

Elektromyografie



Definice

- Grafické znázornění elektrické aktivity kosterních svalů
 - snímáním z povrchu těla
 - snímáním z extracelulárního prostoru svalu

Elektrogeneze



- Klidový potenciál [mV]
- Akční potenciál [mV]
- Synapse => EPSP, IPSP
- Extracelulární tekutina = vodivý elektrolyt
- Různé ohmické odpory tkání = různé šíření biosignálů
- Povrchové potenciály [μ V-10mV]

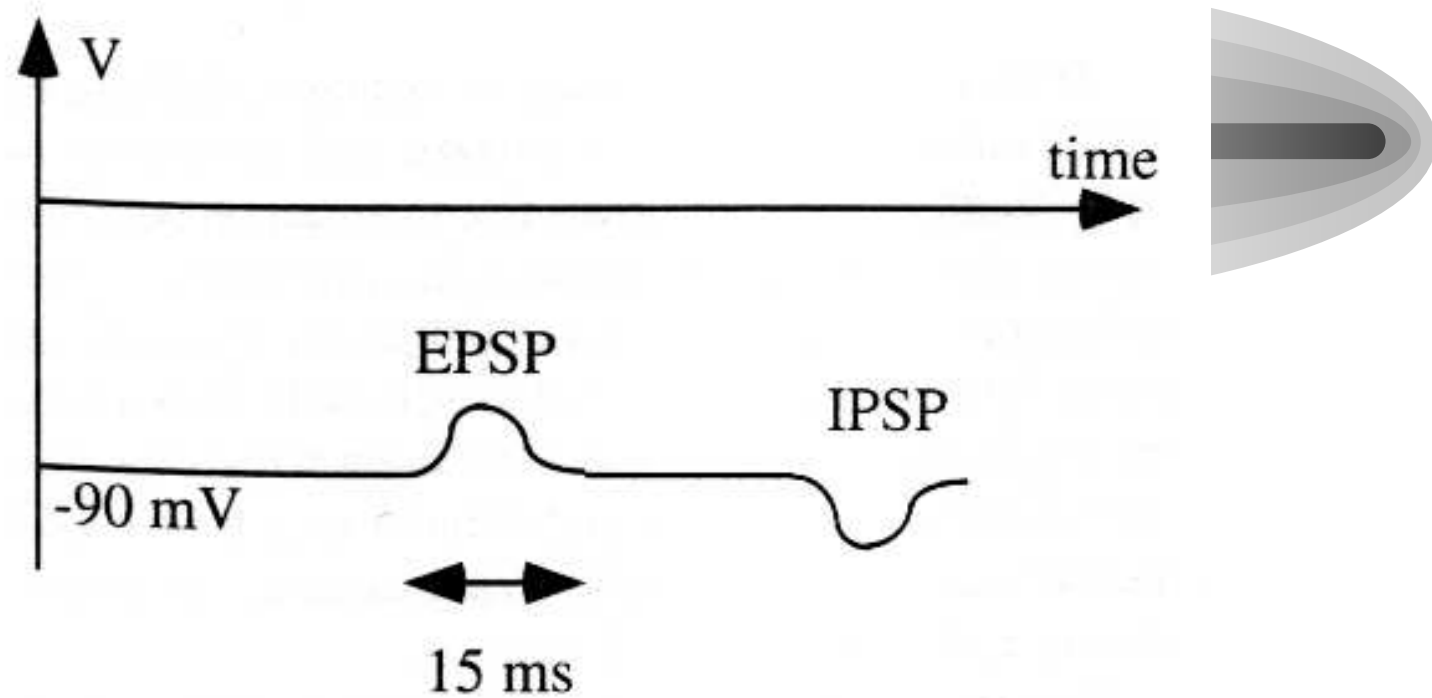


Figure 3.9 A presynaptic action potential can induce either a depolarization or a hyperpolarization of the postsynaptic membrane. These effects are called EPSP and IPSP, respectively.

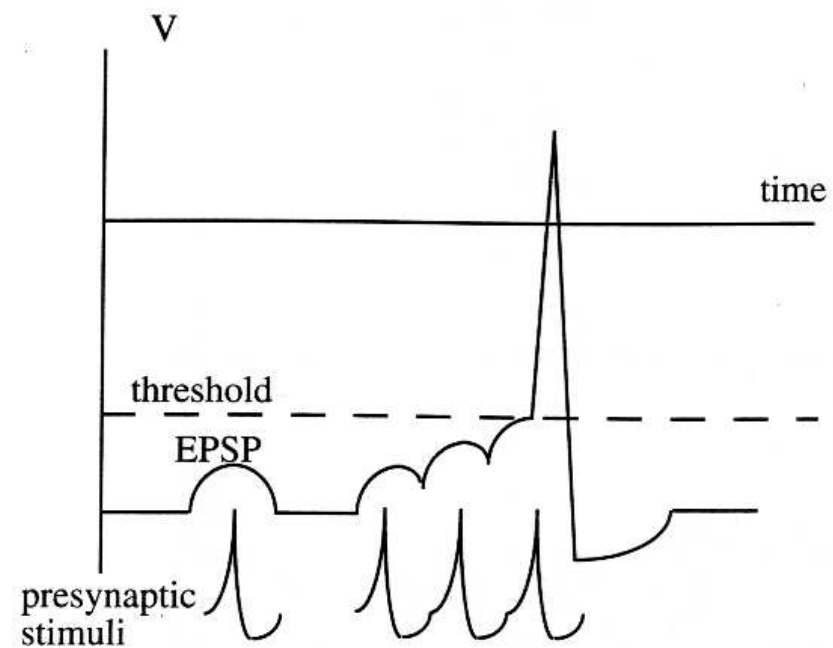


Figure 3.10 Temporal summation occurs when several action potentials arrive at a presynaptic membrane at intervals that do not allow individual EPSPs to disappear. Their effects can sum up and induce an action potential.

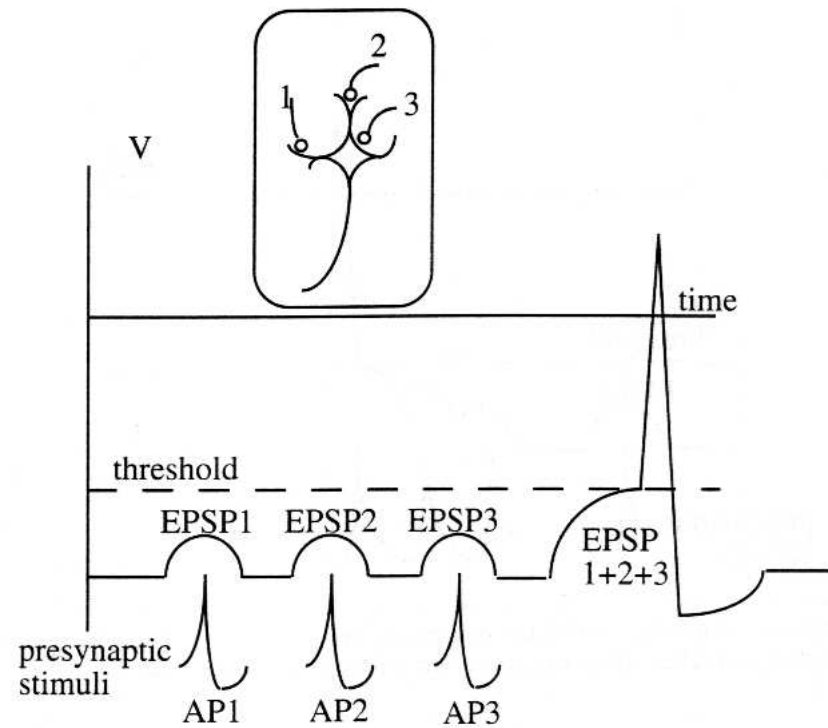


Figure 3.11 Spatial summation occurs when several action potentials AP1, AP2, and AP3 arrive simultaneously at different synapses on the same postsynaptic membrane so that their individual EPSPs sum up and can induce an action potential. The insert shows possible location of the three synapses on the target neuron.

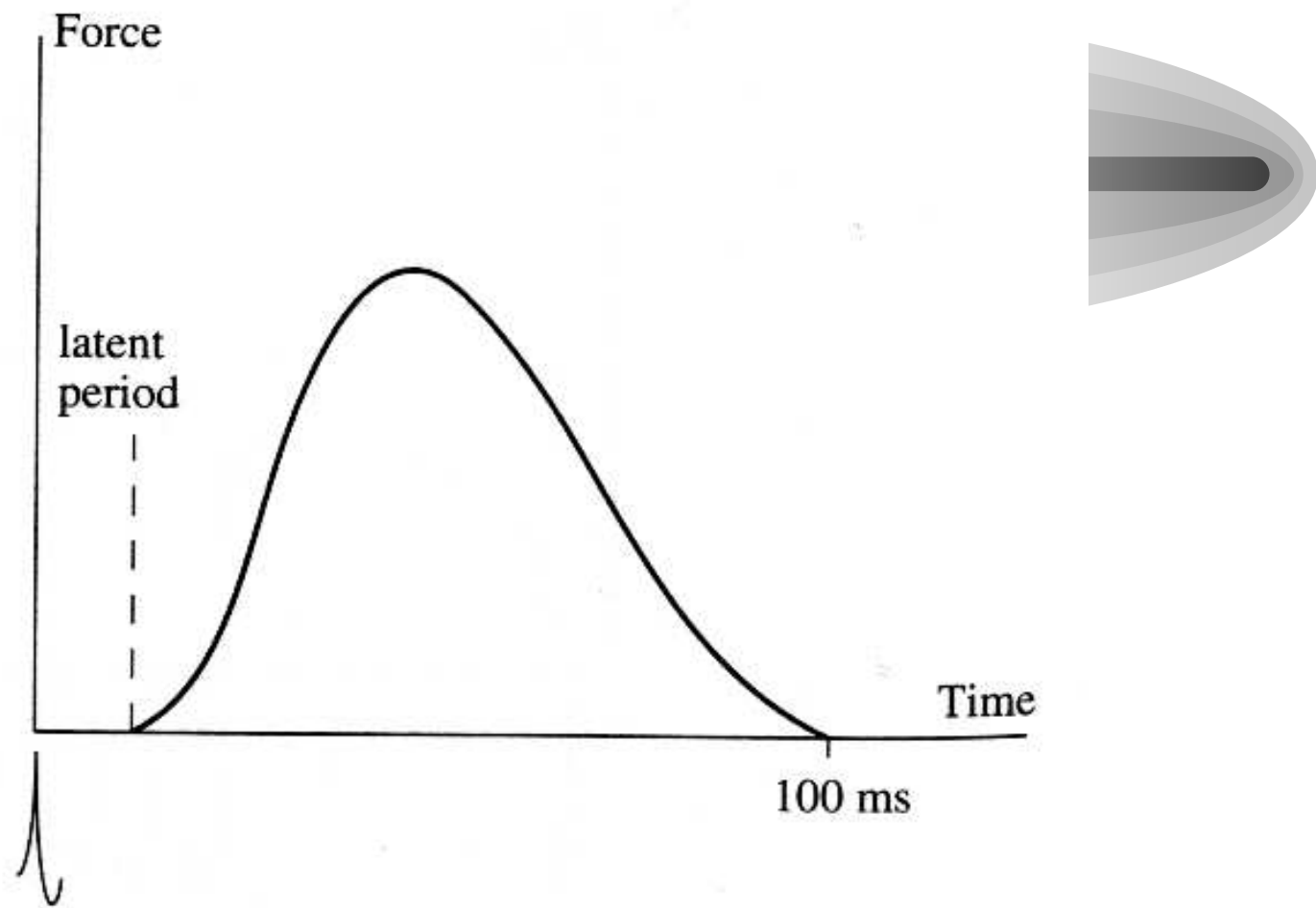


Figure 4.8 A typical twitch contraction of a muscle in response to a single stimulus.

Motorická jednotka



- Svalové vlákna, která jsou inervována jedním motoneuronem.
- **Hennemanův princip** – zapojování motorických jednotek probíhá od postupně malých po rozsáhlé, odpojení probíhá v opačném pořadí.
- **Frekvenční modulace** – přenos signálu je umožněn přes frekvenční modulaci nikoliv přes modulaci amplitudovou!!
- Stejná svalová síla může vznikat zapojením menších MJ na vyšších frekvencích nebo větších MJ na frekvencích nižších tzn. počet aktivních MJ při izotonické kontrakci negativně koreluje s jejich frekvencí AP

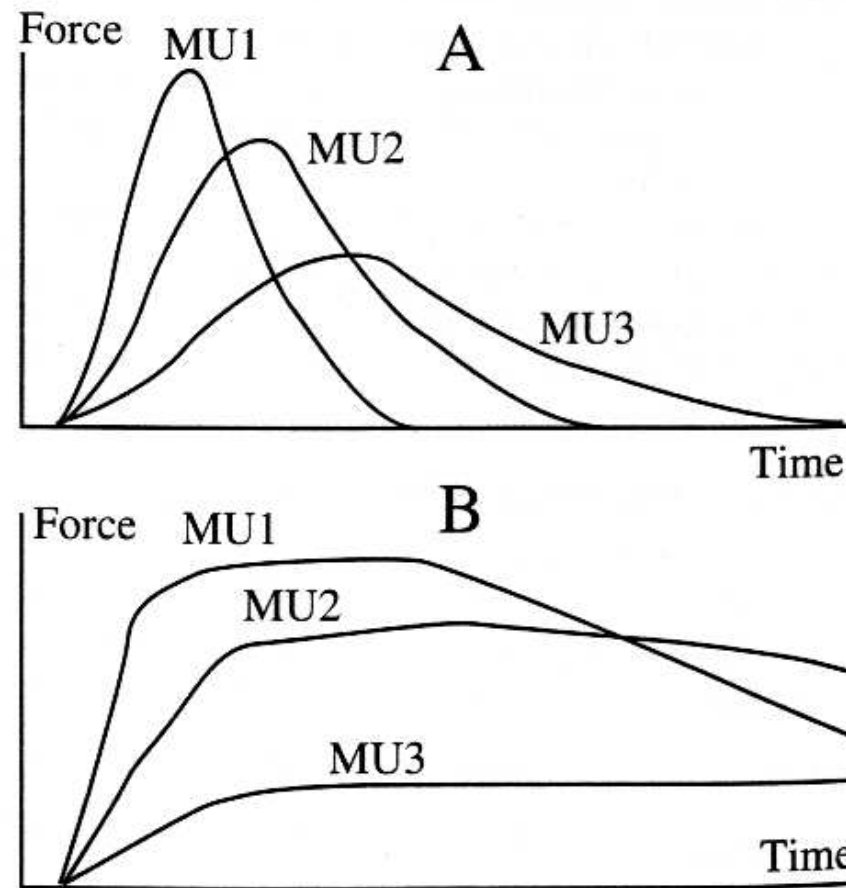


Figure 6.2 Twitch contractions (A) and tetanic contractions (B) of three motor units. Note that the fastest and strongest motor unit (MU_1) shows the largest drop in force with time (fatigue), while the smallest and slowest motor unit (MU_3) does not show fatigue at all.

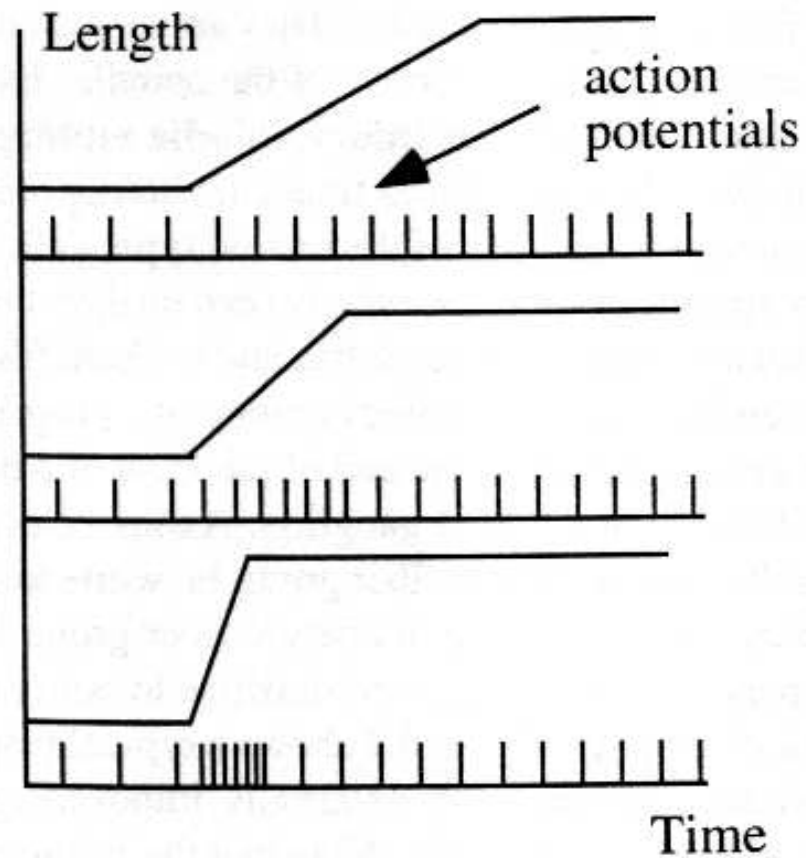


Figure 5.3 Typical responses of a primary spindle ending to an externally imposed muscle stretch at different velocities. Note that the response increases with muscle length and with the velocity of stretch.

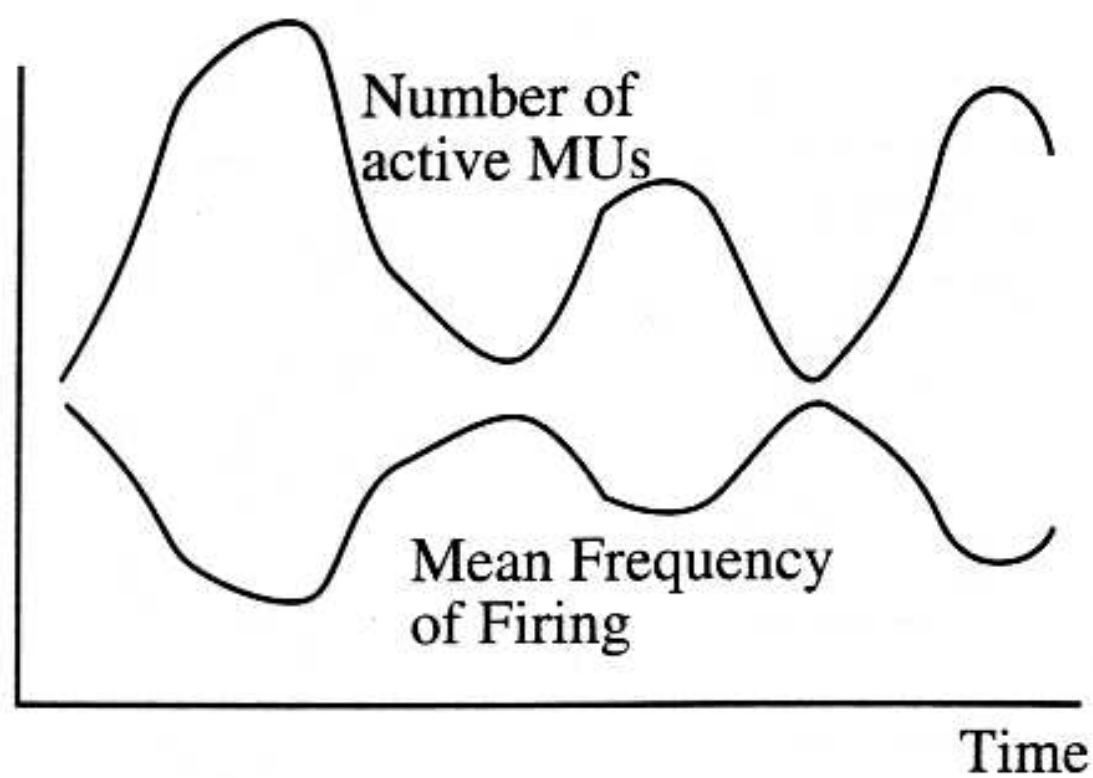


Figure 6.4 Muscle force is kept constant. A change in the number of recruited motor units correlates (negatively!) with their mean frequency of firing.

Snímání



- Jehlová EMG– různá vzdálenost od nervosval.ploténky = rozšíření a „rozkmitání“ AP
- Povrchová EMG
- High Resolution EMG – obvykle 256 kanálů
- Potenciál do 10mV, frekvence 0-500Hz, dominantně 50-150 Hz
- Odpor kůže + umístění
- Elektrody, aktivní elektrody, pohybové artefakty
- Zapojení – unipolární x bipolární
- Zesílení – diferenční zesilovač, dvojitý diferenční zesilovač

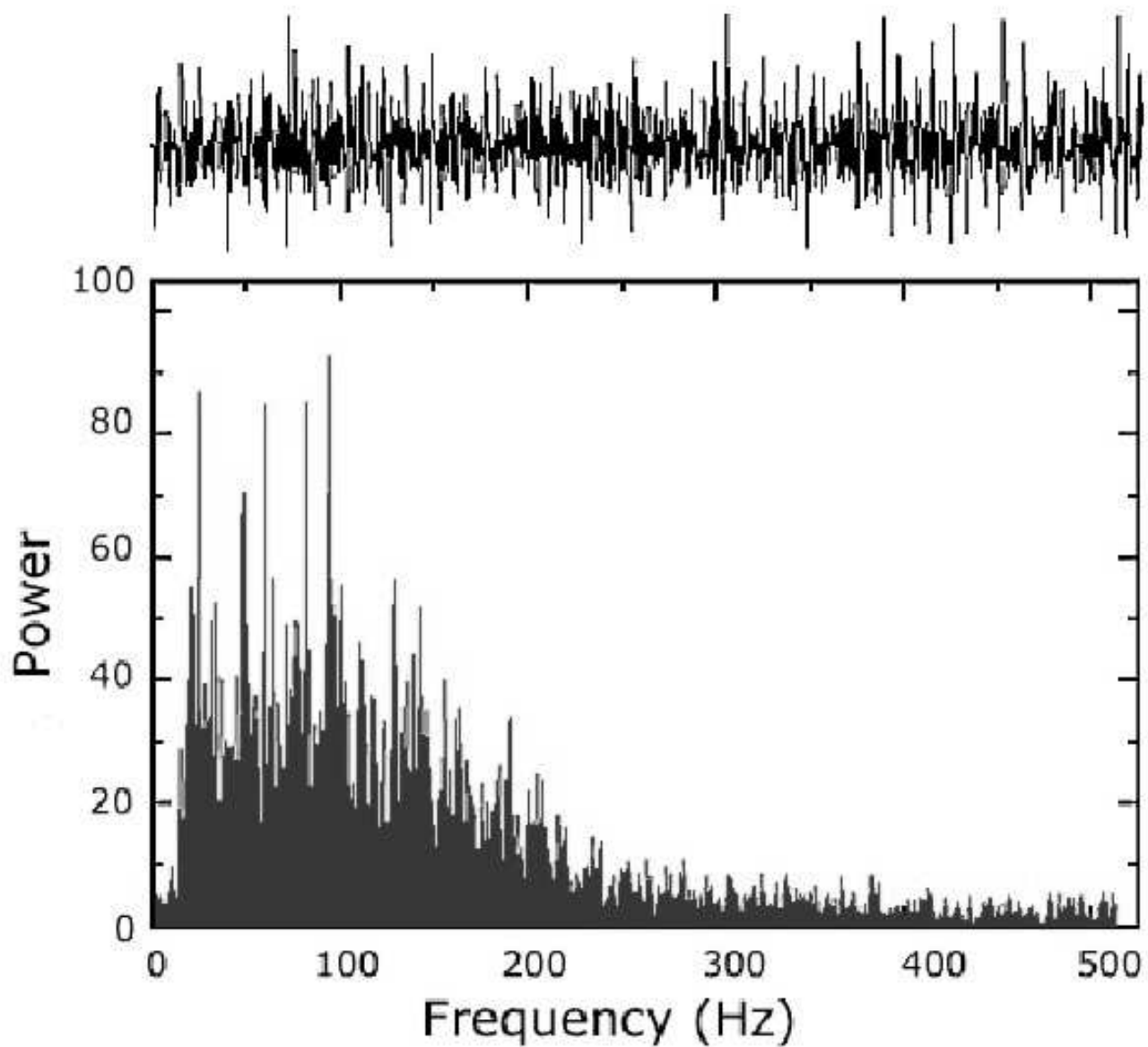
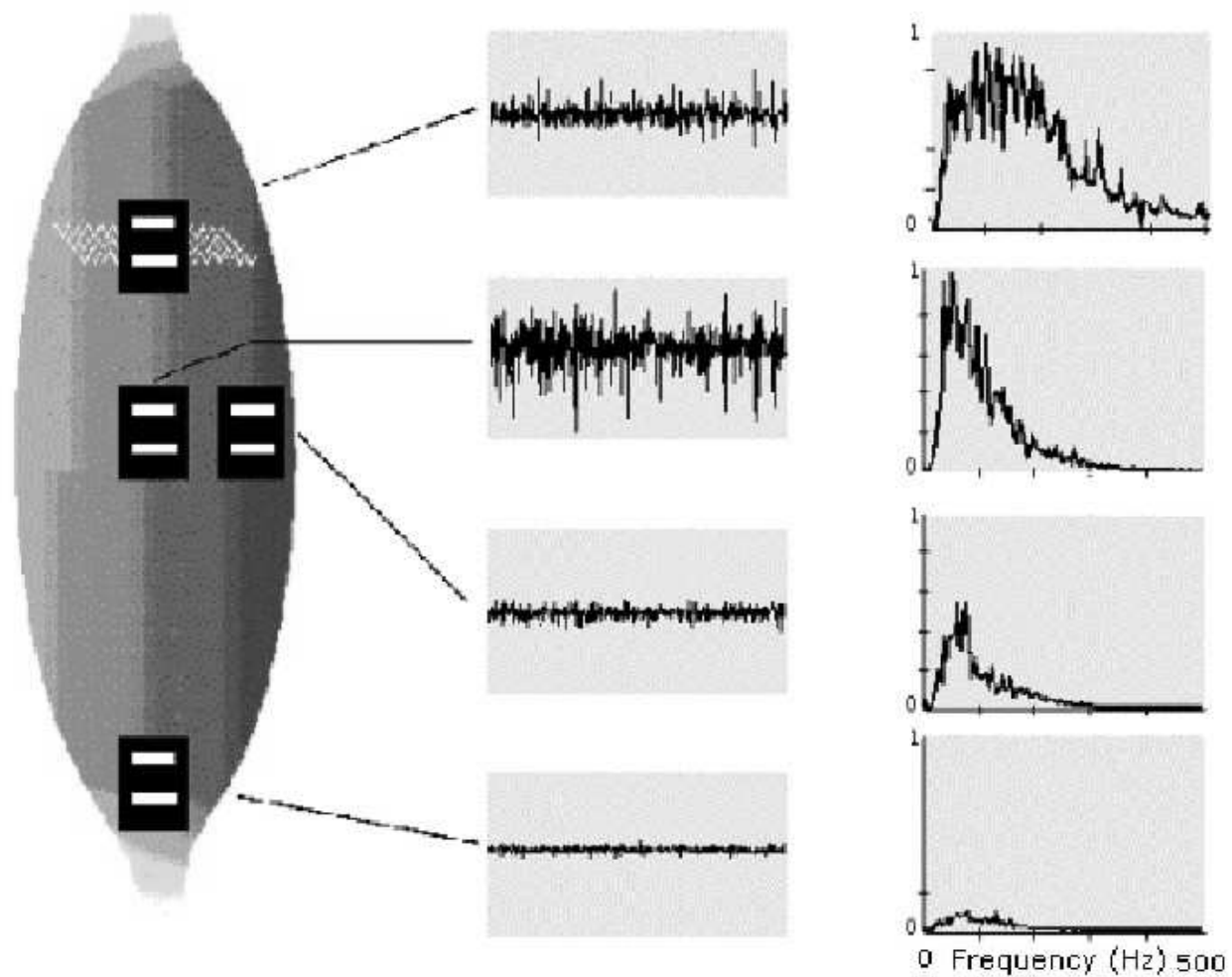


Figure 1 - *Frequency spectrum of the EMG signal detected from the Tibialis Anterior muscle during a constant force isometric contraction at 50% of voluntary maximum.*

Závislost EMG na místě snímání



Doporučené umístění elektrod

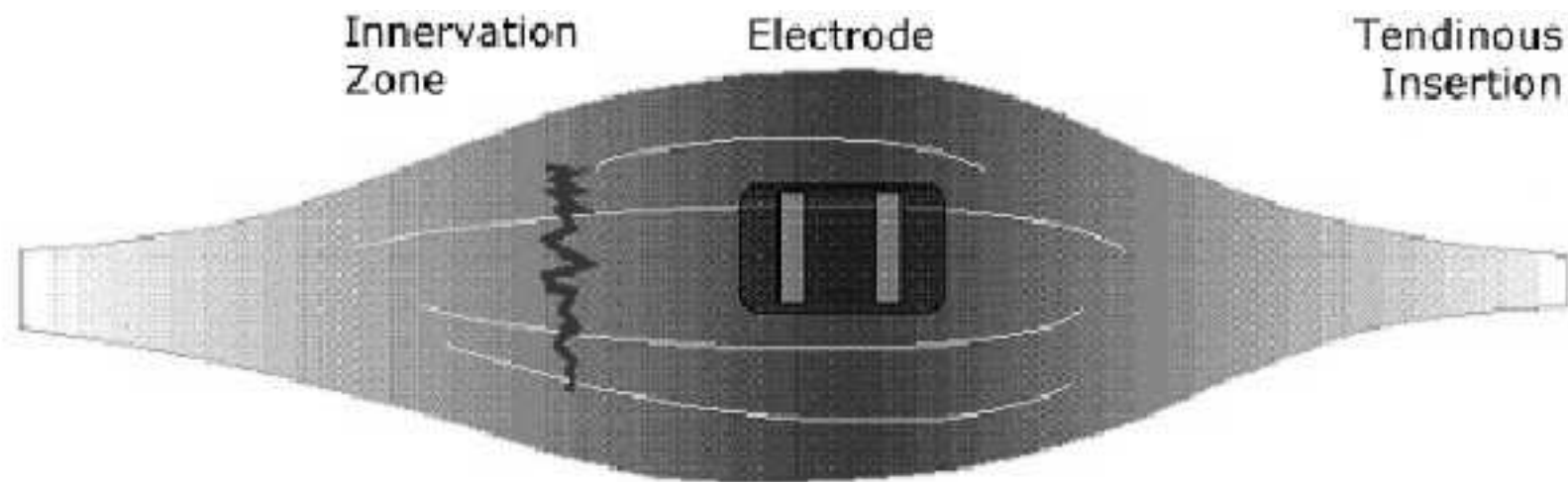


Figure 4 - *The preferred electrode location is between the motor point (or innervation zone) and the tendinous insertion, with the detection surfaces arranged so that they intersect as many muscle fibers as possible.*

Schéma diferenčního zesilovače

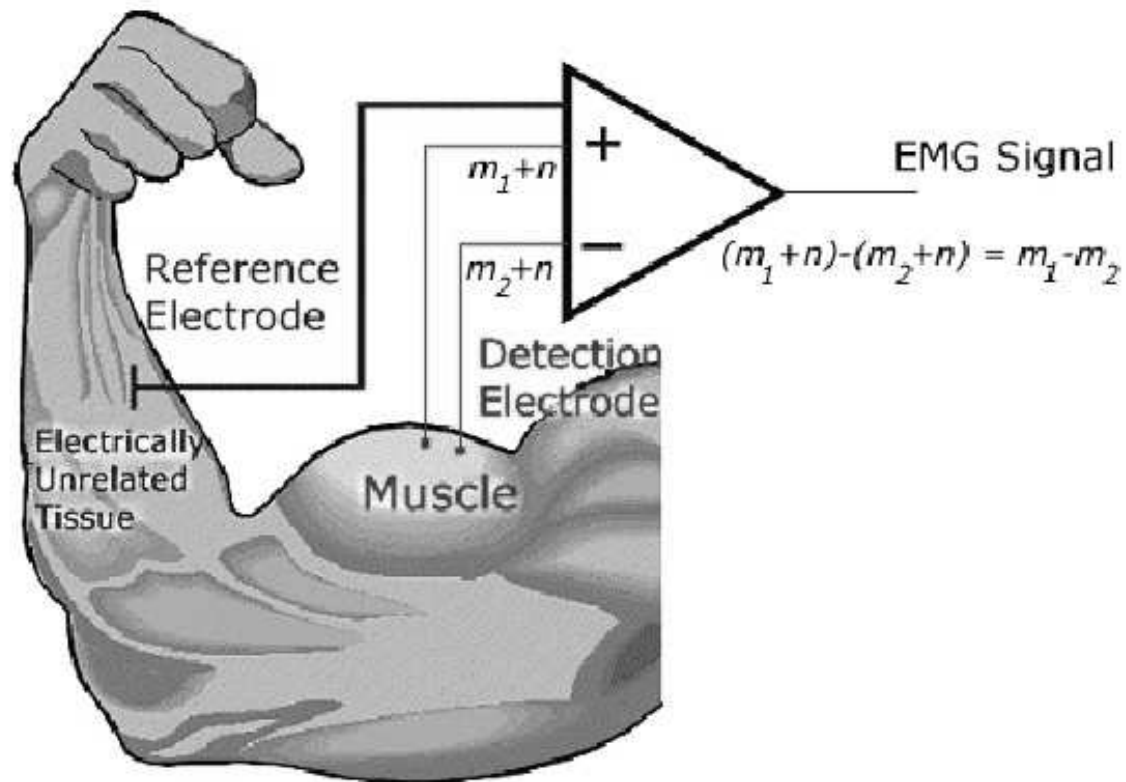
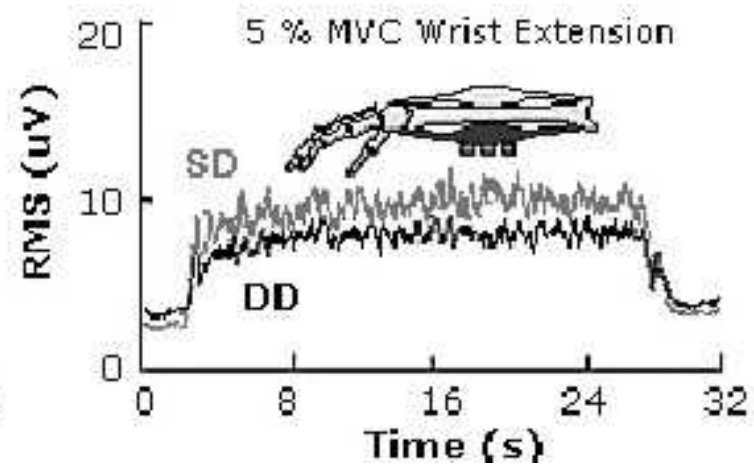
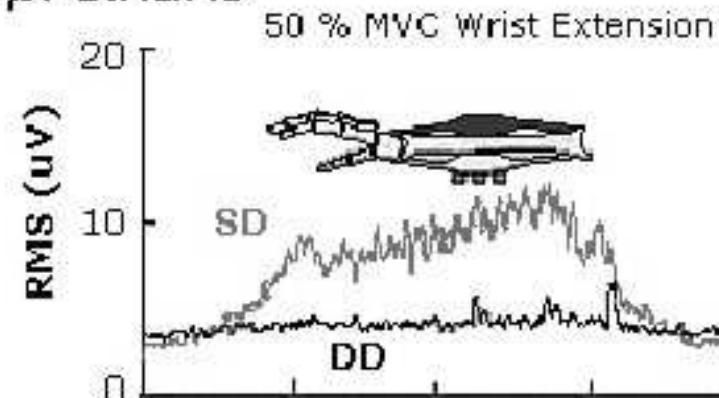
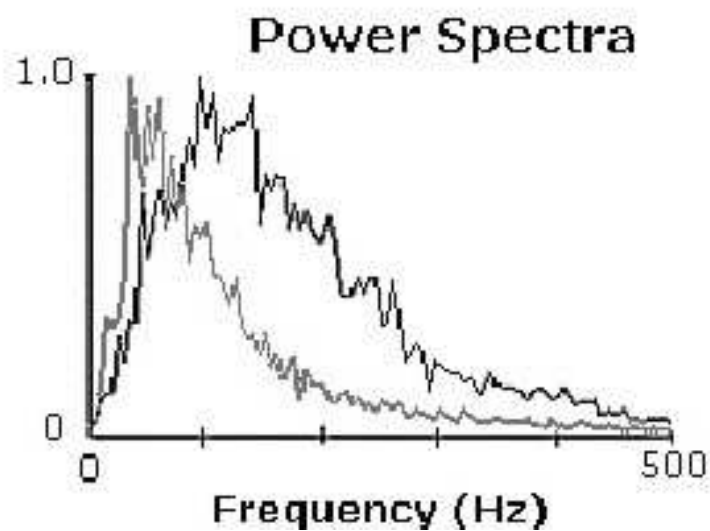
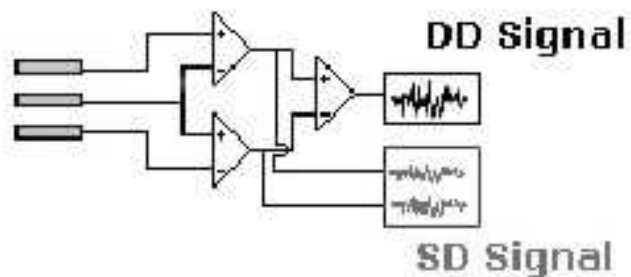


Figure 2 - A schematic of the differential amplifier configuration. The EMG signal is represented by 'm' and the noise signals by 'n'.

Dvojitéý diferenční zesilovač

Surface EMG Recorded from
Flexor Carpi Ulnaris



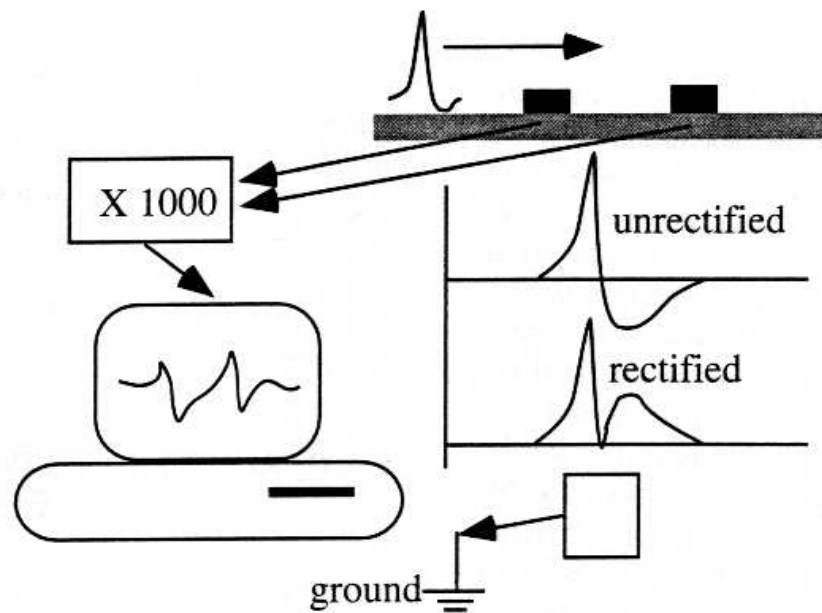


Figure 6.9 An action potential runs under a pair of electrodes. The difference of potentials recorded by the electrodes will change its sign (the upper record). Rectification means making all the values of the difference of potentials positive (the lower record).

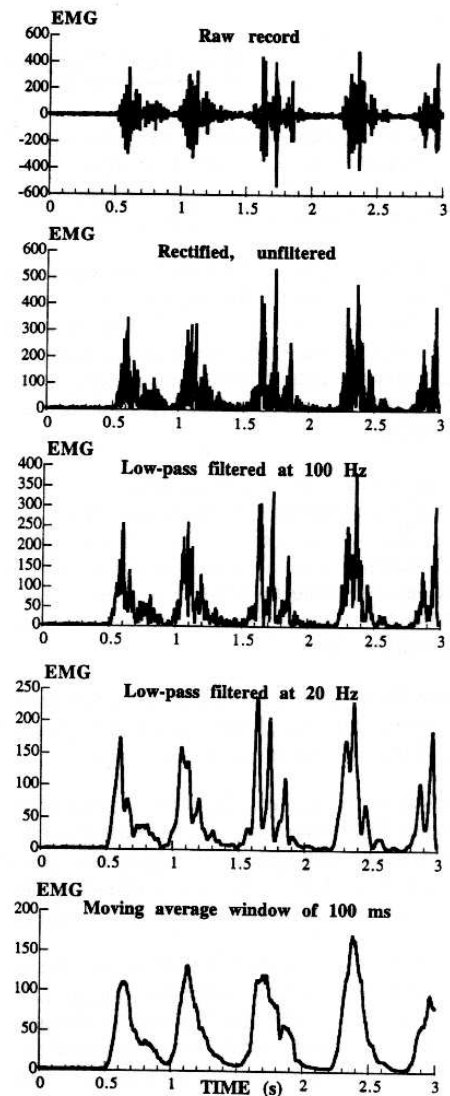


Figure 6.10 The effects of different filtering and rectification procedures on an EMG signal recorded with surface electrodes from a human biceps muscle during a series of brief voluntary contractions. The upper signal is the “raw” (unprocessed) EMG signal sampled at a high frequency (1000 Hz) by the computer. Note the similarities (e.g., burst timing) and differences in the signal under different filtering.

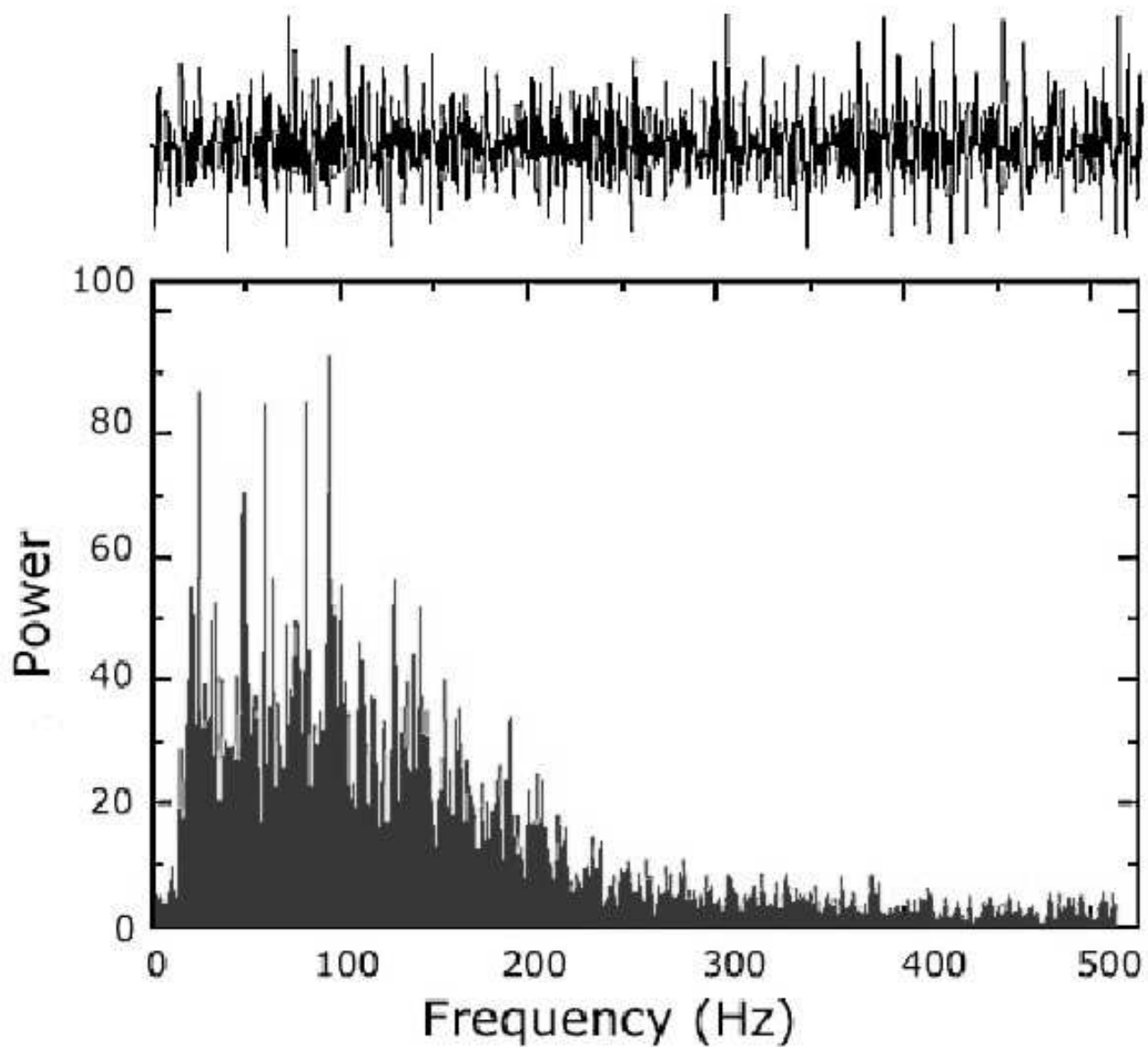


Figure 1 - *Frequency spectrum of the EMG signal detected from the Tibialis Anterior muscle during a constant force isometric contraction at 50% of voluntary maximum.*

Monosynaptické reflexy + rychlost vedení vzruchu

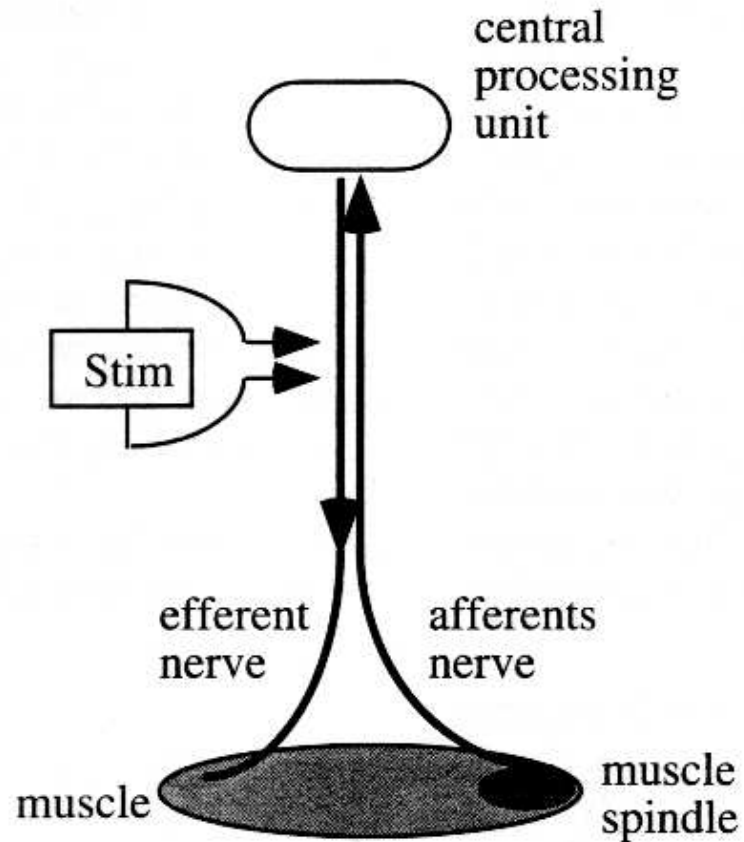


Figure 8.4 A scheme of experiments with an electrical stimulation of a muscle nerve. Note that the stimulus is applied to both afferent and efferent fibers.

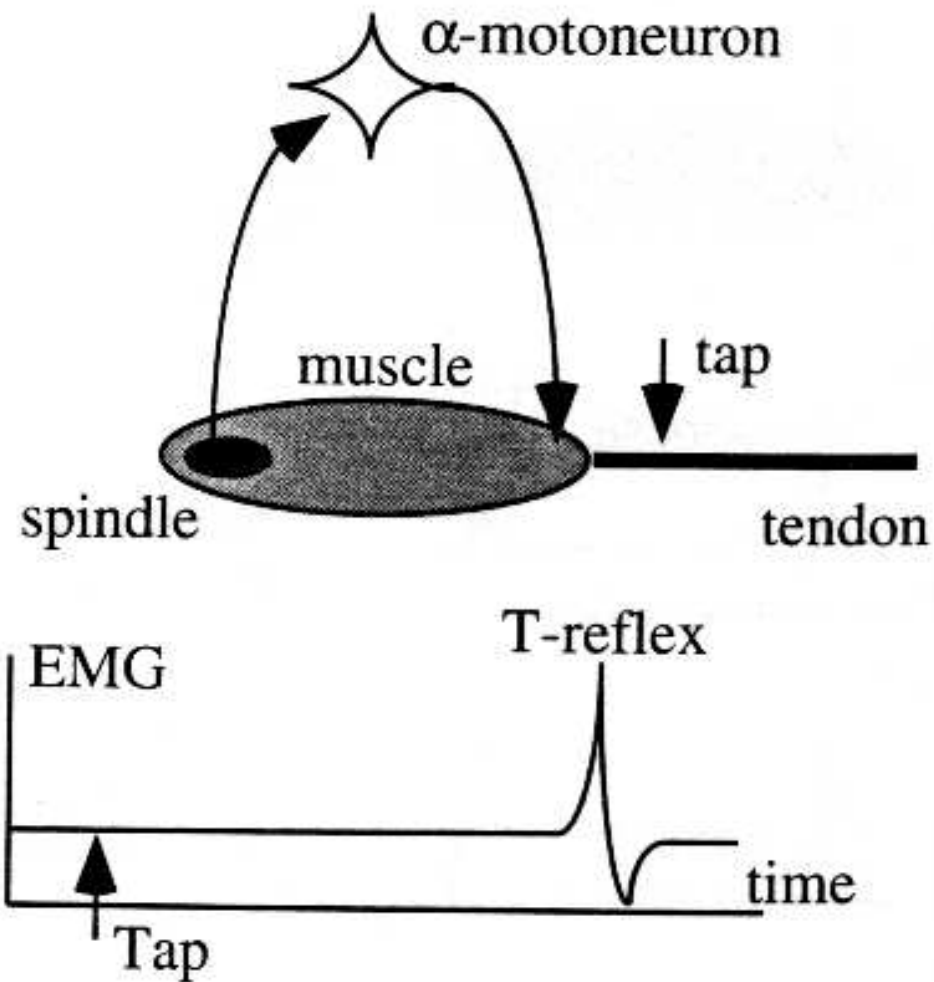


Figure 8.8 A tendon tap excites spindle endings and may induce a monosynaptic reflex contraction (T-reflex). Its reflex pathway is the same as for the H-reflex.

Závěr

pro vědecké účely: vždy sestavit hypotézu, teprve potom vymýšlet co a jak měřit !!!!!

- před měřením znát děje, které měříme a k tomu přizpůsobit nastavení přístroje (zesílení, A/D, vzorkovací frekvence)
- rozhodnout zda-li použít filtr analogový či digitální
- vždy použít zobrazení „nativního“ analogového signálu pro kontrolu digitalizace (osciloskop)
- znát přesné parametry a limity přístroje
- **DOBŘE** znát způsoby jak získané „křivky“ zpracovávat a hodnotit
- o důležitosti standardní metodologie (očištění kůže, lepení elektrod, atd.) **doufám** není nutno ani hovořit
- vždy mít možnost uložit a dále zpracovávat nativní data

Při dodržení všech zásad se můžeme těšit na takovéto výsledky...

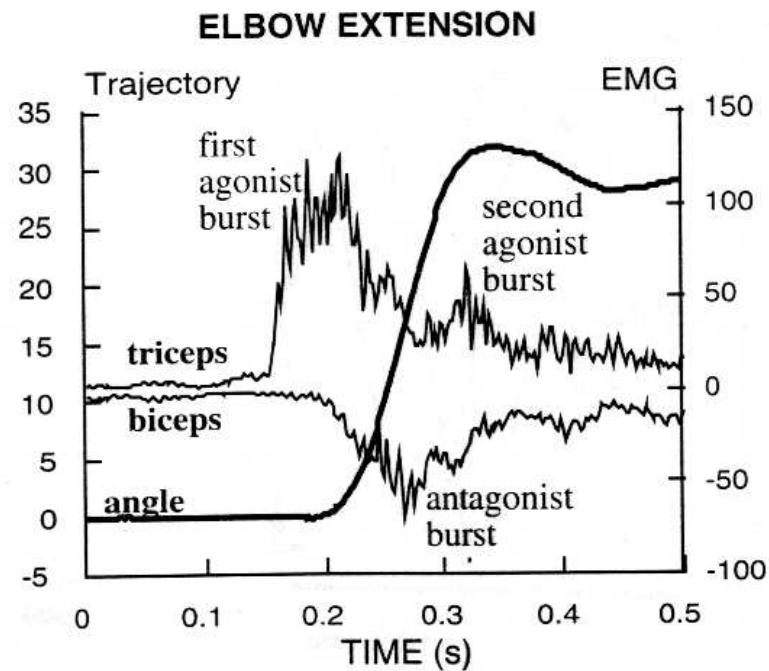


Figure 11.3 The triphasic EMG pattern begins with a burst of activity in the agonist muscle (triceps), followed by an antagonist burst (biceps; its EMG is inverted for better visualization), which sometimes is followed by a second agonist burst. Note that the first agonist burst starts several tens of milliseconds prior to joint trajectory.

Adapted, by permission of Cambridge University Press, from M.L. Latash and J.G. Anson, 1996, "What are normal movements in atypical populations," *Behavioral and Brain Science*, 19: 57. © 1996 Cambridge University Press.

Doporučená literatura

- DeLuca C, <http://www.delsys.com/library/library.htm>
- Svatoš J., Biologické signály I, ČVUT 1998
- Katz B., Nerve, muscle and synapse, 1966
- Basmajian JV, Muscle alive, 1985
- Latash M, Neurophysiological basis of movement, 1998
- Polikar R, The wavelet tutorial
<http://www.public.iastate.edu/~rpolikar/WAVELETS/WTutorial.html>
- www.humankinetics.com