

ACCELERATION AND MOTION OF UPPER LIMBS

Adam Novotný

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xnovot92@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jana Bardoňová

E-mail: bardona@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

The main goal of this work is to evaluate influences of different weight (and different acceleration) to an electrical signal which is produced by human muscles. Method called electromyography (EMG) is used to solve this problem and the statistic studies based on the pair t-test are also used. In the last part of this work, which used the statistic studies, an automatic detector of EMG parameters is created.

1. ÚVOD

Každý lidský pohyb je doprovázen svalovou aktivitou. Tato svalová aktivita je vyvolávána elektrickou aktivitou jednotlivých motorických jednotek, motoneuronů, které sumací vytvářejí celkovou elektrickou aktivitu daného svalu. Elektromyografie, doplňková vyšetřovací metoda, umožňuje tento elektrický signál zaznamenávat.

Tato práce je zaměřena na sledování vztahu mechanické a elektrické aktivity svalu. K řešení této otázky byl proveden níže popsáný experiment a následovalo vyhodnocení a statistická studie.

2. ELEKTROMYOGRAFIE (EMG)

Elektromyografie je metoda měření elektrické aktivity svalů a je používána v lékařství jako doplňková diagnostická metoda. Informace o elektrické aktivitě svalu se využívá také pro terapeutickou metodu EMG biofeedback, kdy je využívána biologická zpětná vazba např. pro pórázové stimulaci svalu. Podstatou elektrické aktivity je výměna iontů v buňkách, které jsou ve svalové skupině aktivovány. Svalová vlákna tvoří tzv. motorické jednotky a několik motorických jednotek dohromady tvoří celý sval. Při aktivaci svalu je signál z mozku přenesen právě do těchto jednotek, které jsou následně aktivovány a právě tato aktivace je doprovázena iontovou výměnou a tedy vznikem elektrické aktivity.

2.1. EXPERIMENT

U skupiny 10 náhodně vybraných lidí zaznamenat EMG průběhy podle následujícího zadání. Sledovaným svalem je dvojhlavý sval pažní.

- Měření EMG signálu bez zátěže a při kontrakci (pohybu střídavá flexe-extenze) loketního kloubu svalu přibližně jedenkrát za sekundu.

- Měření zrychlení s použitím akcelerometru souběžně s EMG signálem v závislosti na různých rychlostech kontrakcí, tedy na zrychlení paže.
- Záznam elektrické aktivity při postupně se zvyšující zátěži a tím pádem měnící se vykonané mechanické práci paže. Hmotnost zátěže je v rozmezí 1-3 kg.
- Srovnání rozdílu mezi dominantní a nedominantní paží pro zátěž 3 kg.

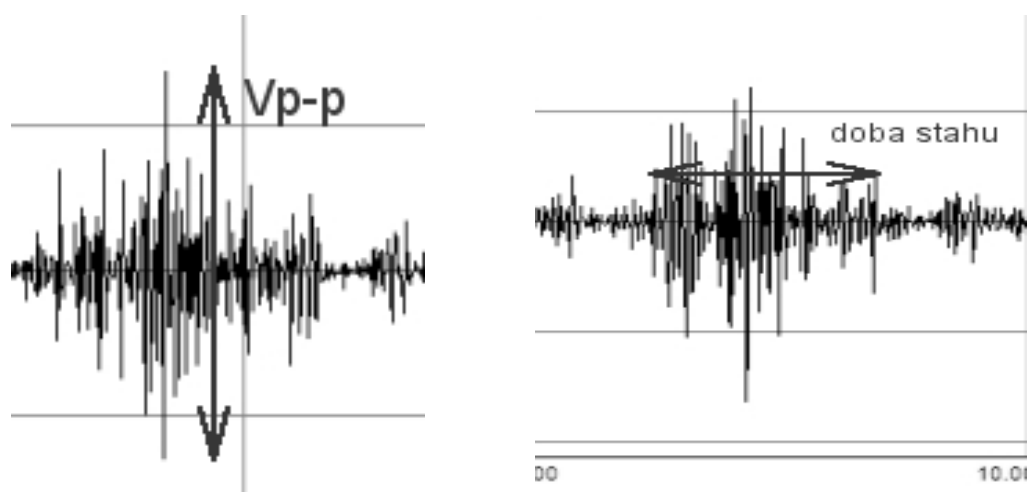
2.2. MĚŘENÍ A ZPRACOVÁNÍ EMG PRŮBĚHŮ

K měření byl použit měřicí systém BIOPAC a jeho software AcqKnowledge. Hardwarové nastavení přístroje pro úpravu signálu bylo následující: zapnut filtr síťového rušení a 500 násobné zesílení. Ostatní úpravy bylo nutné provést softwarově. Jedná se zejména o filtraci pohybových artefaktů – k tomu posloužil filtr typu horní propust s mezní frekvencí 25 Hz. Dále pro některá měření bylo nutné upravit signál do formy tzv. integrovaného EMG (jedná se vlastně o obálku z absolutní hodnoty signálu) a také získat spektrum.

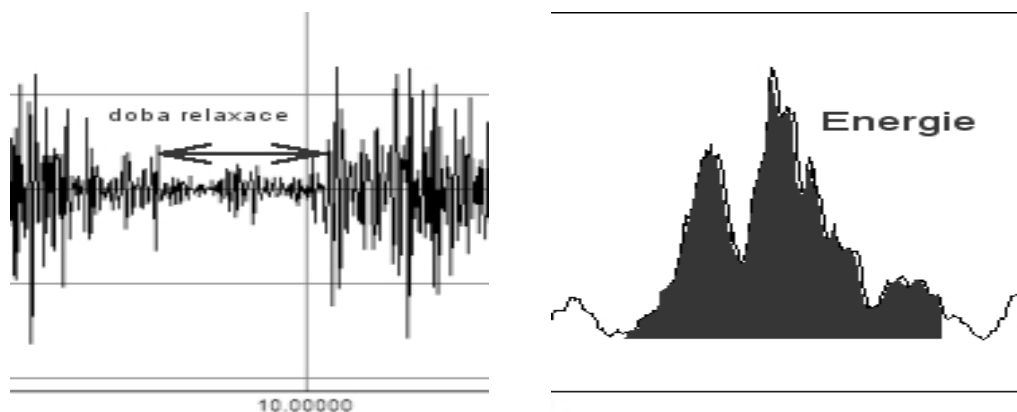
2.3. VYHODNOCOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

K vyhodnocování byly využity parametry EMG signálu: napětí špička-špička, doba stahu, doba relaxace, energie stahu a maximální složka ve spektru. Napětí špička-špička hodnotí celkový napěťový rozsah při stahu svalu, doba stahu určuje čas po kterou je sval aktivován. Opakem doby stahu je doba relaxace, která udává čas relaxace svalu, tj. čas kdy není zaznamenávána žádná větší svalová aktivita. Energie stahu hodnotí energii vykonanou svalem, pro jednoduchost se jedná o obsah plochy pod křivkou integrovaného EMG (jednotkou je tedy V/s). Posledním hodnoceným parametrem je velikost a frekvence maximální spektrální čáry v amplitudově-frekvenčním spektru. Parametry jsou uvedeny na obrázcích číslo 1 a 2 (kromě maximální složky ve spektru).

Samotná statistická studie probíhala v následujících krocích. Sledované parametry byly odečteny z 10 po sobě jdoucích úseků (opakující se výrazné projevy elektrické aktivity) a zprůměrnovány. Takto byl získán soubor 10 hodnot pro každý parametr odpovídající jednotlivým měřeným jedincům, a další soubor 10 hodnot byl získán za jiné situace (jiná zátěž, jiné zrychlení). Získaná data byla statisticky zpracována pomocí párového t-testu, pro daný test. Byla-li t-hodnota menší než kritická, vliv zátěže nebyl prokázán a naopak, pokud byla p-hodnota větší než kritická, byl prokázán vliv. Tímto způsobem bylo testováno hned několik hypotéz.



Obrázek 1: Napětí špička-špička a doba stahu (úseky dlouhé cca 1 s, napětí je v mV)



Obrázek 2: Doba relaxace a energie stahu (úseky dlouhé cca 1 s, napětí je v mV)

3. ANALÝZA EMG SIGNÁLŮ

Pro jednodušší práci s daty byl vytvořen program pro zobrazování a automatickou analýzu EMG průběhů. Program umožňuje prohlížení a prezentaci EMG signálů (zobrazuje dva průběhy pro srovnání EMG se zátěží a bez zátěže) a to ve zvolené formě (filtrované, nefiltrované, integrované EMG a spektrum). Dále program nabízí možnost detailního zobrazení vybraného úseku signálu, které je doplněné o výpočet parametrů v tomto intervalu. Nejvýznamnější funkcí programu je ale automatický výpočet průměrných parametrů signálu: napětí špička-špička, doba stahu, doba relaxace, energie stahu. Výsledky výpočtu jsou ihned zobrazeny pod průběhy signálů.

4. ZÁVĚR

Z provedeného experimentu vyplývají tyto výsledky: napětí špička-špička roste se zvětšující se zátěží a s větším zrychlením (ale ne lineárně, růst napětí se spíše blíží logaritmické funkci, $p < 0,05$), také energie stahu roste s větší zátěží a zrychlením ($p < 0,05$). Doba relaxace se vlivem jakékoliv zátěže zkrátí ($p < 0,05$), ale nebyla prokázána souvislost mezi velikostí zátěže a zkracováním této doby. U zbylých dvou parametrů, tj. doby stahu a maximální spektrální složky, nebyl prokázán žádný vliv zátěže. Vytvořený program mnohonásobně usnadňuje práci s EMG signály a automatické analýzy je možné využít v přístrojích využívající EMG signály – například myostimulátory s biologickou zpětnou vazbou.

LITERATURA

- [1] Biopac [online]. MP System BIOPAC Hardware Guide, User's Manual, BIOPAC System, Inc., 2004
- [2] Biopac [online]. MP System BIOPAC Software Guide, User's Manual, BIOPAC System, Inc., 2004
- [3] Neznámý autor. *Elektromyografie* [online]. Dostupné na WWW: <http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/biomechanika>.