické vlny)

Typy TENS :

KONVENČNÍ TENS

- dohodou stanovená frekvence 100 Hz
 - konstantní nebo randomizovaná frekvence
 - tlumení bolesti na principu vrátkové teorie
- šířka impulzu cca na 100 mikrosekund
- aplikace bipolárně do dermatomu
- aplikace monopolárně na výstup senzitivního nervu (!!nutno znát anatomii – senzitivní nervy, dermatomy a segmentální inervaci)
- intenzita **nadprahově senzitivní**
- minimální doba aplikace **10 minut** (schopna zajistit analgezii cca 60 minut)
- natržená šlacha m.supraspinatus (motorická inervace C5 – C6)
 - Dermatomy C5 a C6
- namožený m.tibialis ant (motorická inervace L4 – L5)
 - Dermatom L5
- naražená patella (senzitivní inervace L3)
 - Dermatom L3

APL TENS (akupunkturní TENS)

- nízkofrekvenční TENS – využití frekvencí pod 2 Hz
- tlumení bolesti na principu endorfinové teorie
- aplikace monopolárně na výstup senzitivního nervu (hrotovou elektrodou)
- intenzita **až prahově algická** (pacient musí mít dojem píchnutí jehlou – pocit bolesti)
 - pocit bolesti je snesitelný, aplikuje se do malého prostoru
- pomalejší nástup analgezie, delší doba trvání než u vrátkové teorie tlumení bolesti

HYPERSTIMULAČNÍ TENS

-ekvivalent Trabertova proudu (u lidí s papírovou kůží, na úkor trabertům, šetrná aplikace trabertových proudů)
 $f = 143 \text{ Hz konst.}$

-tlumení bolesti na principu teorie periferního kódu

-intenzita **prahově motorická** (pocit sevření nebo vlnivý neklid)

-absence trofotropního účinku → nedojde k začervení pod elektrodami

→ můžeme použít u lidí, u kterých je prokrvení nežádoucí → endometrióza, menstruace = v oblasti bederní páteře; papírová kůže

Další varianty TENS:

Mikroelektrostimulace

- Aplikální procedura – intenzita podprahově senzitivní (cca 1–2 ms)
- Homeopatická léčba – nefunguje na žádném z klasických principů tlumení bolesti
- Hojně využíváno v USA

Ultraelektrostimulace

- Myorelaxační účinek na principu adaptace
- Konstantní frekvence 182 Hz, délka impulzu 50 mikrosekund
- Aplikace (deskovými) elektrodami na hypertonické svaly
- Intenzita prahově motorická
- Na základě adaptace dojde k uvolnění lokálního napětí (po cca 2 -3 minutách)
- intenzitu lze zvyšovat maximálně 3x (uvolnění tří různých úrovní hypertonu)

HVT – High Voltage Therapy (vysokonapěťová terapie)

- Režim CV, intenzita až 500 V (extrémně krátké impulzy, intenzita proudu v mikroampérech)
- Produkt z USA
- Lze využít pro tlumení bolesti, elektrogymnastiku, ...
- Subjektivně velice dobře tolerované

Spražené/spojené impulzní proudy (SIP) (spastické stimulace)

- Aplikace do dvou okruhů, mezi kterými je pevná vazba
 - o **okruh A** – na spastický sval (nebo sval ohrožen spasticitou)
 - o **okruh B** – na antagonistický sval
- Okruh A podráždí spastický sval (flexory) a ve chvíli postfacilitačního útlumu podráždí okruh B antagonistický sval (extenzory)
- Lze aplikovat u pacientů, kteří jsou nástupem spasticity ohroženi, případně u pacientů s mírnou spasticitou
- U pacientů v pseudochabém stádiu lze využít jako facilitační techniku
- Možnosti: dle Jantsche a Husfschmidta
- Dle Jantsche
 - o **Okruh A** – impuls o šířce 200 mikrosekund
 - o **Okruh B** – tetanizující proud 50 (Hz) způsobující kontrakci antagonisty v délce trvání 2-5 s
 - o Zpoždění mezi okruhy 200 ms

TENS surge/ TENS trepezoid

→ viz přednáška elektrogymnastika

STŘEDOFREKVENČNÍ ELEKTROTHERAPIE

- (nehomogenní – ve smyslu využití) skupina proudů s frekvencí 1–100 kHz
 - o Prakticky se využívá 2000–12 000 Hz

CHARAKTERISTIKA

- **Snadno překonávají kožní odpor**
 - o Při správném uložení elektrod se dostanou „jakkoliv hluboko“
(Obrovská výhoda oproti nízkofrekvenčním proudům, které působí hlavně povrchově)
- **U nízkofrekvenčních proudů teče proud výhradně přes rezistory**
 - o Velké ztráty při průchodu proudu
 - o Max hloubka 3–4 cm (lze se dostat hlouběji v závislosti na zvyšující se intenzitě)
- **U středofrekvenčních proudů bude proud téct přes kondenzátor**
 - o S rostoucí frekvencí se bude snižovat kapacitní odpor kondenzátoru
 - o Odpor kondenzátoru se stává výrazně nižší než reálný odpor epidermis
 - o Středofrekvenční proud snáze překoná epidermis a dostává se víc do hloubky

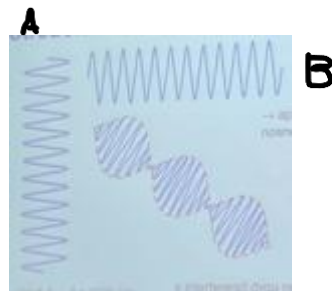


Nízkofrekvenční
středofrekvenční

- **Nemají trofotropní účinek vázaný na polarizaci** (absence galvanického účinku)
 - o Díky tvaru impulzu
 - Harmonická sinusoida
 - Symetrický bifázický impuls
- **Rebox** (středofrekvenční impulzoterapie s monofázickým impulzem)
 - o Určitý trofotropní účinek vázaný na polarizaci lze očekávat
- **Frekvence nad 200 Hz jsou specificky nedráždivé**

Průchod proudu lze cítit, nedojde však k vyvolání požadovaného účinku

 - o Vytvoření nízkofrekvenční obalové křivky pomocí amplitudové modulace
 - Prostřednictvím interference ve tkáních
 - Všechny tetrapolární aplikace
 - Přímou v přístroji
 - Bipolární aplikace



PRINCIP INTERFERENCE (PRINCIP „SKLÁDÁNÍ“)

- **Okruh A** → $f = 4000 \text{ Hz}$
 - **Okruh B** → $f = 4100 \text{ Hz}$
 - Aplikace dvou nemodulovaných sf proudů s blízkou nosnou frekvencí, které se v cílové tkáni musí křížit
 - Nově vzniklý amplitudově modulovaný sf proud probíhá mimo původní proudové okruhy!!!
 - Interferencí vzniklý amplitudově modulovaný sf proud
 - Nízkofrekvenční obalová křivka („obálka“) – AMF → vyšrafované
 - Nosná frekvence nově vzniklého proudu (signálu) se rovná aritmetickému průměru původních nemodulovaných sf proudů
- $$F = (\text{okruh A} + \text{okruh B}) / 2 \rightarrow (4000 + 4100) : 2$$



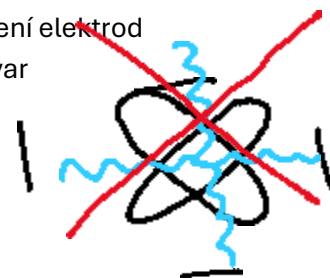
- Nově vzniklému signálu na základě amplitudové modulace harmonicky kolísá intenzita:
AMF (frekvence amplitudové modulace) – vyjadřuje kolísání amplitudy nosné frekvence – nízkofrekvenční obalová křivka
 - o Nastavuje se podle požadovaného účinku v rozmezí 0,1-200 Hz



- Amplitudová modulace není v celé oblasti překřížení vyjádřena rovnoměrně
 - o Její míru vyjadřuje tzv. **hloubka modulace** (DM)
 - o Na spojnici elektrod proudových okruhů je hloubka modulace nulová
 - Žádný fyziologických účinek
 - o Největší hloubka modulace je v oblasti, která je oproti původním nemodulovaným okruhům pootočená o $45^\circ \rightarrow DM = 100\%$
 - o S rostoucí vzdáleností od charakteristického kříže se hloubka modulace snižuje
 - o Fyziologických účinek lze ještě očekávat v oblasti hloubky modulace 50%
- **Charakteristický čtyřlístek**
 - o Intenzita kolísá mezi maximem a polovinou maxima
- Intenzita amplitudově modulovaného dosahuje v maximech dvojnásobku intenzit původních nemodulovaných proudů

KLASICKÁ INTERFERENCE

- Pracuje na principech vysvětlení předchozích slidech
- Ošetřovaná plocha je vymezena plochou čtyřlístku
 - o Velké nároky na terapeutovu prostorovou představivost a na uložení elektrod
- Skutečný čtyřlístek není umístěn v ploše, ale prostoru $\rightarrow$ prostorový 3D tvar



Moderní formy klasické interference

- Izoplanární vektorové pole
 - o Možnost ošetření celé plochy vymezené elektrodami
- Dipólové vektorové pole ručně nastavitelné
 - o Možnost ošetření konkrétní anatomické struktury
- Dipólové vektorové pole automaticky rotující
 - o Jako to první $\rightarrow$ ošetření celé plochy vymezené elektrodami

IZOPLANÁRNÍ VEKTOROVÉ POLE

- Moderní varianta klasické interference, která je schopna ošetřit 100% plochy vymezené elektrodami
- Dochází k deformaci Čtyřlístku, který se rytmicky roztahuje a oplošťuje $\rightarrow$ menší nároky na terapeutovu představivost
- Jednotlivá místa mezi elektrodami však nebudou ošetřena po celou dobu aplikace $\rightarrow$ nutno zohlednit v aplikačním čase
- Ošetření celé plochy je technicky dosaženo na základě automatického kolísání intenzit v jednotlivých proudových okruzích
 - o Okruh A $\rightarrow$ nastavení 75% ze skutečné intenzity v daném okruhu
 - o Okruh B $\rightarrow$ kolísání
- Rychlost kolísání intenzity v okruhu B (= rychlost otáčení/deformace čtyřlístku) = **parametr rotace pole**

DIPÓLOVÉ VEKTOROVÉ POLE

- Z technického hlediska není mezi izoplanárním a dipólovým vektorovým polem prakticky rozdíl
 - o Ručně nastavitelný dipól → vhodný pro ošetření konkrétní anatomické struktury (sval, vaz...)
 - Lze cítit i na hlouběji cílené struktury (na rozdíl od bipolární aplikace)
 - Ovládacím prvkem na přístroji lze přesně zacílit na danou strukturu
 - Velké nároky na terapeutovu představivost
 - o Automaticky rotující dipól
 - Obdoba izoplanárního vektorového pole
 - Nastavujeme rychlost rotace dipólu → **parametr rotace dipólu**

BIPOLÁRNÍ APLIKACE

- Bipolární aplikaci amplitudově modulovaného středofrekvenčního proudu (nesprávně označováno jako bipolární interference)
- K amplitudové modulaci dochází již na výstupu z přístroje (Nedochází k žádné interferenci)
- Maximální hloubka modulace je na spojnicí elektrod
- Hloubka účinku je cca **6 cm**
- Zásady aplikace jsou totožné s nízkofrekvenčními proudy

Nosná frekvence

- Základní frekvence sf proudu (Frekvence díky které se signál dostává do hloubky)

Frekvence amplitudové modulace (AMF, AMP)

- Frekvence vyjadřující kolísání amplitudy nosné frekvence
- „léčebná frekvence“ – nastavuje se podle požadovaného účinku (nejčastěji proti bolesti)
- Označovaná též jako **nízkofrekvenční obalová křivka**

Spektrum

- Rozsah frekvenční modulace
- Hodnota spektrum se přičítá k AMF a získáváme tak horní hodnotu frekvenční modulace
 - o Např.: AMF = 90 Hz, spektrum 20 Hz
 - Rozsah frekvenční modulace = 90–110 Hz
- Prevence adaptace u algických stavů (nejčastěji)
 - o Rozsah volíme dle akutnosti pacienta (10–50 Hz)
- Aktivace svalové (mikro)pumpy → rozsah min. 50 Hz



Sweep time

- Doba změny frekvence („přeladění“)
- Čím kratší změna frekvence, tím dráždivější
- Aktivace svalové (mikro)pumpy → 1 s
- Algické stavy → cca 4–10 s

Contour - „obálka“

- Rychlost změny frekvence ve vztahu ke sweep time
 - Určuje kolik % ze sweep time bude probíhat změna frekvence
- Algické stavy → 50-100%
- Aktivace svalové (mikro)pumpy → 1%

Pacient s chronickou bolestí

- AMF 80 Hz, spektrum 40, sweep time 5s, contour 100%
- AMF 80, spektrum 40, sweep time 10s, contour 50%

Aktivace svalové mikropumpy

- AMF 50 Hz, spektrum min. 50, sweep time 1 s, contour 1%

Rotace pole/rotace dipólu

- Nastavujeme u izoplanárního vektorového pole/automaticky rotujícího dipólu
- U algických stavů lze bránit adaptaci i parametrem rotace
 - AMF 100, spektrum 0, rotace pole 4 – 10 s
 - Rychlost rotace volíme dle akutnosti algického stavu
- Aktivace svalové (mikro)pumpy
 - AMF 50 Hz, spektrum 0, rotace pole 1 s

Pro správné zacílení na konkrétní místo jsou pro aplikaci sf proudů nezbytné vakuové elektrody

MYOSTIMULAČNÍ ÚČINEK

→ Strukturální

- Centrální paréza/plegie (→ elektrogymnastika, funkční elektrická stimulace)
- Periferní aréza/plegie (elektrostimulace denervovaného svalu)
- Porucha nervosvalového přenosu

→ Funkční

- Oslabení z přítomnosti reflexních změn – akutní/chronické
- Oslabení při kloubní dysfunkci – blokády, ruptura menisku/LCA (vasty) – sval bude inhibovaný, nutno vyřešit kloubní dysfunkci, elektro nepomůže
- Oslabení z protažení (→ elektrogymnastika)
- Oslabnění ze zkrácení -
- Oslabení z inaktivity (→ elektrogymnastika) – dojde k funkčnímu útlumu svalu

Myostimulační účinek přímý

-elektrodiagnostika + elektrostimulace denervovaných svalů

-přímý = stimulace svalové membrány (denervovaných svalových vláken)

Myostimulační účinek nepřímý

-elektrogymnastika

-nervový systém musí být intaktní (periferní)

-nepřímý = stimulace eferentních vláken případně nervosvalových plotének (v místě motorického bodu)

Nepřímé dráždění

-stimulace nepřímo přes eferentní nervová vlákna (stimulace motorického bodu/eferentního nervu)

Přímé dráždění

-přímá stimulace svalové membrány (denervovaných svalových vláken)

ELEKTROGYMNASTIKA

DEFINICE

-cílené vyvolání tetanické kontrakce kosterního svalu prostřednictvím elektrického dráždění
-stimulace kosterního svalu v intenzitě nadprahově motorické prostřednictvím tetanizujícího proudu

!! podmínkou pro vybavení tetanické kontrakce je intaktní (periferní) nervový systém!!

-nedochází ke stimulaci svalových vláken ale eferentních nervových vláken, v případě nervových plotének =
účinek myostimulační nepřímý

FYZIOLOGICKÁ VS “UMĚLE” VYVOLANÁ KONTRAKCE SVALU

-fyzilogická kontrakce probíhá asynchronně (dochází k zapojení a vypojení jednotlivých motorických jednotek dle potřeby)

-elektricky vyvolaná kontrakce probíhá synchronně (dochází k zapojení všech motorických jednotek v proudové dráze)

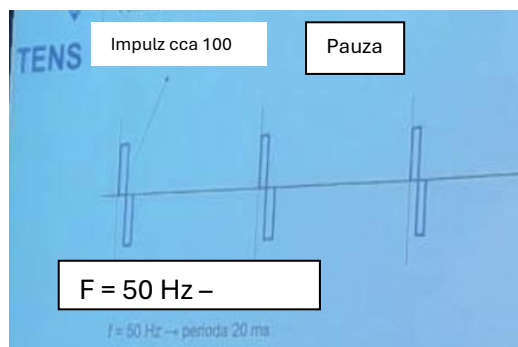
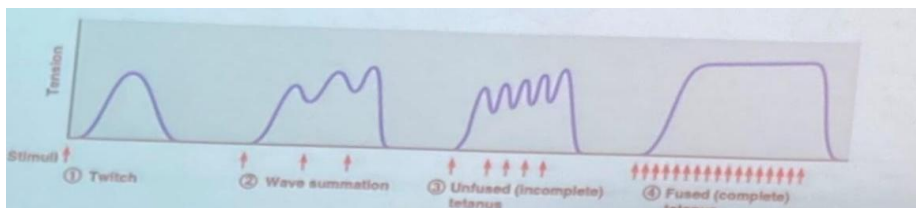
“uměle vyvolaná“ kontrakce bude vždy energeticky náročnější než fyziologická kontrakce

INDIKACE

- Oslabení z inaktivity – atrofované nebo atrofií ohrožené svaly
- Oslabení z protažení
- Odcizení svalu
- Parézy při poruše prvního motoneuronu – facilitační technika
(→zařazení svalu do správného pohybového stereotypu)

TETANICKÁ KONTRAKCE

- Při EG je nutné vyvolat **hladkou** tetanickou kontrakci (4)
- Optimální frekvence v rozmezí 30-60 Hz
- Historicky $f = 50 \text{ Hz}$
- Elektrická síť – střídavý proud o frekvenci 50 Hz



TYPY UŽÍVANÝCH PROUDŮ

- Volba konkrétního proudu se řídí podle akutnosti a tíže svalového oslabení
 - o **Tens** - pulzní nízkofrekvenční proud
 - o **Ruská stimulace** - pulzní středofrekvenční proud (případně MIP – modulovaný impulzní proud – rozdíl akorát ve tvaru impulzu)
(harmonický středofrekvenční proud seskupený do salv)

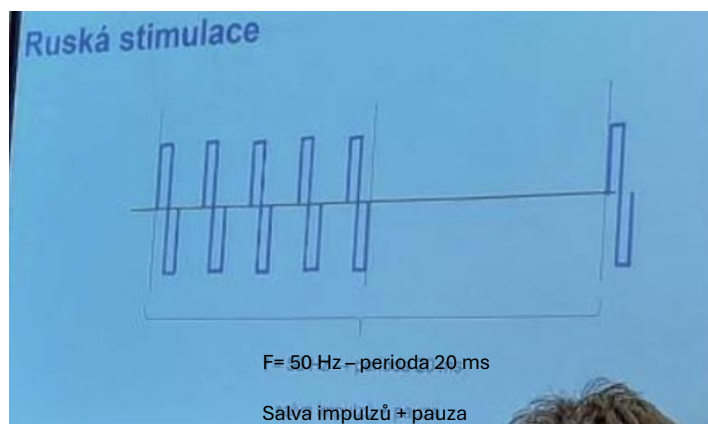
- **Kotzovy proudy** – harmonický středofrekvenční proud amplitudově modulovaný
- Lze využít i dalších proudů (farad a neofarad a další)
 - Jsou však shledávány jako obsolentní

TENS

- První metoda volby u pacientů
 - S odeznívající algickou symptomatikou
 - S výraznou hypotrofií svalstva
 - Na začátku léčby
- $f = 50 \text{ Hz}$ – perioda 20 ms
- šířka impulzu – 100 - 500 mikrosekund
- Subjektivně nejpříjemnější, nejméně dráždivý

RUSKÁ STIMULACE – PULZNÍ STŘEDOFREKVENČNÍ PULZ

- Nosná frekvence – $f = 2500 \text{ Hz}$ – je specificky nedráždivá – receptory detekují tok proudu, ale ten nevyvolá požadovaný účinek
- Upravena prostřednictvím burst modulační na frekvenci 50 Hz
 - Impulzy naskládány do salv
 - Část periody proud teče, část je pauza – 10ms salva + 10ms pauza
 - Tvar impulzu – symetrický bifázický impulz
- Více dráždivý, větší síla kontrakce – horší tolerance pacientem

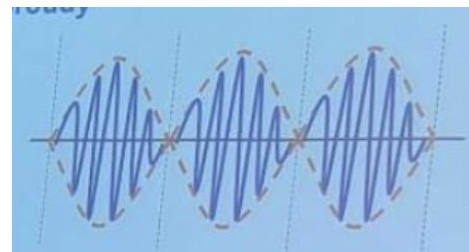


KOTZOVY PROUDY – HARMONICKÝ STŘEDOFREKVENČNÍ PROUD

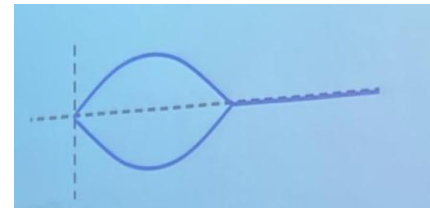
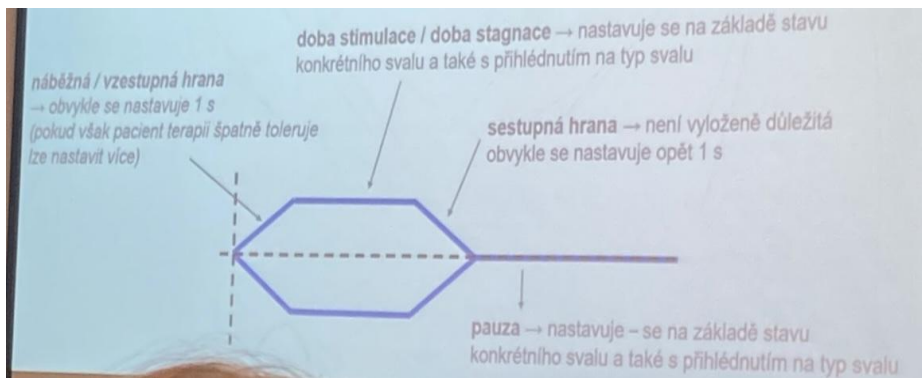
- („bipolární interference“) u které lze přerušovat průchod proudu (amplitudově modulovaný středofrekvenční proud)
- Nosná frekvence – $f = 2500 \text{ Hz}$
- Upravena prostřednictvím amplitudové modulační – $f = 50 \text{ Hz}$
- Proud „teče“ bez přerušení
- Subjektivně nejméně příjemný, nejvyšší síla svalové kontrakce
- Nutno (amplitudově) modulovat (lichoběžník/sinusová půlna)

Modulace lichoběžníkem – lze nastavit „přesnou“ dobu kontrakce

- První metoda volby
- Volíme u jedinců, u kterých je vyžadován rychlý návrat svalové síly
- U tens nutno nastavit – TENS trapezoid



- U ruské stimulace a Kotzových proudů již přednastaveno v přístroji



Modulace sinusovou půlvlnou - nelze nastavit „přesnou“ dobu kontrakce

- Proud postupně roste do maxima a posléze klesá
- Volíme u jedinců, u kterých je nutno vytrénovat plynulý nábor motorických jednotek
- Modulaci sinusovou půlvlnou lze nastavit u TENS – TENS surge

VHODNÉ APLIKAČNÍ PARAMETRY

-poměr mezi dobou kontrakce a pauzou se volí na základě typu svalu:

- **Fázické svalstvo** - 1:3–1:6
- **Tonické svalstvo** - 1:1–1:3
 - V praxi se elektrogymnastika na tonické svaly nevyužívá

-doba kontrakce začíná standartně cca na 4 s (pro výrazně hypotrofovaný sval)

-**Př.** Těžká hypotrofie m. vastus medialis → poměr 1:6, doba kontrakce 4 s, náběžná hrana 1 s - stimulace 4s - sestupná hrana 1 s - pauza 22s (sestupnou i náběžnou hranu bere jako pauzu)

-**při zlepšujícím se klinickém nálezu lze:**

- prodlužovat dobu stimulace a zkracovat pauzu (nedělat razantní změny)
- vyměnit proud za více dráždivý

-celková doba aplikace: **10-15 minut** (pro fázický sval cca 20-30 kontrakcí při dodržení již zmíněných parametrů)

-**nadprahově motorická** intenzita – nesmí bolet – kvalita kontrakce by měla být stejná po celou dobu aplikace (pokud kvalita klesá – špatný poměr (např.: krátká pauza, ...); nebo špatná výchozí intenzita (moc)))

!!! vždy je lepší měnit poměr mezi dobou kontrakce a pauzou, než prodlužovat dobu aplikace!!!

-nelze však vytvořit „kuchařku“ - každý sval je jiný a každý jedinec je jiný

-frekvence procedur: optimálně **2x týdně, maximálně 3x (ob den)**

-bipolární aplikace prostřednictvím deskových, případně vakuových elektrod longitudinálně na daný sval či svalovou skupinu

ELEKTODIAGNOSTIKA A ELEKTROSTIMULACE DENERVOVANÝCH SVALŮ

Periferní obrna

Paréza = neúplná obrna X plegie = úplná

- Vzniká v důsledku poškození periferních nervů, nervových kořenů, pletení, případně předních rohů míšních
 - o Nejčastější příčinou bývá ischemicko-kompresivní nebo úrazové poškození – mononeuropatie
 - o Méně časté jsou pak metabolické, zánětlivé či hereditární příčiny – v rámci různých polyneuropatií

SVALOVÁ STIMULACE

- Stimulace svalu, jehož intervalech není poškozena
- Stimulace svalu, jehož inervace je poškozena v důsledku poruchy prvního motoneuronu (myoneurostimulace)

ELEKTROGYMNASTIKA

- Stimulace svalu, jehož inervace je poškozena v důsledku poškozeného druhého motoneuronu
- Selektivní stimulace denervovaného svalu (lokalizace poškození – od předního rohu míšního distálně)

Příčiny poškození periferního nervu

- Metabolické
- Hereditární (nemá řešení většinou progresivní forma)
- Zánětlivá
- Úžinové syndromy
- Mechanické trakční
- !nutnost odstranění příčiny a obnovení kontinuity nervu

Klinický obraz poruchy periferního nervu

- Částečná či úplná ztráta volní hybnosti (=snížení svalové síly)
- Svalová hypotrofie až atrofie
- Snížení až vyhasnutí napívacích reflexů
- Porucha citlivosti v inervační oblasti
- Svalové fascikulace

Sunderlandova klasifikace – I. – V.

KLASIFIKACE DLE SEDDONA

- **Neurapraxie** – nejlehčí poranění – neurální trubice ani axony nejsou porušeny – úprava funkce nastává v průběhu hodin až několika dnů
- **Axonotméza** - porucha kontinuity axonu, neurální trubice je intaktní
 - o musí proběhnout Wallerova degenerace, regenerace po proběhne spontánně
- **neurotméza**- porucha kontinuity nervu (axon i neurální trubice je přerušena)
 - o musí proběhnout Wallerova degenerace, pro regenerace je nutná sutura neurální trubice

Wallerova degenerace/ regenerace

- **degenerace** – po přerušení axonu dochází k rozpadu jeho distální části

- **periferní pahýly** – ztrácí vodivost, degeneruje v průběhu 3-4 týdnů- proto musím čekat aspoň 3 týdny
- **centrální pahýl** – odumírá k poslednímu Ranvierovu zářezu
- **regenerace** – pokud je neurální trubice intaktní, dochází k růstu nového axonu směrem do periferie (cca 1-3 mm/den)
 - **centrální pahýl** – začíná okamžitě pučet- axon roste směrem k periferii- když doroste na konec začne se větvit a hledá ploténky
 - **absence sutury** – neuron

DENERVOVANÝ SVAL – FYZIOLOGIE

U periferní parézy se mění fyziologie dráždění = reakce zvrhlosti

- posun motorického bodu (longitudinální reakce) - posun MB distálně
- ztráta nepřiměřené dráždivosti (nelze dráždit přes přívodný nerv)
- ztráta přímé dráždivosti na faradický proud (50Hz) - nulová odpověď (zůstává tzv. galvanické dráždění)
 - vyvolaná kontrakce je lenivá, zpomalená nebo červovitá
- **anoda se stává stejně nebo více dráždivou ve srovnání s katodou** (inverze Pflugerovy formule)
- faradické dráždění – dráždění jakýmkoliv proudem o frekvenci cca 50 Hz, který je schopen vyvolat tetanickou kontrakci
- galvanické dráždění – dráždění s pulzním proudem s dostatečně dlouhou pauzou (1s) a impulzem 100ms – 1s (zapínání a vypínání galvanu)

ELEKTROSTIMULACE DENERVOVANÝCH SVALŮ

- elektrostimulaci provádíme z důvodu prevence fibroblastické přestavby svalu (kdybychom se elektrostimulaci „vykašali“, svalová vlákna by se změnila ve vazivo a tuk)
- pro elektrostimulaci se využívá šikmých impulzů s pomalým náběhem intenzity a delší dobou impulzu
 - zdravá svalová vlákna podléhají akomodaci (u nich lze vyvolat kontrakci šikmým impulzem pouze o intenzitě výrazně vyšší u pravoúhlého impulzu)
 - denervovaná vlákna schopnost akomodace ztrácejí (kontrakci vyvolá i šikmý impuls s intenzitou prakticky stejnou jako impuls pravoúhlý)
 - * akomodace – přizpůsobení se pomalému nástupu šikmého impulzu
 - * adaptace- návyk na opakování

ELEKTRODIAGNOSTIKA

- Stanovení optimálních parametrů impulzů pro elektrostimulaci (dráždění denervovaného svalu)
- Průběžné hodnocení reinervace pomocí akomodačního kvocientu AQ

Klasická diagnostika X moderní diagnostika
(erb- Duchene) (l/t křivka)

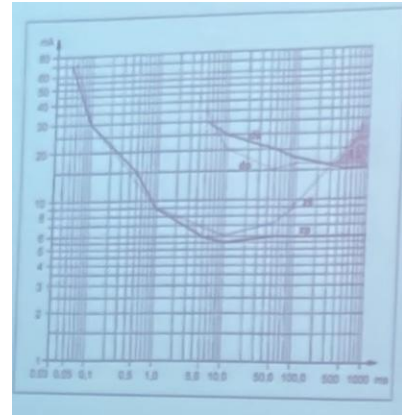
KLASICKÁ ELEKTRODIAGNOSTIKA (ERB-DUCHENNOVA)

- Nejstarší metoda diagnostiky
- Pouze hrubé stanovení diagnózy
- Rychlé orientační vyšetření
- **Klasickou elektrodiagnostikou se „ověřuje platnost“ reakce zvrhlosti**
 - Detekce motorického bodu
 - Vyšetření přímé dráždivosti (motorický bod) na galvanické a faradické dráždění
 - Vyšetření nepřímé dráždivosti (motorický nerv) na galvanické a faradické

- Vyšetření dle Pflugerovy formule

MODERNÍ ELEKTRODIAGNOSTIKA

- Spočívá ve stanovení optimálních parametrů pro elektrostimulaci a v možnosti hodnocení reinervace prostřednictvím I/t křivky
- Prahově motorická intenzita = záskub = tečka = čára



I/t křivka

-měření prahově motorických intenzit pro pravoúhlý a šikmý impuls o standardní délce

-Označení „pravoúhlý a šikmý impuls“ není zcela přesné, nicméně se nadále využívá pro jednoduchost a jednoznačnost

* pravoúhlý- impulzy s rychlým nástupem dráždící intenzity (menší než 10ms)

*šikmý- impulzy s pomalým nástupem dráždící intenzity (větší než 10 ms)

-celkem se měří 4 křivky

Křivka šikmých + pravoúhlých impulsů pro zdravý sval

Křivka šikmých + pravoúhlých impulsů pro denervovaný sval

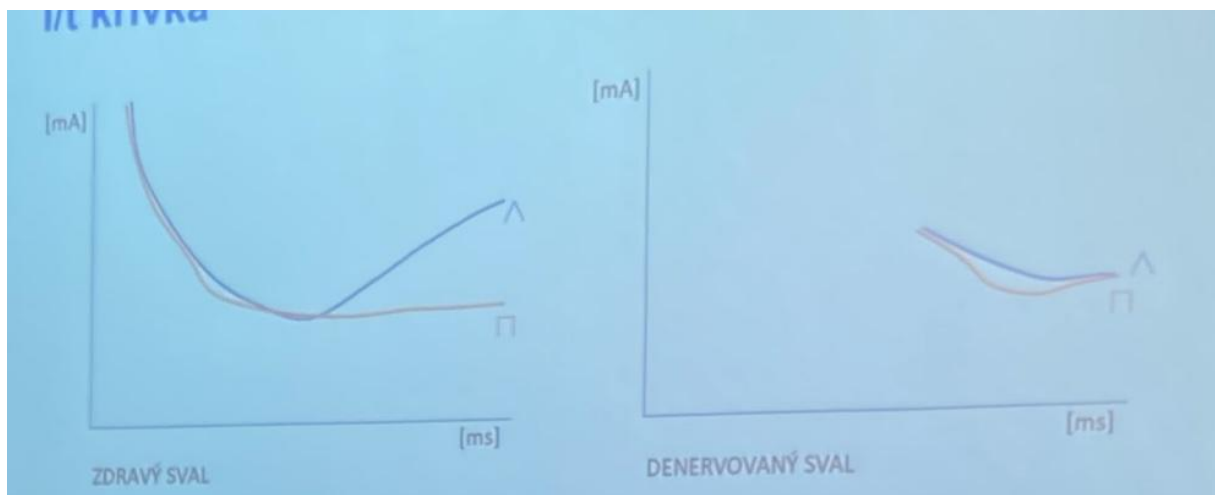
-v rámci křivky se standardně vyšetřují impulzy od 100 ms do 1000 ms (lze využít zkrácené verze, kdy vyšetříme pouze impulzy 100 ms, 500 ms a 1000 ms)

-v rámci vyšetření je vhodné začít pravou částí křivky, tzn. Impulzy o délce 100 ms a více, a následně se vrátit k levé části křivky a postupovat sestupně (100 ms a méně)

-I/t křivku i samotnou elektrostimulaci lze provádět:

Monopolárně – používá se pro malé svaly - svaly thenaru a obličeje)

Bipolárně – větší svaly nebo svalové skupiny



-I/t křivku vyšetřujeme cca 21. den od vzniku postižení

-při dřívějším vyšetření se mohou objevovat přechodné fenomény, protože stále probíhá Wallerova degenerace

-dále I/t křivku provedeme 5.-6. týden od vzniku postižení

-následně 3 měsíce od vzniku a dále po 3 měsících

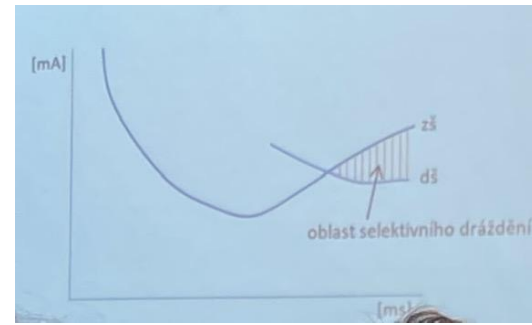
-vyšetřujeme samozřejmě i v případě, pokud se nám sval při stimulaci začne chovat jinak, než jsme byli doposud zvyklí

-při vyšetření I/t křivky vyšetřujeme zdravý a nemocný sval v těsné blízkosti pokud to teda jde

-pokud toho z různých důvodů nejsme schopni- vyšetření druhostranného svalu

OBLAST SELEKTIVNÍHO DRÁŽDĚNÍ- oblast kde se protne křivka šikmého impulsu pro zdravý a denervovaný sval

Z této oblasti lze vyčíst vhodné parametry pro stimulaci denervovaného svalu



-z křivky lze odečíst tři parametry

Akomodační kvocient

-Míru reinervace můžeme hodnotit prostřednictvím AQ

AQ vypočítáme na základě poměru šikmého a pravoúhlého impulsu s délkou 1000 ms

$$AQ = \frac{I_{\text{šikmý}}}{I_{\text{pravoúhlý}}}$$

Hodnoty: AQ

AQ = 1 úplná denervace svalu

$1 \leq AQ \leq 2,7$ - počínající denerva/reinervace svalu

AQ větší než 2,7 normálně inervovaný sval

Reobáze – nejmenší naměřená prahově motorická intenzita dráždícího stimulu (při dostatečně dlouhém stimulu)

-nestabilní parametr – uložení elektrod, typ aplikace, ...

-čím menší elektroda, tím menší intenzita mi stačí na podráždění

chronaxie – šířka impulsu, kterou podráždím daný sval při použití dvojnásobku reobáze

-nezávislý parametr

-Fyziologické hodnoty jsou pod 1 ms

-U periferní parézy rostou hodnoty do desítky až stovky ms

ELEKTROSTIMULACE DENERVOVANÉHO SVALU

-z I/t křivky jsme schopni odečíst parametry pro stimulaci konkrétního svalu či svalových vláken

-musíme pamatovat na to, že denervovaná vlákna jsou lehce unavitelná (kontrakce bude čím dál tím pomalejší než úplně vymizí)

Musíme proto zvolit takovou intenzitu a takovou pauzu mezi impulzy, abychom byli schopni zajistit 6-30 kontrakcí daného svalu, resp. Svalových vláken (chceme zabránit fibrobůastické přestavbě!)

-pokud kontrakce oři určité intenzitě vymizí, můžeme intenzitu lehce zvýšit (musíme však být stále v OSD)

MECHANOTERAPIE

-využití mechanické terapie k terapeutickým (i diagnostickým) účelům

→ manuální mechanoterapie („terapeutovy ruce“)

→ přístrojová mechanoterapie

- Trakce (kontinuální X intermitentní)
- přístrojová masáž (přetlaková + podtlaková + vibrační)
- Vakuum-kompresivní terapie
- Ultrasonografie
- Rázová vlna
- pasivní pohyby

TRAKCE

-prostřednictvím zevní (mechanické) síly dochází k oddálení kloubních ploch

- **Trakční stůl**

- o Intenzita trakce odpovídá úhlu naklonění trakčního stolu
- o Tah je kontinuální po celou dobu aplikaci (čím jsme dále od fixované části, tím je trakční síla menší)

- **Přístrojová trakce**

- o Intenzitu trakce lze přesně dávkovat
 - Trakční síla, rychlost tahu, režim – kontinuální X intermitentní

→ při dobře nastavených parametrech a při dostatečné relaxaci svalstva

→ oddálení kloubních ploch

-snížení tlaku na chrupavky

-protažení kloubního pouzdra a kloubních vazů

-zlepšení reologických vlastností synovie (→ disperzní účinek)

Bezpečnostní pravidla

-přístrojové trakci by měl vždy předcházet manuální trakční test

-odpovídá klasické manuální trakci

-vede-li manuální trakce k úlevě, lze využít trakce přístrojové

-po ukončení terapie pacient hned neodchází, ale zůstává ležet cca stejnou dobu jako trvala trakce (klidně i déle)

VAKUOVÁ A KOMPRESIVNÍ TERAPIE – PODTLAKOVÁ A PŘETLAKOVÁ PŘÍSTROJOVÁ MASÁŽ

(**podtlaková**) **Vakuová terapie** – využití podtlaku pro terapeutické účely

-**vakuová elektroda**

-**baňka** – zlepšení reologických vlastností kůže a podkoží, zlepšení prokrvení v dané oblasti, nespecifické zvýšení aferentace

→ indikace: RZ v kůži a podkoží u funkčních poruch pohybového systému

(**přetlaková**) **Kompresivní terapie** – využití přetlaku pro terapeutické účely

-pracuje na principu přetlakové vlny, kdy jednotlivé komory jsou postupně nafukovány a dochází tak k vytlačení lymfy/ otoku směrem centripetálně

-lze aplikovat pouze v oblasti končetin

-účinek antiedematózní přímý

-přístrojová lymfodrenáž

-lze nastavit – tlak v komorách, rychlost „vlny“, a počet a pořadí napouštění jednotlivých komor

Posttraumatické otoky, otoky při chronické žilní insuficienci, otoky při insuficienci lymfatických cest,...

Vakuové elektrody nepoužívat u pacientů, kteří berou léky na ředění

Kontraindikace = Tromboflebitidy, flebotrombózy nebo jakýkoliv stav u kterého hrozí uvolnění trombu

Přístrojová lymfodrenáž – prevence a léčba otoků při insuficienci lymfatických cest, lymfedémy po ablaci prsu, posttraumatické otoky + estetická medicína (celulitida) a sportovní medicína (urychlení regenerace)

VAKUUM-KOMPRESIVNÍ TERAPIE

-využití střídání fáze přetlaku(komprese) a podtlaku(vakuum) pro terapeutické účely

-lze aplikovat pouze na končetiny

-ošetřovaná končetina je uložena c pracovním válci, ve kterém je prostřednictvím manžety vzduchotěsně uzavřena

-fáze podtlaku (mínusové hodnoty) – **trofotropní** účinek

-končetina „**zvětšuje** svůj objem“ - nasává arteriální krev

-vizuálně se projeví zčervenáním periferních částí

-vždy zakončuje terapii, v rámci VKT je zásadní a principiální

-nejprve významný pokles extravazálního tlaku (tlaku v okolí cév) → zvýšená filtrace plynů a dalších látek do tkání → druhotný pokles extravazálního tlaku

-fáze přetlaku (plusové hodnoty) účinek **antiedematózní**

-končetina „**zmenšuje** objem“ – odtok venózní krve a lymfy

-vizuálně se projeví zblednutí periferních částí



-terapie probíhá v cyklech – střídání fází přetlaku a podtlaku

-v závislosti na ošetřovaném stavu volíme hodnoty přetlaku a podtlaku

-zvýšení prokrvení- dominuje fáze podtlaku (arteriální poruchy prokrvení končetin)

-antiedematózní účinek – dominuje fáze přetlaku (chronické žilní nebo lymfatické otoky)

-stavy, kde se volí stejné hodnoty přetlaku i podtlaku- Sudeckův syndrom, syndrom karpálního tunelu, posttraumatické stavy

-lze aplikovat i s poškozením kožního krytu

-hlavní terapeutický cíl VKT je ovlivnění arteriálního prokrvení → organické i funkční prokrvení, vážnoucí metabolismus a zhoršená trofika tkáně

-lze aplikovat i při poruše trofiky kožní

-obecně platí, že využívá nejnižších hodnot, které vyvolávají barevné změny na periferiích končetin

-čím je podtlak/přetlak vyšší, tím je kratší doba aplikace nastaveného tlaku

-doba aplikace obvykle do 30 minut, cca 3x týdně (dlouhodobá terapie – několik týdnů)

Kontraindikace

- kardiální edémy

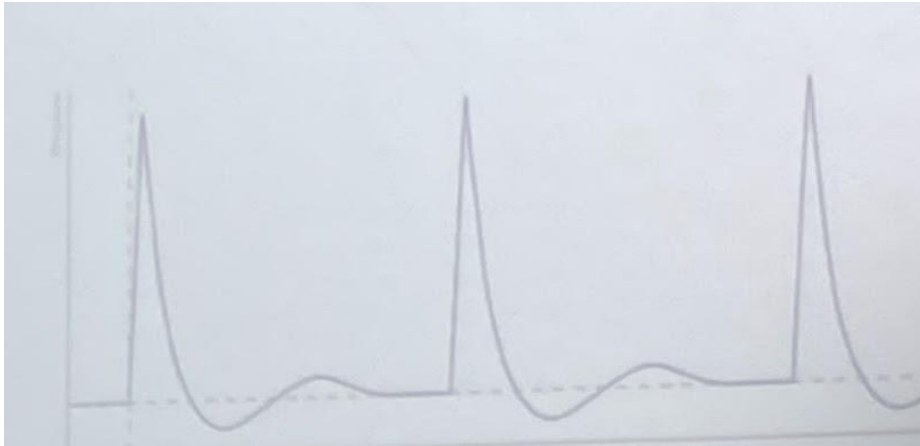
- akutní trombózy a tromboflebitidy

- varixy

- akutní rány, lokální hnisavé infekce

RÁZOVÁ VLNA

- rázová vlna je charakterizována rychlým a vysokým nárustem pozitivního tlaku a následnou další periodu tlaku negativního
- prostřednictvím rázové vlny je do tkáně. Přeneseno poměrně velké množství energie
- sofistikovaná rána kladivem



-používá se k léčbě **chronických poruch pohybového systému**

- Kalcifikace
- Ch. tendinopatie
- Nehojící se zlomeniny
- Ch. bolestivé stavy
- Svalová relaxace

Na trhu jsou dvě:

-Radiální rázová vlna (RSWT- radial shockwave therapy)

- Dostává se méně do hloubky
- Divergentní vlna

-Fokusovaná rázová vlna (FSWT – focused shockwave therapy)

- Dostává se více do hloubky
- Konvergentní vlna

Nastavitelné parametry

- Intenzita (pro RSWT v barech, pro FSWT v mJ/mm²)
- Definuje množství energie dodané v každém rázu
- Obecně vzato platí, čím akutnější záležitost tím nižší intenzita

Počet rázů

- Reprezentuje množství energie dodané v rámci jedné terapie
- FSWT – 1000 – 3000 rázů
- RSWT – 4000 – 6000 rázů

Frekvence

- frekvence určuje počet rázů dodaných do tkáně během jedné sekundy v rozmezí cca 1-25 Hz



ULTRASONOGRAFIE

- podélné vlnění hmotného prostředí s frekvencí vyšší než 20 kHz
- k terapeutickým účelům se využívá frekvence 0,8 – 3 MHz
- podélné mechanické vlnění – amplituda kmitů je rovnoběžná se směrem šíření vlny
- ve zdravotnictví dva hlavní účely → **diagnostický** (registrace odražené UZ vlny ze tkáně a její převedení na obrazovou informaci → v rukou lékařů) + **terapeutický** (nejčastěji v rozmezí 1-3MHz)
- ultrazvuk se šíří jenom hmotným prostředím, ve vakuu se (ultra)zvuk nešíří
- čím větší je hustota prostředí, tím je menší akustický odpor a tím je šíření ultrazvuku rychlejší

VZNIK ULTRAZVUKU

- UZ vzniká rozkmitáním piezoelektrického krystalu nebo sklokeramické destičky vysokofrekvenčním proudem uvnitř UZ hlavičky
 - piezoelektrický krystal je mechanický deformován frekvencí přiváděného proudu – obrácený piezoelektrický jev
- nejedná se o elektroterapii ale mechanoterapii**
- s velikostí piezoelektrického krystalu či sklokeramické destičky souvisí i velikost UZ hlavičky
 - ERA (effective Radiating area)** - účinná vyzařovací plocha hlavičky je vždy trochu menší než skutečná plocha hlavičky
 - v terapii se užívají hlavičky o velikostech 1cm² a 5cm²

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI ULTRAZVUKU

Odraz a lom

- způsobeny přechodem ultrazvukových vln z jedné tkáně do druhé a jejich rozdílnými vlastnostmi (místa s rozdílnou akustickou impedancí a rychlostí šíření akustických vln)
- k výraznému odrazu dochází na rozhraní **měkké tkáně – sval** (cca 35 %)
- k největšímu odrazu dochází na rozhraní **hlavičky – vzduch – kůže** (99 %)
 - nutnost využití kontaktního médium (sonogel, popř. parafínový olej)
 - parafínový olej je nevodivý, nelze použít při kombinované terapii (poškozuje ultrazvukové hlavičky od BTL → nepoužívat)

Interference vlnění

- nejvíce se realizuje v místě rozhraní dvou prostředí
- děje se především v místech, kde dochází k největšímu odrazu UZ (v oblasti měkkých tkání v blízkosti kostí)
→ v daných místech vznikají několikanásobně větší špičky intenzity, které nabývají destruktivních účinků
- vzniku lokálních špiček bráníme semistatickou nebo dynamickou aplikací a používáním hlavic vybavených registrací stojatého vlnění
- destruktivní vlnění – dvě vlny (z UZ hlavičky a odrazu) – se setkají a vyruší se
- konstruktivní vlnění – na rozhraní měkké tkáně a kosti se vlnění odrazí směrem k hlavičce, mezitím se z hlavičky vydá další a takhle se vlnění konstruktivně skládají
 - BNR (beam Non-uniformity ratio)**
 - bezrozměrný údaj, který je vytvářený ke konkrétní UZ hlavičce a informuje nás o tom, kolikrát mohou špičky intenzity přesáhnout námi nastavenou hodnotu (pro kvalitní hlavičku by nemělo číslo být větší než 6)

Blízké ultrazvukové pole (=Fresnelova zóna)

- je charakteristická nízkou rozbíhavostí paprsku a výraznými interferenčními jevy
- tato zóna je využívána pro terapii

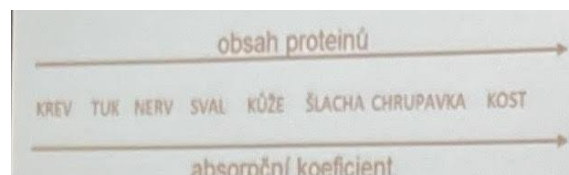
-Délka blízkého UZ je přímo úměrná velikosti hlavičky a nepřímo úměrná frekvenci (délka pole roste s velikostí ERA a klesá s frekvencí)

Vzdálené ultrazvukové pole (=Fraunhoferova zóna)

- charakteristické vysokou rozbíhavostí paprsku a minimálními interferenčními jevy
- tento zóny využíváme při subakvální aplikaci → dávat pozor, zda je hlavička vodotěsná

Absorpce

- podmínka účinku ultrazvuku
- roste s intenzitou a frekvencí a klesá s vlnovou délkou
 - UZ s frekvencí 3 MHz má 3x větší absorpční koeficient než UZ s frekvencí 1 MHz
 - UZ s frekvencí 1 MHz se dostane 3x hlouběji
- schopnost absorbovat UZ určuje absorpční koeficient
 - charakteristický pro každou tkáň
 - Tkáň s vyšším obsahem bílkovin absorbuje UZ více
 - S vyšším obsahem vody – méně



Polohloubka průniku

- vzdálenost kde intenzita v homogenní tkáni poklesne na polovinu původní intenzity (dané hodnoty intenzity se nenacházejí v polovině hloubky průniku ultrazvukového paprsku, ale již v první třetině očekávané hloubky průniku)

Hloubka průniku (roste s vlnovou délkou a klesá s frekvencí)

- maximální hloubka, kde intenzita klesne na 10 % z původně nastavené intenzity a kde lze ještě očekávat léčebný efekt ultrazvuku

-obrázek fyz. t vařeka poděbradský

Tab 2 Některé fyzikální charakteristiky biologických tkání z hlediska ultrasonoterapie

	a *	p*	D1/2*	c (m/s)	ZS (kg/m ² s)
Kost	3.22	7 mm	2.1 mm	3445	6,3.10 ⁶
Krev	0.028			1566	1,6.10 ⁶
Céva	0.4			1530	1,7.10 ⁶
Kůže	0.62	37	11.1	1519	1,6.10 ⁶
Chrupavka	1.16	20	6	1665	
Vzduch (20°)	2.76	8	2.5	343	0,0004.10 ⁶
Šlacha	1.12	21	6.2	1750	
Sval **	0.76	30	9	1552	1,6.10 ⁶
***	0.28	82	24.6		
Tuk	0.14	55	50	1478	1,4.10 ⁶
Voda (200C)	0.0006	38330	11500	1492	1,5.10 ⁶
Nerv	0.2				
* při 1MHz		** paprsek kolmo k vláknům		*** ...paralelně	

p=penetrační hloubka
a=absorpční koeficient
D1/2=polovrstva

MECHANISMUS ÚČINKU ULTRAZVUKU

- primární účinek → mikromasáž
- zvýšené tření rozmanitých molekul → lokální tvorba tepla
- zlepšení lokální cirkulace a tím i metabolismu
- disperzní účinek (přeměna gelu v sol)

(tixotropie tekutin → označení reologických vlastností tekutin, které v klidu nabývají polotuhé konzistence (gelifikují) a pohybem, vibrací či teplem opět ztekucují)

-využíváme pro ovlivnění tuhých otoků

-otoky i hematomy přecházejí vlivem přeměny fibrinogenu na fibrin tzv. gel, ultrazvuk tento gel rozpouští a tím urychluje hojení)

-**hyperemizační účinek** → zvýšení tepla → zvýšení prokrvení v dané oblasti

-**myorelaxační účinek** – kombinace všech zmíněných

-změna/zlepšení regeneračních schopností tkáně

-mechanická stimulace tkáně vede mimo jiné k:

-Zvýšení permeability kapilár a tím urychlené vstřebávání extravazální tekutiny

-změna viskoelastických vlastností kolagenních vláken

-stimulace aktivity fibroblastů, myofibroblastů, a endoteliálních buněk

-normalizace uspořádání kolagenních vláken při hojení

-změna složení kolagenu → typ III na typ I

-zvýšení funkční kapacity poškozené tkáně

-zvýšení resorpce kalciových usazenin

-ústup bolesti z lokální ischemie

POZOR- u čerstvých úrazů lze použít UZ s odstupem 24-48h (u čerstvých krvácení brání ultrazvuk - přeměně fibrinogenu na fibrin - průběhu fyziologického koagulačního procesu)

PARAMETRY ULTRAZVUKU

Nosná frekvence

-rozhoduje o hloubce průniku UZ

-1MHz → hlubší průnik (cca 8-10, dle Urbana)

-3 MHz → menší průnik (cca 5 cm)

-alternující 1 MHz/3 MHz – vhodné pro ošetření různě hluboko uložených struktur (např. m. levator scapulae a horní porce m. trapezius)

Opakovací frekvence

-určuje délku periody, nastavuje se v rozmezí 10-150 Hz (na přístrojích je většinou přednastavenou 100 Hz – perioda je 10 ms)

-parametr je relevantní pouze u pulzního ultrazvuku

Duty cycle (DC) nebo Duty factor (DF)

-určuje délku impulsu a pauzy v průběhu periody (hodnota vyjadřující kolik procent z periody zaujímá impuls)

-DF 100 % = kontinuální UZ

-DF 20 % při opakovací frekvenci 100 Hz = 2 ms impuls / 8 ms pauza → 10ms perioda

-DF 50 % při opakovací frekvenci 100 Hz = 5 ms impuls / 5 ms pauza

-UZ s DF 100 % má výrazný termický účinek

-UZ s duty faktorem pod 12,5 % nemá termický účinek (účinek je vázaný pouze na mikromasáž)

-pulznost ultrazvuku lze vyjádřit i na základě poměru impuls:perioda nebo impuls:pauza (**PIP**)

-co znamená poměr PIP u konkrétního přístroje, je nutné zjistit v uživatelském návodu

-přístroje od BTL kromě DF využívají poměr **impuls : perioda**

-opakovací frekvence 100Hz – perioda 10 ms

DF 50 % → PIP 1:2 → 5ms impuls + 5 ms pauza

DF 25 % → PIP 1:4 → 2,5 ms impuls + 7,5 ms pauza

DF 12,5% → PIP 1:8 → 1,25 ms impulz + 8,75ms pauza

Intenzita ultrazvuku

- UZ je dávkován v hodnotách W/cm²
- zvolená intenzita se řídí mnoha faktory → stádium hojení, požadovaný účinek, ...
- platí však, že horní hranice pro pulzní UZ je cca 3 W/cm² a pro kontinuální UZ cca 2 W/cm²

Doba aplikace

- při nastavování doby aplikace je nutno zohlednit:
 - vliv duty factoru (u pulzního UZ se volí delší doba aplikace než u kontinuálního)
 - velikost ošetřované plochy (cca 1 min/cm²)
 - při dynamické aplikaci lze zvolit až 10 minut (výjimečně až 15 minut)
 - při semistatické aplikaci se volí cca 3-5 minut
- DC=duty cycle; t=čas; p=perioda
- + = $\frac{k \cdot p}{DC}$
- úponová bolest na lat. epikondylu → plocha max 2x větší než velikost 1cm hlavice – DC50
= 1 x 2 / 0,5 = 4 min



Volba plochy hlavice

- při volbě velikosti hlavice se řídíme především velikostí ošetřované plochy a taky „rovností povrchu“
 - ERA 1 cm² – spoušťové body, nerovné plochy
 - ERA 5 cm² – velké plochy do maximální velikosti 10-15 cm²

Aplikační techniky

- semistatická aplikace** – ošetřovaná plocha odpovídá přibližně velikosti hlavice (spirály po obvodu ošetřované plochy)
 - dynamická aplikace** – ošetřovaná plocha je větší než velikost hlavice (krouživý pohyb v ošetřované oblasti)
 - statické aplikace** – pro svoji „nebezpečnost“ se používá zcela výjimečně
 - subakvální aplikace** – při této aplikaci ultrazvuku se využívá vzdáleného ultrazvukového pole (bez interferencí)
 - daný typ je bez limitací skrze nerovný povrch (např.: drobné klouby ruky nebo nohy)
 - parametry:**
 - f= 1 MHz
 - velká hlavice
 - intenzita max 1 W/cm²
 - 10 cm mezera mezi hlavicí a cílovou tkání
 - terapeut neponořuje ruku do vody!!!!
 - aplikace prostřednictvím handsfree aplikátoru**
 - BTL v současné nabízí aplikátory se 4 nebo 6 krystaly, u kterých si lze nastavit:
 - periodu přepínání (přepínání mezi krystaly rychlostí 0,3 s/ 0,5 s/ 0,7 s)
 - oblast aplikace (aktivace/deaktivace jednotlivých dvojic krystalů)
 - aplikační mód (cirkulární nebo náhodné přepínání krystalů)
- velká plocha → nutno natáhnout aplikaci → optimálně 20–30 minut

Indikace

- jednotlivé indikace jdou ruku v ruce s požadovaným účinkem
 - bolestivý svalový hypertonus
 - kontuze, distorze, luxace
 - patní ostruha

- entezopatie, bursitidy, kapsulitidy
- revmatoidní artritida v klidovém stadiu

Kontraindikace

- čerstvá krvácení
- čerstvé poúrazové stavy (nejdříve 24-48 hodin po úrazu)
- epifyzy rostoucích kostí (u adolescentů ověřit rentgenem, že jsou uzavřené růstové ploténky)
- gonády
- gravidní děloha
- kostní výběžky
- periferní nervy
- oblast očí
- stavy po laminektomii (mícha není dostatečně kryta kostěným obalem!)

Průběh procedury

- aplikace bývá obvykle asymptomatická, maximálně by měl pacient cítit mírné teplo
- u akutních / subakutních aplikací je možné přechodné zhoršení
- nejpozději po třetí aplikaci by mělo dojít ke zlepšení

Možné aplikace

- pocit pálení** – nedostatek kontaktního média
 - *přehřívání hlavice na základě odrazu vlnění*
- pocit bolesti** – dali jsme vysokou dávku (intenzita či čas) nebo malý pohyb hlavicí

KOMBINOVANÁ TERPIE, LASER MAGNETOTERAPIE, VYSOKOFREKVENČNÍ TERAPIE

KOMBINOVANÁ TERAPIE (v přístroji je elektroterapie 1 a 2, ultrazvuk, laser a pak kombinovaná terapie jako samostatné tlačítko)

-simultální aplikace elektroterapie a ultrasonografie

- nejčastěji kombinace UZ+TENS + sf (b)
- (nejúčinnější) metoda pro odstraňování reflexních změn ve svaích
- kombinace myorelaxačního účinku ultrazvuku a kontaktní elektroterapie
 - u UZ složky se využívá tvorby tepla (málo) a **změn lokálního prokrvení ve svalu + disperzní účinek** – „rozpuštění gelových hrudek“
 - u elektroterapeutické složky se využívá **principu adaptace** na konstantní frekvenci + **analgetický** účinek na principu vrátkové teorie

APLIKAČNÍ ZÁSADY

- pro kombinovanou terapii se využívá výhradně **malých ultrazvukových hlavic** (ERA= 1cm2)
(při využití velké hlavice nebude mít KT dostatečně specifický účinek)
- pro aplikaci kombinované terapie se využívá výhradně **velkých deskových elektrod**
 - transregionálně k místu ošetřované reflexní změny
 - ve většině případů danou elektrodu zatíží pacient ošetřovaným segmentem (=jediná výjimka, při které si pacient může lehnout na elektrodu)



-!!! transthorakální aplikace je kontraindikována !!! (při ošetření m. trapezius nebo paravertebrálních svalů musíme umístit elektrodu na paži, resp. proximodistálně k místu, které ošetřujeme)

VOLBA PARAMETRŮ

-z praktického hlediska volíme:

→ Pro ošetření povrchových reflexních zón (trapéz, extenzory předloktí, paravertebrály v oblasti krku, ...)

→ 3 MHz UZ + TENS

→ Pro ošetření hlubokých reflexních změn (piriformis, quadratus lumborum)

→ 1 MHz UZ + sf(b)

→ u elektrické složky volíme konstantní frekvenci 100 Hz (u sf (b) musí být parametr spektrum nula)

→ u TENS je nezbytné, aby UZ hlavice byla zapojena jako **KATODA (-)**

→ u UZ složky je nezbytné nastavit duty faktor a aplikační intenzitu

Čím je hypertonus větší, tím více pulzní režim se musí zvolit (obvykle se volí DF 25% nebo 50%)

Větší hypertonus = větší ischemie v oblasti RZ → horší odvod vzniklého tepla (destruktivní účinek)

Aplikační intenzita se u většiny aplikací pohybuje v rozmezí 0,5 – 1,0 W/cm²

-při KT pracují přístroje v režimu CV (jedná se o dynamickou aplikaci!)

PRAKTICKÁ APLIKACE

-k samotnému provedení kombinované terapie by měla vždy předcházet:

-pečlivá palpace – zmapování RZ ve svaích

-uvedení ošetřovaného segmentu/svalu do relaxované polohy (pasivní zkrácení)

-diagnostická část KT – dynamickým pohybem hledáme místo největší dráždivosti ve svalu (při diagnostice chceme „velký“ výkon UZ → kontinuální)

-terapeutická část KT – semistatická aplikace (cirkumdukční pohyb) na danou RZ

-v rámci aplikace KT je nezbytné si uvědomit, že reflexně změněné svalové vlákno je vyřazeno z mechanismu volní relaxace a je zvýšeně dráždivé

-pro jeho podráždění nám stačí malá intenzita (dle Mgr. Urbana do 15 V)

-v místě kde není reflexní změna – si nastavím prahově motorickou intenzitu a hledám ve svalu „záškub“ – tedy najdu dráždivější místo ve svalu

-v důsledku změněné (=zvýšené) dráždivosti bude za optimálních podmínek:

→ Intenzita prahově motorická v místě RZ

→ Intenzita prahově senzitivní mimo oblast

-pokud jsme dobře zacílili se správnou intenzitou dojde cca do **2–3 minut** k vymizení pohybu (cca 2 minuty – maximální čas na jednu RZ)

-maximální aplikační čas 6 minut – 2-3 RZ během jedné aplikace

LASER

= Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

-laserové světlo je:

Monochromatické – pouze jedna vlnová délka

Polarizované – vlnění pouze v jedné rovině

Koherentní – světlo kmitá pouze v jedné fázi

Nondivergentní – malá rozbíhavost paprsku

-díky těmto vlastnostem má laserový paprsek vždy vysokou energii

LLLT (low level laser therapy)

-laserová zařízení nebezpečná při pohledu do svazku i při nahodilém a krátkodobém ozáření

HPLT/HIL (high intensity laser)

-laserová zařízení při pouhém pohledu, odrazu....cosi

-vyšší výkon = vyšší účinnost

-díky vyššímu výkonu se dostane do hlubších struktur

-na trhu – diodové lasery s vysokým výkonem (i kontinuální režim) nebo modifikované invazivní lasery – NdYAG (pouze pulzní režim) – velmi vysoké výkony v krátkých impulzech

Účinky:

-laser dodává tkáním energii

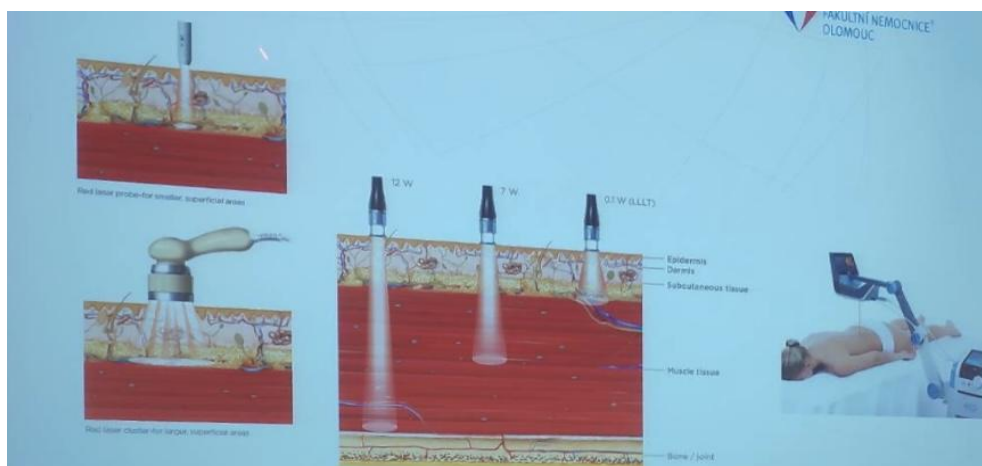
-teplo – pouze lasery s vyšším výkonem

-biostimulace (absorbce fotonů mitochondriemi – zvýšení produkce ATP a akcelerace reparačních procesů)

- ♥ Zvýšení prokrvení
- ♥ Zlepšení okysličení
- ♥ Protizánětlivý účinek
- ♥ Analgetický účinek

-co ovlivňuje účinky terapie:

- ♥ **Vlnová délka** – většina přístrojů ji má pevně danou, nejčastěji 1064nm
- ♥ **Dávka** – množství energie, kterou předám na jednotku plochy (J/cm²)
- ♥ **Výkon** – čím vyšší, tím více možností (= cílení na hluboké struktury, pokrytí velkých ploch v krátkém čase, silný termický účinek)
- ♥ **Typ emise** – kontinuální X pulzní
- ♥ **Fototyp a parametry tkáně**



- při aplikaci musí mít všichni zúčastnění ochranné brýle → velké riziko poškození zraku
- čím vyšší výkon, tím větší vznik tepla (pozor na nežádoucí poškození pacienta)

Kontraindikace: oči štítná žláza, tetování, nádorová onemocnění, těhotenství, poruchy senzitivity, ...

Indikace: popáleniny, vředy a dekubity, jizvy, bolestivé funkční poruchy, stavy po traumatech, ...

MAGNETOTERAPIE

-využití magnetické složky elektromagnetického pole

DĚLENÍ MAGNETOTERAPIE:

1) podle typu magnetického pole

- ♥ Statické – v průběhu času se nemění intenzita ani směr (MRI je statické – některé implantáty jsou MRI kompatibilní ale my v terapii používáme spíše pulzní...)
- ♥ Střídavá – používá dynamickou sinusoidu – střídá se polarita
- ♥ Pulzní – používá impuls – dochází ke skokové změně hodnot veličin (nejvíce používáno)

2) podle indukce

- ♥ Nízkoindukční – pracují s indukcemi v řádech militesla (20/30/50)
- ♥ Vysokoindukční – pracují s indukcí v řádech tesla (1/2/5)

3) podle frekvence

- ♥ Nízkofrekvenční – v praxi
- ♥ Vysokofrekvenční – obsolentní záležitost

PRINCIP ÚČINKU

- časově proměnné magnetické pole indukuje ve tkáních elektrické pole
→dobře vodivé tkáně → pohyb nosičů elektrického pole → vznik indukovaného elektrického proudu
- čím větší magnetická indukce, tím větší intenzita indukovaného proudu
- biologická účinnosti indukovaného proudu je vyjádřena proudovou hustotou (velikost elektrického náboje přeneseného přes jednotku plochy) → A/m^2

V PRAXI NEJČASTĚJI:

Pulzní nízkofrekvenční NÍZKOINDUKČNÍ magnetoterapie

- (0,001 až 0,01 A/m^2)
- indukovaný proud má již biologický účinek
- nemá dostatečnou intenzitu, aby vyvolal AP na periferním nervu – apercepční procedura
- lze aplikovat i na kovové implantáty – protože intenzita je natolik nízká, že to kov nezahřeje/nerozvibruje
- mnoho účinků stále v oblasti hypotéz
- podpora kostního hojení (prokázaný účinek – zvýšená aktivace osteoklastů, sekundárně i osteoblastů)
- vazodilatace (otevření prekapilárních svěračů prostřednictvím eflexu Ca^{2+})
- disperzní účinek – změna reologických vlastností pojiva

- myorelaxační účinek /analgetický účinek ú antiedematózní účinek
- doba aplikace obvykle cca 30 minut, větší počet aplikací

Pulzní nízkofrekvenční VYSOKOINDUKČNÍ magnetoterapie

- (10-100A/m²)
- indukovaný proud je již schopen vyvolat AP
 - nižší intenzita → pouze senzitivní vjem
 - vyšší intenzita → motorická odezva
- v důsledku vysoké indukce jsou zde kovy absolutní KI (dojde k rozkmitání a následnému zahřátí kovu)
- v tkáních vznikají proudy, které jsou schopny vyvolat senzitivní vjem (a tím i požadovaný účinek)
- lze využít i za účelem analgezie, myorelaxace, zvýšení prokrvení, myoneurostimulace, ...
- obrovskou výhodou je, že jednotlivé účinky bývají propojeny (nikdy nevzniká pouze jeden účinek)
- doba aplikace obvykle cca 10 minut, počet aplikací záleží na klinickém nálezu

Indikace

- fraktury, paklouby, zmírnění poškození měkkých tkání při imobilizaci, degenerativní onemocnění kloubů
- vysokoindukční magnet – analgezie, elektrogymnastika, antiedematózní efekt, ...

Kontraindikace

- gravidita, elektronické implantáty (zejména u vysokoindukční), onkologické diagnózy, růstové štěrby u dětí
- BTL Emsella – k elektrogymnastice pánevního dna – vysokoindukční pulzní magnetické pole

VYSOKOFREKVENČNÍ TERAPIE

- využití frekvencí nad 100 kHz pro terapeutické účely
- nás historicky nejvíce využívá/využívala KVD (krátkovlnná diatermie)
- základní účinek je ohřev tkáně v elektromagnetickém poli (mechanismus účinku je založen na absorbované elektromagnetické energii, která je přeměňována na teplo)
- ohřev tkáně – vazodilatace – hyperémie**
- další efekty souvisejí s lokálním ohřevem tkáně a zvýšeným prokrvením: **myorelaxační účinek, analgetický účinek, lokální zvýšení metabolismu, lokální vstřebání otoku**

Indikace KVD

- chronické nezánettivé onemocnění pohybového aparátu
- stavy po pleuritidách a pneumoniích – ne v akutních stádiích – v chronických ano
- vhodné pro uvolnění srůstů po operacích
- po respiračních onemocněních

Kontraindikace KVD

- kovové implantáty
- akutní fáze zánětu
- maligní onemocnění
- onemocnění srdce (akutní infarkt myokardu, srdeční nedostatečnost, kardiostimulátor)

APLIKAČNÍ MOŽNOSTI KVD

Kapacitní metoda (=dielektrotermie)

- využití dvou deskových elektrod mezi které se vloží ošetřovaná tkáň → ošetřovaná tkáň představuje dielektrikum → dielektrický ohřev tkáně
- dochází především k ohřevu tukové tkáně (nevýhoda) → poměr ohřevu tuk/sval je 10/1

Dielektrikum = látka, izolant která je schopna polarizace

Dielektrický ohřev = při působení proměnného elektrického na dielektrikum se část energie přemění v teplo, kterým se dielektrikum ohřívá

Indukční metoda (induktotermie)

- ohřev tkáně v elektromagnetickém poli cívky
- pracuje na principu elektromagnetické indukce, tzn cílové tkáni dojde k vytvoření vířivých proudů které následně tkáň zahřívají
- cívkový aplikátor, který se umístí k ošetřované tkáni
- indukční kabel kterým se ošetřovaná tkáň omotá (obsolentní záležitost)
- poměr ohřevu tuk/sval = 1:1 (výhoda)
- nedochází k zahřívání kůže → teplo vzniká hlavně ve svalech
- cirkumploda

Moderní metody vysokofrekvenční terapie

Radiofrekvenční terapie

TR therapy

Tecar therapy

INDIBA

- frekvence cca 450-500kHz
- nejedná se o bezkontaktní terapii – nutno použít speciální kontaktní gel (minimalizace ztrát – čím vyšší frekvence, tím vyšší klade vzduch odpor)
- princip – hlunoký (selektivní) ohřev tkáně → selektivní hyperémie
- dva režimy:**

-**kapacitní režim** – ovlivnění měkkých tkání pod povrchem

-tkáň s vyšší impedancí a vyšším obsahem vody (kůže, svaly, cévy, ...)

-**rezistivní (odporový) režim** – ovlivnění tkání s větší impedancí a nižším obsahem vody (fascie, kloubní pouzdra, šlachy, ...)

FOTOTERAPIE

Fototerapie = léčba elektromagnetickým zářením, která využívá účinky energie fotonu

Fyziologické a biologické účinky závisí na:

- Energii fotonů
- Intenzitě záření
- Expozici – délce ozáření
- Absorbční schopnosti tkání
- Reaktivitě organismu

Rozdělení světelného spektra

IR			viditelné	UV			
C	B	A		A	B	C	rtg
3000		1400	760	400	315	280	nm

1. INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ
2. ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ
3. VIDITELNÉ SVĚTLO

1.INFRAČERVENÉ ZÁŘENÍ (infra red – IR)

-infračervené záření je záření o vlnové délce 760-100 000nm

ROZDĚLENÍ A VLASTNOSTI:

IR-A (760-1400 nm) → je nejvhodnější pro léčbu

- proniká vodou, část se dostane i do hlubších vrstev tkání, dochází k prohřívání a teplo je odplavováno krví
- díky tomu je vyšší tolerance intenzity záření (energetická zatíženost kůže)
- proniká sklem i atmosférou

IR-B (1400-3000 nm)

- proniká sklem i atmosférou ale ne vodou
- proto dochází pouze k ohřívání povrchových vrstev tkáně a kůže se rychle přehřeje

IR-C (> 3000 nm) – neproniká atmosférou

BIOLOGICKÉ ÚČINKY:

- erytém** – není přesně ohraničen, mizí půl až 2h po ozáření, po předávkování vzniká pigmentace
- lokální zvýšení teploty** – vazodilatační, spasmolytický a analgetický účinek
- prohřátí kůže** – vasodilatace, pocení, při 43,5°C vzniká bolest

ZDROJE:

-**slunce**

-**infrazářič (Sollux)** – vysokožhavené zářivky, maximum IR-A

Červený filtr → omezuje viditelné světlo

Modrý filtr → omezuje pronikavé záření

-**akvasol** – světlo infrazářiče prochází kyvetou s vodou, tím jsou odfiltrovány vlnové délky do 1300 nm (menší tepelná zátěž kůže)

-**žárovkové tunely (skříně)** – normální žárovky, vlákno 2200°C s maximem na vlnové délce 1100 nm

-**teplomety** – spirála 700°C, asi 3000 nm

INDIKACE:

- degenerativní onemocnění kloubů, svalů a šlach (artrózy, bursitidy, tendovaginitidy, myalgie), svalové spazmy, postakutní fáze hojení po traumatech a operačních zákrocích, chronické zánětlivé procesy, zhoršené prokrvování periferních tkání (např. Raynaudův syndrom), VAS
- akutní → menší intenzita (modrý filtr), kratší expozice, několikrát denně
- chronické → vyšší intenzita

→ anagletické a spasmolytické účinky jsou důsledkem jak přímého působení zvýšené teploty, tak působením na kožní receptory, které vyvolávají reflexní účinky

-IR snižuje bolest kloubů při artrózách, páteřních syndromech, neuralgiích a zároveň také ovlivňuje rychlost absorpce exudátu u zánětlivých procesů

KONTRAINDIKACE

- hypertenze, pokročilá ateroskleróza, srdeční vady a slabost, horečky, poruchy termoregulace, poruchy štítné žlázy a maligní postižení kůže, akutní infekční onemocnění

POUŽITÍ

- paprsky dopadají kolmo na ošetřovanou oblast ze vzdálenosti přibližně 1m u celkové aplikace a 30 cm při aplikaci částečné
- ošetřovaný by měl subjektivně vnímat pocit příjemného tepla
- délka terapie je 15-20 minut
- po ukončení terapie se zpravidla objevuje skvrnitý tepelný erytém

2. ULTRAFIALOVÉ ZÁŘENÍ

-ultrafialové záření (ultra violet – UV) je elektromagnetické záření s vlnovou délkou kratší, než má viditelné světlo avšak delší než má RTG záření

-podle biologických účinků se dělí na 3 pásma:

UV-A → blízké čili dlouhovlnné pásmo (315-400nm)

- Je z 50% absorbováno v epidermis

UV-B → střední (erytémové) (280-315nm)

- Je z 60-70% absorbováno v epidermis, má nejvýraznější biologické účinky

UV-C → vzdálené krátkovlnné (germicidní – nejvyšší baktericidní účinky) (pod 280nm → 254nm)

- Je z 80-90% absorbováno v epidermis, jako součást slunečního spektra je absorbováno v atmosféře
- Prokázán karcinogenní účinek
- Využíván ke sterilizaci (operační sály, laboratoře)

Biologické účinky:

-kratší vlnová délka a vyšší energie než IR

ERYTÉM – vzniká za 1-3 hodiny, je omezený na ozářenou plochu, maximum za 6-9 hodin, mizí za 1-2 dny, jde o počátek zánětlivé reakce (intra a extracelulární edém, migrace leukocytů do epidermis)

-má dvě maxima 254 nm a 297 nm

Stupně:

Suberytém – bez viditelného zarudnutí (poloviční dávka PED)

1. Stupeň – bez bolesti a iritace, mizí do 24 hodin (PED)

2. Stupeň – zřetelné zarudnutí s lehkou iritací, mizí do 3 dnů, malá sekundární pigmentace
3. Stupeň – intenzivní zarudnutí, teplá kůže, bolestivá a edematózní, reakce trvá asi týden, výrazná pigmentace
4. Stupeň – jako 3 stupeň + puchýře, pigmentace až 1 rok

PIGMENTACE – vyvolává hlavně 254 a 297 nm, chrání především proti UV-A

-**nepřímá** – vyvolává především UV-C a UV-B, vzniká po erytému novotvořením melaninu, má dlouhou latenci, maximum za 3-4 dny, mizí během několika týdnů, je žlutohnědá

-**přímá** (bezprostřední) – vzniká s maximem při 340nm, bez erytému silnějším zabarvením již existujícího melaninu a jeho redistribucí ve stratum spinosum, má krátkou latenci, dlouho vydrží, je šedohnědá

TVORBA VIT. D

VZNIK REDUKUJÍCÍCH LÁTEK – redukce enzymů a vitamínů, sexuálních hormonů

ZVÝŠENÍ SVALOVÉ VÝKONNOSTI – zpočátku pokles výkonnosti, po 5-10 ozářeních 1x týdně nastává pokles spotřeby O₂ a kyslíkového dluhu a vzestup glykogenu z laktátu

HOJENÍ RAN, popálenin, hnisavých onemocnění kůže – stimulace granulace a epitelizace, cirkulační a baktericidní účinky, migrace leukocytů

ZVÝŠENÍ ŽALUDEČNÍ ACIDITY – histamin

BAKTERICIDNÍ ÚČINEK – pod 300nm, hlavně 257nm

KANCEROGENNÍ ÚČINKY – způsobují vlnové délky po 320nm, především dlouhodobě a velké UV-B dávky u nepigmentovaných, UV-C pouze velmi velké dávky a UV-A jen spolu s dalšími faktory

ZDROJE:

-mohou být filtrované (bez UV-C) nebo nefiltrované

1. slunce

2. rtuťová výbojka – běžně se používají ke sterilizaci prostředí na operačních sálech a v laboratořích (250nm – UV-C) („horské sluníčko,,)

3. dutinové ozařovače – do hrtanu, tělních dutin

4. UV zářivky – na stěnách je fluorescenční vrstva

5. Kromayerova lampa – vysokotlaká výbojka chlazená vodou, nižší výkon

-přirozeným zdrojem UV-A a UV-B je slunce, mezi umělé zdroje patří rtuťové výbojky (germicidní lampy)

-s opožděním 1-8 hodin po nadměrném ozaření UV paprsky se objeví na nechráněné pokožce erytém, který může přejít až do zánětu pokožky s následnými popáleninami

-podle dávky ozaření erytém buď po několika hodinách či dnech zmizí, nebo přechází v pigmentaci v důsledku tvorby melaninu

-pigment pak brání pronikání UV-A do hlubších vrstev podkoží

-nejzávažnější důsledky jsou po expozici o vlnové délce 297 a 254 nm

-proto se v opalovacích krémech používají organické filtry, které tyto dvě části světelného spektra absorbují

-UV může také způsobovat záněty spojivky a rohovky oka, poškození může nastat po opalování nebo při pobytu na rozsáhlých sněžných plochách, pokud je slunečné počasí a nepoužíváme ochranné brýle

-vlnové délky UV pod 300nm navozují přeměnu vitaminu D na aktivní formu

INDIKACE:

-rachitis, osteomalacie, osteoporóza

-tetanie, eklampsie

-lumbago, artralgie, neuralgie

-hojení ran, vředů a dekubitů

-anemie

- celková slabost (astenie), nechutenství
- psoriáza a další kožní nemoci
- novorozenecký ikterus

KONTRAINDIKACE:

- fotodermatózy, exsudativní plicní TBC, horečky, srdeční a ledvinná insuficience, akutní psoriáza, lupus, herpes simplex, hyperthyreóza, diabetes, autoimunitní systémové poruchy, užívání cytostatik, vředový choroba žaludku a duodena, radioterapie, časná stádia karcinomu kůže
- =akutní infekční onemocnění, srdeční a renální onemocnění,

SENZITIVITA:

- roste při hyperfunkci štítné žlázy, fotodermatóz, v premenstruu a začátku menstruace
- citlivost také zvyšují látky aplikované zevně (dehet, bergamotový olej) a vnitřně (organická barviva, chinin, antihistaminika, prokain, antidiabetika, salicyláty, kortikosteroidy)
- dále závisí na věku (dospělí jsou citlivější), části těla, pigmentaci, roční době

DÁVKOVÁNÍ:

- zatížitelnost kůže je malá pro fotochemické účinky
- objektivní měření pomocí dozimetru je zatíženo
 - různou individuální vnímavostí
 - změna spektra a intenzity při stárnutí zářičů

PED = prahová erytémová dávka – je udávána jako čas potřebný k vyvolání erytému, která je možné odečíst ještě po 24 hodinách

- určujeme na základě políčkové metody – karton vystřižený deseti políčky – nejlépe volární strana předloktí → postupně po 30ti sekundách jednotlivá políčka zakrýváme
- pacient následně po 24 hodinách přijde a my odečteme PED
- bez určení PED vzniká výrazné riziko popálení pacienta

1. CELKOVÉ OZÁŘENÍ

- první ozáření 3x PED a každé další prodloužit 1,3x
- 2-3x týdně, celkem 10x, pokračovat až po vymizení erytému!
- vzdálenost 1m, používat ochranné brýle
- celou kůru opakovat za 2 měsíce
- v soláriu – 1x PED

2. MÍSTNÍ OZAŘOVÁNÍ

- „políčková metoda“ – 5-8 PED na plochu 50cm²
- děti 2-4 dospělí 4-6 minut ze vzdálenosti 50cm, opakovat po vymizení erytému
- výrazný dráždivý a derivační účinek
- Kromayerova lampa – sliznice snesou vysoké dávky

VIDITELNÁ ČÁST SVĚTELNÉHO SPEKTRA

- využívá se v rámci multisenzorické stimulace – audiovizuální stimulace – ovlivnění limbického systému
- levná domácí terapie – teplá vana, svíčka, pěna do koupele → relaxační efekt (ovlivní hypertonus na etáži kortiko-subkortikální)