

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU**

**Analýza zapojení svalů horní končetiny při hře
na bicí nástroje**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.

Vypracovala

Bc. Lenka Štumpfová

Praha, srpen 2015

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně, pod odborným vedením PhDr. Terezy Novákové, Ph.D., a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne
25. 8. 2015

Lenka Štumpfová

.....

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala PhDr. Tereze Novákové, Ph.D., vedoucí práce, za odborný dohled a cenné rady. Za pomoc s technickým vybavením, realizací celého měření a za pomoc s vyhodnocením měření děkuji Ing. Petru Kubovému a Doc. MUDr. Jakubu Otáhalovi, Ph.D. Dále bych velmi chtěla poděkovat všem, kteří mě podporovali při vzniku této práce.

Abstrakt

Název: Analýza zapojení svalů horní končetiny při hře na bicí nástroje.

Cíle: Tato práce si klade za cíl zpracovat a shrnout poznatky týkající se hry na bicí nástroje a nejčastějších onemocnění horních končetin u bubeníků. Hlavním cílem je analyzovat a porovnat zapojení svalů či svalových skupin pravé horní končetiny při hře na bicí nástroje.

Metody řešení: V teoretické části je problematika zpracována na úrovni rešeršního a teoretického přehledu poznatků české i zahraniční literatury. Praktická část je věnována vyhodnocení povrchové elektromyografie a 3D kinematické analýzy ze záznamů měření jednoho probanda při hře na bicí nástroje za stanovených podmínek.

Výsledky: Výsledky měření prokázaly, že při hře forte na hi-hat, snare drum a floor tom se nejvíce aktivuje m. biceps brachii, při hře piano m. extenzor carpi uln. Nejméně aktivní byla skupina flexorů zápěstí, a to při všech měření. Mimo tyto svaly byl ještě měřen m. extenzor carpi rad., který byl svou aktivitou vždy na druhém místě. Nepodařilo se prokázat, že by změny svalové aktivity úzce souvisely se změnami úhlů lokte a zápěstí. Jelikož byla studie prováděna pouze s jedním probandem, nemůžeme prohlásit, že jsou tyto výsledky obecně platné.

Klíčová slova: onemocnění horních končetin bubeníků, bicí nástroje, povrchová elektromyografie, 3D kinematická analýza

Abstract

Title: Analysis of upper limbs muscles involvement during playing the drums.

Objectives: The aim of this thesis is to compile information about playing the drums and summarize the most frequent musculoskeletal disorders of upper extremities of these musicians. The main aim is analyzing and comparing the involvement of muscles or muscles groups of the right upper limb while drumming.

Methods: The theoretical part follows up the given issue as a research and theoretical overview of the current findings based on czech and foreign literature. The practical part is dedicated to evaluation of surface electromyography and 3D kinematics analyses of movements while drumming under specified conditions of one single proband.

Results: Results of measurement demonstrate that m. biceps brachii is the most active muscle during playing on hi-hat, snare drum and floor tom with forte dynamics and m. extensor carpi uln. is the most muscle active during play with piano dynamics. Wrist flexors were the least active during all measurements. M. extensor carpi rad. was measured too and its activity was on second place. A close relation between changes of muscles activity and changes of angles of the elbow and wrist have not been established in this study. This research was implemented only with one proband so the results can not be stated as generally valid.

Keywords: diseases of the upper limbs of drummers, percussion instruments, surface electromyography, 3D kinematics analyses

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Teoretická východiska práce.....	12
2.1 Anatomie a biomechanika horní končetiny.....	12
2.1.1 Pletenec horní končetiny a ramenní kloub.....	12
2.1.2 Loketní kloub a předloktí.....	13
2.1.3 Ruka a zápěstí.....	13
2.2 Svalové smyčky a zřetězení.....	14
2.2.1 Svalové smyčky mezi trupem a lopatkou.....	14
2.2.2 Svalové smyčky mezi trupem a ramenním pletencem.....	14
2.2.3 Svalové smyčky na horních končetinách.....	14
2.3 Držení paliček a mechanismus úderu.....	15
2.4 Bicí souprava.....	15
2.5 Bubenické paličky.....	17
2.6 Nejčastější onemocnění horních končetin u bubeníků.....	17
2.6.1 Tendinitidy a tendosynovialitidy.....	17
2.6.2 Syndrom karpálního tunelu.....	18
2.6.3 Epikondylitidy.....	18
2.6.4 Fokální dystonie.....	19
2.7 Související výzkumy.....	20
2.8 Kinematická analýza.....	21
2.8.1 Umístění kamer.....	22
2.8.2 Značky pro identifikaci vybraných bodů.....	22
2.8.3 Vyhodnocení záznamu a transformace dat.....	23
2.9 Elektromyografie.....	23
2.9.1 Povrchová elektromyografie.....	24
2.9.2 Elektrody.....	24
2.9.3 Zpracování EMG signálu.....	24
3 Cíle a úkoly práce, výzkumné otázky, hypotézy.....	25
3.1 Cíl práce.....	25
3.2 Úkoly práce.....	25
3.3 Výzkumná otázka.....	25
3.4 Hypotézy.....	25
4 Metodika práce.....	26
4.1 Základní použitý metodologický princip.....	26
4.2 Výzkumný vzorek.....	26
4.3 Použité metody a postupy.....	26
4.4 Průběh experimentu.....	27
4.4.1 Výchozí postavení pravé horní končetiny.....	29
4.5 Analýza a zpracování dat.....	30
5 Výsledky.....	31
5.1 Měření 1.....	31
5.2 Měření 2.....	33
5.3 Měření 3.....	35
5.4 Měření 4.....	36
5.5 Měření 5.....	38
5.6 Měření 6.....	39
5.7 Porovnání výsledků.....	41
6 Diskuze.....	46

6.1 Diskuze k hypotéze 1.....	47
6.2 Diskuze k hypotéze 2.....	47
6.3 Diskuze k hypotéze 3.....	48
6.4 Faktory související s výsledky studie.....	48
6.5 Rozsah platnosti.....	49
7 Závěr.....	50
Použitá literatura.....	51
Přílohy.....	59

Seznam použitých zkratk

3D – trojdimenzionální
ant. – anterior
č. – číslo
EEG – elektroencefalografie
EMG – elektromyografie
et al. – a kolektiv
inf. – inferior
kol. – kolektiv
m. – musculus
maj. – major
max. – maximus
med. – medialis
min. – minor
min. – minuta
mm. – musculi
např. – například
PHK – pravá horní končetina
proc. – processus
rad. – radialis
s. – sekunda
s. – strana
sup. – superior
tzv. – takzvaná
uln. – ulnaris

1 Úvod

Hudba provází lidstvo odnepaměti a je úzce propojená s naším vnímáním a prožíváním. Každý z nás téměř denně hudbu poslouchá, vytváří nebo jen v hlavě slyší určité melodie. Někteří lidé ji vnímají jako způsob relaxace, jiní ji přikládají duchovní či rituální význam a pro některé neodmyslitelně patří k jejich životu. Využívá se i k léčení. Účinky muzikoterapie zná lidstvo mnohá staletí a údajně již ve Starém zákoně jsou zmínky o spojení hudby a medicíny. Vnáší nám do života motiv posvátnosti, výjimečnosti a nevšednosti. Působí na náš limbický systém a její poslouchání nám může navodit pocit štěstí, uvolnění nebo naši mysl přenést do „vyšších sfér“. Někdy si ani neuvědomujeme, že na nás některé situace velmi emotivně působí právě díky přítomnosti hudby. Muzikologové tvrdí, že existují kultury bez znalosti písma nebo malířství, ale že nejsou známy kultury bez hudby.

Hraní na hudební nástroj vyžaduje velmi přesnou koordinaci pohybů, kterou je třeba dlouho a pravidelně trénovat. Poloprofesionální a profesionální muzikanti cvičí na hudební nástroj i několik hodin denně. To může vést k přetěžování pohybové soustavy, velmi často jednostrannému, které se může projevit jako různá muskuloskeletální onemocnění. V Čechách se na prevenci a rehabilitaci hudebníků klade velmi malý důraz. Muzikanti by měli být poučováni o správném držení těla a důležitosti zařazování kompenzačních cvičení. To platí jak pro profesionální hráče, studenty konzervatoří, tak žáky základních uměleckých škol.

Toto téma jsem si vybrala z toho důvodu, že se již od dětství pohybuji mezi muzikanty, sama hraji na nástroje a mezi mými přáteli je několik bubeníků i dalších profesionálních hudebníků. Protože mě mnozí z nich začali oslovovat kvůli problémům s muskuloskeletálním systémem, začala jsem se na hru na nástroje dívat i z pohledu fyzioterapeutky a uvědomovat si, jak moc je při rehabilitaci muzikantů potřebný komplexní přístup.

Hra na bicí nástroje je velmi náročná fyzická činnost a jak již bylo řečeno, pravidelné cvičení s sebou nese zvýšené požadavky na pohybový aparát. Specifikem je, že oproti hře na jiné nástroje jsou tyto nároky kladeny na celé tělo. Bubeník při hře sedí, často velmi špatně, a využívá horní i dolní končetiny, kdy každou z nich dělá jiný pohyb.

Cílem mé práce je analyzovat a porovnat zapojení svalů či svalových skupin horní končetiny při úderu paličkou ve dvou dynamikách ve třech polohách pravé horní

končetiny na zvolené části bicí soupravy.

Má práce by měla vést k lepšímu pochopení průběhu pohybu při hře na bicí nástroje, což by mělo napomoci při výběru kompenzačních cvičení pro prevenci onemocnění horních končetin, případně usnadnit postup při případné rehabilitaci bubeníků.

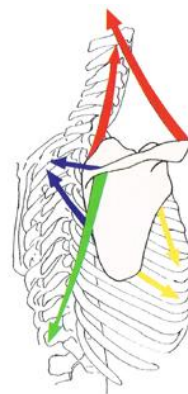
2 Teoretická východiska práce

2.1 Anatomie a biomechanika horní končetiny

„Horní končetina je v podstatě komunikační orgán, který nám umožňuje spojení s okolím i s vlastním tělem.“ (Dylevský, 2009, s. 99) Využíváme jí k sebeobsluze, práci a při udílení nebo přijímání kinetické energie (Véle, 2006). I když se funkce horní končetiny výrazně liší od funkce dolní končetiny, jejich stavba je velmi podobná. Připojení horní končetiny k osovému orgánu je ovšem značně volnější a umožňuje tak větší rozsah pohybů. (Dylevský, 2009, Véle, 2006).

2.1.1 Pletenec horní končetiny a ramenní kloub

Pletenec horní končetiny tvoří spojení mezi osovým orgánem a horní končetinou (Véle, 2006). Někteří autoři popisují pletenec a ramenní kloub zvlášť, ovšem z funkčního hlediska je lépe je popisovat a chápat dohromady. Celý pletenec tvoří čtyři kosti: lopatka, klíční kost, humerus a sternum. Můžeme tu najít dva typy skloubení. Tzv. pravé, synoviální klouby jsou akromioklavikulární, sternoklavikulární a glenohumerální. Jakési nepravé, volné, funkční spojení je skapulotorakální a subdeltové, kde sice přímo neartikulují kostní struktury, ale dochází tu k tření ploch, a tudíž to může být zdroj obtíží (Biomechanika, 2012b, Čihák, 2008, Dylevský, 2009, Véle, 2006). Ve složeném sternoklavikulárním kloubu dochází k pohybům v rovině horizontální, frontální i k rotaci kolem podélné osy, ale jde spíše o drobné posuny. Pohyby v plochém akromioklavikulárním kloubu jsou samostatně pouze minimální posuny, které doplňují pohyby v sternoklavikulárním kloubu. Klíční kost se pohybuje s lopatkou jako jeden funkční celek (Biomechanika, 2012b, Dylevský, 2009). Funkční torakoskapulární spojení je vytvořeno vmezeřením řídkého vaziva, které vyplňuje štěrbinu mezi svaly lopatky a hrudní stěnou. Je tak umožněn klouzavý posun lopatky. Pohyby lopatky tedy jsou retrakce, elevace, deprese, protrakce a antevertze. Svaly, které tento pohyb provádějí, jsou m. trapezius, mm. rhomboidei, m. levator scapulae a m. serratus ant. (Dylevský, 2009). Glenohumerální (ramenní) kloub je kulovitý volný kloub s největším rozsahem pohybů z celého těla. Značná volnost pohybů je alespoň částečně omezená tahem svalů rotátorové manžety, ale i tak se často setkáváme s luxací



Obr. 1 Pohyby lopatky
(Dylevský, 2009)

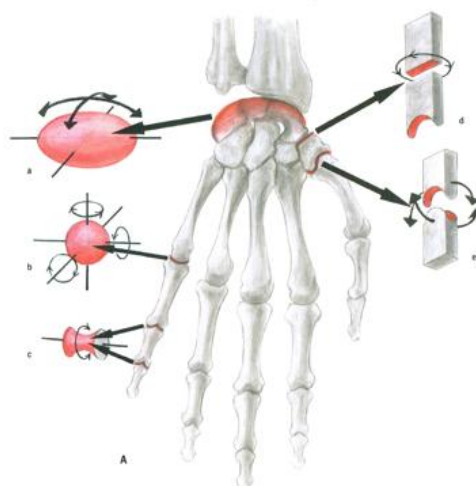
ramenních kloubů. Pohyby v ramenním kloubu jsou flexe, extenze, abdukce, addukce, vnitřní a zevní rotace a elevace, což je pokračování abdukce nad 90°. Lopatka se účastní všech těchto pohybů, kromě rotací. Svaly, které pohyby v ramenním kloubu provádějí jsou m. deltoideus, m. pectoralis maj. et min., m. latissimus dorsi a svaly rotátorové manžety.

2.1.2 Loketní kloub a předloktí

Loketní kloub je složitý kloub. Pro aktivity denní potřeby je velice důležitý, protože umožňuje přiblížit ruku k ústům a rotaci ruky kolem předloktí, což je důležité pro manipulaci (Véle, 2006). Kostí předloktí, radius a ulna, jsou proximálně skloubené s humerem a distálně s kostmi zápěstí (Čihák, 2008). Můžeme tu najít kladkový humeroulnární kloub, kulový humeroradiální kloub a kolový radioulnární proximální kloub (Biomechanika, 2012a). Rozsahy základních pohybů v loketním kloubu jsou flexe – extenze cca 150° a pronace – supinace cca 180° (Véle, 2006). Svaly paže jsou m. biceps brachii, m. coracobrachialis, m. brachialis a m. triceps surae. Svaly předloktí zahrnují tři skupiny svalů: přední skupinu, laterální skupinu a dorsální skupinu (Čihák, 2008).

2.1.3 Ruka a zápěstí

Je sice možné zápěstí a ruku anatomicky rozlišovat, ale z funkčního hlediska je nutné na ně pohlížet jako na jeden celek (Véle, 2006). Zápěstí je tvořeno dvěma řadami karpálních kůstek, sestavenými v dorzálně vyklenutý celek. Tyto kůstky tak spolu s dalšími vytvářejí skloubení radiokarpální, mediokarpální, karpometakarpální a navzájem mezi sebou mezičlánkové klouby (Čihák, 2008). Výsledkem spojení těchto skloubení je kulovitý nebo spíše elipsovitý kloub se středem otáčení v os capitatum (Biomechanika, 2012c). Ruku dále tvoří pět metakarpů, které distálně navazují na zápěstí (karpus), a 14 článků prstů neboli phalangů. Skupiny svalů ruky jsou: svaly thenaru, svaly hypothenaru, mm. limbricales a mm. interossei (Čihák, 2008).



Obr. 2 Pohybové možnosti kloubů ruky
(Čihák, 2008)

2.2 Svalové smyčky a zřetězení

„Svalovou smyčku tvoří skupina dvou nebo i více svalů upínajících se na vzdálená pevná místa kostry. Mezi těmito svaly je zavěšen pohyblivý kostní segment.“ (Véle, 2012, s. 177) „Svalový řetězec vzniká vzájemnou přímou fyzikální vazbou skupiny svalů propojených mezi sebou svalovými, vazivovými, fasciálními, šlachovými i kloubními strukturami do dlouhého řetězce, jehož funkce je řízena z CNS.“ (Véle, 2012, s. 178)

2.2.1 Svalové smyčky mezi trupem a lopatkou

Dle Véleho (2012) jsou mezi lopatkou a trupem, tedy mezi lopatkou, žebry a obratli, čtyři svalové smyčky, které tvoří dynamický závěs lopatky. Smyčku pro abdukcii a addukci lopatky tvoří páteř – mm. rhomboidei – lopatka – m. serratus anterior – hrudník, smyčku pro depresi a elevaci lopatky pak hlava – m. trapezius sup. – lopatka, krční páteř – m. levator scapulae – lopatka a hrudní páteř – m. trapezius inf. – lopatka. Smyčka pro depresi a elevaci ramene obsahuje žebra – m. pectoralis min. – lopatku – m. trapezius sup. – m. levator scapulae – obratle. Smyčku fixující lopatku tvoří obratle – m. trapezius (med.) – lopatka – m. serratus ant. - žebra.

2.2.2 Svalové řetězce mezi trupem a ramenním pletencem

Svalový řetězec mezi paží a hrudníkem je hrudník – m. pectoralis maj. – humerus – m. latissimus dorsi – hrudník. Dlouhý zkřížený řetězec na zadní straně trupu tvoří humerus jedné strany – m. latissimus dorsi – fascia thoracolumbalis – páteř – crista iliaca druhé strany – fascia glutea – m. gluteus max. – fascia lata – m. tensor fasciae latae – koleno druhé strany. Dlouhý zkřížený řetězec na přední straně trupu obsahuje humerus jedné strany – m. pectoralis maj. – fascie přední plochy hrudníku – přechází přes fascie přímých břišních svalů na druhou stranu – mm. obliqui abdominis – ligamentum inguinale – fascie stehenní – fascia lata – m. tensor fasciae latae – koleno druhé strany (Véle, 2012).

2.2.3 Svalové řetězce na horních končetinách

Řetězce mezi hrudníkem a horní končetinou tvoří lopatka – m. supraspinatus – humerus – m. biceps brachii – předloktí a lopatka – m. coracobrachialis – humerus – m. triceps brachii – předloktí. Flekčně extenční řetězce ruky obsahují svaly mm. lumbricales, mm. interossei, m. extenzor carpi ulnaris, mm. extenzor carpi radialis longus et brevis, m. extenzor digitorum communis a flexory prstů (Véle, 2012).

2.3 Držení paliček a mechanismus úderu

Les Wrigth, bubeník v kapele Royal Air Force, v rozhovoru v knize *The musician's Hand* uvádí, že správný úchop paličky a příslušná cvičení jsou velice důležité. A pokud se je bubeník naučí správně, nebude pak mít problém s bolestivými stavy horních končetin (Winspur, Wynn Parry, 1998).

Na bicí soupravu se většinou hraje paličkami nebo metličkami. Držení se rozděluje na dva základní způsoby: shodné (Matched grip) a konvenční. Pro konvenční nebo také jazzové držení je typické, že levá ruka drží paličku odlišně od pravé (Červenka, 2005b). Protože tento úchop nebude během výzkumu používán, nebudou zde uvedeny další podrobnosti.

Shodný úchop, kdy jsou paličky drženy totožně, se dále rozlišuje na německé, francouzské a americké držení (Červenka, 2005b, Zima, 2012). Pro experiment je nejdůležitější vědět, že při německém držení je předloktí více v pronaci, u francouzského ve středním postavení. Americké držení je kombinací německého a francouzského a je v současnosti patrně nejpoužívanější. Předloktí je při něm drženo v mírné pronaci (asi 20°) (Červenka, 2005b, Zima, 2012).



Obr. 3 Shodné držení (Jak hrát na bicí)



Obr. 4 Jazzové držení (Jak hrát na bicí)

2.4 Bicí souprava

„Bicí nástroje jsou ty hudební nástroje, jejichž zvuk nebo tón vzniká úderem paliček, ruky nebo prstů do napjatých blan nebo přímo na jejich stěny.“ (Kotek, 1983, s. 11) Obecně je lze považovat za vůbec nejstarší hudební nástroje. Různé bicí nástroje se objevují ve vykopávkách, na nástěnných malbách i starých obrazech především v Asii a Africe (Kotek, 1983).

Bicí nástroje se rozdělují podle zvukové podstaty a druhu materiálu, ze kterého jsou jednotlivé nástroje vyrobeny. Dvě základní skupiny jsou membranofony a idiofony. U membranofonů, které se řadí mezi nástroje blanozvučné, vzniká zvuk rozechvěním blány napjaté na ozvučné skříni různého tvaru. Naproti tomu u idiofonů, což jsou nástroje samozvučné, zvuk vzniká rozechvěním celé hmoty, z níž jsou vyrobeny. Idiofony se dále dělí podle druhu materiálu na dřevěné xylofony, kovové metalofony,

kamenné lithofony, skleněné krystalofony a ostatní elasmatofony (Kotek, 1983).

Jednotlivé bubny z bicí soupravy tak můžeme zařadit mezi membranofony, činely pak mezi idiofony – metalofony.

Složení bicí soupravy, tak jak jej známe dnes, se začalo utvářet v době ragtimových a prasingových kapel. Základní sestava bývá obvykle složena z pěti bubnů, hardwarového setu a činelů, ovšem jednotlivé sady se mohou lišit v počtu, druhu i umístěním jednotlivých bubnů. Složení bicí soupravy si nakonec vytvoří každý bubeník sám podle druhu hudby, kterou hraje, stylu hry a finančních možností. Rozložení bicí soupravy výrazně ovlivňuje průběh hráčových pohybů, protože na umístění jednotlivých druhů bubnů závisí to, zda má bubeník tendenci udeřit spíše levou nebo pravou rukou. Špatné střídání rukou by tak činilo některé úseky až technicky nemožné (Červenka, 2005a, Linda 2005).

Základ bicí sestavy tvoří malý buben, basový buben, hi-hat, činely a bubenická stolička. K tomuto setu se dále přidávají např. tom-tomy, floor tom a další činely. Malý buben, označován také jako „snare drum“ nebo „virbl“, je společně s basovým bubnem nejdůležitějším komponentem soupravy. Přes jeho spodní blánu je nataženo strunění, které tak vytváří charakteristický zvuk tohoto bubnu. Spodní frekvence zajišťuje basový buben, v češtině také nazývaný jako „kopák“ nebo „šlapák“. Je to



Obr. 5 Bicí souprava (Linda, 2005)

největší část soupravy a ovládá se bicím pedálem. Tom-tomy, nebo také „přechody“ či „kotlíky“, jsou upevňovány speciálním držákem nad velký buben a využívají se do tzv. breaků (přechodů). Jejich počet je u každého bubeníka individuální. Floor tom je speciální druh tom-tomu uchycený na nožičkách. Je umístěný na zemi na straně bubeníkovy dominantní končetiny (Červenka, 2005a, Detail bicí soupravy, Jak hrát na bicí).

Činely se dělí do dvou základních typů. Turecké činely mají houbovité tvar a vyšší a vydatnější zvuk. Zvuk čínských činelů je hlubší a slabší a spíše se podobá gongům. Jednotlivé činely jsou zavěšovány na stojany. Zvuk činelu závisí na druhu slitiny, technologii výroby, na síle plechu, jeho velikosti a tvaru. Mezi základní činely patří

hi-hat, ride a crash. Hi-hat se vyvinul ve 20. letech 20. století pro potřeby tanečních orchestrů, aby měl hráč volné ruce pro ostatní bicí nástroje. Jsou to dva činely proti sobě upevněné na stojanu s pedálem. Ride je činel upevněný na straně bubeníkovy dominantní končetiny nad floor tomem a podobně jako hi-hat může sloužit k udržování tempa (Červenka, 2005a, Detail bicí soupravy, Jak hrát na bicí).

2.5 Bubenické paličky

Paličky jsou důležitou součástí bubnování, protože hrají zásadní roli v tom, jak buben nebo činel zazní. Výsledný charakter zvuku závisí na jejich typu, délce, tloušťce, druhu materiálu i na jejich formě. Dříve si paličky bubeníci vyřezávali ručně a až v roce 1916 začala firma Ludwig s jejich masovou výrobou (Strieženec, 2010).

Při hře na bicí soupravu se nejčastěji využívají klasické paličky, matličky nebo tzv. špejle. Klasické paličky se nejčastěji vyrábějí ze dřeva hickory a z asijského bílého dubu (Strieženec, 2010). Jejich délka je cca 44 cm a průměr se pohybuje v rozpětí 12–20 mm (Kotek, 1983).



Obr. 6 Paličky dřevěné

Metličky jsou ploché vějířky ze slabých pružných ocelových nebo nylonových drátků, které se využívají především v taneční a jazzové hudbě. Jejich použitím se vytváří tichý, šustivý zvuk k podbarvení zbytku kapely (Kotek, 1983, Vacík, 2006). Další druh paliček jsou tzv. špejle. Jsou vyrobené spojením většího množství dřevěných nebo nylonových špejlí. Využívají se pro znělý, ale ne příliš hlučný typ úderu (Vacík, 2006).

2.6 Nejčastější onemocnění horních končetin u bubeníků

Workman (2006) ve své knize uvádí, že nejčastější onemocnění bubeníků, týkající se oblasti ruky, zápěstí a lokte, jsou svalové spazmy, fokální dystonie, tendinitidy, stenosis tendosynovialitidy, syndrom karpálního tunelu, osteoarthritis, loketní bursitidy a epikondylitidy. Dále budou stručně popsány vybrané diagnózy, které se dle mých zkušeností vyskytují nejčastěji.

2.6.1 Tendinitidy a tendosynovialitidy

Tendinitidy, tendosynovialitidy se řadí mezi revmatismy měkkých tkání. Nejčastěji

vznikají lokálním přetížením nebo traumaty či mikrotraumaty ze stereotypních pohybů. Často jsou tyto pohyby spojené s pracovní zátěží či jako následek špatné koordinace pohybů. Při terapii je potřeba snížit zátěž kladenou na segment, zavést klidový režim v ortéze, je možná lokální aplikace nesteroidních antirevmatik, a pokud se nedostaví léčebný efekt, může dojít i k chirurgickému řešení (Jarošová, 2008, Skála, Herle, Mann, 2010).

2.6.2 Syndrom karpálního tunelu

Syndrom karpálního tunelu je nejčastějším úžinovým syndromem. Dochází při něm k útlaku nervu medianu v místě jeho průchodu karpálním tunelem (Kolář a kol., 2009). „Kromě přímého mechanického tlaku se na vzniku podílí i ischemie z postižení vasa nervorum.“ (Dufek, 2006, s. 254) Často se tento syndrom objevuje jako profesionální onemocnění, kdy jsou ruce vystaveny zvýšené zátěži či vibracím (Dufek, 2006, Tanaka et al. 1997, Palmer, Harris, Coggon, 2007). Délka expozice těmto vlivům se udává kolem 10–25 let, ale v některých případech i méně. Při léčbě je doporučován klid alespoň 14 dní, někdy i imobilizace zápěstí, chladivé obklady a může být i lokální či celková medikamentózní léčba. Pokud konzervativní terapie není účinná do šesti měsíců, je indikován chirurgický zákrok (Dufek, 2006).

2.6.3 Epikondylitidy

Na vzniku epikondylitid se podílí dysbalance v harmonii pohybových řetězců horní končetiny. Na vině je také opakované přetěžování a mikrotraumatizace, hypermobilita, kongenitální dispozice tvaru epikondylu, postižení krční páteře a pletence ramenního a ischemizace svalových úponů. Rozdělují se na radiální (laterální) a ulnární (mediální). Ve své podstatě je léčba u obou případů stejná. Klidový režim, lokální nesteroidní antirevmatika ve formě mastí a gelů, soft laser, kryoterapie a přiměřená fyzioterapie. Výborný efekt má akupunktura (Jarošová, 2008).



Obr. 7 Epikondylitidy

2.6.3.1 Radiální epikondylitida

Radiální (laterální) epikondylitida, nebo také tenisový loket, je postižení začátku extenzorů zápěstí, hlavně m. extensor carpi radialis brevis, extenzorů prstů a m. supinator (Kolář 2009, Stasinopoulos, Johnson, 2004). Nejčastěji si pacienti stěžují na bolesti v oblasti laterálního epikondylu a snížení síly úchopu (Stasinopoulos, Johnson, 2004).

2.6.3.2 Ulnární epikondylitida

Při ulnární (mediální) epikondylitidě, nebo také golfovém či oštěpařském lokti, dochází k postižení začátků flexorů zápěstí a prstů a m. pronator teres. Pacienti si stěžují na bolesti v oblasti mediálního epikondylu, bolestivou flexi či pronaci proti odporu (Kolář, 2009).

2.6.4 Fokální dystonie

Fokální dystonie nejsou sice tak časté onemocnění jako předešlé, ale přesto stojí za zmínku. Lederman (2003) ve svém výzkumu vyšetřil 1353 instrumentálních hráčů. V 64 % se u muzikantů objevovali muskuloskeletální choroby, v 20 % periferní neuropatie a v 8 % fokální dystonie. „Dystonie je syndrom mimovolní setrvalé kontrakce, způsobující abnormální polohu postižené části těla, záškuby a opakované pohyby.“ (Slawek, 2004, s. 96) Dystonické pohyby, objevující se u hudebníků, se řadí mezi tzv. akční dystonie, protože jsou vázány na vědomý pohyb. Někdy se také uvádí jako ostatní profesionální křeče a řadí se tak do stejné skupiny jako např. grafospasmus. Patofyziologie idiopatické dystonie není stále zcela jasná a dříve se o profesionálních křečích uvažovalo jako o neurologicko-psychiatrickém onemocnění. V různých výzkumech se diskutuje o postižení bazálních ganglií, o úloze sensorické zpětné vazby při vzniku dystonií, o indukci mimovolních vedlejších kontrakcí díky vibracím aplikovaným na dystonickou končetinu v klidu atd. U muzikantů se uvažuje nad vlivem opakovaných periferních sensorických vstupů (Slawek, 2004, Kaňkovský, 1999).

Terapie dystonií hudebníků není příliš uspokojujivá. Využívá se injekce botulotoxinu typu A, ale její použití není u hráčů na hudební nástroje příliš vhodné. Další možností je imobilizace, ale efekt tu také není 100% (Slawek, 2004). Dle Slawka (2004) je nejefektivnější metoda Tubiana a Chamagne, i když je dlouhodobá a náročná. Ti přistupují k léčbě komplexně – po fyzické i psychické stránce. Jejich metoda má za cíl znovu nastolit fyziologické polohy, které podporují uvolněné pohyby hudebníků, např. udržování stálého a vyrovnaného svalového tonu s minimální námahou (Slawek,

2004). Tým amerických autorů ve svém článku *Motorický trénink jako terapie u fokálních dystonií ruky* uvádí, že jejich speciální motorický trénink individuálních pohybů prstů sice neměl vliv ani na změny ve vyšetření transkraniální magnetickou stimulací ani EEG, ale subjektivně bylo u probandů vnímáno zlepšení, které se projevilo i na jejich dříve špatném rukopisu (Kirsten et al., 2005).

2.7 Související výzkumy

Během svého pátrání po zdrojích k této práci jsem zjistila, že není příliš mnoho výzkumů a studií zabývajících se právě bubeníky a je ještě méně těch, které by souvisely s jejich pohybovým aparátem. Česky psanou literaturu na toto téma jsem nenašla žádnou. Ve světě se bubeníky zabývají především japonská autoři.

Fujii (2010) ve své studii vychází z tvrzení, že bubeníci jako muzikanti mají daleko lepší koordinaci rukou než lidé nehrající na žádný hudební nástroj, čemuž odpovídají i změny v primární motorické kůře mozku. V hypotéze předpokládal, že asymetrické provádění pohybů úzce souvisí s rychlou a rytmickou bimanuální koordinací. Při výzkumu nahrával dvě skupiny lidí – bubeníky a nebubeníky, kteří hráli jednotlivé údery nejprve jednoruč, poté obouruč. U bubeníků nebyly rozdíly ve výsledku natolik markantní jako u nebubeníků, ale i tak došli vědci k závěru, že pro rychlejší a přesnější hraní je optimální asymetrické střídání pravé a levé ruky.

Fujii a Moritani (2012) měřili EMG aktivitu flexorů a extenzorů zápěstí u hráče, jenž ve světové soutěži získal titul nejrychlejší bubeník světa, u běžných bubeníků a u nebubeníků. Nejrychlejší bubeník světa dokáže bubnovat jednou rukou ve frekvenci 10 Hz, běžní bubeníci 5–7 Hz. U nejrychlejšího bubeníka světa byl rychlejší vzestup EMG amplitudy, dřívější pokles EMG aktivity a stabilnější načasování aktivace svalů než u běžných bubeníků a nebubeníků. Výsledky ukazují, že nejrychlejší bubeník dosáhl při hraní takové rychlosti úspornějším pohybem zápěstí a že cvičení na bicí soupravu má za následek ovlivnění doby nástupu zvýšeného svalového napětí.

Německo-dánský tým porovnával hru zdravých bubeníků a těch, kteří prodělali fokální dystonii, v několika tempech v různých dynamikách. Zjistili, že v pomalém až středním tempu jsou rozdíly mezi uvedenými skupinami minimální a k větším výkyvům dochází až při vyšších tempech. Dále zjistili, že pro efektivní hru je důležité načasování a přípravná fáze úderu, která se právě při vyšších tempech zkracuje, a tím dochází k menší fyzické námaze (využití zpětného rázu blány). Je ovšem náročnější na pohybovou koordinaci, což se projeví při hře bubeníků, kteří prodělali fokální dystonii

(Dahl, Großbach, Altenmüller, 2011).

Následující výzkumy se více zabývaly působením různého vybavení na pohybový aparát bubeníků.

V bubnování je nutné umět správně ovládat paličky, aby bylo možné hrát rytmus bez chyb nebo dynamických změn. Proto účelem studie Fujisawy a Miury bylo prozkoumat vztah mezi herními strategiemi vyškolených bubeníků a zapojování svalů tím, že zaznamenají jejich EMG aktivitu při hře na bicí. Herní strategie je založena na dovednostech a zkušenostech bubeníků a je realizována s nebo bez vědomé kontroly bubeníka. Autoři zjišťovali rozdíl mezi zapojením svalů, když jsou údery vedeny do bubnu, do pomocné destičky, nebo když jsou údery pouze naznačovány. Zjistili, že zkušení bubeníci umějí využívat pohyb a reakci paličky při odrazu od blány bubnu, aby snížili svalovou námahu (Fujisawa, Miura, 2010).

Konishi a Miura (2011) porovnávali EMG aktivitu svalů zápěstí při hře na normální bicí a tři druhy elektronických bicí. Zjistili, že elektrická bicí, která reagují na úder paličkou, tedy simulují zpětný ráz blány u normálních bicích, zvyšují fyzickou námahu u středně pokročilých bubeníků, zatímco u profesionálních bubeníků dochází k výraznému snížení svalové aktivity. Je to tím, že se na základě zkušeností dokáží rychleji přizpůsobit vlastnostem bicí soupravy a paličkám.

Zaza a kolektiv (2000) zjišťovali vliv dřevěných a polymerových paliček na pohybové ústrojí bubeníků a na nápravu již vzniklých onemocnění např. syndromu karpálního tunelu. Zjistili, že polymerové paličky dokáží dříve a lépe odtlumit přenesené vibrace, což znamená snížení rizika výskytu některých muskuloskeletálních poruch, jež mohou být způsobeny nebo zhoršeny právě vibracemi.

2.8 Kinematická analýza

Kinematická analýza hodnotí pohyb bez ohledu na příčiny (síly), které jej způsobují. „Metoda je založena na vyhodnocení záznamu pohybu pomocí určených souřadnic vybraných bodů na sledovaném objektu.“ (Sofistikovaná biomech. diagnostika lidského pohybu, 2012) Kinematická analýza má širokou škálu využití. Data, která jsou získaná pomocí této metody, lze aplikovat v medicíně, kineziologii, ergonomii, protetice, designérství, sportu atd. (Janura, Zahálka, 2004).

Analýzu pohybové činnosti můžeme provádět na několika úrovních, které se odvíjejí od cílů analýzy a jsou závislé na technických podmínkách pracoviště. Kvalitativní analýza hodnotí pohyb bez konkrétních fyzikálních veličin. Pouhé vizuální posouzení

reálného pohybu nebo jeho záznamu je toho příkladem. Kvantitativní analýza posuzuje číselné hodnoty, které udávají velikost fyzikálních veličin, např. čas, dráhu, lineární zrychlení, úhel atd. (Janura, Zahálka, 2004).

Hlavními výhodami této metody jsou:

- uchování záznamu pohybu
- zaznamenání pohybu bez rušivých vlivů na sledovaném subjektu
- zaznamenání pohybu prováděného velkou rychlostí nebo ve ztížených prostorových podmínkách
- opakované vyhodnocení pohybové sekvence i po delším časovém intervalu, se zaměřením na další faktory
- porovnání provedení u více jedinců současně

(Sofistikovaná biomech. diagnostika lidského pohybu, 2012, Janura, Zahálka, 2004)

2.8.1 Umístění kamer

Konkrétní umístění kamer při 3D kinematické analýze je odvozené od typu řešené úlohy a dané možnostmi pracoviště v počtu použitých přístrojů. Dalším rozhodujícím kritériem pro umístění kamer je podmínka, že každý vyhodnocovaný bod musí být viditelný na záznamech minimálně dvou kamer. Je-li možné toto pravidlo dodržet, umístí se kamery tak, aby se úhel mezi optickými osami jednotlivých přístrojů blížil 90°. Proto se nedoporučuje umísťovat kamery do jedné osy, ale rozmístit je např. ve tvaru deštníku (Janura, Zahálka, 2004).

2.8.2 Značky pro identifikaci vybraných bodů

Značky pro identifikaci vybraných bodů se používají ke zvýšení kvality vyhodnocených údajů a urychlení procesu vlastního vyhodnocování. Hlavními vlastnostmi, které charakterizují každou značku, jsou velikost, tvar a barva. Při označení bodů na lidském těle se nejčastěji používají značky ve tvaru koule nebo polokoule. Barvu značky určuje barva pozadí, na kterém je upevněna, protože značka musí být dostatečně viditelná (rozlišitelná) (Janura, Zahálka, 2004).

Při analýze lidského pohybu se značky



Obr. 8 Anatomické body na horní končetině (Sofistikovaná biomech. diagnostika lidského pohybu, 2012)

umísťují na určité segmenty těla, které jsou definovány projekcí vybraných anatomických bodů na kůži. V první fázi umístění značek na lidské tělo je nezbytné provést vypalování příslušného anatomického bodu a tento bod reprodukovat na povrch těla. Značky by neměly být umístěny v jedné přímce, aby mohlo dojít k reprodukci segmentu pomocí rovinného obrazce pohybujícího se v prostoru (Janura, Zahálka, 2004).

2.8.3 Vyhodnocení záznamu a transformace dat

Záznam je vyhodnocován různými způsoby od nejjednoduššího, ale také nejpracnějšího, manuálního postupu až po plně automatické vyhodnocení. Dále je třeba takto získaná data transformovat. Jde zde o matematický postup, při němž se z rovinných souřadnic, které představují vyhodnocení záznamu z jedné kamery, získají při dodržení přesně stanovených pravidel souřadnice prostorové (Janura, Zahálka, 2004).

I když se při měření dodrží všechny základní pravidla, může dojít ke vzniku chyb, ať už z důvodu chybného postupu nebo vlivu dalších faktorů (technika, přírodní vlivy, chyba vyhodnocovatele atd.) Proto je nezbytné provést úpravu vyhodnocených dat různými procedurami, které se souhrnně označují jako vyhlazení (Janura, Zahálka, 2004).

2.9 Elektromyografie

Elektromyografie (EMG) je vyšetřovací metoda, jejíž podstatou je snímání povrchové nebo intramuskulární svalové aktivity (Otáhal, Tlapáková, 2009). „Je to přístrojová elektronická technologie pro záznam a analýzu elektrických potenciálů, které reflektují kontrakční aktivity kosterních svalů během konkrétního pohybu.“ (Krobot, Kolářová, 2011, s.15) Tato metoda se hojně využívá jak ve zdravotnictví, např. v neurologii, ortopedii, fyzioterapii, ale i ve sportovním odvětví (Otáhal, Tlapáková, 2009, Krobot, Kolářová 2011). Zdrojem elektromyografického signálu je transmembránový proud na úrovni sarkolemy. Jedná se o elektrický ekvivalent změny iontové výměny na membráně při svalové kontrakci. Obvykle má podobu více či méně vyjádřeného interferenčního vzorce, který vzniká překrytím sumačních potenciálů většího počtu motorických jednotek. Nejedná se o prostou sumaci elektrického napětí v daném okamžiku, ale je výsledkem jejich interferencí v prostorovém vodiči – sval, kůže, elektrody. Hodnotu jednotlivých parametrů EMG signálu ovlivňují fyziologické faktory (počet detekovaných aktivovaných motorických jednotek, typ a průměr

svalových vláken, hloubka a umístění aktivních svalových vláken uvnitř svalu, množství tkáně mezi elektrodami a aktivními motorickými jednotkami, stabilita náboru, rychlost pálení apod.) (Rodová, Mayer a Janura, 2001).

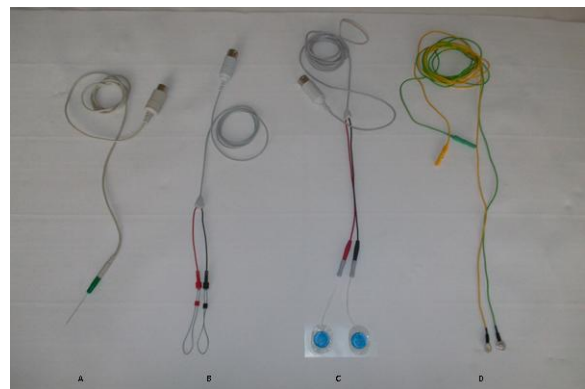
2.9.1 Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie je specifickou formou elektromyografie, jež se zabývá funkční (kineziologickou) analýzou (Krobot, Kolářová, 2011). Akční potenciál zde prochází skrz okolní tkáň – především tuk a kůži. Povrchové elektrody připevněné na kůži tak zaznamenávají sled akčních potenciálů motorických jednotek blízkých svalových vláken. (Otáhal, Tlapáková, 2009) Na rozdíl od jehlové elektromyografie se jedná o neinvazivní metodu.

2.9.2 Elektrody

Podle konstrukčního typu můžeme dělit elektrody na povrchové a jehlové. Jehlové elektrody se využívají při nativní elektromyografii či při vyšetření vedení periferních nervů. Povrchové elektrody snímají potenciály z větší plochy, takže zaznamenávají aktivitu z více motorických jednotek.

Podle účelu použití se elektrody dělí na registrační, stimulační a zemnicí. (Otáhal, Tlapáková, 2009)



Obr. 9 EMG elektrody

2.9.3 Zpracování EMG signálu

Při zpracování EMG signálů se provádí filtrace, offset, rektifikace a vyhlazení amplitudy EMG. Filtrace znamená odfiltrování frekvencí nižších než 20Hz a vyšších než 500Hz a frekvence střídavého elektrického napětí. Při rektifikaci je signál převeden ze záporných do kladných hodnot, čímž dojde k vytvoření absolutních hodnot ze všech registrovaných amplitud. Při vyhlazení dochází ke snížení ostrých vrcholků vzniklých superpozicí akčních potenciálů motorické jednotky. (Otáhal, Tlapáková, 2009, Krobot, Kolářová, 2011)

3 Cíle a úkoly práce, výzkumné otázky, hypotézy

3.1 Cíl práce

Cílem této práce je analyzovat a porovnat zapojení svalů či svalových skupin pravé horní končetiny ve třech polohách úderu na zvolené části bicí soupravy ve dvou dynamikách.

3.2 Úkoly práce

- Shromáždit teoretické podklady vztahující se k tématu.
- Vybrat a oslovit vhodného probanda k měření.
- Určit polohy úderů na části bicí soupravy.
- Vybrat vhodné svalové skupiny pro měření povrchovým EMG.
- Získat a zpracovat záznamy z 3D kinematické analýzy a povrchové EMG.
- Analyzovat dané údery a provést komparatistiku získaných dat.

3.3 Výzkumná otázka

Účastní se ve všech daných polohách úderů ve dvou dynamikách stejné svaly horní končetiny?

3.4 Hypotézy

HP1: Při hře forte se budou zapojovat ve větší aktivitě jiné svaly či svalové skupiny než při hře piano.

HP2: Vzhledem k tomu, že mechanismus úderu paličkou je podobný bez ohledu na polohu horní končetiny, bude aktivita jednotlivých svalů nebo svalových skupin stejná v porovnání s ostatními měřenými svaly.

HP3: Změny svalové aktivity budou korelovat se změnami úhlů lokte a zápěstí.

4 Metodika práce

4.1 Základní použitý metodologický princip

Tato práce má analyticko-experimentální charakter. V teoretické části je popsána anatomie a biomechanika horní končetiny, technika úchopu paliček, složení bicí soupravy, nejčastější obtíže horních končetin u bubeníků, svalové zřetězení a princip 3D kinematické analýzy a povrchové EMG. Rešeršní zpracování problematiky je postaveno na využití tištěných i elektronických monografií, učebnic, odborných článků, diplomových prací i ústních informací.

Druhá část práce je věnována experimentu, jehož cílem je analyzovat a porovnat zapojení svalů či svalových skupin horní končetiny při úderu paličkou ve dvou dynamikách ve třech polohách horní končetiny na zvolené části bicí soupravy.

4.2 Výzkumný vzorek

Vzhledem k tomu, že experiment byl prováděn formou případové studie, účastnil se ho jeden hráč na bicí nástroje, který splňoval následující kritéria:

- dostatečné hráčské schopnosti na poloprofesionální či profesionální úrovni
- v anamnéze se nevyskytovaly žádné onemocnění či úraz horních končetin
- nevykazoval známky únavy, svalového přetížení, bolesti, nadměrného stresu či jiného onemocnění (nervového, svalového, nervosvalového)

Proband byl s průběhem výzkumu seznámen a podepsal informovaný souhlas, jehož vzor je v Příloze č. 2). Celá práce měla souhlas etické komise FTVS UK pod číslem jednacím 223/2014 (viz Příloha č. 1).

4.3 Použité metody a postupy

Při sběru dat byla využita 3D kinematická analýza a povrchová elektromyografie. Data z 3D záznamu pohybu probanda byla snímána počítačovým optoelektronickým systémem Qualisys. Systém Qualisys se skládá z přesných rychloběžných videokamer Qualisys Oqus 3+ a z analytického softwaru pro sledování Qualisys Track Manager 2013 (Janura, Zahálka, 2004). Bylo použito osm videokamer. Reflexní značky pro snímání pohybu byly rozmístěny na pravou horní končetinu. Celkem bylo použito 13 markerů, viz obrázek č. 7, vždy po palpačním ověření kostěného výběžku nebo jiné anatomické lokality. Markery byly připevněny na akromion, tři do střední části paže, olekranon, hlavici radii, dva do střední části předloktí, proc. styloideus radii, proc. styloideus ulnae, polovinu III. metatarzu a na hlavice II. a V. metatarzu.

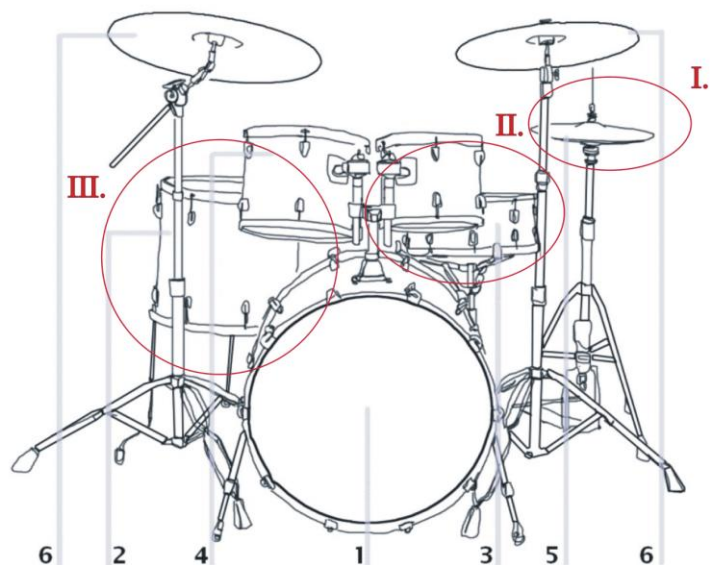


Obr. č. 10 Umístění markerů

Pro sběr dat povrchovou elektromyografií byl použit přístroj společnosti CED, Power1401-3 se čtyřmi kanály. Naměřená data byla následně zpracována v programu Spike2 od společnosti CED. Elektrody byly aplikovány na oholenou a odmaštěnou pokožku na předem stanovená místa. Po palpačním určení začátku a úponu svalů byly elektrody umístěny doprostřed svalového bříška m. extenzor carpi radialis, m. extenzor carpi ulnaris, m. biceps brachii a skupiny flexorů zápěstí. Umístění elektrod se v průběhu měření neměnilo.

4.4 Průběh experimentu

Měření bylo prováděno jednorázově 18. 3. 2015 v prostorách laboratoře katedry sportů v přírodě UK FTVS. Veškeré technické zázemí a přístroje pro měření zprostředkovali doc. Jakub Otáhal a Ing. Kubový z katedry anatomie a biomechaniky. Bicí soupravu, paličky a metronom zapůjčil pro experiment sám proband. Měření předcházelo rozmístění šesti kamer kolem nekompletní bicí sestavy. Aby ostatní součásti nepřekážely v dráze snímání kamer, byly z bicí soupravy postaveny pouze ty části, které byly potřebné k průběhu výzkumu – hi-hat, snare drum a floor tom, viz obrázek č. 11.



Obr. č. 11 Použité části bicí soupravy – (I.) hi-hat, (II.) snare drum, (III.) floor tom

Dále proběhlo nastavení kamer, provedení kalibrace, přenos měřených dat do počítače s převodem do programu Qualisys. Poté byla provedena kalibrace EMG přístroje, kdy proband několikrát udeřil do každé z částí bicí soupravy, abychom tak ověřili spolehlivost přístroje a bezprostředně zkontrolovali naměřené výsledky. Následovalo testovací měření, na jehož základě jsme stanovili délku měření na 30 sekund. Měřeno bylo celkem šest situací.

1. Údery do hi-hat, v tempu 130/min., forte
2. Údery do hi-hat, v tempu 130/min., piano
3. Údery do snare drum, v tempu 130/min., forte
4. Údery do snare drum, v tempu 130/min., piano
5. Údery do floor tom, v tempu 130/min., forte
6. Údery do floor tom, v tempu 130/min., piano

Při každém měření vždy začal proband hrát jednotlivé údery v daném rytmu dle elektronického metronomu. Zaznamenávání EMG signálu a kinematické analýzy bylo spuštěno po 10 sekundách hraní, aby měl proband možnost ustálit pohyb horní končetiny v závislosti na rytmu.

Pomůcky pro měření byly elektronický metronom společnosti Korg, sluchátka a stopky.

4.4.1 Výchozí postavení pravé horní končetiny

Výchozí postavení pravé horní končetiny při hře na hi-hat je: ramenní kloub v 30–50° vnitřní rotaci, 20–50° abdukci a 10–20° flexi, loketní kloub 90° flexe, předloktí je ve středním postavení, zápěstí v mírné ulnární dukci.



Obr. 12 Výchozí postavení PHK - Hi-hat

Výchozí postavení pravé horní končetiny při hře na snare drum je: ramenní kloub v 20–45° vnitřní rotaci a 20–30° abdukci, loketní kloub v 70–90° flexi, předloktí ve středním postavení nebo mírné pronaci, zápěstí je v mírné ulnární dukci.



Obr. 13 Výchozí postavení PHK – Snare drum

Výchozí postavení pravé horní končetiny při hře na floor tom je: ramenní kloub 45–60° zevní rotace a 20–30° abdukce, loketní kloub v 50–60° flexi, předloktí ve středním postavení nebo mírné pronaci, zápěstí je v mírné ulnární dukci.



Obr. 14 Výchozí postavení PHK - Floor tom

Velikosti úhlů kloubů při základním držení se mohou lišit v závislosti na způsobu rozestavení jednotlivých částí soupravy, výšce sedačky a samozřejmě na individuálním způsobu držení těla bubeníka a na jeho herních návycích.

4.5 Analýza a zpracování dat

4.5.1 3D kinematická analýza

Záznamy z kamer byly převedeny do formátu vhodného pro program Qualisys Track Manager. Zpracovávány byly rotace lokte, předloktí a zápěstí, kdy úhly lokte a předloktí byly vyhodnocovány vůči paži, úhly zápěstí vůči předloktí. Získaná data byla převedena do programu Microsoft Excel.

4.5.2 Povrchová elektromyografie

Získaná data byla zpracována v softwaru Spike2 od společnosti CED. Na záznamu byla provedena rektifikace, vyhlazení s parametrem 0,01 s a RMS amplituda. Následně byla data převedena do programu Microsoft Excel.

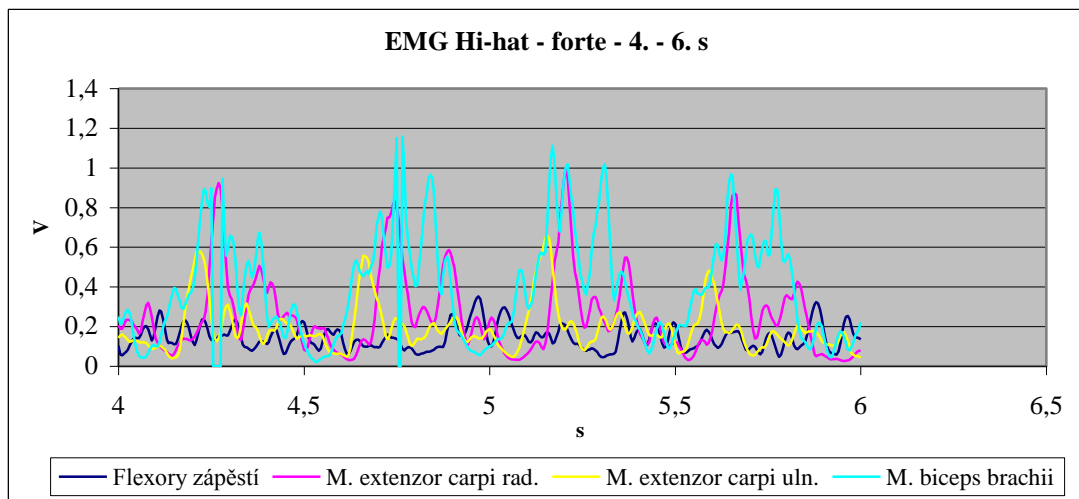
5 Výsledky

5.1 Měření 1

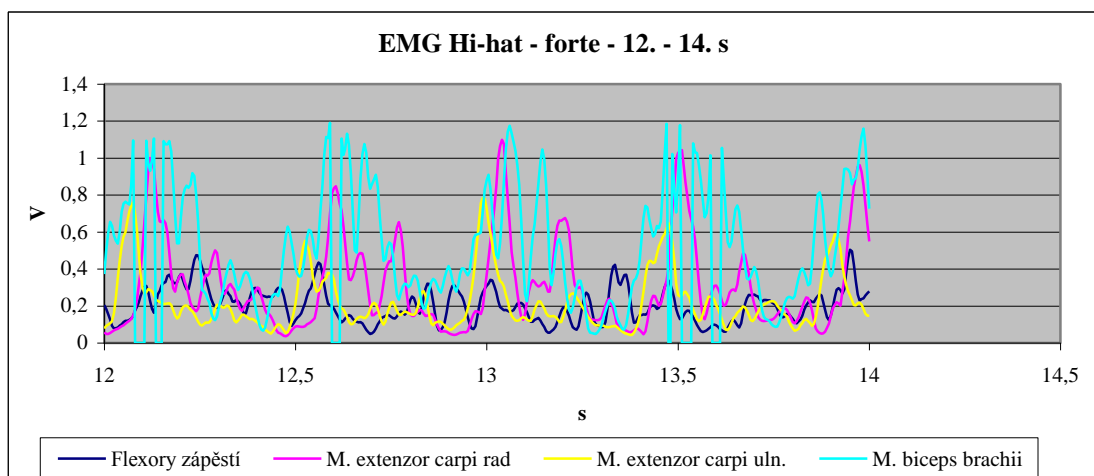
Při úderech vedených na hi-hat s dynamikou forte vykazovala aktivita skupiny flexorů zápěstí vzrůstající tendenci. V 1.–10. s nepřekračovala hranici 0,4 V, v 10.–20. s již oscilovala kolem hodnoty 0,4 V a v 20.–30. s opakovaně dosahovala hodnot 0,6 V.

V první třetině měření maximální aktivita m. extenzor carpi uln. předcházela maximálním aktivitám m. extenzor carpi rad. a m. biceps brachii.

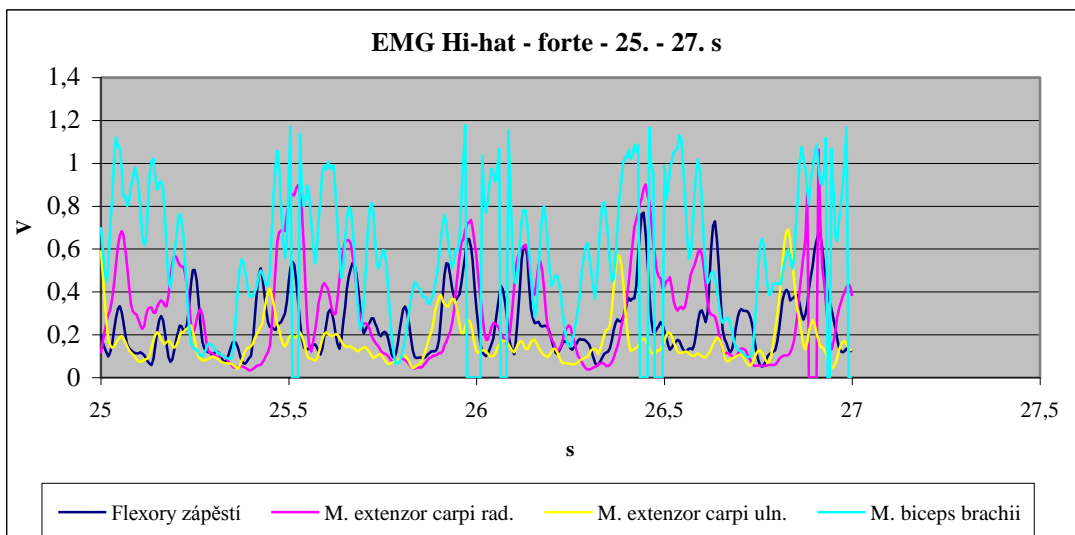
Od 9. sekundy vždy maximální aktivita m. extenzor carpi uln. předcházela maximální aktivitě m. extenzor carpi rad., ale křivka aktivity m. biceps brachii již nebyla tak jednoznačná a peaky natolik ojedinělé, takže nebylo možné je porovnat s ostatními křivkami aktivity.



Graf č. 1 EMG – Měření 1



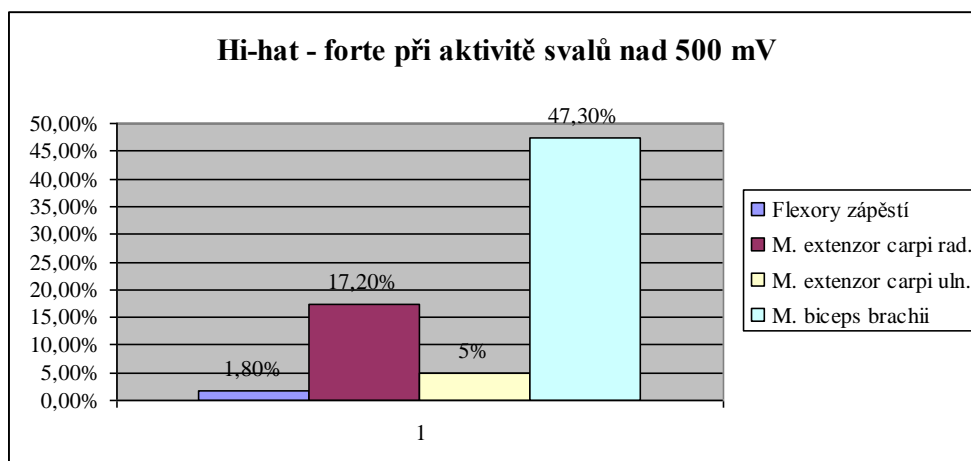
Graf č. 2 EMG – Měření 1



Graf č. 3 EMG – Měření 1

Dle 3D kinematické analýzy se při prvním měření v 10. s zvětšil úhel lokte, v 15. s mírně poklesl a od 21. s do konce měření se opět zvýšil. Rozsah v zápěstí ve frontální rovině (dukce) byl během celého prvního měření bez větších výkyvů.

Při úderech forte vedených na hi-hat byl nejvíce aktivní m. biceps brachii, nejméně skupina flexorů zápěstí. Peaků nad 500 mV byly u skupiny flexorů zápěstí v 1,8% u m. extenzor carpi rad. v 17,2%, u m. extenzor carpi uln. v 5%, u m. biceps brachii v 47,3%.

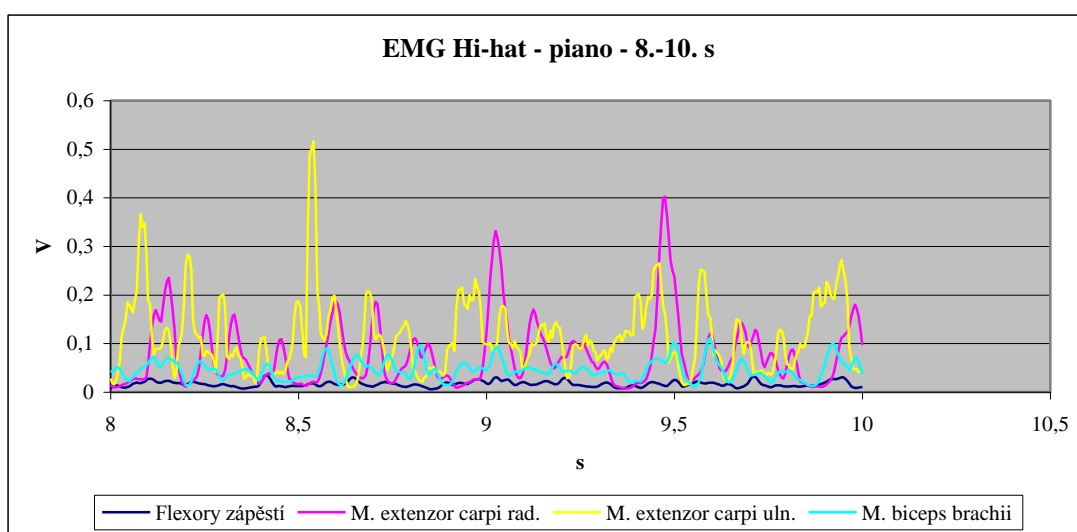


Graf č. 4 Svalová aktivita vyjádřená v % - Měření 1

5.2 Měření 2

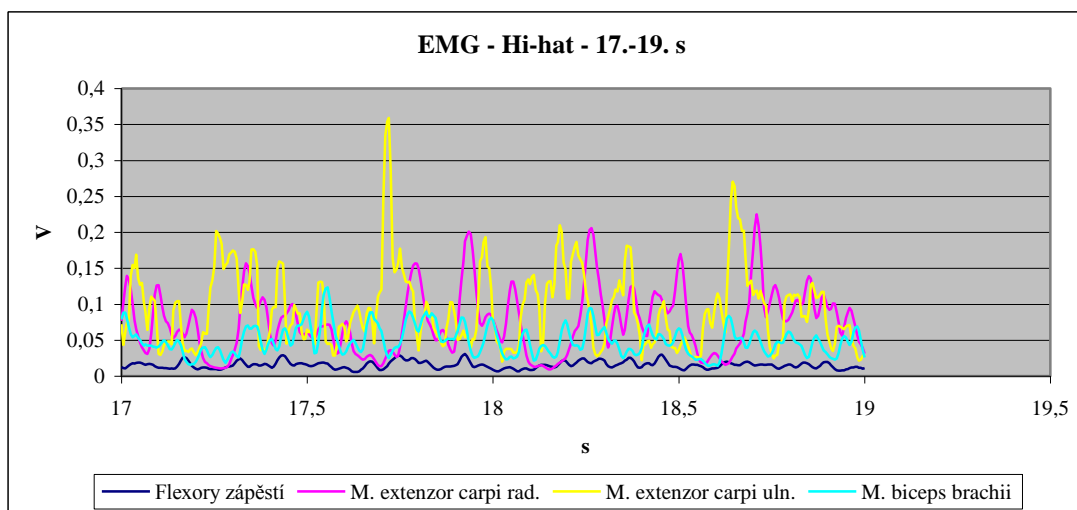
Při úderech vedených na hi-hat v dynamice piano se ve většině času maximální aktivita m. extenzor carpi rad. v intenzitě shodovala s maximální aktivitou m. extenzor carpi uln. Maximální aktivita m. extenzor carpi uln. předcházela o 0,1 s před m. extenzor carpi rad..

V 8.–10. sekundě došlo ke změně této schody. V čase 8–8,6 s došlo k výraznému vzestupu aktivity m. extenzor carpi ul. až k hodnotám nad 0,5 V oproti poklesu aktivity m. extenzor carpi rad. Naopak v čase 9–9,5 s vzrostla aktivita m. extenzor carpi rad. a poklesla aktivita m. extenzor carpi uln.



Graf č. 5 EMG - Měření 2

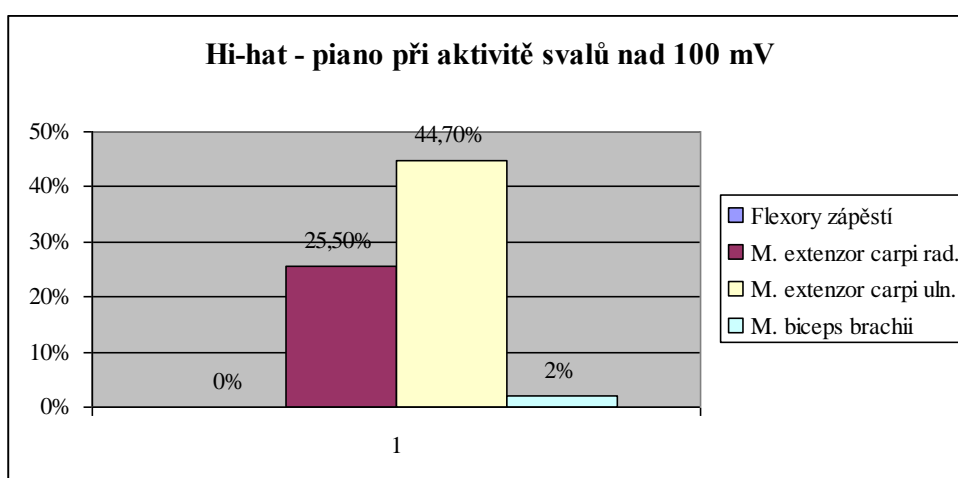
K podobnému výkyvu došlo i v čase 17,5–18 s, kdy znovu výrazněji vzrostla aktivita m. extenzor carpi uln. oproti poklesu aktivity m. extenzor carpi rad.



Graf č. 6 EMG - Měření 2

Při druhém měření dle 3D kinematické analýzy úhel lokte i dukce zápěstí značně kolísaly. V 7. sekundě došlo k výraznějšímu snížení úhlu pohybu lokte a zvýšení dukce zápěstí, v 8. sekundě naopak k zvýšení úhlu lokte a snížení dukce zápěstí. V 9. sekundě se úhel pohybu lokte opět snížil, ale v rozsahu dukce zápěstí nebyla výraznější změna. V 17.–18. s došlo k většímu výkyvu v rozsahu dukce zápěstí, kdy se úhel nejdříve výrazněji zvětšil, a pak mírně poklesl. V 18. s se mírně snížil úhel lokte.

Při úderech piano vedených na hi-hat byl nejvíce aktivní m. extenzor carpi uln., nejméně skupina flexorů zápěstí. Peak nad 100 mV byly u skupiny flexorů zápěstí v 0%, u m. extenzor carpi rad. v 25,5%, u m. extenzor carpi uln. v 44,7%, u m. biceps brachii v 2%.

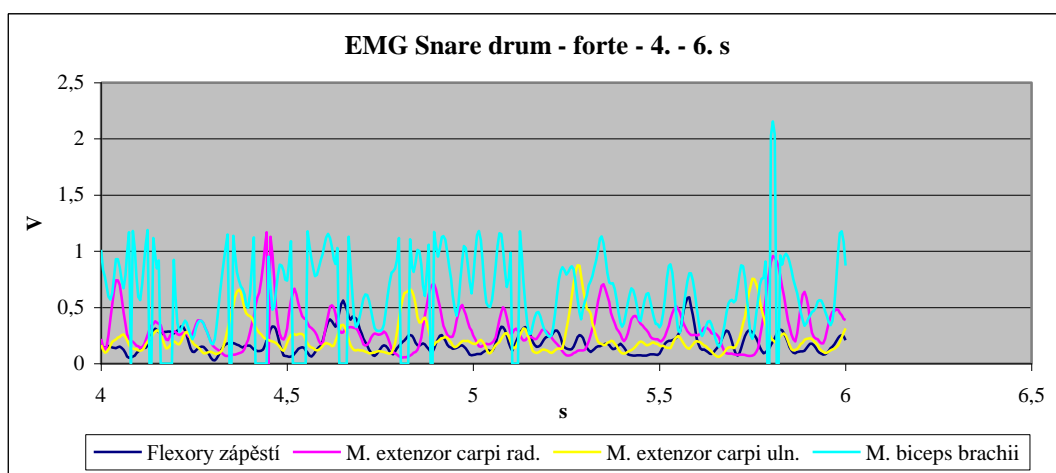


Graf č. 7 Svalová aktivita vyjádřená v % - Měření 2

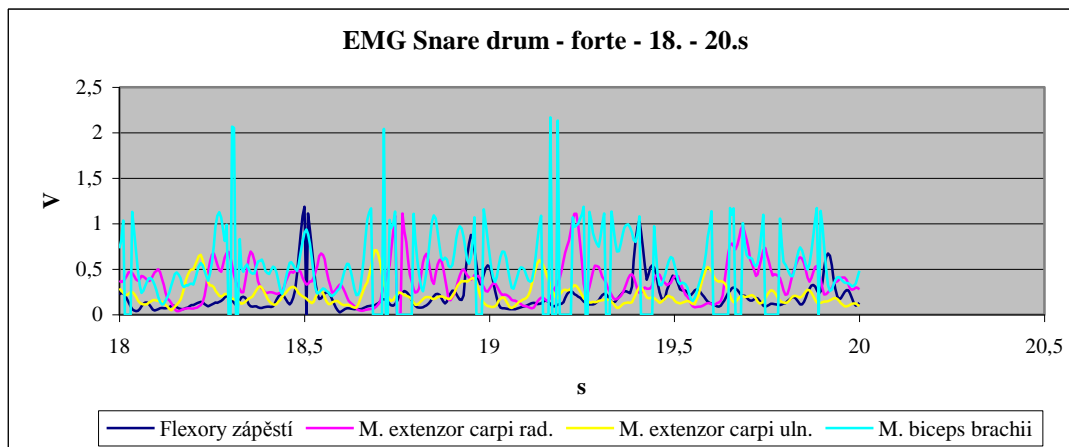
5.3 Měření 3

Při úderech vedených na snare drum v dynamice forte vždy předcházela maximální aktivita m. extenzor carpi uln. vrcholu m. extenzor carpi rad.

V prvních deseti sekundách aktivita skupiny flexorů zápěstí nepřesahovala hodnoty 0,8 V. V čase 11–21 s aktivita této skupiny opakovaně dosahovala hodnoty 1 V.



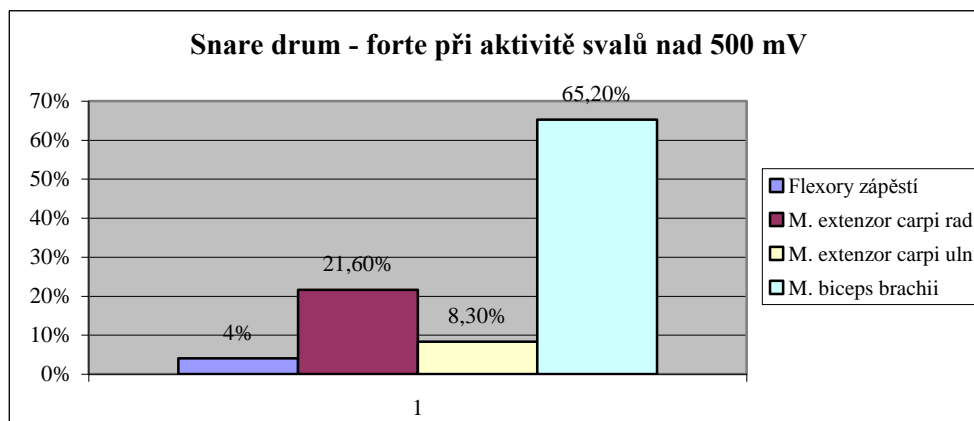
Graf č. 8 EMG - Měření 3



Graf č. 9 EMG - Měření 3

Dle 3D kinematické analýzy se při třetím měření v 7. a 13. sekundě výrazněji snížil úhel lokte a zvýšila se dukce zápěstí. Od 11. s až do 20. s došlo k snížení rozsahu lokte, dukce zápěstí kolísala, ale většinu doby byl rozsah vyšší než na začátku měření. Ve 20. s byl výraznější úhel pohybu lokte, ale pak opět klesl. Rozsah dukce zápěstí byl od 20. s až do konce měření větší než v první třetině měření.

Při úderech forte vedených na snare drum byl nejvíce aktivní m. biceps brachii, nejméně skupina flexorů zápěstí. Peaky nad 500 mV byly u skupiny flexorů zápěstí v 4%, u m. extenzor carpi rad. v 21,6%, u m. extenzor carpi uln. v 8,3%, u m. biceps brachii v 65,2%.

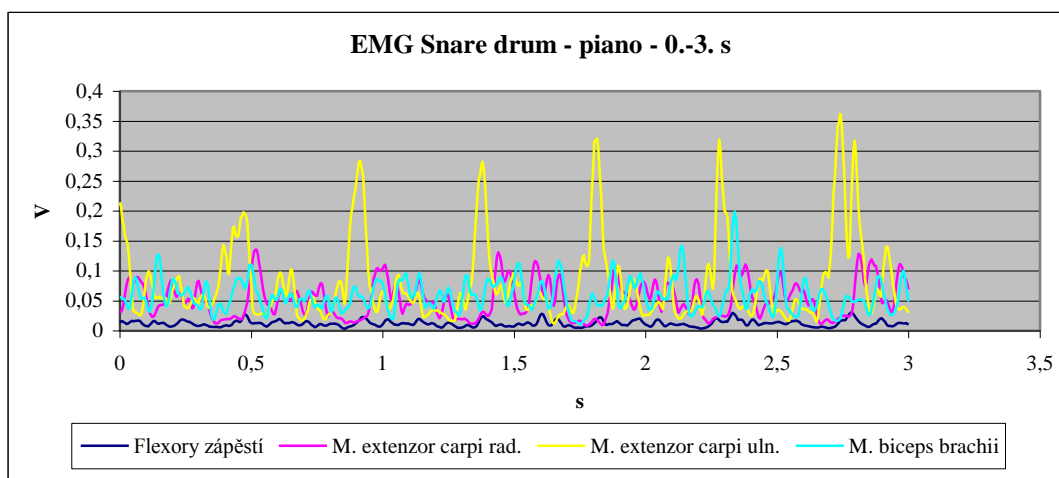


Graf č. 10 Svalová aktivita vyjádřená v % - Měření 3

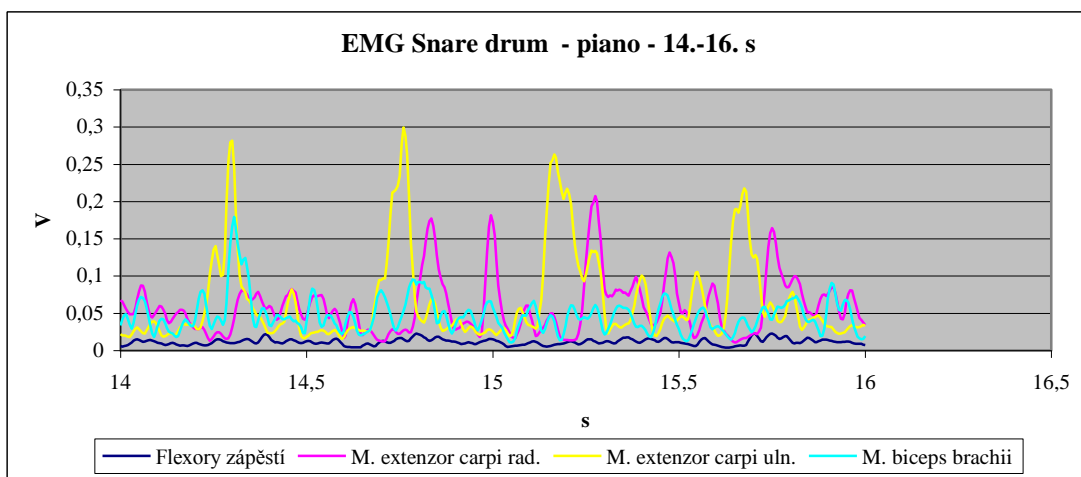
5.4 Měření 4

Při úderech vedených na snare drum v dynamice piano vždy předcházela maximální aktivita m. extenzor carpi uln. maximální aktivitě m. extenzor carpi rad.

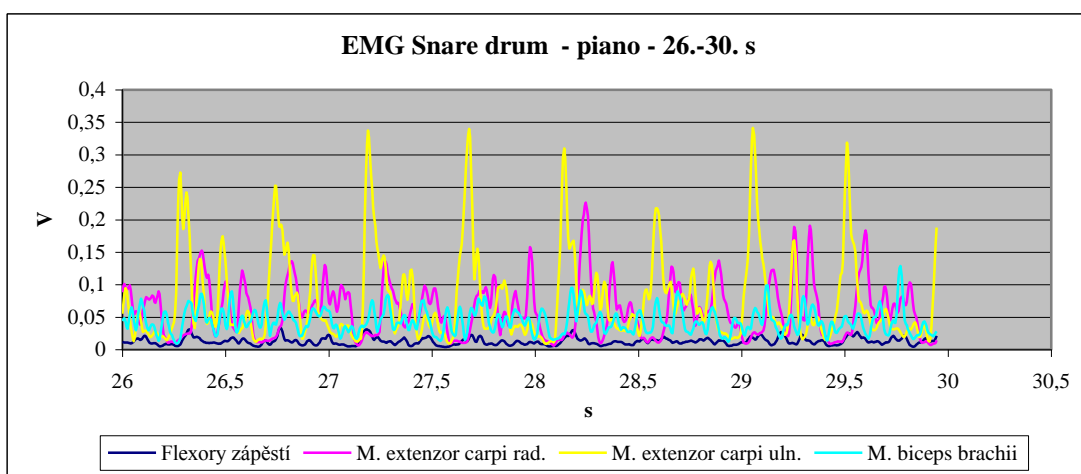
Během měření se měnila aktivita m. extenzor carpi rad. a extenzor carpi uln.. V 1.–3. s dosahovaly hodnoty aktivity m. extenzor carpi ul. i více než 0,3 V, peaky křivky m. extenzor carpi rad. jen mírně přesahovaly 0,1 V. V 7.–10. sekundě klesla aktivita m. extenzor carpi ul. pod 2,25 V a peaky křivky m. extenzor carpi rad. opakovaně přesáhly hodnoty 0,2 V. V 21.–24. a 26.–30. s znovu aktivita m. extenzor carpi ul. opakovaně přesahovala 0,3 V, v 26.–30. s aktivita m. extenzor carpi rad. opakovaně dosahovala hodnot 0,15 V a v čase 28,25 s i 0,2 V.



Graf č. 11 EMG - Měření 4



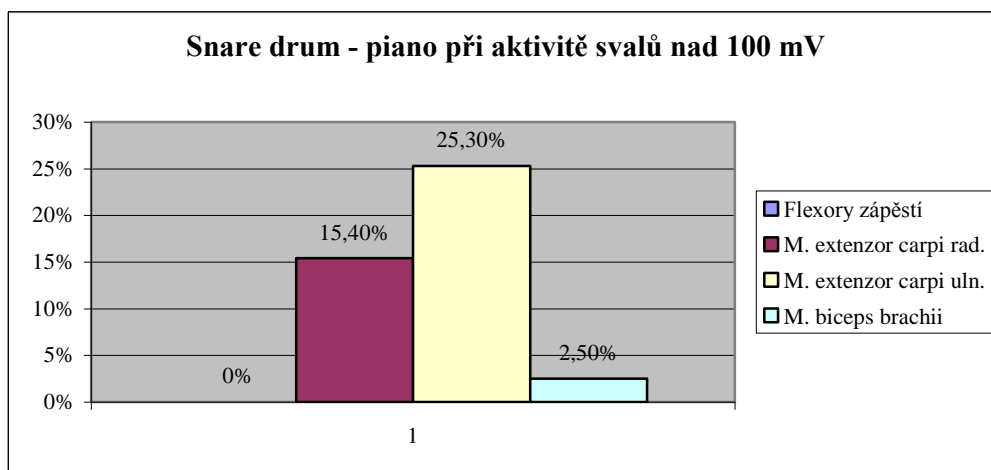
Graf č. 12 EMG - Měření 4



Graf č. 13 EMG - Měření 4

Při čtvrtém měření dle 3D kinematické analýzy úhel lokte i dukce zápěstí opět výrazně kolísaly. V 7.–10. s byl výrazně větší rozsah pohybu v lokti v porovnání s rozsahem na začátku měření. Rozsah dukce zápěstí byl větší v 8.–10. s, 12.–14. s, 18.–20. s a 21.–25. s. Ke snížení úhlu lokte došlo v 12.–22. s a 26.–30. s. Ve 26.–30. s došlo i k snížení dukce zápěstí.

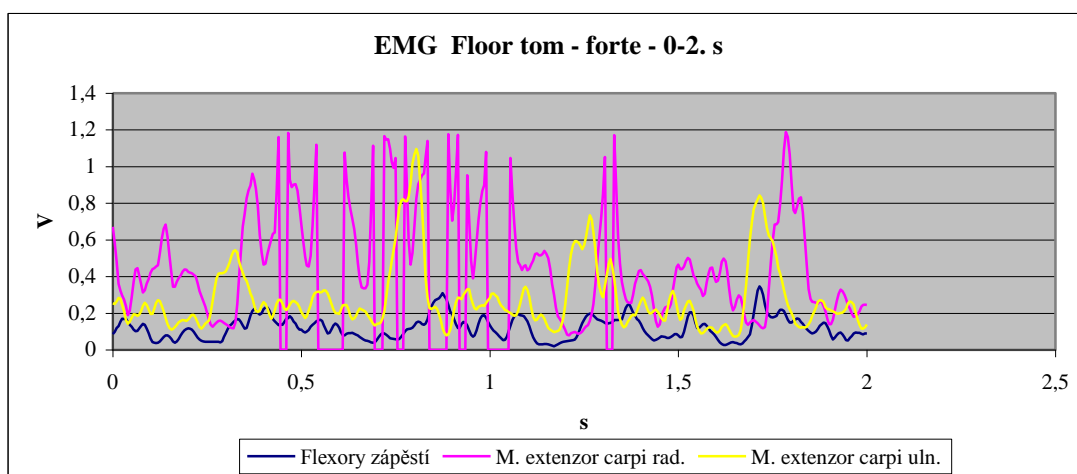
Při úderech piano vedených na snare drum byl nejvíce aktivní m. extenzor carpi uln., nejméně skupina flexorů zápěstí. Peaky nad 100 mV byly u skupiny flexorů zápěstí v 0% u m. extenzor carpi rad. v 15,4%, u m. extenzor carpi uln. v 25,3%, u m. biceps brachii v 2,5%.



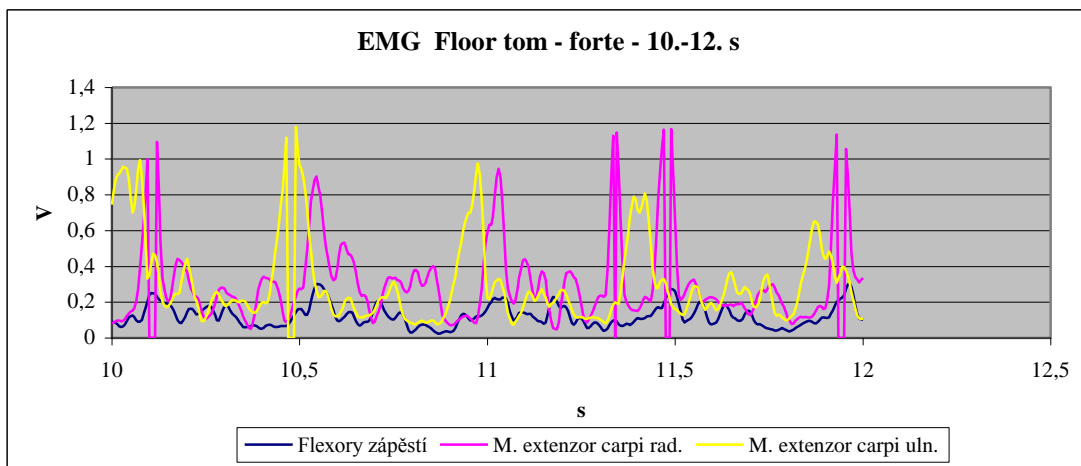
Graf č. 14 Svalová aktivita vyjádřená v % - Měření 4

5.5 Měření 5

Při úderech vedených na floor tom v dynamice forte při většině úderů předcházela maximální aktivita m. extenzor carpi uln. maximální aktivitě m. extenzor carpi rad.. Změny této pravidelnosti byly v čase 0,5–1 s, kdy došlo k nahromadění peaků křivky m. extenzor carpi rad.. Dále v čase 11–11,5 s, kdy byly dva peaky aktivity m. extenzor carpi rad. za sebou, jeden před peakem křivky m. carpi uln., druhý za ním. Poslední výkyv byl v čase 27,5–29 s, kdy znovu došlo k nahromadění peaků křivky m. extenzor carpi rad..



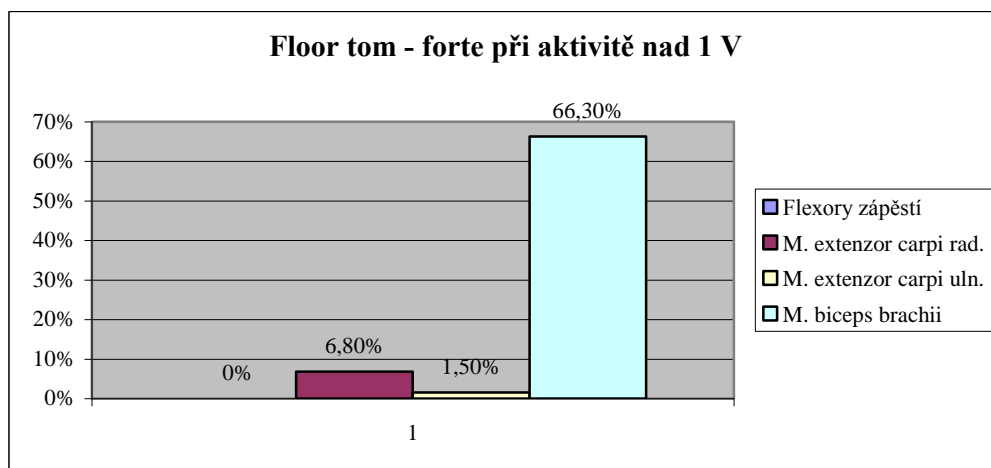
Graf č. 15 EMG - Měření 5



Graf č. 16 EMG - Měření 5

Při pátém měření byly rozsahy pohybů v lokti i zápěstí velmi vyrovnané. Jediné mírné snížení úhlu lokte bylo v 18. a 29. s. Zvětšení dukce zápěstí bylo v 1., 5., 7–8., 16., 21. a 29. s.

Při úderech forte vedených na floor tom byl nejvíce aktivní m. biceps brachii, nejméně skupina flexorů zápěstí. Peaky nad 1 V byly u skupiny flexorů zápěstí v 0%, u m. extenzor carpi rad. v 6,8%, u m. extenzor carpi uln. v 1,5%, u m. biceps brachii v 66,3%.



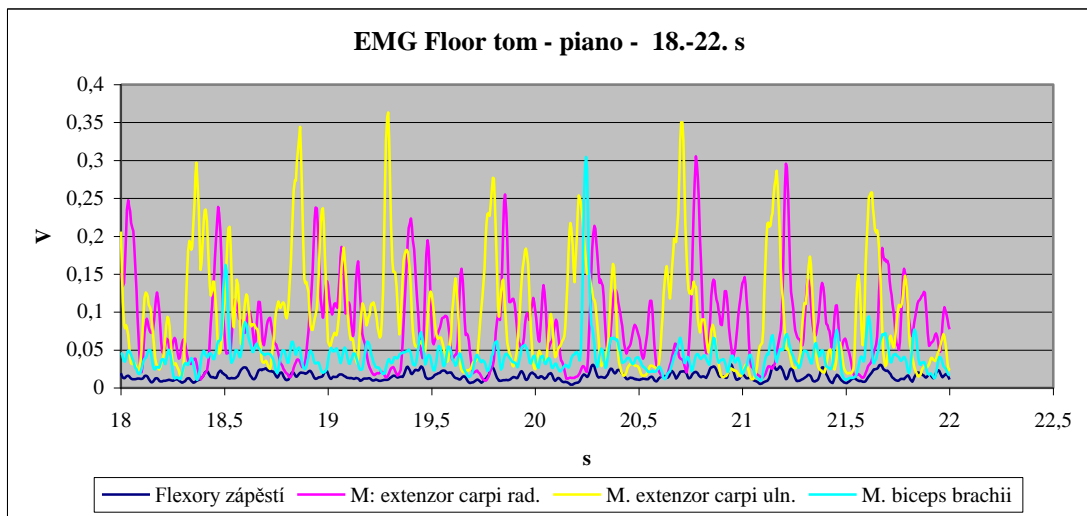
Graf č. 17 Svalová aktivita vyjádřená v % - Měření 5

5.6 Měření 6

Při úderech vedených na floor tom v dynamice forte při většině úderů předcházela maximální aktivita m. extenzor carpi uln. maximální aktivitě m. extenzor carpi rad..

Většinu času tohoto měření nepřesahovala maximální aktivita m. biceps brachii

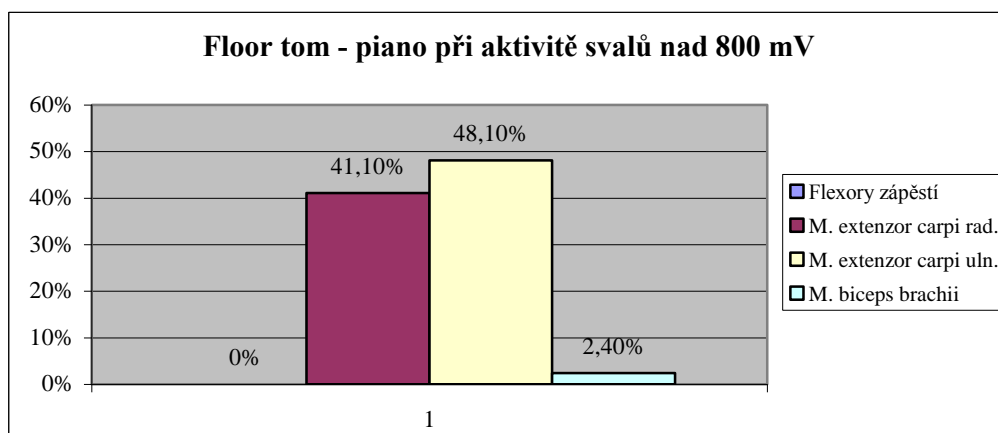
0,1 V. Výrazné vzestupy aktivity m. biceps brachii byly v časech 18,5, 22 a 28,5.



Graf č. 18 EMG - Měření 6

Křivky pohybů 3D kinematické analýzy byly v tomto měření velmi nevyrovnané, takže se úhly lokte ani dukce zápěstí nepodařilo adekvátně vyhodnotit.

Při úderech piano vedených na snare drum byl nejvíce aktivní m. extensor carpi uln., nejméně skupina flexorů zápěstí. Peaků nad 80 mV byly u skupiny flexorů zápěstí v 0%, u m. extensor carpi rad. v 41,1%, u m. extensor carpi uln. v 48,1%, u m. biceps brachii v 2,4%.



Graf č. 19 Svalová aktivita vyjádřená v % - Měření 6

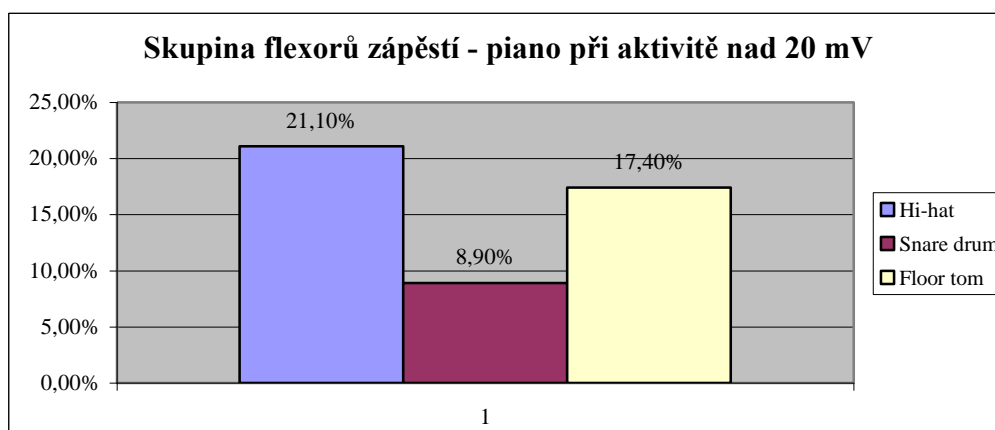
5.7 Porovnání výsledků

Skupina flexorů zápěstí se při hře forte nejvíce zapojovala při úderu na hi-hat a snare drum, nejméně pak při úderu na floor tom. Peaky nad 400 mV byly při hře forte na hi-hat v 6,43%, na snare drum v 5,63%, na floor tom nedosahovala hodnota ani 1%.



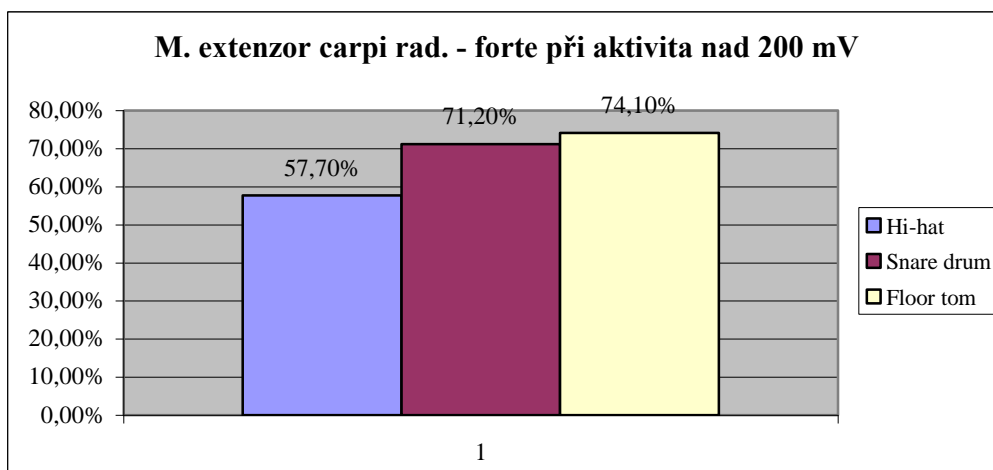
Graf č. 20 Svalová aktivita vyjádřená v % - Skupina flexorů zápěstí

Při hře piano se flexorová skupina nejvíce zapojovala při úderech na hi-hat, nejméně na snare drum. Peaky nad 20 mV byly při hře piano na hi-hat v 21,1%, na snare drum v 8,9%, na floor tom v 17,4%.



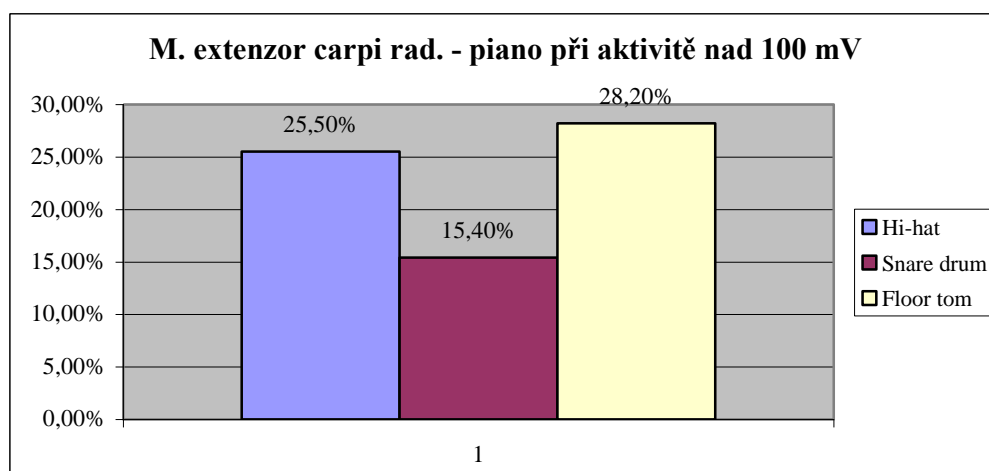
Graf č. 21 Svalová aktivita vyjádřená v % - Skupina flexorů zápěstí

M. extenzor carpi rad. se při hře forte nejvíce zapojoval při úderu na floor tom a snare drum, nejméně při úderu na hi-hat. Peaky nad 200 mV byly při hře forte na hi-hat v 57,7%, na snare drum v 71,2%, na floor tom v 74,1%.



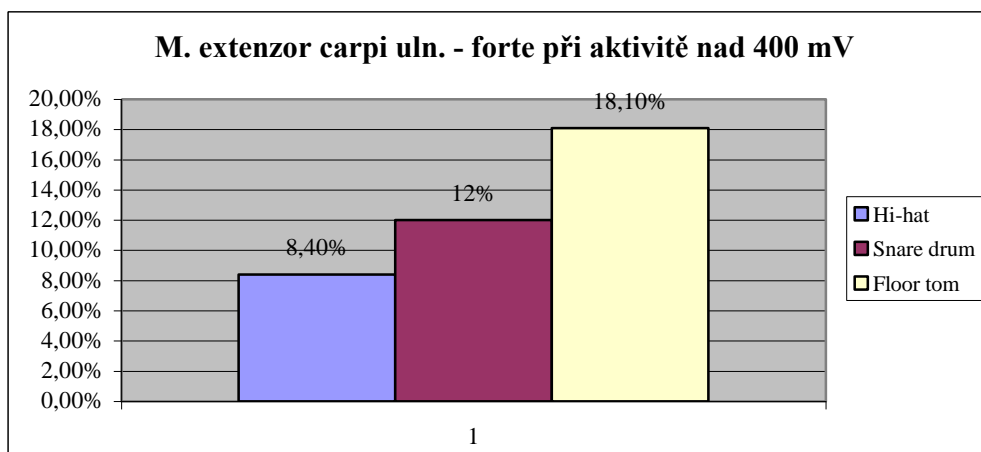
Graf č. 22 Svalová aktivita vyjádřená v % - M. extensor carpi rad.

Při hře piano se m. extensor carpi rad. nejvíce zapojoval při úderech na floor tom, nejméně na snare drum. Peaky nad 100 mV byly při hře piano na hi-hat v 25,5%, na snare drum v 15,4%, na floor tom v 28,2%.



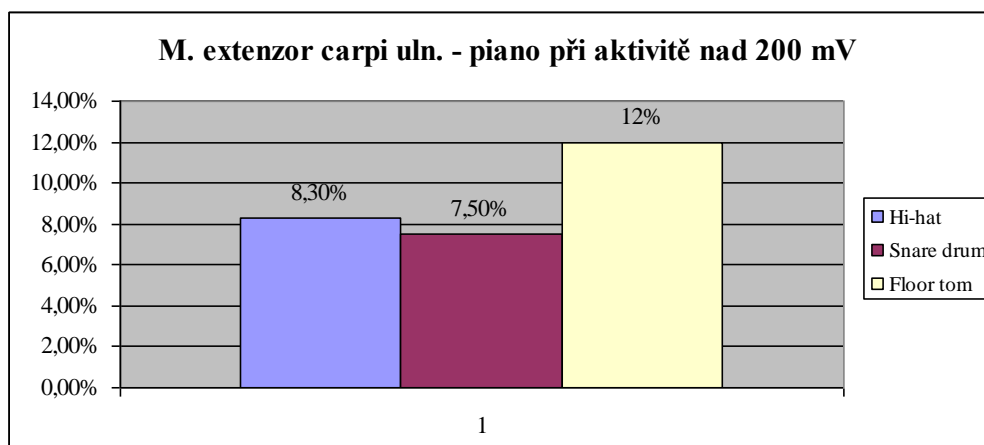
Graf č. 23 Svalová aktivita vyjádřená v % - M. extensor carpi rad.

M. extensor carpi uln. se při hře forte nejvíce zapojoval při úderu na floor tom, nejméně při úderu na hi-hat. Peaky nad 400 mV byly při hře forte na hi-hat v 8,4%, na snare drum v 12%, na floor tom v 18,1%.



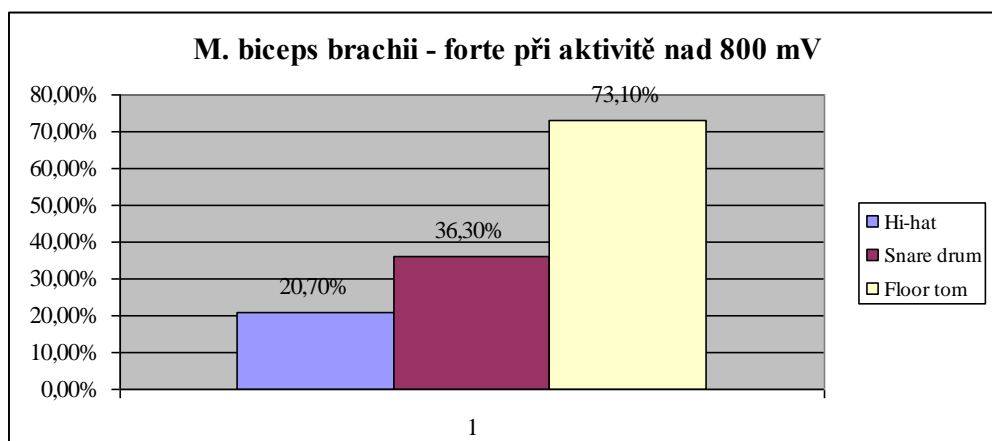
Graf č. 24 Svalová aktivita vyjádřená v % - M. extensor carpi uln.

Při hře piano se m. extensor carpi uln. nejvíce zapojoval při úderech na floor tom, nejméně na snare drum. Peaky nad 200 mV byly při hře piano na hi-hat v 8,3%, na snare drum v 7,5%, na floor tom v 12%.



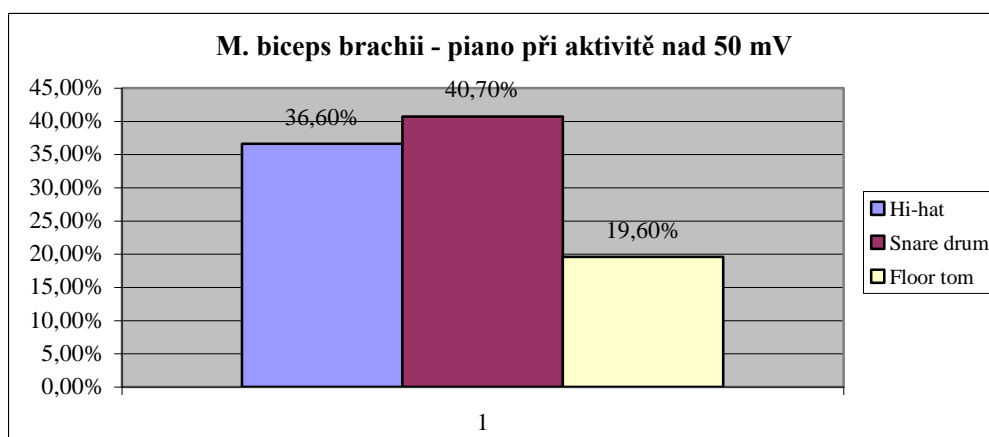
Graf č. 25 Svalová aktivita vyjádřená v % - M. extensor carpi uln.

M. biceps brachii se při hře forte nejvíce zapojoval při úderu na floor tom, nejméně na hi-hat. Peaky nad 800 mV byly při hře forte na hi-hat v 20,7%, na snare drum v 36,3%, na floor tom v 73,1%.



Graf č. 26 Svalová aktivita vyjádřená v % - M. biceps brachii

Při hře piano se m. biceps brachii nejvíce zapojoval při úderech na snare drum, nejméně na floor tom. Peaky nad 50 mV byly při hře piano na hi-hat v 36,6%, na snare drum v 40,7%, na floor tom v 19,6%.



Graf č. 27 Svalová aktivita vyjádřená v % - M. biceps brachii

Ze snímaných svalů vykazovala ve všech měřeních nejmenší svalovou aktivitu skupina flexorů zápěstí. U ostatních měřených svalů se míra aktivity měnila v závislosti na dynamice. Při hře forte prokazoval největší svalovou aktivitu m. biceps brachii, který naopak při hře piano byl až na třetím místě, při hře piano byl nejvíce aktivní m. extenzor carpi uln., který byl při hře forte také až na třetím místě.

Úhel lokte se dle kinematické analýzy při hře forte nejvíce měnil při hře na floor tom, nejméně při hře na hi-hat, ale rozsah pohybu byl při hře na hi-hat a na snare drum velmi podobný. Při hře piano se úhel lokte nejvíce měnil při hře na hi-hat, nejméně při hře na floor tom.

Rozsah v zápěstí ve frontální rovině (dukce) se dle kinematické analýzy při dynamice forte nejvíce měnil při hře na floor tom, nejméně při hře na snare drum, ale rozsah pohybu byl při hře na hi-hat a na snare drum velmi podobný. Při dynamice piano rozsah dukcí v jednotlivých měřeních velmi kolísal, a tak se nepodařilo záznamy adekvátně porovnat.

Rozsah pronace a supinace předloktí se nepodařilo zpracovat.

6 Diskuze

Jak již bylo řečeno v úvodu práce, hra na bicí nástroje je velmi náročná fyzická činnost a jsou při ní kladeny vysoké nároky na celý pohybový aparát hráče. Různé průzkumy (Fry 1987, Kok, 2013, Pascareli, Hsu, 2001, Morse et al., 2000) dokazují, že hudebníci obecně patří mezi skupiny s nejvyšším výskytem profesionálních nemocí pohybového aparátu (Vencel, 2011). Statistické výzkumy provedené v Evropě a USA v posledních třiceti letech ukazují, že v průměru 75 % profesionálních hudebníků a 65 % studentů vysokých hudebních škol trpí zdravotními obtížemi souvisejícími s hrou na hudební nástroj (Němcová, 2013). Velmi často diskutovaným problémem je u hudebníků například tzv. syndrom nadužívání. Tento termín autoři používají jako souhrnný název pro onemocnění vzniklá z přetížení muskuloskeletálního aparátu dlouhodobým opakovaným pohybem. Jedná se např. o syndrom karpálního tunelu, epindylitidy a tendinitidy zápěstí a ruky (Fry, 1986, Fry, 1987, Sakai et al., 2006, Tulder, Malmivaara, Koes, 2007). Podle pilotní studie, zveřejněné v roce 2000 v časopise *Medical Problems of Performing Artists*, může být hraní na hudební nástroj rizikovým faktorem pro vznik kumulativních traumatických poruch hned na druhém místě za pravidelným používáním počítače (Morse et al., 2000). Hra na hudební nástroj na profesionální úrovni patří mezi nejnáročnější lidské činnosti. Vyžaduje dlouhodobou vysokou přesnost a rychlost pohybů, často ve zvláštních polohách, pod psychickým tlakem a neustálou sluchovou kontrolou (Vencel, 2011). Hra na bicí nástroje klade na hráčův pohybový aparát daleko větší nároky, protože se při ní zapojuje celé tělo. Snadell (2009) ve své studii, kde pomocí dotazníku zjišťoval nejčastější obtíže perkusionistů, uvádí, že nejproblematičtější partie u hráčů na bicí nástroje jsou právě obě horní končetiny a bederní oblast zad. Dále se zde vyskytují i jiné faktory, které mohou napomoci různým onemocněním. Například Zaza a kolektiv (2000) se ve své studii zabývali vibracemi, které se při úderu do bubnu přenášejí na hráčovy horní končetiny a mohou přispívat k výskytu některých muskuloskeletálních poruch. Porovnávali hru s různými druhy paliček a to, jak paličky dokáží tyto vibrace odtlumit. Mnohé výzkumy (Barcenilla, 2012, Hagberg, Morfenstern, Kelsh, 1992, Palmer, Harris, Coggon, 2007, Tanaka et al., 1997) prokazují, že právě vibrace, silný stisk a opakující se pohyby jsou jedním z významných rizikových faktorů vzniku syndromu karpálního tunelu.

Tato práce měla za cíl analyzovat část pohybů prováděných při bubnování, tím

napomoci k pochopení mechanismu vzniku onemocnění typických pro hráče na bicí nástroje a poskytnout tak lepší náhled na tuto problematiku při rehabilitaci bubeníků či výběru kompenzačních cvičení.

6.1 Diskuze k hypotéze 1

Na začátku práce byla stanovena hypotéza *HP1: Při hře forte se budou zapojovat ve větší aktivitě jiné svaly či svalové skupiny než při hře piano.* Z výsledků vyplývá, že při úderech vedených na hi-hat byl při hře forte nejvíce aktivní m. biceps brachii, na druhém místě m. extenzor carpi rad. a na třetím místě m. extenzor carli uln. Při hře piano se změnilo pořadí, kdy na prvním místě byl m. extenzor carpi uln., na třetím m. biceps brachii a m. extenzor carpi rad. zůstával na druhém místě. Aktivita skupiny flexorů zápěstí byla u obou měření nejmenší. Stejné pořadí můžeme popsat i u dalších dvou měření. Hypotézu HP1 tedy můžeme potvrdit výrokem, že během experimentu byl vždy při hře forte nejvíce aktivní m. biceps brachii, který byl při hře piano až na třetím místě. Při hře piano byl nejvíce aktivní m. extenzor carpi uln., který byl při hře forte také na třetím místě. Skupina flexorů zápěstí vykazovala ve všech měřeních nejmenší aktivitu bez ohledu na změnu dynamiky.

Z daných výsledků vyplývá, že m. extenzor carpi rad. je při hře na bicí nástroje vždy v dosti značné aktivitě. Jak prokázal tým švédských autorů, přetížení tohoto svalu může vyústit až v laterální epikondylitidu (Ljung, Lieber, Fridén, 1999).

Měření také ukázala, že skupina flexorů zápěstí byla nejvíce aktivní při úderech vedených na hi-hat v obou dynamikách. Naopak nejméně aktivní byla při hře forte na floor tom, při hře piano na snare drum. M. extenzor carpi rad. byl nejvíce aktivní při hře na floor tom v obou dynamikách. Nejméně aktivní byl při hře forte na hi-hat, při hře piano na snare drum. M. extenzor carpi uln. byl, stejně jako m. extenzor carpi rad., nejvíce aktivní při hře na floor tom v obou dynamikách. Nejméně aktivní byl při hře forte na hi-hat, při hře piano na snare drum. M. biceps brachii byl nejvíce aktivní při hře forte na floor tom, při hře piano na snare drum. Nejméně aktivní byl při hře forte na hi-hat, při hře piano na floor tom.

6.2 Diskuze k hypotéze 2

Na začátku práce byla stanovena hypotéza *HP2: Vzhledem k tomu, že mechanismus úderu paličkou je podobný bez ohledu na polohu horní končetiny, bude aktivita jednotlivých svalů nebo svalových skupin stejná v porovnání s ostatními měřenými*

svaly. Na tuto hypotézu již bylo částečně odpovězeno při diskuzi k hypotéze HP1. Při hře forte byl z měřených svalů nejvíce aktivní m. biceps brachii, a to ve všech třech pozicích. Při hře piano byl v každém z měření nejvíce aktivní m. extenzor carpi uln. Nejméně aktivní byla skupina flexorů zápěstí, a to ve všech šesti měřeních. M. extenzor carpi rad. byl svou aktivitou ve všech měřeních na druhém místě. Tímto byla hypotéza HP2 potvrzena.

Dále bylo zjištěno, že ve všech měřeních vždy maximální aktivita m. extenzor carpi uln. předcházela maximální aktivitě m. extenzor carpi rad. Zvýšení nebo snížení aktivity m. extenzor carpi rad. a m. extenzor carpi uln. během jednotlivých měření spolu souvisely, ale nepodařilo se vysledovat jednoznačnou pravidelnost těchto změn. V některých případech aktivita obou svalů vzrůstala nebo klesala ve shodě, někdy došlo k nárůstu aktivity jednoho svalu při snížení aktivity druhého.

6.3 Diskuze k hypotéze 3

Na začátku práce byla stanovena hypotéza *HP3: Změny svalové aktivity budou korelovat se změnami úhlů lokte a zápěstí*. Výsledky prokázaly, že při hře forte byly m. extenzor carpi rad., m. extenzor carpi uln. a m. biceps brachii nejvíce aktivní při hře na floor tom, kdy se nejvíce měnil úhel lokte i dukce zápěstí. Při hře piano byly tyto tři svaly také nejvíce aktivní při hře na floor tom, ovšem v tomto případě se úhel lokte měnil nejméně. Ani při rozboru jednotlivých situací během měření se nepodařilo vysledovat souvislost mezi změnami aktivity jednotlivých svalů a změnami úhlů v lokti a v zápěstí. V některých chvílích EMG vykazovala výrazné změny v aktivitě svalů, ale kinematická analýza změny úhlu neprokázala a naopak. Tuto hypotézu tedy potvrdit nemůžeme, a to nejen s ohledem na výsledky. Musíme také brát v úvahu, že se nepodařilo vyhodnotit data pro rotaci předloktí, a tudíž nemůžeme tyto výsledky brát za plnohodnotné. V případě kompletnosti výsledků 3D kinematické analýzy by bylo vhodné detailněji porovnat změny úhlů lokte, předloktí a zápěstí v čase s průběhem EMG křivky jednotlivých svalů.

6.4 Faktory související s výsledky studie

Při konečném vyslovení závěrů je třeba mít na mysli i další faktory, které mohly ovlivnit průběh měření. Jedním z nich je například různost ploch, na které byly vedeny údery. Výzkumy, které na toto téma byly uskutečněny, prokazují, že zkušený bubeník dokáže využívat zpětného odrazu paličky od blány a snížit tím fyzickou náročnost

bubnování (Dahl, Großbach, Altenmüller, 2011, Fujisawa, Miura, 2010, Konishi, Miura, 2011). V naší studii porovnááme tři místa úderu, kdy hi-hat je kovový činel a snare drum a floor tom jsou bubny s ozvučnou blánou. To znamená, že odraz paličky od činelu bude s největší pravděpodobností jiný. Na snare drum a floor tom jsou sice v obou případech nataženy blány, ale síla napnutí může být jiná a tím se také může měnit jejich schopnost odrážet paličku. Pokud byla u každého z povrchů jiná intenzita zpětného odrazu paličky, musel na to hráč adekvátně reagovat a tím byla ovlivněna aktivita svalů. S přihlédnutím k tomuto faktu tedy nemůžeme plnohodnotně porovnávat svalovou aktivitu jednotlivých měření. Pokud bychom chtěli vyloučit tento faktor, museli bychom použít ve všech třech případech stejný druh povrchu a pouze bychom měnili jeho umístění. Například bychom pro každé měření použili vždy stejný snare drum, ale instalovali bychom ho do takové výšky a úhlu jako hi-hat a floor tom.

Další proměnnou, kterou je třeba brát v úvahu, je sama dynamika. I když byl proband velmi zkušeným hráčem, nemůžeme s jistotou říci, že dokázal udržet v každém z měření stejnou hlasitost. Při porovnávání jednotlivých záznamů, ale i při vyhodnocování konkrétních situací, jako například aktuální vzestup svalové aktivity v korelaci s velikostí úhlu v kloubech, by bylo vhodné doplnit měření o záznam hladiny intenzity zvuku.

Další z chyb, které bychom si mohli vytknout, je také nedodržení stejného místa úchopu paličky. Mezi jednotlivá měření byly zařazovány krátké přestávky. Proband sice setrval na stejném místě, ale s paličkou si „hrál“, a tudíž si nemůžeme být jisti, že ji následně držel na stejném místě, protože místo úchopu nebylo na paličce označeno. To znamená, že vzdálenost od ruky k vrcholu paličky mohla být při každém z měření jiná, což mohlo také mít vliv na její ovládnutí a tím i na svalovou aktivitu.

6.5 Rozsah platnosti

Tato práce byla provedena formou případové studie, které se účastnil pouze jeden proband, a proto nemůžeme výsledky týkající se zapojování svalů při hře na bicí nástroje vztáhnout na celou bubenickou komunitu. Musíme brát v úvahu, že každý hráč má svůj specifický způsob rozestavení bicí soupravy, držení paliček, sezení i strategii hry. Abychom mohli výsledky zobecnit, muselo by být měření provedeno na větším počtu hráčů.

7 Závěr

Tato práce měla za cíl analyzovat a porovnat zapojení svalů či svalových skupin horní končetiny při úderu paličkou ve dvou dynamikách ve třech polohách pravé horní končetiny na zvolené části bicí soupravy. Jako vedlejší cíl bylo stanoveno prostudovat a zpracovat zdroje týkající se hry na bicí nástroje a jejího vlivu na hráčův muskuloskeletální systém, přesněji na jeho horní končetiny.

Byly stanoveny tři hypotézy. *HPI*: Při hře forte se budou zapojovat ve větší aktivitě jiné svaly či svalové skupiny než při hře piano. Tato hypotéza byla potvrzena. *HP2*: Vzhledem k tomu, že mechanismus úderu paličkou je podobný bez ohledu na polohu horní končetiny, bude aktivita jednotlivých svalů nebo svalových skupin stejná v porovnání s ostatními měřenými svaly. Tato hypotéza byla také potvrzena. *HP3*: Změny svalové aktivity budou korelovat se změnami úhlů lokte a zápěstí. Tuto hypotézu se nepodařilo potvrdit.

Pro sběr dat byly využity povrchová elektromyografie a 3D kinematická analýza. Výzkumu se účastnil pouze jeden hráč poloprofesionální úrovně. Měření bylo prováděno jednorázově v prostorách laboratoře katedry sportů v přírodě UK FTVS.

Z výsledků vyplývá, že při hře forte na hi-hat, snare drum a floor tom je nejvíce aktivní m. biceps brachii, na druhém místě m. extenzor carpi rad., na třetím místě m. extenzor carpi uln. Při hře piano se nejvíce aktivoval m. extenzor carpi uln., na druhém místě m. extenzor carpi rad., na třetím místě m. biceps brachii. Skupina flexorů zápěstí byla ve všech případech nejméně aktivní.

Protože měření probíhalo pouze u jednoho hráče na bicí nástroje, není možné závěr práce zobecnit. Jak už bylo řečeno v diskuzi, během měření jsme se dopustili několika chyb, které také mohly mít vliv na výsledky. V případě provádění podobného či navazujícího experimentu by bylo vhodné tyto faktory vzít v úvahu a pokusit se o jejich nápravu. Dalším tématem dané problematiky by mohlo být například zmapování trigger points typických pro bubeníky, ovšem takový výzkum by musel být provedený na poměrně velké skupině probandů.

Použitá literatura

BARCENILLA, A. et al. 2012. Carpal tunnel syndrome and its relationship to occupation: a meta-analysis. *Rheumatology*. [online] 51(2), 250-261 [cit. 20. 8. 2015] Dostupné z: <http://rheumatology.oxfordjournals.org/content/51/2/250.short>

Biomechanika. Biomechanika loketního kloubu. 2012 Olomouc: Fakulta tělesné kultury. [online] [cit. 8. 9. 2014] Dostup. z: http://ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-katedry/biomechanika/APBMF_Biomechanika_loketniho_kloubu_red.pdf

Biomechanika. Biomechanika ramenního pletence. 2012 Olomouc: Fakulta tělesné kultury. [online] [cit. 8. 9. 2014] Dostupné z: http://ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-katedry/biomechanika/APBMF_Biomechanika_ramenniho_kloubu_red.pdf

Biomechanika. Biomechanika ruky. 2012 Olomouc: Fakulta tělesné kultury. [online] [cit. 8. 9. 2014] Dostupné z: http://ftk.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-katedry/biomechanika/APBMF_Biomechanika_ruky_red.pdf

ČERVENKA, J., 2005a. Bicí souprava. *Muzikus*. [online]. 6 [cit. 16. 2. 2015] ISSN 1210-1443. Dostupné z: <http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Bici-souprava~17~zari~2005/>

ČERVENKA, J., 2005b. Zlo, zvyky a bicí nástroje (1) – bubenický workshop s Martinem Vajglem. *Muzikus*. [online.], 2 [cit. 10. 3. 2014] ISSN 1210-1443. Dostupné z: <http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-workshopy/Zlo-zvyky-a-bici-nastroje-1-bubenicky-workshop-s-Martinem-Vajglem~08~brezen~2005/>

ČIHÁK, R., 2001. *Anatomie 1*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-970-5

DAHL, S., GROßBACH, M., ALTENMÜLLER, E., 2011. Good playing practice when drumming: Influence of tempo on timing and preparatory movements for healthy and dystonic players. In: *Proceedings of the International Symposium on Performance Science 2011*. [online]. European Association of Conservatoires (AEC), 237-242 [cit.

14. 9. 2014] ISBN 978-94-90306-02-1. Dostupné z:
<http://www.legacyweb.rcm.ac.uk/cache/fl0026723.pdf>

Detail bicí soupravy. In: *Bicí nástroje A-Z*. [online]. [cit. 16. 2. 2015]. Dostupné z:
<http://www.bici-nastroje.wbs.cz/Detail-bici-soupravy.html>

DUFEK, J., 2006. Profesionální syndrom karpálního tunelu. *Neurologie pro praxi*. [online]. 5, 254-256 [cit. 12. 3. 2014]. ISSN 1213-1814. Dostupné z:
<http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2006/05/06.pdf>

DYLEVSKÝ, I., 2009. *Speciální kineziologie*, 1. Vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0

FRY, H. J., 1986. Overuse syndrome of the upper limb in musicians. *The Medical Journal of Australia*. [online]. 144(4), 182-3 [cit. 20. 8. 2015] Dostupné z:
<http://europepmc.org/abstract/med/3945218>

FRY, H. J., 1987. Prevalence of overuse (injury) syndrome in Australian music schools. *British Journal of Industrial Medicine*. [online]. 44, 35-40 [cit. 20. 8. 2015] Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1007775/pdf/brjindmed00153-0043.pdf>

FUJII, S. et al., 2009. Tapping performance and underlying wrist muscle activity of nondrummers, drummers and the world's fastest drummer. *Neuroscience Letters*. [online], 459(2), 69-73 [cit. 12. 9. 2014]. ISSN 0304-3940 Dostupné z:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394009005795>

FUJII, S. et al., 2010. Intrinsic constrain of asymmetry acting as a control parameter on rapid rhythmic bimanual coordination: A study of professional drummers and nondrummers. *Journal of Neurophysiology*. [online]. 104(4), 2178-2186 [cit. 12. 9. 2014]. ISSN 1522-1598. Dostupné z:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2957461/>

FUJII, S., MORITANI, T., 2012. Rise rate and timing variability of surface electromyographic activity during rhythmic drumming movements in the world's fastest

drummer. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. [online]. 22 (1), 60-66 [cit. 13. 9. 2014]. ISSN: 1050-6411

Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S105064111100157X>

FUJISAWA, T., MIURA, M., 2010. Investigating a playing strategy for drumming using surface electromyograms. *Acoustical Science and Technology*. [online]. 31 (4), 300-303 [cit. 14. 9. 2014]. ISSN 1347-5177. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/ast/31/4/31_4_300/pdf

HAGBERG, M., MORGENSTERN, H., KELSH, M. 1992. Impact of occupations and job tasks on the prevalence of carpal tunnel syndrome. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. [online]. 18(6), 337-345 [cit. 20. 8. 2015]. Dostupné z: http://www.jstor.org/stable/40966019?seq=1#page_scan_tab_contents

Jak hrát na bubny. [online]. [cit. 16. 2. 2015]. Dostupné z: <http://bici.mypage.cz/>

JANURA, M., ZAHÁLKA, F., 2004. *Kinematická analýza pohybu člověka*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-0930-5

JAROŠOVÁ, H., 2008. Revmatismus měkkých tkání. *Medicína pro praxi*. [online]. 5(1), 19-22 [cit. 13. 3. 2014]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/med/2008/01/05.pdf>

KAŇOVSKÝ, P., 1999. *Dystonie: mechanismy, diagnostika a terapie*. Praha. ISBN 80-85824-85-x

KARAS, V., OTÁHAL, S., 1979. *Úvod do biomechaniky pohybového systému člověka*. 1. vydání. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 174. ISBN 17-151-79

KOK, L. M. et al., 2013. Musicians' illness perceptions of musculoskeletal complaints. *Clinical Rheumatology*. [online]. 32(4), 487-492 [cit. 12. 3. 2014]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10067-013-2199-1#>

KONISHI, Y., MIURA, M., 2011. Use of relationship between characteristics of rebound and surface EMG of arms to measure physiological load during drum

performance. In: *International Symposium on Performance Science* [online]. AEC, 605-610 [cit. 14. 9. 2014] ISBN 978-94-90306-02-1. Dostupné z: <http://www.legacyweb.rcm.ac.uk/cache/fl0026857.pdf>

KOLÁŘ, P. a kol., 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1

KOTEK, M., 1983. *Bicí nástroje*. Praha: PANTON. ISBN 35-086-83

KROBOT, A., KOLÁŘOVÁ, B., 2011. *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. 1. vyd., Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 82 s. ISBN 978-80-244-2762-1

KRISTEN, E. et al., 2005. Motor training as treatment in focal hand dystonia. *Movement Disorders*. [online]. 20(3), 335-341 [cit. 10. 3. 2014] Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mds.20314/abstract?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+disrupted+Saturday%2C+15+March+from+10%3A00-12%3A00+GMT+%2806%3A00-08%3A00+EDT%29+for+essential+maintenance>

LEDERMAN, R. J., 2003. Neuromuscular and musculoskeletal problems in instrumental musicians. *Muscle and Nerve*. [online]. 27(5), 549-561 [cit. 14. 3. 2014]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.10380/abstract?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+disrupted+Saturday%2C+15+March+from+10%3A00-12%3A00+GMT+%2806%3A00-08%3A00+EDT%29+for+essential+maintenance>

LINDA, M. 2005. Systém pro výuku hry na bicí s využitím inverzní kinematiky. Praha. Diplomová práce. ČVUT v Praze, Fakulta elektrotechnická. [online]. [cit. 8. 2. 2015] Dostupné z: <http://disabled.nofuture.cz/vdr/Diplomka.pdf>

LJUNG B.-O., LIEBER, R. L., FRIDÉN, J. , 1999. Wrist Extensor Muscle Pathology in Lateral Epicondylitis. *The journal of hand surgery*. [online]. 24(2), 177-183 [cit. 21. 8. 2015]. Dostupné z: <http://jhs.sagepub.com/content/24/2/177.short>

MORSE, T. et al., 2000. A pilot population study of musculoskeletal disorders in musicians. *Medical problems of performing artists*. [online]. 15(2), 81 [cit. 12. 3. 2014]. Dostupné z:

<https://www.sciandmed.com/mppa/journalviewer.aspx?issue=1092&article=1016>

NĚMCOVÁ, M., 2013. Hudebník a zdraví – Pohled za hranice: prevence při studiu i během povolání. *Muzikus*. [online]. 2 [cit. 8. 3. 2014]. ISSN 1210-1443. Dostupné z: <http://www.muzikus.cz/klasicka-hudba-jazz-clanky/Hudebnik-a-zdravi-Pohled-za-hranice-prevence-pri-studiu-i-behem-povolani~28~cervenec~2013/>

OTÁHAL, S., TLAPÁKOVÁ, E., 2009. *Patobiomechanika a patokinesiologie, kompendium – Biomechanika, kapitola: experimentální biomechanika – Elektromyografie*, [online], [cit. 15. 8. 2015] dostupné z:

http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/biomechanika/experiment_metody_emg.php

PALMER, K. T., HARRIS, E. C., COGGON, D. 2007. Carpal tunnel syndrome and its relation to occupation: a systematic literature review. *Occupational Medicine*. [online]. 57(1), 57-66 [cit. 20. 8. 2015]. Dostupné z: <http://occmed.oxfordjournals.org/content/57/1/57.1.short>

PASCARELLI, E. F., HSU, Y., 2001. Understanding work related upper extremity disorders: Clinical findings in 485 computer users, musician, and others. *Journal of Occupational Rehabilitation*. [online]. 11(1), 1-21 [cit. 12. 3. 2014]. Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.1023/A:1016647923501#>

RODOVÁ, D., MAYER, M., JANURA, M., 2001. *Současné možnosti využití povrchové elektromyografie*. Rehabilitace a fyzikální lékařství. č.4, s. 173 – 177

SAKAI, N. et al., 2006. Hand Span and Digital Motion on the Keyboard: Concerns of Overuse Syndrome in Musicians. *Journal of hand surgery*. [online]. 31(5), 830-835 [cit. 20. 8. 2015]. Dostupné z: [http://www.jhandsurg.org/article/S0363-5023\(06\)00241-3/abstract](http://www.jhandsurg.org/article/S0363-5023(06)00241-3/abstract)

SANDELL, C. et al., 2009. Playing-related Musculoskeletal Disorders and Stress-related Health Problems Among Percussionists. *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 24(4), 175 [cit. 20. 8. 2015]. Dostupné z: <https://www.sciandmed.com/mppa/journalviewer.aspx?issue=1182&article=1807>

SKÁLA, B., HERLE, P., MANN, M., 2010. *Bolesti pohybového aparátu – mimokloubní revmatismy*. [online]. Praha: Společnost všeobecného lékařství ČLS JEP, [cit. 12. 3. 2014]. ISBN 978-80-86998-40-4. Dostupné z: http://www.vpl.sk/files/file/dp/2003_2007/pohybovy%20system_mimokloubni-revmatismy-2010.pdf

SLAWEK, J., 2004. Křeče hudebníků – klinický obraz patofyziologie a léčba. *Neurologie pro praxi*. [online]. Solen, s. r. o, 2, 96 – 99 [cit. 12. 3. 2014]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2004/02/11.pdf>

Sofistikovaná biomechanická diagnostika lidského pohybu. 2012. CZ.1.07/2.3.00/09.0209. 3D kinematická analýza. [online]. [cit. 6. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.biomechanikapohybu.upol.cz/net/index.php/poloka-menu-2/o-metod>

STASINOPOULOS, D. JOHNSON, M.I., 2004. Cyriax Physiotherapy for tennis elbow/lateral epikondylitis. *British Journal of Sports Medicine* [online]., (38), 655-675 [cit. 12. 3. 2014]. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/content/38/6/675.full.pdf+html>

STRIEŽENEC, A., 2010. Bubenické postrehy XXXVII - Paličky. *Muzikus*. [online]. 7 [cit. 2. 3. 2015]. ISSN 1210-1443. Dostupné z: <http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-serialy/Bubenicke-postrehy-XXXVII-Palicky~27~cervenec~2010/>

TANAKA, S. et al, 1997. Association of occupational and non-occupational risk factors with the prevalence of self-reported carpal tunnel syndrome in a national survey of the working population. *American Journal of Industrial Medicine*. [online]. 32(5), 550-556 [cit. 20. 8. 2015]. Dostupné z: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199711\)32:5%3C550::AID-AJIM18%3E3.0.CO;2-1/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0274(199711)32:5%3C550::AID-AJIM18%3E3.0.CO;2-1/abstract)

TULDER, M., MALMIVAARA, A., KOES, B., 2007. Repetitive strain injury. *The Lancet*.

[online]. 369(9575), 1815-1822 [cit. 21. 8. 2015]. Dostupné z:
[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(07\)60820-4/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(07)60820-4/abstract)

VACÍK, M., 2006. Nejen paličkami živ je bubeník... - paličky, metličky a špejle Flix. *Muzikus*. [online]. 11 [cit. 2. 3. 2015]. ISSN 1210-1443. Dostupné z:
<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-testy/Nejen-palickami-ziv-je-bubenik8230-palicky-metlicky-a-spejle-Flix~12~unor~2006/>

VÉLE, F., 2006. *Knizeiologie*. 2. vydání. Praha: TRITON. ISBN 80-7254-837-9

VÉLE, F., 2012. *Výšetření hybných funkcí z pohledu neurofyziologie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-608-1

VENCEL, M., 2011. Hudební fyziologie a fyzioterapie v prevenci a terapii profesionálních postižených hudebníků. *Teorie a praxe hudební výchovyII*. [online]. Praha:UK Praha, Pedagogická fakulta. [cit. 8. 3. 2014]. ISBN 978-80-7290-519-5. Dostupné z:
<http://www.czechcoordinatoreas.eu/Text%20Teorie%20a%20praxe%20Hv%20II%20-%20Praha%202011.pdf#page=116>

WINSPUR, I., WYNN PARRY, C. B., 1998. *The musician's hand*. A clinical guide. [online]. Taylor and Francis, [cit. 12. 3. 2014]. ISBN 1-84184-570-1. Dostupné z:
http://www.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=L9g1BEewqJkC&oi=fnd&pg=PA5&dq=pain+drummers&ots=JG7sonq-1R&sig=J4P8D6AkOtieOT9h-Sq0g_2gjRY&redir_esc=y#v=onepage&q=pain%20drummers&f=false

WORKMAN, D., 2006. *The Percussionist's Guide to Injury Treatment and Prevention*. [online]. Taylor and Francis Group. [cit. 8. 3. 2014] ISBN 978-0-415-97685-5. Dostupné z:
http://www.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=Y8ArDAwaR6oC&oi=fnd&pg=PT1&dq=injury+of+drummers&ots=e10gdZWS24&sig=EzQJWE5lmi0U_HkPxCn-Xca32vE&redir_esc=y#v=onepage&q=injury%20of%20drummers&f=false

ZAZA, Ch. et al., 2000. Beating injury with a different drumstick: A pilot study.

Medical Problems of Performing Artists. [online]. 15(1), 39 [cit. 13. 9. 2014]

Dostupné z:

<https://www.sciandmed.com/mppa/journalviewer.aspx?issue=1093&article=1028>

ZIMA, V. ,2012. Elementární úderová technika rukou pro bicí – 1. díl. *Metodický portál: Digitální učební materiály* [online]. [cit. 10. 2. 2014]. ISSN 1802-4785.

Dostupný z : <http://dum.rvp.cz/materialy/elementarni-uderova-technika-rukou-pro-bici-1-dil.html>

ZIMA, V., 2012. Elementární úderová technika rukou pro bicí – 2. díl. *Metodický portál: Digitální učební materiály* [online]. [cit. 10. 2. 2014]. ISSN 1802-4785.

Dostupný z : <http://dum.rvp.cz/materialy/elementarni-uderova-technika-rukou-pro-bici-2-dil.html>