

1 ČASOVÁ A PROSTOROVÁ SUMACE U KOSTERNÍHO SVALU

Klíčová slova

Motorická jednotka, nervosvalová ploténka, mechanismus spřažení excitace s kontrakcí, typy svalových vláken, regulace síly stahu u srdečního svalu, trvání akčního potenciálu u kosterního a srdečního svalu

Pracovní část

Pomůcky

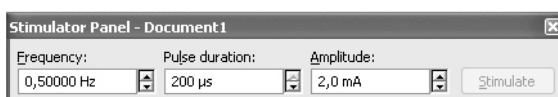
Výukový systém PowerLab, stimulační elektroda, vodivý gel, náplast, snímač síly.

Upozornění: Hodnoty proudu a napětí jsou na stimulátorech systému PowerLab v našem cvičení nižší (max. 20 mA) než hodnoty používané v klinické praxi (80–100 mA), avšak dostačují k demonstraci fyziologických jevů. I přesto u některých osob může být stimulace 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.

Prostorová sumace

Je zakázáno provádět stimule na osobách s implantovaným kardiostimulátorem nebo defibrilátorem, nebo osobách s jiným srdečním či neurologickým onemocněním. Dále je zakázáno provádět stimule na jiných částech těla, než je uvedeno v návodech.

1. Pokusné osobě očistěte mýdlovou vodou volární stranu zápěstí a vysušte.
2. Na čelní straně zesilovače u Isolated stimulator přepněte páčku dolů do pozice Off.
3. Spustěte na ploše akviziční program „Nábor (recruitment)“.
4. V miniokně Panelu stimulátoru (Stimulator panel) jsou nastaveny následující parametry: frekvence 0,5 Hz, trvání podnětu (pulse duration) 200 μ s, amplituda (amplitude) 2 mA.



Obrázek 28-1 Nastavení programu

5. Na kontakty stimulační elektrody naneste malé množství vodivého gelu.

Gel nesmí propojit obě elektrody, jinak impulz nepůjde přes tkáň.

6. Elektrodu umístěte nad průběh n. medianus na volární stranu zápěstí mezi šlachy m. flexor carpi radialis a m. palmaris longus tak, aby se oba kontakty nacházely nad průběhem nervu, přičemž katoda distálněji a ve vzdálenosti asi 8 cm od svalového břicha m. abductor pollicis brevis, Obrázek 28-4 (anoda je na zadní straně označená červenou značkou). Pokusná osoba si v této fázi přidržuje stimulační elektrodu druhou rukou.
7. Na čelní straně zesilovače u Isolated stimulator přepněte páčku nahoru do pozice On.
8. Hodnoty intenzity podnětu jsou u každé osoby subjektivně vnímány jinak, stejně tak při určité hodnotě může být vyvolaná motorická odpověď různě odstupňovaná (u jednoho silnější a u druhého slabší). Tomu se přizpůsobí i stimulační postup.
9. Správné umístění stimulační elektrody ověřte následujícím postupem. Spusťte stimulaci tlačítkem START (nenahrávejte do paměti), bude generován 1 podnět o amplitudě 2 mA. Ucítíte slabé podráždění. Zvyšujte intenzitu podnětu v krocích po 2 mA do okamžiku, kdy dochází nepochybně k pozorovatelné motorické odezvě m. abductor pollicis brevis (je vidět pohyb palce).
10. Zafixujte stimulační elektrodu lepící páskou. Pokud bude elektroda umístěna více ulnárně, může se objevit motorická odpověď svalů inervovaných n. ulnaris, což při tomto pokusu není žádoucí (nedochází k záškubům palce ruky, ale dalších prstů).
11. Natočte ruku do semipronačního postavení tak, aby sledovaný svalový záškrub pohyboval palcem kolmo dolů k podložce. Položte předloktí pohodlně na stůl, svaly musejí být relaxované. Prsty kromě palce zasuňte pod destičku stojanu. Palec položte zlehka na kovové pásky silového snímače a v této pozici jej ke kovovým páskům zafixujte náplastí.

Vyzkoušejte také impulz o intenzitě 15 a 20 mA, ať víte, zda dokážete takové hodnoty v klidu ustát. Tím si také potvrdíte, že se hýbe pouze palec a ne jiné prsty. Je nezbytné, aby měřená osoba dokázala zachovat klid a mimo stimulovaný palec se nehýbat při každém impulzu. Jakýkoliv nezamýšlený pohyb bude negativně ovlivňovat výsledky měření. V případě, že jsou elektrické stimulační proudy příliš nekomfortní již před začátkem měření, vyměňte osobu.

12. Na panelu stimulatoru (stimulator panel) nastavte frekvenci na 2,5 Hz, intenzitu podnětu na 1 mA, zapněte nahrávání do paměti a stiskněte tlačítko START. Pokusná osoba se na monitor nedívá. Spustí se série 4 podnětů, které se zobrazují v dolním kanále Stimulace. První podnět začíná 200 ms po začátku nahrávání. V horním kanále Síla stahu se současně zaznamenává signál ze snímače síly. Nahrávání se automaticky ukončí po 1 sekundě a pro další stimulaci je nutné opět stisknout tlačítko START.
13. Před každým navýšením hodnoty vloží obsluha počítače do záznamu poznámku o proběhlé stimulaci. Zpočátku zvyšujte intenzitu podnětu o 1 mA a zvyšujte intenzitu o 1 mA až do 20 mA.
14. Uložte záznam pod názvem „nábor XX“, kde XX odpovídají iniciálám pokusné osoby, typ souboru Data Chart File (*.adicht).

15. Klikněte opakovaně na ikonu (komprese záznamu, ikona se nachází v pravém dolním rohu) a z přehledného záznamu vyberte odhadem nejnižší hodnotu intenzity stimulace v mA, od které již nedocházelo k výraznému nárůstu síly svalové odpovědi a zapište. V dalším textu použijeme pro tuto hodnotu označení I_{max} . Dále vyberte nejnižší hodnotu intenzity stimulace, která je schopna vyvolat zaznamatelnou odpověď a zapište. Pro tuto hodnotu použijeme označení I_p (prahová). Hodnoty I_{max} a I_p budou použity v následujícím úkolu.
16. Ukončete program.

Mezi přepnutím programů zůstává ruka pokusné osoby neodpojená a stále ve stejné pozici.

Časová sumace

1. Využijeme nastavení z úkolu Prostorová sumace (stejně body 1 až 9) s tím rozdílem, že na ploše spustíte akční program „Sumace“.
2. V miniokně Panelu stimulátoru (Stimulator panel) jsou nastaveny následující parametry: frekvence 2 Hz, trvání podnětu (pulse duration) 200 μ s, amplituda (amplitude) 2 mA.
3. Na panelu stimulátoru nastavte intenzitu proudu na hodnotu I_{max} z předchozího úkolu. Zapněte nahrávání do paměti.
4. Kliknutím na START se spustí dva podněty o zadané frekvenci. Stimulace se zobrazuje v dolním kanále Stimulace a první podnět začíná 200 ms po začátku nahrávání. V horním kanále Síla stahu se současně zaznamenává signál ze snímače síly. Nahrávání se automaticky ukončí po 1 sekundě a pro další stimulaci je nutné opět stisknout tlačítko START.
5. Před každým navýšením hodnoty vloží obsluha počítače do záznamu poznámku o proběhlé stimulaci. Frekvenci podnětů postupně zvyšujte na 5, 10, 15 a 20 Hz. U každé frekvence si dělejte poznámku!
6. V nabídce Setup – Stimulator – Set number of pulses – nastavte počet pulzů na 25 a klikněte na Close. V nabídce Setup – Trigger – Stop – Fixed duration – nastavte délku nahrávání na 4 sekundy a klikněte na Close. Opakujte postup s tím, že postupně zvýšíte frekvenci na 5, 10, 15 a 20 Hz.
7. Na panelu stimulátoru nastavte frekvenci na 20 Hz, intenzitu podnětu zpět na I_p a klikněte START. Spustí se série podnětů, nahrávání se ukončí po 4 sekundách. Obsluha počítače vloží do záznamu poznámku o stimulaci – frekvenci a intenzitu.
8. Uložte záznam pod názvem „sumace XX“, kde XX odpovídají iniciálám pokusné osoby, typ souboru Data Chart File (*.adicht).
9. Ukončete program.

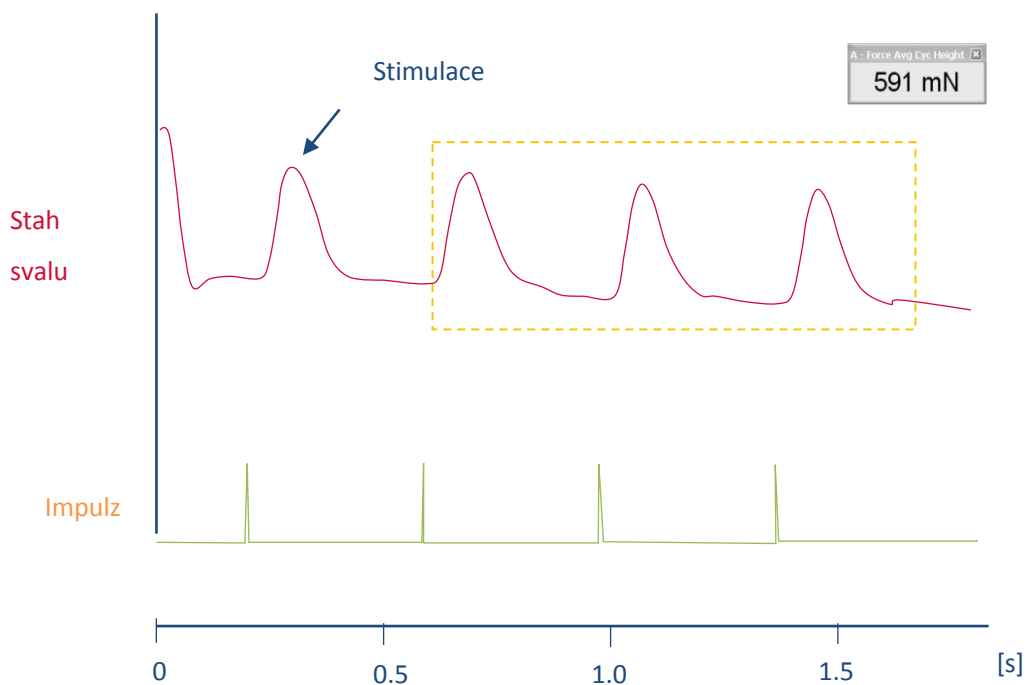
Hodnocení a výsledky

1. Prostorová sumace

Měřená osoba
--------------	-------

Změřte velikost síly stahu při rostoucích hodnotách stimulačního proudu. V kanále Síla stahu vyberte do bloku 2.- 4. svalovou odpověď (začátek bloku před 2. stahem, konec bloku po posledním stahu). V miniokně se objeví průměrná síla stahu v mN. Hodnoty zaznamenejte do tabulky a pak do grafu.

Zakreslete všechny hodnoty, i ty nulové (!), a pak body proložte křivkou – body nespojujte. Zaznačte I_p a I_{max} .



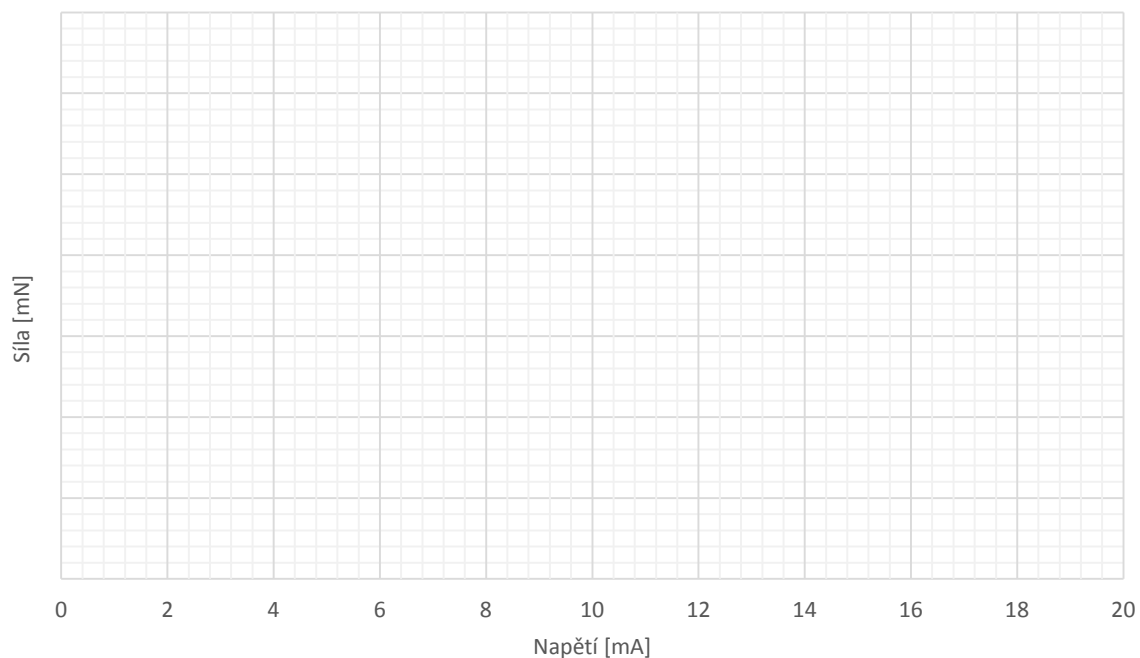
1.a Tabulka hodnocení prostorové sumace

Zaneste zde naměřené hodnoty.

Nastavení	Síla [mN]	Nastavení	Síla [mN]	Nastavení	Síla [mN]	Nastavení	Síla [mN]
1 mA		6 mA		11 mA		16 mA	
2 mA		7 mA		12 mA		17 mA	
3 mA		8 mA		13 mA		18 mA	
4 mA		9 mA		14 mA		19 mA	
5 mA		10 mA		15 mA		20 mA	

1.b Graf závislosti síly stahu na rostoucí intenzitě

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



1.c Výsledky naměřených hodnot stimulací

Zaneste do tabulky výsledné hodnoty prahového a maximálního proudu.

Hodnoty prahové a maximální stimulace		I [mA]
I_p		
I_{max}		

2. Časová sumace

Překreslete ze záznamu tvar křivek při frekvenci podnětů 5, 10, 15 a 20 Hz, zvláště i pro sérii 2 a 25 podnětů. (Doplňte osu x a osu y.)

2.a Časová sumace, reakce na 2 podněty – 5Hz

Nakreslete grafy svalových kontrakcí (2 impulzy) při jednotlivých frekvencích podnětu. Zakreslete i okamžiky stimulací, tak aby časově odpovídaly kontrakcím. Zohledněte v jednotlivých grafech sílu stahu (využijte mřížky). Napište do každého grafu, jestli se jednalo o jednotlivá svalová trnutí, superpozici nebo sumaci.).



2.b Časová sumace, reakce na 2 podněty – 10Hz



2.c Časová sumace, reakce na 2 podněty – 15 Hz

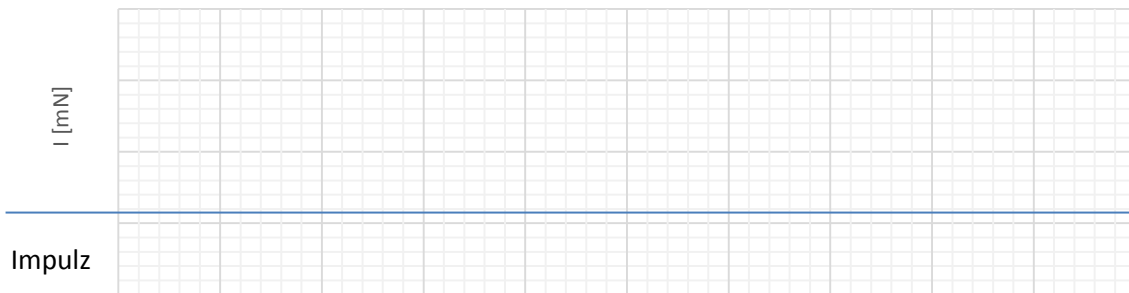


2.d Časová sumace, reakce na 2 podněty – 20 Hz



2.e Časová sumace, reakce na 25 podnětů – 5 Hz

Nakreslete grafy svalových kontrakcí (2 impulzy) při jednotlivých frekvencích podnětu. Zakreslete i okamžiky stimulací, tak aby časově odpovídali kontrakcím. Zohledněte v jednotlivých grafech sílu stahu (využijte mřížky). Napište do každého grafu, jestli se jednalo o jednotlivá svalová trhnutí, vlnitý nebo hladký tetanický stah.



2.f Časová sumace, reakce na 25 podnětů – 10 Hz



2.g Časová sumace, reakce na 25 podnětů – 15 Hz



2.h Časová sumace, reakce na 25 podnětů – 20 Hz



Závěr

Vyjádřete se, u kterých frekvencí nastává superpozice/vlnitý tetanus, popř. sumace/hladký tetanus. Popište vlastními slovy princip zvýšení kontrakce časovou sumací a prostorovou sumací.