

Měření rychlosti vedení nervového vzruchu ulnárním nervem

Úvod

Elektromyografie (EMG) je vyšetřovací metoda, která se používá pro měření elektrické aktivity svalu a nervu, který daný sval řídí. Měření elektrické aktivity svalu a nervu pomáhá určit přítomnost poškození svalové tkáně nebo nervu. Při poranění nervu lze pomocí EMG určit nejen místo, ale i rozsah poškození.

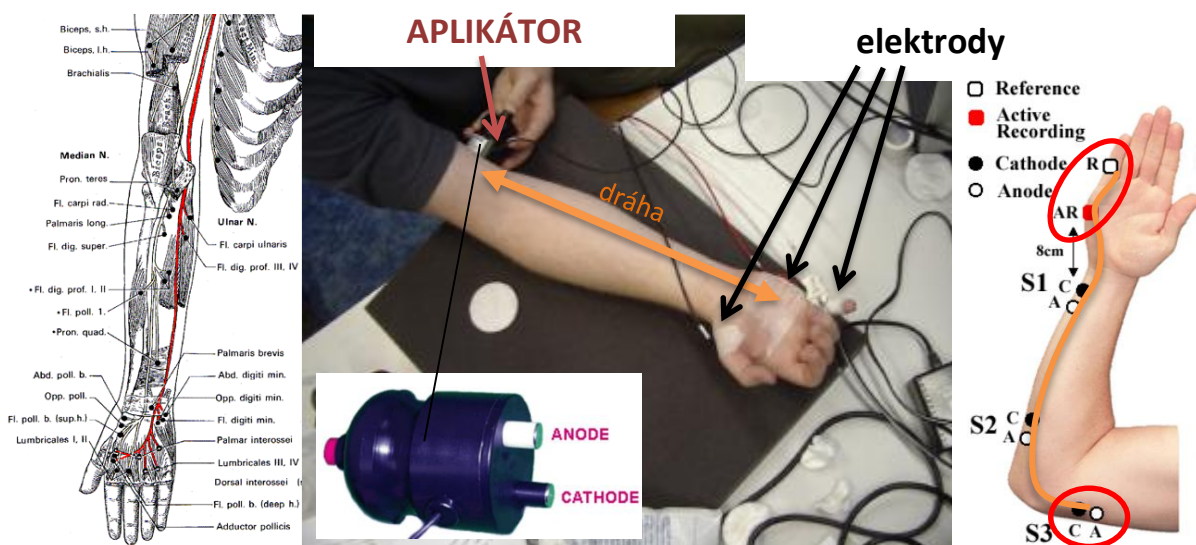
Pomocí páru elektrod umístěných na kůži aplikujeme krátké elektrické impulsy (1 ms) a sledujeme elektromyografickou odpověď svalu (MEP). Latence odpovědi závisí na rychlosti vedení akčního potenciálu v periferním nervu, která je přibližně 50 až 100 m/s, avšak rychlost vedení vykazuje velkou individuální variabilitu. Rychlost vedení nervu zpravidla odráží vodivost nejrychlejšího nervového vlákna, obvykle pohybových neuronů.

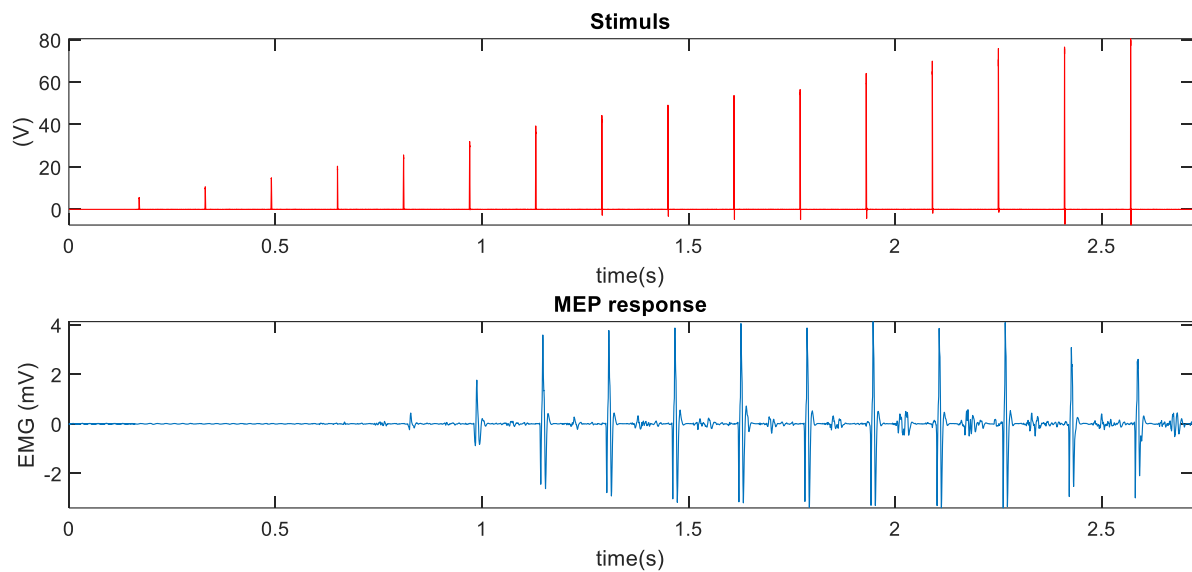
Poznámka: Aplikaci nervového podnětu (<100 V) doprovází krátké píchnutí nebo brnění a záškub svalu. Měření může být proto nepříjemné, avšak není zdraví škodlivé a splňuje platné bezpečnostní normy. Studenti se mohou rozhodnout pro podstoupení uvedené demonstrace zcela dobrovolně.

Pořízení biologických signálů:

Měření a hodnocení rychlosti vedení periferních nervů provedeme pomocí systému Biopac a externího stimulatoru BSLSTM Triger.

1. Na jedné ruce očistíme povrch kůže a nalepíme elektrody
 - malíček – negativní referenční elektroda (bílá)
 - hrana dlaně – pozitivní aktivní elektroda (červená)
 - hřbet ruky – zemnicí elektroda (černá)
2. Bipolární aplikátor přiložíme pět centimetrů nad loketní kloub na vnitřní stranu paže nad dráhu n. ulnaris (bílá anoda proximálně – směrem k tělu)
 - Pro dobrý kontakt použijte vodivý gel; přílišné množství může způsobit vodivý most (zkrat elektrod)
3. Postupně zvyšujeme napětí stimulačních impulsů od 20V (krok 5V) a zaznamenáváme elektromyografické odpovědi.
4. Změřte vzdálenost mezi aplikátorem a měřicími elektrodami





Praktické úkoly:

1. Detekujte motorické evokované odpovědi MEO a vypočtete časové zpoždění od stimulace.
Využijte detekčních algoritmů na základě:
 - prahováním usměrněného signálu
 - prahováním výkonové obálky signálu
 - trojúhelníkovým detektorem
2. Spočtete průměrnou rychlost vedení ulnárního nervu
3. Porovnejte stabilitu výsledků jednotlivých detekčních algoritmů

Struktura dat: `fs=50 kHz`

1. sloupec ... čas [s]
2. sloupec ... stimulační pulzy [V]
3. sloupec ... EMG (0.5 – 5 000 Hz) [mV]
4. sloupec ... EMG (30 – 1 000 Hz) [mV]

Pozn.: v některých souborech může chybět 1. časový sloupec, proto je nutno jej dopočítat ze vzorkovacího kmitočtu `fs`.

Nápověda k postupu:

Segmentujte jednotlivé úseky MEP mezi stimulacemi a analyzujte je separátně:

```
segment=EMG(start:stop); % jedna relazace MEP
```

Prahování usměrněného signálu

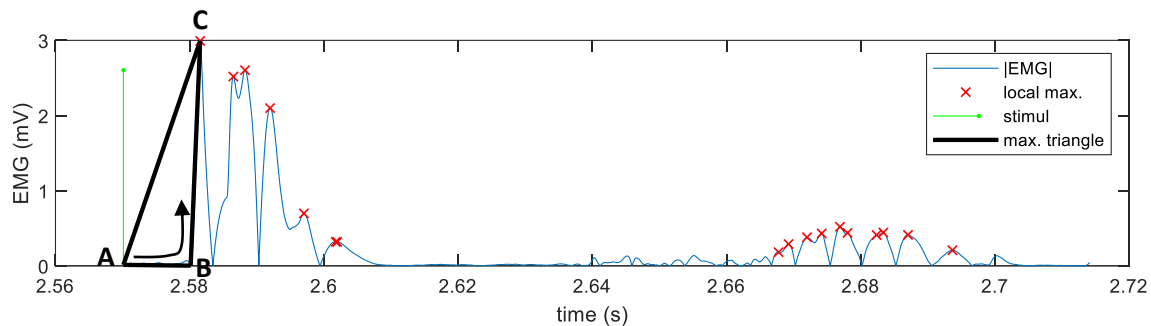
```
th=0.2; % práh 0.2 mV  
idx=find(abs(segment)>th,1);
```

Výkonová obálka:

- výkon: $P = \text{segment}.^2$;
- jednoduchý integrátor: $b=1$; $a=[1 \ z]$;
% $z \in (-1;0)$ zvolte vhodnou hodnotu, např. -0.98
 $\text{envelope}=\text{filtfilt}(b,a,P)$;
- odhadněte první odpověď na základě vhodným prahováním obálky

Trojúhelníkový detektor:

- vrchol **A** je na začátku MEP segmentu $A=[a_x, a_y]$;
- najděte první lokální maximum v usměrněném signálu, vrchol **C**
- pohybujte vrcholem **B** po signálu od **A** do **C**
- pro každé **B** spočítejte plochu: $S = \frac{1}{2} |(c_x - a_x)(b_y - a_y) - (c_y - a_y)(b_x - a_x)|$;
- maximální argument funkce plochy $S(b_x)$ signalizuje začátek MEP



```
% první lokální maximum  
[amp,lmax]=findpeaks(abs(segment)); % všechna lokální maxima  
lmax=lmax(amp>0.05*max(abs(segment))); % lokální maxima >5% maxima MEP  
lmax=lmax(1); % index prvního maxima  
  
% trojúhelník -----  
ax=1; % x-koordinát vrcholu A  
ay=abs(segment(1)); % y-koordinát vrcholu A  
cx=lmax; % x-koordinát vrcholu C  
cy=abs(segment(lmax)); % y-koordinát vrcholu C  
  
% plocha trojúhelníku S=f(B)  
S=[];  
for k=1:lmax % od A do C  
    bx=k; % x-koordinát vrcholu B  
    by=abs(segment(k)); % y-koordinát vrcholu B  
    S=[S,0.5*abs((cx-ax)*(by-ay)-(cy-ay)*(bx-ax))]; % plocha  
end  
[~,bx_max]=max(S); % x-koordinát vrcholu B s maximální plochou trojúhelníku
```

Užitečné funkce:

findpeaks, find, filtfilt, max