

## ELEKTROMYOGRAFIE

**Myografie** je metoda umožňující registraci kontrakce svalů. Odpovědí na podráždění alfa motoneuronu je stah svalových vláken, inervovaných tímto motoneuronem. Jedna kontrakce svalu vyvolaná jedním podnětem se nazývá **svalové trhnutí**. Myografický záznam má část vzestupnou, odpovídající postupnému zkracování, vrchol a část sestupnou, odpovídající postupnému ochabování. Trvání vzestupné a sestupné části křivky se liší u různých svalů a u téhož svalu se mění v závislosti na stavu svalové tkáně nebo na zevních faktorech (např. teplota).

Stupňování síly stahu kosterního svalu se děje dvojitým způsobem. **Prostorová sumace** představuje současnou aktivaci většího počtu motorických jednotek (nábor), tzn. alfa motoneuronů a tomu odpovídajících svalových vláken. **Časová sumace** spočívá ve zkracování intervalu mezi podrážděním, tedy zvyšováním frekvence akčních potenciálů. Jednotlivý izolovaný podnět vede k trhnutí svalového vlákna, ale nevede k maximálnímu možnému zkrácení. Pokud v průběhu trhnutí přijde podnět další, probíhá druhá aktivace v době, kdy svalové vlákno nestačilo plně relaxovat na klidovou délku. Při **superpozici** nastupuje druhý podnět v průběhu ochabování vlákna (na sestupné části křivky), u **sumace** se objevuje dříve a to v období vlastního zkracování (na vzestupné části křivky).

Dráždíme-li pak sérií rytmických podnětů, dostaneme trvalý – **tetanický stah**. Při nižší frekvenci dráždění (odpovídá frekvenci vedoucí k superpozici) vzniká **neúplný – vlnitý tetanus**, při vyšší frekvenci dráždění (odpovídá frekvenci vedoucí k sumaci) vzniká **úplný – hladký tetanus**.

V klinické elektrofyziologii se pro stimulaci nervů používají **stimulátory**, generující pravoúhlé elektrické pulsy různé délky, obvykle od 0,1 do 1 ms. Intenzita stimulu může být nastavována v mV nebo v mA (tento typ je považován za vhodnější).

**Stimulační elektroda** má dva póly: negativní – katodu a pozitivní – anodu. K depolarizaci dochází pod katodou, pod anodou naproti tomu k hyperpolarizaci. Při bipolární stimulaci (kompaktní povrchová stimulační elektroda) jsou oba póly uloženy podél nervu asi 2–3 cm od sebe katodou blíže k registrovanému svalu (v případě snímání sumačního akčního svalového potenciálu katodou blíže snímací aktivní elektrodě). Při monopolární stimulaci je katoda uložena nad nervem, zatímco anoda je v určité vzdálenosti od nervu.

V praktickém cvičení použijeme **tzv. izolovaný stimulátor** zabudovaný do zesilovače systému PowerLab. Při takové stimulaci proud prochází lokálně pouze tkání mezi oběma póly stimulační elektrody. V našem případě je maximální možná hodnota stimulačního proudu 20 mA, v klinické elektrofyziologii však při některých vyšetřeních dosahují hodnoty proudu až 80–100 mA. Provedeme stimulaci musculus abductor pollicis brevis povrchovou bipolární stimulační elektrodou přiloženou na volární stranu zápěstí nad průběh n. medianus.

**Upozornění:** Hodnoty proudu a napětí jsou na stimulátorech systému PowerLab v našem cvičení nižší než hodnoty používané v klinické praxi, avšak dostačují k demonstraci studovaných fyziologických jevů.

U precitlivělých osob však stimulace může být vnímána jako nepříjemný až bolestivý pocit, který se však v krátkém čase vytrácí. Z těchto důvodů zvažujte důkladně ve své klinické praxi indikaci elektromyografického vyšetření. **Je zakázáno provádět stimulace na osobách se srdečním pacemakerem nebo osobách se srdečním či neurologickým onemocněním. Dále je zakázáno provádět stimulace na jiných částech těla, než je uvedeno v návodech.**

### ➤ Prostorová sumace

do tabulky a sestrojte graf závislosti síly stahu na rostoucí intenzitě podnětu (osa x – intenzita podnětu v mA, osa y – síla stahu v mN).

**Tabulka:**

**Graf:**

**Závěr:**

➤ **Časová sumace**

**Protokol:**

Překreslete záznam při frekvenci podnětů 2, 7, 10, 15 a 20 Hz, zvláště i pro sérii 2 a 25 podnětů.

**Závěr:**

## REFLEXY U ČLOVĚKA

**Reflex** je mimovolní odpověď organismu vyvolaná podrážděním receptorů. Strukturálním podkladem je reflexní oblouk, který sestává z receptoru, dostředivé dráhy, centra, odstředivé dráhy a výkonného orgánu. Informace o podráždění receptoru je dostředivou dráhou vedena přímo nebo přes vložené neurony k motoneuronům, uloženým v míše nebo v mozkovém kmeni. Odpovědí na podráždění je změna aktivity motorických neuronů a odpovídajících svalových vláken. Do jisté míry neměnná reflexní odpověď je však pod vlivem nadřazených struktur, protože na tělech motorických neuronů dochází vedle přenosu informací z receptorů (v rámci reflexu) současně k jejich integraci s informacemi z vyšších oddílů CNS. Výsledná aktivita motoneuronu je pak určena součtem excitačních a inhibičních vlivů ze zúčastněných struktur nervového systému. Je tak podkladem nejenom reflexní, ale také volní motoriky.

Jednotlivé reflexy mají přesně anatomicky definované **reflexní oblouky**, tedy dráhu a centrum. Jejich znalost umožňuje vyšetřujícímu, podle charakteru reflexní odpovědi na určitý podnět, topicky diagnostikovat = určit místo postižení nervového systému. Při úplném klinickém vyšetření je třeba vyšetřit řadu reflexů, aby obraz o stavu nervového systému byl co nejúplnější.

V tomto cvičení se seznámíte s některými reflexy ze skupiny nepodmíněných reflexů, jejichž vyšetření se používá v běžné lékařské praxi. Při vyšetřování reflexů sledujeme:

1. **vybavitelnost reflexu** – každý reflex může chybět v určitém procentu případů i u zdravého jedince.
2. **kvantitativní změny odpovědi** – zeslabení (hyporeflexie) nebo zesílení (hyperreflexie) odpovědi, případně rozšíření reflexogenní zóny, tj. zvětšení plochy, odkud lze reflex vyvolat.
3. **kvalitativní změny odpovědi** – na stejný podnět dostáváme odpověď jiného druhu než normálně (kyvadlový reflex, iradiace reflexu aj.).

Vždy srovnáváme odpovědi stejných reflexů pravé a levé strany těla a zjišťujeme, zda kvalita i kvantita odpovědi je stejná na obou stranách. Jednostranné změny, i slabé, jsou u některých reflexů závažnější nežli oboustranné. Při některých poruchách ústředního nervstva se objevují další normálně nevybavitelné reflexy, tzv. reflexy patologické.

### Postup práce:

Většinu reflexů vybavujeme rychlým pružným úderem kladívka v místě příslušných receptorů. Úder kladívka je dobře si nejdříve vyzkoušet, např. na stole, aby byl přiměřeně silný (nebolestivý), rychlý a přesný.

Končetiny, případně svalové skupiny zúčastněné na reflexní odpovědi, musí být dostatečně uvolněny, čehož docílíme obvykle podepřením vyšetřované končetiny v semiflexi nebo semipronaci (rukou či jiným způsobem). Jestliže se nám nepodaří reflex vybavit ani při správném postupu, zkusíme zlepšit vybavitelnost tzv. **zesilovacími manévry**, spočívajícími ve zvýšení napětí antagonistů. Při **Jendrassikově manévru** vyšetřovaný zaklesne ruce do sebe a snaží se je usilovně roztáhnout. Někdy musíme odvést i pozornost vyšetřovaného např. tím, že mu uložíme provadět během vyšetření jednoduchý početní úkon (počítání číselných řad pozpátku aj.).

### a) Reflexy proprioceptivní (myotatické, napínavé)

Pozn.: u každého reflexu jsou v závorce uvedeny části reflexního oblouku: aferentní dráha, centrum v míšním segmentu nebo v mozgovém kmeni, eferentní dráha.

**Reflex nasopalpebrální** (n. ophthalmicus, pons Varoli, n. facialis):

- lehký úder na kořen nosu vede k sevření víček.

**Reflex bicipitální** (n. musculocutaneus, C5, n. musculocutaneus):

- úder na palec položený na úponovou šlachu m. biceps brachii při semiflektovaném předloktí vyvolá flexi předloktí.

**Reflex tricipitální** (n. radialis, C7, n. radialis):

- flektovanou končetinu podepřeme rukou nad loktem a úderem na šlachu m. triceps brachii nad olecranonem ulny vyvoláme extenzi předloktí.

**Reflex patellární** (n. femoralis, L2–L4, n. femoralis):

- vyšetřovaný přeloží jednu nohu přes druhou, případně si ji sami nadzvedneme rukou v podkolení. Úderem na šlachu pod patellou vyvoláme extenzi bérce.

**Reflex šlachy Achillovy** (n. tibialis, L5–S2, n. tibialis):

- vyšetřovaný poklekne jednou nohou na židli, nebo mu nohu přidržíme rukou ve flexi a úderem na Achillovu šlachu vyvoláme plantární flexi nohy.

**b) Reflexy exteroceptivní (kožní a slizniční)**

**Reflex epigastrický, mesogastrický, hypogastrický:** (nn. intercostales, Th 7–9, 9–10, 10–12, nn. intercostales).

- hrotem obráceného kladívka přejedeme lehce a rychle kůži příslušné oblasti břicha v příčném směru směrem ke střední rovině, čímž vyvoláme stah břišního svalstva.

**Reflex plantární** (n. tibialis, L5–S2, n. tibialis):

- hrotem obráceného kladívka přejedeme s mírným tlakem zevní stranu plosky nohy, nastane plantární flexe a addukce prstů. Při poškození pyramidových drah vybavíme tímto způsobem tzv. Babinského fenomen, nastane dorzální flexe prstů s vějířovitým roztažením.

**c) Reflexy smyslové**

**Zornicové reakce:** na různé podněty reagují zornice zúžením (mióza) nebo rozšířením (mydriáza). Všimáme si hbitosti reakce a její velikosti na obou zornicích.

Reakce **na světlo** (n. opticus, mesencephalon, n. oculomotorius):

- při osvětlení oka se zornice zúží, tzv. **přímá reakce**. Současně reaguje zúžením i zornice druhého oka, tzv. **konsenzuální (nepřímá) reakce**.

Reakce **na konvergenci:** vyšetřovaný sleduje očima prst, který rychle přibližujeme k jeho očím. Při pohledu do blíзка (konvergence) nastane zúžení, při pohledu do dálky (divergence) rozšíření zornic.

**Mžikací reflex** (n. opticus, tectum, n. facialis):

- prudké přiblížení dlaně k oku vyšetřovaného vyvolá sevření víček.

**Protokol:**

Zaznamenejte u vyšetřované osoby vybavitelnost reflexů a charakter odpovědi, zvláště pro pravou a levou polovinu těla (pokud je to možné).

**Závěr:**.....  
.....  
.....

## REGISTRACE REFLEXU ACHILLOVY ŠLACHY

**Reflex Achillovy šlachy** se řadí do skupiny propioceptivních reflexů. Spouští se úderem na šlachu, což způsobí protažení svalu a tím podráždění nervosvalových větének v musculus triceps surae. Po přepojení odpovídajících dostředivých vláken typu Ia v míše (hlavně segment S1) na příslušné alfa motoneurony je vzruch veden odstředivými vlákny ke stejnému svalu, ze kterého informace o podráždění přišla a způsobí jeho záškrub.

Vlastnímu stahu svalu předchází depolarizace membrán svalových vláken, tedy elektrická odpověď. Vzniká tak **sumační akční svalový potenciál (CMAP)**, který je možno snímat povrchovými elektrodami (elektromyograficky) a u kterého se hodnotí velikost (amplituda) a zpoždění od podnětu (latence).

Podle způsobu stimulace rozlišujeme **T reflex**, který se spouští údery kladívka na šlachu. Intenzita podnětů není stejná a údery nedopadají na stejné místo šlachy, takže odpovědi se mohou vzájemně lišit amplitudou. **H reflex** se spouští elektrickým impulsem submaximální intenzity přes povrchovou elektrodu přiloženou ve fossa poplitea nad průběh n. tibialis. Amplitudy takto vyvolaných odpovědí jsou téměř shodné. V klinice se vyšetření H reflexu využívá např. při diagnostice polyneuropatií.

Mechanickou odpověď svalu (jeho zkrácení a návrat do původní délky - relaxaci) registrujeme např. pomocí kloubního goniometru, připevněného na lýtko a nohu. Jedná se o dvě plastové krabičky spojené ohebným drátem, ve kterém se nachází dvě optická vlákna. Úhel mezi krabičkami, tedy míra ohnutí drátu, určuje množství světla procházejícího optickými vlákny. Pohyb v kloubu se tak převádí na elektrický signál na výstupu snímače. Derivací pak získáme rychlost kontrakce a relaxace. Jiný způsob měření mechanické odpovědi reflexu Achillovy šlachy představuje např. indukční snímač a magnet umístěný na patě. Toto měření se dříve využívalo v klinice při orientačním vyšetření funkce štítné žlázy, případně ke kontrole terapie její poruchy, kdy se hodnoty tímto způsobem získaných parametrů upravují až jako poslední. Při hyperfunkci je mechanická odpověď zkrácena, při hypofunkci je naopak prodloužena.

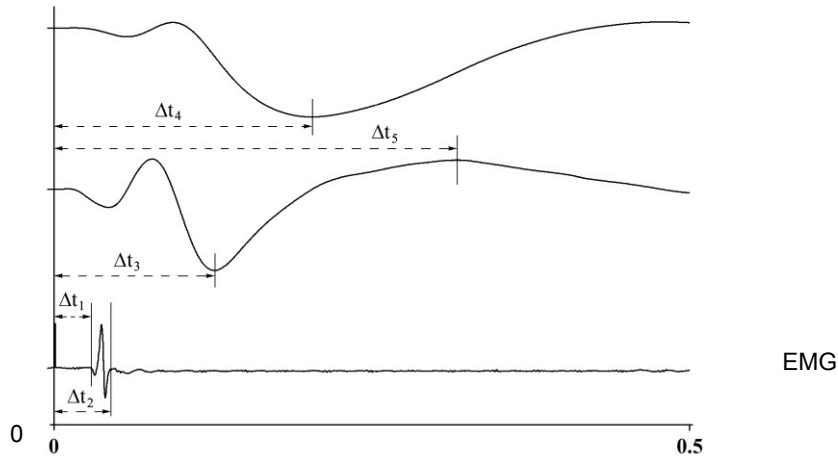
### Postup práce:

1. Vyšetřovaná osoba si vyzuje botu a obnaží celé lýtko vyšetřované končetiny. Pomocí pružných suchých zipů připevněte krabičky goniometru na mediální stranu nohy a lýtko (krabička s kabelem na lýtko) tak, aby svíraly přibližně 90 stupňů, tedy optická vlákna kopírovala hlezenní kloub.
2. Povrchové miskovité elektrody s naneseným EKG gelem umístěte a náplastí připevněte na lihem odmaštěná místa tak, aby žlutá elektroda (aktivní) ležela na spojnici středu fossa poplitea a mediálního kotníku přibližně v polovině lýtko, černá elektroda (referenční) asi 5 cm distálně a laterálně. Zelenou zemnicí elektrodu připevněte mezi aktivní elektrodu a podkolenní jamku.
3. Vyšetřovaná osoba pohodlně poklekle vyšetřovanou nohou na dřevěnou židli.
4. Spusťte program ACHILLOVA ŠLACHA dvojklikem na stejnojmennou ikonu na ploše.
5. Klikněte na tlačítko START. Kladívkem udeřte na Achillovu šlachu tak, aby došlo ke spojení kontaktu v kladívku (je slyšitelné jako cvaknutí). To spouští nahrávání, které se automaticky ukončuje po cca 0,5 sekundě. V prvním kanálu *Movement* (pohyb) se zobrazuje mechanická odpověď registrovaná goniometrem, tzn. změna úhlu odpovídající pohybu nohy. Ve druhém kanálu *Velocity* (rychlost) derivace signálu z prvního kanálu, tedy rychlost pohybu. Třetí kanál *EMG* zaznamenává elektrickou odpověď reflexu, tedy sumační akční svalový potenciál (CMAP).
6. Zaznamenejte celkem 12 odpovědí, vyvolaných asi v 5sekundových intervalech.
7. Klikněte na tlačítko STOP a uložte záznam pod názvem „achillova šlacha XY“, kde XY odpovídá iniciálám vyšetřované osoby, typ souboru Data Chart File (\*.adicht).

### Popis záznamu:

Okamžik stimulace je společný pro všechny kanály a zobrazuje se jako svislá značka ve třetím kanálu *EMG* v čase 0 s. Záznam elektrické odpovědi reflexu Achillovy šlachy elektromyografickou metodou tvoří zpočátku isoelektrická linie. Případné menší výchylky jsou způsobeny pohyby kůže proti elektrodám při úderu kladívka. S určitou latencí  $\Delta t_1$  se objevuje pozitivní deflexe (výchylka dolů), pak negativní deflexe (na záznamu směřuje nahoru) a následně druhá pozitivní deflexe (viz obr. 40). Tento trifázický záznam CMAP má určité trvání ( $\Delta t_2 - \Delta t_1$ ) a jeho tvar závisí na uložení snímacích elektrod. Fyziologické hodnoty latence  $\Delta t_1 = 32 \text{ ms} \pm 3 \text{ ms}$  (závisí hlavně na výšce a věku vyšetřované osoby), trvání CMAP  $\Delta t_2 - \Delta t_1 = 14,9 \text{ ms} \pm 2,5 \text{ ms}$ .

Záznam mechanické odpovědi reflexu Achillovy šlachy v prvním kanálu *Movement* (pohyb) sestává z jednoho nebo více krátkých hrotnatých úvodních kmitů, vyvolaných úderem a z negativní vlny: sestupná část vlny odpovídá stahu, vrchol v čase  $\Delta t_4$  ukončení stahu a vzestupná část relaxaci svalu. V kanálu *Velocity* (rychlost) pozorujeme nejdříve úvodní kmity – stimulační artefakty. Následuje negativní vlna – kontrakce; vrchol vlny v čase  $\Delta t_3$  odpovídá maximální rychlosti dosažené během stahu svalu. Positivní vlna – relaxace, směřuje na opačnou stranu než vlna kontrakční; vrchol vlny v čase  $\Delta t_5$  odpovídá maximální rychlosti dosažené během uvolnění svalu. Fyziologické rozmezí  $\Delta t_3$  je 75–105 ms. Pro orientační hodnocení funkce štítné žlázy se používala hodnota  $\Delta t_5$ , která se u zdravého jedince nachází v rozmezí 280–360 ms ( $\pm 10$  ms). K prodloužení může dojít i za fyziologických podmínek po větší zátěži z důvodu akutního nedostatku makroergních fosfátů ve svalu.



**Protokol:** Změřte  $\Delta t_{1-5}$  ve vybraném záznamu, запиšte do tabulky. ( Pozice kurzoru myši –křížek- určuje čas  $\Delta t$  -zobrazuje se v miniokně v sekundách).

Výsledky měření zaznamenejte do tabulky.

**Tabulka:**

**Závěr:**

Jaké elektrofyzilogické děje probíhají v jednotlivých časových obdobích, vymezených naměřenými  $\Delta t_{1-5}$  v průběhu odpovědi reflexu Achillovy šlachy ?  
Dle hodnoty  $\Delta t_5$ , se orientačně vyjádřete k funkci štítné žlázy.

.....

.....

.....

.....