

The background of the slide is a high-contrast, black and white microscopic image of muscle tissue. It shows numerous parallel muscle fibers with visible striations and nuclei. A dark grey rectangular box is positioned in the lower-left quadrant, containing the title and author's name in white text.

# ELEKTROGYMNASTIKA & MYOFEEDBACK

MGR. MARIE KREJČOVÁ



## ELEKTROGYMNASTIKA (EG)

= vyvolání mimovolní kontrakce OSLABENÉHO (ne denervovaného!) příčně pruhovaného svalu podrážděním jeho eferentního nervu či na nervosvalové ploténce



CAVE! Před zahájením EG je nutná přesná funkční diagnostika PŘÍČINY svalového oslabení, ptž řada příčin je KI, kupř. Oslabení z přítomnosti RZ, ze zkrácení, z kloubního dráždění...



Účinek: myostimulační nepřímý, myorelaxační, antiedematózní

# HYPOTONUS PŘÍČINY

- Strukturální:
  - primární svalové poruchy beze změn nervového zásobení (myoplegie nebo myopatie);
  - poruchy převodu vzruchu na nervosvalové ploténce (myastenien a intoxikace);
  - poruchy periferního motorického neuronu (poúrazové stavy, poliomyelitis anterior acuta, amyotrofickou laterální sklerózu);
  - poruchy mozečku, které vedou k poruchám hybnosti (intoxikace mozečku)
- Funkční:
  - z inaktivity
  - přítomnosti reflexních změn
  - kloubní dysfunkce
  - oslabení z protažení či zkrácení svalu a jejich kombinace



## CÍL EG

POSÍLENÍ SVALU

PREVENCE ATROFIE SVALU

ZAŘAZENÍ SVALU DO  
SPRÁVNÉHO STEREOTYPU  
URČITÉHO POHYBU,  
VČ. PCHCH CENTRÁLNÍHO  
MOTONEURONU (CHABÁ  
PARÉZA U CMP = NEJCÍLENĚJŠÍ  
MOŽNÁ FACILITACE  
SENZORICKÉHO A  
MOTORICKÉHO KORTEXU) ČI  
KUPŘ. VE SPORTOVNÍ  
MEDICÍNĚ PRO ZAŘAZENÍ DO  
OPTIMÁLNÍCH STEREOTYPŮ  
URČITÉHO POHYBU (KUPŘ.

# TYPY PROUDŮ UŽÍVANÉ U EG

- Nf klasické: **farad, neofarad, DD** – RS, Trabert, **LP** - VŠECHNY nepříjemné pro pacienta
- **TENS surge**: optimální, dobrá tolerance pacienty, ideálně lichoběžníková obálka (ne galvanické účinky, nejvíce se blíží FYZIOLOGICKÉ kontrakci)
  - **Impulz 100-500  $\mu$ s,  $f = 50$  Hz, surge 3-15 s, pauza 6-30 s**
- Ruská stimulace: nosná  $f = 8000-12000$  Hz, FM = 30-60 Hz
- Kotzův proud: sf (b): nosná  $f = 2500-12000$  Hz, FM = 50 Hz
- Intenzita vždy NPM!

# DÉLKA STIMULACE EG

Ne delší než 10-15 min.!

- Pro fázické svaly: 1-3 min. pro každý sval, posilování postupně max. 15 min.
- Pro tonické svaly: 5-15 min., ne déle než 30 min.

2 důležité faktory:

- Poměr fázických a tonických vláken: odlišné poměry kontrakce/pauza
  - u fázických 1:6 – max. 1:3 (u zlepšené kondice)
  - u tonických 1:1-1:2
- Stupeň hypotrofie a atrofie svalu (= unavitelnost svalu)
  - Je charakter kontrakce stejný?
  - Dle reakce svalu upravit parametry pro další aplikaci

# DOBA KONTRAKCE & RELAXACE

	<b>Extrémní oslabení</b>	<b>Fázické svaly</b>	<b>Tonické svaly</b>
kontrakce	1 s	3-6 s	10-20 s
pauza	5 s	6-20 s	10-40 s
doba EG	individuální	1-3 min.	5-20 min.
frekvence	3x denně	denně	5-3x týdně

# NASTAVENÍ ELEKTROGYMNASTIKY

- poloha pacienta tak, aby mohl v představě i realitě zapojit sval (například v CKC)
- typ proudu
- délka impulzu a pauzy u jednotlivých fází impulzu
- umístění elektrod
- subjektivní intenzita maximálně NPM (ne jen záškub, ale tetanická kontrakce svalu do frekvence 30 Hz následovaná hladkým tetanem, frekvence by neměla překročit 100 Hz, kdy se objevuje hladký tetanus)
- doba aplikace (svaly s vyšším zastoupením vláken fázických maximálně 15 minut, s vyšším zastoupením posturálních vláken maximálně 30 minut)
- frekvence procedur, která závisí na kvalitě svalové aktivity
- step (pozitivní, prodloužením doby kontrakce, ale zachováním délky pauzy, nebo prodloužením časového intervalu procedury, pokud by při delší době kontrakce docházelo k její nižší kvalitě)



# PARAMETRY EG

- Bipolární aplikace:
  - 2 stejně velké EL na daném svalu
  - Pouze pro dlouhodobé dráždění
- Monopolární aplikace:
  - Užití malé kuličkové EL v místě motorického bodu svalu
  - Větší EL uložena distálně na témže svalu

# STIMULACE U POŠKOZENÍ CNS - SIP

SIP = spojené impulzní proudy (stimulace spřaženými impulzy): slouží ke zmírnění spasticity

Mechanismus účinku: při kontrakci svalu se sníží až vymizí aferentace z vřetének, podrážděna jsou Golgiho šlachová tělíska. Ta způsobí (na spinální úrovni) inhibici motoneuronů kontrahovaného svalu, facilitaci motoneuronů antagonisty. Při protažení svalu jsou drážděna svalová vřeténka a ta - přes vmezežené interneurony - způsobí facilitaci motoneuronů protahovaného svalu a inhibici motoneuronů antagonisty.

Vhodnou lokalizací stimulačních elektrod a časovým posunutím elektrické stimulace agonisty a antagonisty lze snížit spasticitu.

V praxi: užití 2 okruhů - 1 okruh dráždí spastický sval (= dráždění Golgiho šlachových tělísek + cestou inverzního napínacího reflexu dochází ke vzniku autogenní inhibice agonisty, tedy je drážděn antagonistu), 2. okruh dráždí antagonistu. Katoda proximálně.

# SIP - PARAMETRY

## ■ **PODLE HUFSCHMIDTA:**

- Bipolární aplikace deskovými elektrodami: 2 proudové okruhy, 4 elektrody.
- Délka pravoúhlého impulzu 0,2-0,5 ms (200-500  $\mu$ s), frekvence 0,7-1 Hz, napětí až 700 V
- Zpoždění stimulace antagonisty za stimulací agonisty je 100-300 ms
- Intenzita: NPM, NPS (u neurální aplikace, pokud pacient snáší, dáme NPM)
- Stimulace posloupnost: trup - kořenové klouby – akrum
- Doba stimulace 1 páru: 10-30 min., 3-6 T

## ■ **PODLE JANTSCHE:**

- = tetanizující stimulace paretických a ochablých agonistů, a to po předchozí krátké aktivaci spastických antagonistů jednotlivými impulzy, což přispívá k další facilitaci agonistů.
- Bipolární aplikace dvouokruhová metoda
- Agonista: trojúhelníkové impulzy o délce 100-300 ms, antagonistista impulzy 0,1-0,3 ms,  $f = 50$  Hz, délka série 1-5 s
- Intenzita: NPM, doba aplikace: 15 min., 3x T, celkově 6 T

# BIOFEEDBACK

**Biofeedback** = využití biologické zpětné vazby, dodávání okamžitých a průběžných informací o biologickém procesu s použitím přístroje

**Základem BFB je** fyziologická informace - **biosignál**

terapeutický systém, který zaznamenává potřebné biologicko-fyziologické signály a prezentuje je v reálném čase vizuálně či audiovizuálně. Pacient je do jisté míry schopen vůli tyto ukazatele ovlivnit.



# MYOFEEDBACK

- je specifický způsob biofeedbacku, který pracuje na principu zpětné vazby, kdy pomocí povrchových elektrod se snímá elektrická aktivita svalů (= elektromyografický potenciál), která je následně převedena na monitor a audiovizuální formou dostává pacient zpětnou vazbu o aktivitě svalu.
- Tím pacient získává informace o svalové kontrakci a relaxaci prostřednictvím jiných vjemů než vlastní propriocepce
- Myofeedback se považuje za nejefektivnější a nejvíce prosperující směr pro konvenční terapii. Velmi důležité je motorické učení, stanovení si cíle, vybrání vhodného individuálně vybraného pohybového programu a také motivace pacienta.
- Indikace:
  - Svalové oslabení kompenzované kontrakcí jiných svalů (dysbalance)
  - Nácvik volní kontrakce fázických svalů, které vypadly ze správných stereotypů pohybu
  - Nácvik volní relaxace přetěžovaných svalů a svalových skupin
- **Funkce:**
  - **Diagnostická:** stupeň schopnosti vědomé relaxace, úroveň klidového nastavení Gama systému, timing zapojení svalů (pohybový stereotyp)
  - **Terapeutická:** motorické učení k výcviku posloupnosti zapojení svalů či k výcviku relaxace svalů

# MYOFEEDBACK

- **VÝHODY:**
  - Aktivita svalu normálně zprostředkovaná propiocepcí, je zviditelněna a/nebo ozvučena, a to i při minimální kontrakci
  - Verifikace oscilací - unavitelnosti svalů
- **REALIZACE:**
  - Cvičení bez stimulace: pacient cvičí před monitorem, využít 1 či 2 EMG okruhy, sloupcový graf, individuálně nastavená prahová přímka, kterou se pacient snaží při každé kontrakci dosáhnout.
  - Stimulace nad prahovou křivkou: vhodná zejména pro fázické svaly
  - Stimulace pod prahovou křivkou: vhodná zejména pro tonické (posturální) svaly
  - Cvičení střídavé (nácvik relaxace)
  - Kopírování křivky (jemná akrální motorika)



# MYOFEEDBACK PŘÍSTROJE PŘÍKLADY

# DIAGNOSTICKÝ BIOFEEDBACK - EMG

- = reprodukce součtu okamžitých aktivit všech motorických jednotek v daném okamžiku a v daném místě.
- jedno ze základních neurologických vyšetření, kdy se sestrojí záznam elektrických potenciálů z příčně pruhovaných svalů.
- u vyšetření poraněných či jinak poškozených periferních nervů a u vybraných poranění svalů a nervosvalové ploténky (Jehlová EMG je standardní metodu pro diagnostiku neurogenní svalové léze).
- Z těla se snímají elektrické potenciály, které se zesilují a pak se zobrazují, popř. zapisují.
- Zdravý sval v klidu nevytváří žádné elektrické potenciály. Potenciály se objevují pouze při volní kontrakci, reflexní odpovědi nebo jako následek podráždění nervu, který inervuje sval. Toto vyšetření vždy provádí lékař. Pomocí EMG lze vyšetřit periferní nervy a změřit rychlost vedení jejich vláken.



# PROVEDENÍ EMG

- Elektromyogram se může snímat i povrchově z tělního povrchu, ale často tak nelze rozeznat akční potenciály jednotlivých motorických jednotek, proto se častěji přistupuje k jehlovému vyšetření.
- Vyšetření se provádí modifikovanou injekční jehlou, ve které jsou umístěny izolované drátkové elektrody.
- Zavede se elektroda do vybraného svalu a zjišťuje se odpověď na posun jehly ve svalu a pozoruje se, zda dochází k nějaké **aktivitě v klidu. Pokud ano, nejčastější příčinou je denervace.**
- Pacient provede nejdříve slabou kontrakci, a poté co nejsilnější.
- Pozorujeme potenciály jednotlivých motorických jednotek a vyhodnocujeme jejich tvar, velikost a trvání.
- Poté elektrická stimulace nervu, který inervuje vyšetřovaný sval a pozorujeme latenci mezi počátkem stimulačního impulzu a počátkem odpovědi EMG záznamu.
- Hodnotí se amplituda a trvání potenciálu, které jsou závislé na počtu podrážděných motorických jednotek.
- U periferních nervů se využívá toho, že se daný nerv podráždí na dvou místech a změří se vzdálenost mezi nimi a z rozdílu latence mezi nimi se vypočítá rychlost vedení nejrychlejších motorických vláken v tomto úseku.

Markers

0.0000 5.0000 10.0000 15.0000 20.0000 25.0000 30.0000 35.0000 40.0000 43.5893 s

# FUNKČNÍ ELEKTRICKÁ STIMULACE (FES)1

- Použití u pchch CNS (kupř. spinální léze)
- Jde o dráždění přenosným stimulatorem, který podrážděním periferního nervu vyvolá stah ochrnutého svalu v situaci, kdy je to z praktického hlediska užitečné.
- Nejvíce užívaná FES u n. peroneus, případně extenzorů nohy u hemiparetických pacientů
- Zlepšení někdy přetrvává po vlastní stimulaci, patrně v důsledku úpravy polysynaptických interneuronálních okruhů, kontrolní reciproční inervací antagonistů a také preventivním působením na dystrofické změny ve spastických svalech. Po určité době dráždění nastává reflexní cestou facilitace.
- Brání u centrální obrny jinak výraznému úbytku pomalých vláken

# FUNKČNÍ ELEKTRICKÁ STIMULACE (FES) 2

- Elektrody se aplikují na motorické body či na povrchově probíhající nervy, mohou být povrchové, podkožní, implantované
- Testováno u DMO, CMP - možnost ovlivnění úchopu HK či vertikalizace do stoje, výjimečně chůze do schodů, psychologický přínos
- Základní předpoklad = poučený a spolupracující pacient
- **KI:**
  - Poškození periferního neuronu
  - Kontraktury
  - Kloubní ankylóza
  - Instabilita
  - Nekontrolovatelná spasticita
  - Těžká osteoporóza
  - Výraznější obezita
- Kombinace FES s ortetickými chůzovými aparáty
- S principem FES souvisí i využití EMG biofeedbacku, který může přispět u hemiparetiků např. ke zlepšení dorziflexe nohy

# INDIKACE FES

CMP

NÁDORY MOZKU

SCLEROSIS MULTIPLEX

TRAUMATICKÉ POŠKOZENÍ MOZKU ČI MÍCHY

EXTRAPYRAMIDOVÉ ONEMOCNĚNÍ



# FES U N. PERONEUS

- Pro kompenzaci foot drop sy + reedukaci chůze:

- **různé typy peroneálních ortéz:**

- napomáhání udržování hlezenního kloubu v neutrální pozici během švihové fáze krokového cyklu a ve stojné fázi ho stabilizují
- Reziduální či případná navracející se dynamická funkce nohy: jen v omezené míře

- **metoda peroneální FES:**

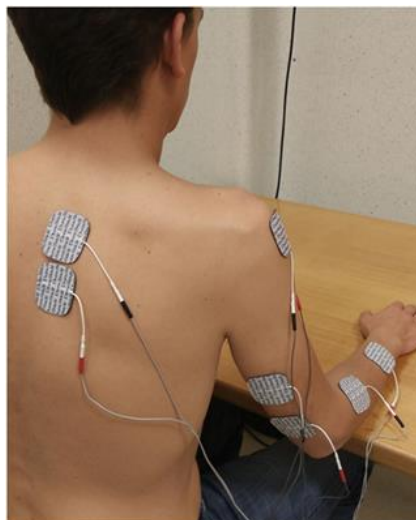
- = aplikace pulzního elektrického proudu do oblasti n. peroneus communis za účelem vyvolání kontrakce m. tibialis anterior a dalších svalů anterolaterální skupiny bérce.
- Impulzy spouští nejčastěji patní snímač ke konci stojné fáze a během švihové fáze ipsilaterální DK.
- opakovaně prokázán bezprostřední efekt (v literatuře jako tzv. „ortotický“) na zvýšení rychlosti, vytrvalosti a stability chůze, který je srovnatelný či vyšší než při peroneálním ortézování.
- Při pravidelném a dlouhodobém používání FES se navíc díky plasticitě CNS a podpoře motorického učení předpokládá i trvalejší efekt, pro který je v literatuře zaveden termín „terapeutický“. Jde o alespoň částečný návrat pohybové funkce akrální části dolní končetiny a zlepšení parametrů chůze, které následně přetrvává i v období po přerušení používání stimulatoru



# FUNKČNÍ ELEKTRICKÁ STIMULACE



бека  
реабилитация • уход • спорт



# LITERATURA

- Ehlová, M. *Vliv uložení diferentní elektrody proximálně nebo distálně na výsledné hodnoty I/t křivky*. FTK UP, 2020.
- Jeníček, J. *Efekt peroneální funkční elektrostimulace na chůzi pacientů po cévní mozkové příhodě*. FTVS UP, 2019.
- Králová, D. přednáška, FSpS MU, 2012
- Poděbradský, J. – Poděbradská, R. *Fyzikální terapie. Manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.
- Poděbradský, J.: *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Praha: ČLS JEP, 1995. 50s
- přednášky Mgr. J. Urbana FTK UP Olomouc.
- Robertson, V.: *Electrotherapy Explained, Principles and Practice*. Toronto: Elsevier, 2006. 554 s. ISBN 0-7506-8843-2.

# DĚKUJI ZA POZORNOST!

*„Odpověď na otázku, zda to,  
co s pacientem děláme je správné,  
je odpověď pacienta na to, co s ním  
děláme.“*

Berta Bobath

