

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

ANALÝZA ZAPOJENÍ SVALŮ PŘI HODU JEDNORUČ VRCHEM POMOCÍ  
ELEKTROMYOGRAFIE (PILOTNÍ STUDIE)

Diplomová práce  
(bakalářská)

Autor: Jiří Závodník, TV-M  
Vedoucí práce: Mgr. Jan Bělka Ph.D.  
Olomouc 2013

## Bibliografická identifikace

**Jméno a příjmení autora:** Jiří Závodník  
**Název bakalářské práce:** Analýza zapojení svalů při hoďu jednoruĉ vrchem pomocí elektromyografie (pilotní studie)  
**Pracoviště:** Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra sportu  
**Vedoucí:** Mgr. Jan Bělka, Ph.D.  
**Rok obhajoby:** 2013

**Abstrakt:** Cílem mé bakalářské práce bylo naměření hodnot zapojených svalů pomocí elektromyografu při střelbě probandek v házené. Probandky hrají nejvyšší soutěž 1. ligu starších dorostenek za tým DHK Zora Olomouc. Měření probíhalo při čtyřech odlišných střelbách a účastnilo se jich celkem 7 probandek. Naměřené hodnoty jsem zpracovával pomocí počítačového programu EMGworks 4.0.9 a statisticky významná data jsem zpracovával pomocí Wilcoxonova testu. Ve své práci jsem se zabýval především rozdílem zapojených svalů během různých typů střel.

**Klíčová slova:** házená, elektromyografie, aktivita svalů, sportovní příprava žen, sportovní trénink, posilování

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author's name:** Jiří Závodník  
**Title:** Overarm throw muscle involvement analysis via electromyography (pilot study)  
**Department:** Palacky University Olomouc, Fakulty of Physical Education, Department of Sport  
**Supervisor:** Mgr. Jan Bělka, Ph.D.  
**The year of presentation:** 2013

**Abstrakt:** My Bachelor's thesis was aimed on measuring the extend of working muscles with usage of electromyograph during the shooting while playing handball. The measured female older junior players are currently playing first league with the team DHK Zora Olomouc. The measuring itself was done during the four different shootings. There were seven female players involved in the measuring. The measurements were processed with computer program called EMGworks 4.0.9. Wilcoxon test was used to process statistically significant values. My main focus in this work is on the different muscles activity involved in different types of shootings.

**Keywords:** handball, electromyography, aktivty of muscles, sports training women, sports training, strengthening

I agree with borrowing my final thesis within library services.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Jana Bělky, Ph.D., uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 26.6.2013

.....

Děkuji Mgr. Janu Bělkovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytl při zpracování bakalářské práce. Dále děkuji Mgr. Zdeňku Svobodovi, Ph.D. za spolupráci při statistickém zpracování dat a probandkám z házenkářského týmu DHK Zora Olomouc, které byly ochotny spolupracovat při výzkumu.

1	Úvod.....	8
2	Přehled poznatků.....	9
2.1	Historie házené .....	9
2.2	Moderní házená.....	9
2.3	Somatické předpoklady házenkářů .....	10
2.4	Herní posty v házené.....	12
2.4.1	Křídlo .....	13
2.4.2	Spojka a střední spojka .....	14
2.4.3	Pivot .....	14
2.4.4	Brankář.....	14
2.5	Sportovní pohybové schopnosti.....	15
2.5.1	Rychlostní schopnosti .....	15
2.5.2	Koordinační schopnosti .....	15
2.5.3	Silové schopnosti .....	16
2.5.4	Vytrvalostní schopnosti .....	17
2.6	Herní výkon .....	18
2.7	Sportovní výkon.....	18
2.8	Pohyb hráčů na hřišti .....	18
2.9	Elektromyografie.....	22
2.9.1	Elektrody elektromyografu .....	23
2.9.2	EMG ve sportu.....	24
2.10	Zapojení svalů u odhodu.....	26
3	Cíle.....	28
3.1	Hlavní cíle.....	28
3.2	Dílčí cíle.....	28
3.3	Výzkumné otázky .....	28
3.4	Úkoly práce.....	28
4	Metodika .....	29
4.1	Charakteristika výzkumného souboru .....	29
4.2	Metody sběru a zpracování dat .....	30
4.3	Vlastní výzkum.....	32
4.3.1	Zevní šikmý sval - m. obliquus externus abdominis.....	33
4.3.2	Přední pilovitý sval - m. serratus anterior.....	33

4.3.3	Velký prsní sval – m. pectoralis major .....	33
4.3.4	Deltový sval – m. deltoideus.....	33
4.3.5	Nadhřebenový sval – m. supraspinatus.....	34
4.3.6	Podhřebenový sval – m. infraspinatus .....	34
4.3.7	Dvojhlavý pažní sval – m. biceps brachii .....	34
4.3.8	Trojhlavý pažní sval – m. triceps brachii.....	34
4.4	Statistické zpracování dat .....	35
4.5	Analýza odborné literatury .....	35
5	Výsledky a diskuze .....	36
5.1	Vliv výskoku na střelbu ze 6 m .....	37
5.2	Vliv výskoku na střelbu ze 9 m .....	37
5.3	Vliv vzdálenosti na střelbu ze země .....	38
5.4	Vliv vzdálenosti na střelbu z výskoku .....	39
5.5	Praktické využití .....	39
6	Závěry .....	41
7	Souhrn.....	44
8	Summary.....	46
9	Referenční seznam.....	47

# 1 Úvod

Házená patří mezi jednu z nejrozšířenějších a nejoblíbenějších sportovních her na světě. Jedná se, jak o fyzicky, tak psychicky namáhavou kolektivní sportovní hru, která je z pohledu diváka oblíbená a atraktivní. A to především pro svou rychlost, tvrdost, dynamičnost, bojovnost a nasazení hráčů. Házená je hra plná dramatických okamžiků, zvrátů, taktiky a neočekávaných situací. A samozřejmě, co je pro oko diváka nejdůležitější, je plná gólů, nápaditých kombinací a střeleckých pokusů. Dále je typickým znakem házené vysoké tempo hry a týmová spolupráce hráčů, která je mnohdy důležitější než výkony jednotlivců. Tohle vše jsou důvody, proč se házená stává čím dál víc populárnější a je o ni větší zájem především z pohledu mládeže.

Jelikož můj otec trénuje házenou již mnoho let, tak mám k tomuto sportu blízko už od mládí. Začal jsem hrát když mi bylo asi 12 let a stále hraji a bavím se tímto sportem. Je tedy pochopitelné, že se i téma mé bakalářské práce ubírá právě tímto směrem.



## **2 Přehled poznatků**

### **2.1 Historie házené**

Házená vznikla jako venkovní sport, prolínáním her založených na házení míče, které se objevily na různých místech Evropy na začátku 20. století. Základem je haanbold, který pochází z Dánska. Tam také vznikly první házenkářské kluby a organizovaly se první soutěže. Další podoba této hry vznikla v Německu pod názvem handball. Hrál se na fotbalovém hřišti s jedenácti hráči a střílelo se na fotbalové branky. V německy mluvících zemích se handball v této podobě hraje dodnes, zejména jako součást rekreačních aktivit nebo je využíván jako tréninkový prostředek. Také na území České republiky vznikla jedna z podob házené, která se stále hraje a její název je národní házená (Tůma & Tkadlec, 2002). Dnes již známe dalších několik specifikací házené – miniházená, plážová házená. Klíčovým rokem pro rozvoj mezinárodní házené byl rok 1934, avšak první mistrovství světa mužů se konalo v roce 1938, v házené žen až v roce 1957. Pro obě kategorie se mistrovství světa v házené konala od konce padesátých let v tříletých cyklech (Táborský, 1999).

### **2.2 Moderní házená**

Do zápasu smí nastoupit 16 hráčů, avšak maximálně 7 z nich smí vstoupit na herní plochu v průběhu zápasu. Zbytek jsou střídající hráči. Stane-li se, že na hřiště omylem nastoupí více hráčů, je tento přestupek potrestán, dle pravidel házené, 2 minutovým trestem. Na rozdíl od basketbalu je možno v házené provést bez driblingu 3 kroky. To dává mnohem větší prostor pro orientaci v prostoru a také větší přehled o spoluhráčích a možných kombinacích. Utkání se odehrává na obdélníkovém hřišti o délce 40 metrů a šířce 20 metrů ohraničené čarami. Plocha je rozdělena středovou čarou. Každá polovina se skládá z brankové čáry, kde je ukotvená branka o vnitřních rozměrech 3x2 metrů. 6 metrů od středu brankové čáry je vzdálený ohraničující prostor brankoviště, ve kterém se smí nacházet pouze brankář. Dále jsou na ploše vyznačeny přerušovanou čarou čáry volného hodů vzdálené 9 metrů od středu brankové čáry, ze kterých se rozehrává po nedovoleném kontaktu hráčů. Utkání je řízeno dvěma rozhodčími, ve vyšších ligách se účastní zápasu i delegát (Tkadlec & Tůma, 2002). Hra se v posledních letech radikálně zrychlila a přitvrdila, to vše kvůli efektivitě hry, ale také se tím stala pohlednější a zajímavější pro diváky.

## 2.3 Somatické předpoklady házenkářů

„Somatotyp souhrn tvarových znaků jedince, poměrně přesný popis stavby těla“ (Dovalil et al., 2008, 209).

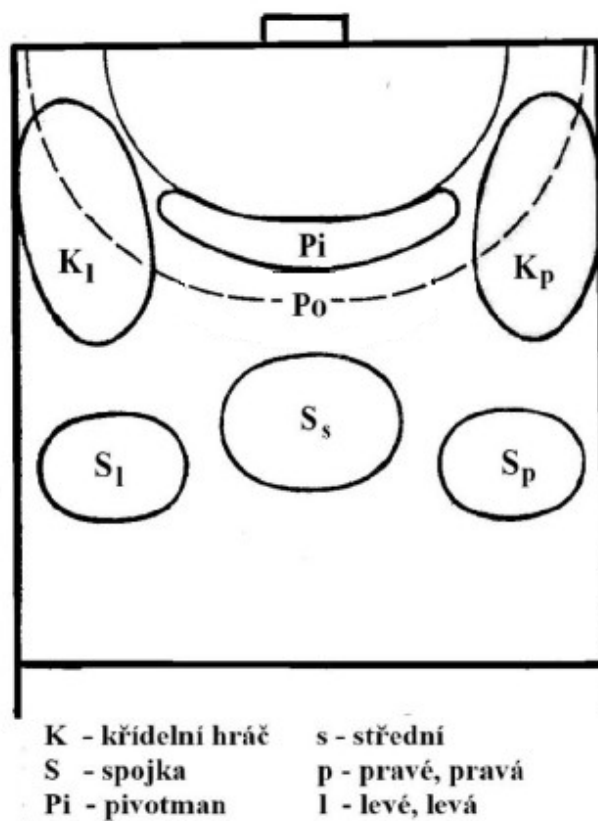
Druhy somatotypů podle Grasgrubera a Caceka, 2008:

- Ektomorf
  - štíhlý a hubený,
  - dlouhé končetiny - dlouhé prsty, dlouhé ruce,
  - slabá kostra,
  - slabě vyvinuté svalstvo,
  - rychlý energetický výdej,
  - málo tukových buněk,
  - špatně nabírá svalovou hmotu,
  - vyžaduje méně náročný trénink - delší pauzy mezi sériemi, dostatek odpočinku.
  
- Mezomorf
  - svalnatý typ,
  - silná kostra,
  - široká ramena a úzké boky,
  - středně rychlý energetický výdej,
  - rychlý nárůst svalové hmoty.
  
- Endomorf
  - tučný typ - velký počet tukových buněk,
  - velká hlava, široká tvář,
  - krátké končetiny - prsty,
  - podsaditý a oblý tvar těla,
  - nízký energetický výdej,
  - rychlý nárůst svalové hmoty,
  - obtížně se zbavují tuku,
  - riziko obezity při malé sportovní aktivitě,
  - riziko srdečních onemocnění.

Podle Kutáče (2009) se všechny somatotypy vyjadřují trojčíslím. Tato tři čísla mají vždy stejné pořadí, aby nedošlo k chybě. Jejich názvy byly inspirovány dle zárodečných listů, kam řadíme entoderm, mezoderm a ektoderm. Zpravidla jsou hráči házené mezomorfního somatotypu a jejich optimální hodnoty jsou 2,5-5-3. Hráči na pozici spojek díky vysoké postavě (185-200 cm) a dlouhým končetinám dobře ovládají obrannou fázi a prosazení se při střelbě z větších vzdáleností. Křídelní hráči obvykle bývají menší a lehčí postavy. Jejich přednostmi je dynamičnost a hbitost. To je dáno díky jejich menšímu podílu tukových buněk. Nejrobustnějšími a nejsvalnatějšími bývají hráči na postu pivota, kteří mají i nejvyšší procento tuku. Tyto předpoklady jim slouží při častých kontaktech s obránci protihráčů. Vyšší procento tuku mají i hráči na postu brankáře. Na tomto postu je výhodou hlavně velká plocha těla, která zabírá co největší plochu brány (Grasgruber & Cacek, 2008). Házenkářky jsou všeobecně nadprůměrně izomorfní i dosti endomorfní. Podle údajů získaných ze statistik z ženského ME 2004 dosahovaly hráčky vítězného týmu Norska průměrných rozměrů 176,4 cm (163 – 185) s hmotností 69,8 kg (58 – 82 kg). Naproti tomu ve srovnání s českým národním týmem, který se na ME umístil na 15. místě, byl výškový průměr 174,4 cm (157 – 187) a váhový 65,5 kg (44 – 81) (Grasgruber & Cacek, 2008).



střední spojka a pivot. Levou stranu uzavírá levá spojka a levé křídlo. Rozložení postů na hřišti viz. Obrázek 3. Každý z postů má svá specifika a nároky na hráče. Roli ve výběru herního postu hrají jak fyzické, tak psychické předpoklady.



Obrázek 3. Postavení hráčů na hřišti (Jančálek et al., 1978).

### 2.4.1 Křídlo

Křídla nepatří mezi nejvyšší hráče na hřišti. Jejich předností by však měla být rychlost a velký výskok.

Hra křídla je charakteristická vyražením do protiútoků, rychlých útoků a následně jejich zakončováním. Úlohou křidel v postupném útoku je v první řadě na sebe vázat obránce. Tuto úlohu mohou splnit za předpokladu, že jsou schopní úspěšně střílet z minimálních střeleckých úhlů a zvládnout vlastní uvolnění ve hře jeden proti jednomu. Tím ulehčují hru spojkám a pivotovi, protože je soupeř musí bránit. Křídla nejčastěji spolupracují s levou a pravou spojkou a jen zřídka s pivotem a střední spojkou (Zařková & Hianik, 2006).

### **2.4.2 Spojka a střední spojka**

Základní úkol spojky v protiútku i rychlém útoku spočívá v přesné první přihrávce. V následném postupném útoku se spojka pohybuje zhruba 2 – 3 metry před čarou volného hodu, odkud rozehrává míče křidlům a pivotovi (Jančálek et al., 1978). Jakožto hlavní tvůrce hry je považován hráč na střední spojce. Mezi její hlavní činnosti patří střelba z dálky, odlákávání soupeře z ideálního obranného postavení, uvolňování pivota a křídla (Jančálek, Šafaříková & Táborský, 1971). Důležitými činiteli jsou při plnění úkolů: výška jedince, co nejdokonalejší ovládnutí více druhů střelby, herní a tvůrčí myšlení, smysl pro spolupráci, odrazové schopnosti, švihová síla paží, precizní zvládnutí základních přihrávek a dobrá orientace během hry. Do této funkce se vybírají hráči s vysokou úrovní hráčských dovedností (Matoušek, 1995).

### **2.4.3 Pivot**

Podle Šustáčka (2012) se pivot v útočné fázi pohybuje před čarou soupeřova brankoviště. Je obrácený čelem k vlastním spoluhráčům a je připraven ke zpracování případných neočekávaných přihrávek. Záměrně se pohybuje mezi soupeřovými hráči a tím narušuje celistvost a pevnost obrany. Pomáhá vytvářet gólové příležitosti svým spoluhráčům cloněním nebo odlákáváním soupeřových hráčů. Jeho střelba by měla být efektivní z každého prostoru a měl by zvládnout i vlastní uvolnění s míčem. Pivot je v neustálém kontaktu s bránícími hráči a často se nachází v situacích, ve kterých dochází ke strkáním, tahání za dres a někdy i k hrubým faulům. Tyto situace následně vyžadují schopnost pivota k dobrému sebeovládání a nemělo by dojít na oplácení faulů. K herním předpokladům pivota by měla patřit komplexní síla, rychlá reakce, dobrá orientace v prostoru a v neposlední řadě by měl být dostatečně technicky vybaven pro variabilní zakončení střelby (Zaťková & Hianik, 2006).

### **2.4.4 Brankář**

Je vůbec jedna z nejdůležitějších postav na hřišti. Jeho úkolem je zamezit vniknutí míče do brány. Mezi hlavní fyzické předpoklady řadíme výšku brankáře, rychlost reakce, koordinaci pohybu, flexibilitu a rychlostně silové schopnosti. Na brankáře však také působí psychická zátěž, proto by měl být silný a vyrovnaný typ. Musí se koncentrovat po celou dobu trvání utkání. Mezi neodmyslitelnou vlastnost patří také odvaha, když hráč střílí z bezprostřední blízkosti (Liška, 2005).

## **2.5 Sportovní pohybové schopnosti**

Pohybové schopnosti jsou vrozené předpoklady lidského organismu k pohybovým činnostem. Znalosti o pohybových schopnostech vyplývají z anatomie, fyziologie, biochemie a biomechaniky. Lidské schopnosti dělíme na rychlostní, vytrvalostní, silové a koordinační (Dovalil et al., 2008).

### **2.5.1 Rychlostní schopnosti**

„Rychlostní schopnosti jsou definovány jako schopnost vyvíjet činnost s maximální intenzitou. Chápeme je jako schopnost konat krátkodobou pohybovou činnost (do 20s), a to bez odporu nebo jen s malým odporem (přibližně 20-25 % maxima). Je charakteristické převážné zapojením ATP - CP zóny“ (Perič & Dovalil, 2010, 93). Dále Perič a Dovalil (2010) uvádí strukturu rychlostních schopností, která se člení do třech základních projevů:

- rychlost reakce, která vyjadřuje dobu reakce na určitý podnět (např. startovní výstřel),
- rychlost jednotlivého pohybu neboli rychlost acyklická, kde se jedná přesně o jeden pohyb, u kterého můžeme přesně rozlišit začátek a konec (např. hod, kop),
- rychlost lokomoce neboli rychlost cyklická, kde patří pohybové aktivity, jako jsou běh, jízda na kole apod. Tato forma se dále dělí na rychlost akcelerace, rychlost frekvence a rychlost se změnou směru.

### **2.5.2 Koordinační schopnosti**

Dle Periče a Dovalila (2010, 117) „ve sportovním tréninku rozeznáváme dva pojmy, které jsou často zaměňovány a nepřesně vykládány. Jedná se o koordinaci a obratnost. Koordinaci chápeme jako vnitřní řízení pohybu - souhru CNS a nervosvalového aparátu, jehož vnějším projevem je obratnost“, nebo také se dá koordinace definovat jako „dispozice lehce a účelně koordinovat vlastní pohyby, přizpůsobovat je měnícím se podmínkám, provádět složitou pohybovou činnost a rychle si osvojovat nové pohyby“ (Dovalil et al., 2008, 93).

Koordinační schopnosti lze rozdělit dle Periče a Dovalila (2010) na:

- schopnost spojování pohybových prvků (například gymnastika - sestava, krasobruslení - kombinace skoků, házená - přihrávka ve výskoku a střelba),

- schopnost orientace (například skok o tyči, skok do vody, bojové sporty - judo, zápas - pády),
- schopnost rozlišení polohy a pohybu jednotlivých částí těla - vnímání pohybu a zaujmutí přesné polohy těla (například střelba, golf, lukostřelba),
- schopnost přizpůsobování se v podmínkách (například vodní slalom, kanoistika, sjezdové lyžování),
- schopnost reakce - na signál vykonat naučenou činnost (například sprinty - start, lyžování, sportovní hry, úpolové sporty),
- schopnost rovnováhy - udržování těla v určité poloze (například sportovní a umělecká gymnastika - kladina, stoje ve výponu, bruslení, krasobruslení – jízda po jedné brusli, lyžování),
- schopnost rytmická - vyskytuje se v každé sportovní činnosti (například běh, veslování, gymnastika, sjezdové lyžování, rychlobruslení),
- učenlivost - docilita (například gymnastika, skoky do vody, krasobruslení - závisí na rychlosti, kvalitě a učení se novým prvkům a dovednostem).

### 2.5.3 Silové schopnosti

„Silové schopnosti jsou definovány jako schopnost překonávat či udržovat vnější odpor svalovou kontrakcí“ (Perič & Dovalil, 2010, 79). Dále dle Tůmy a Tkadlece (2002) silové schopnosti výrazně ovlivňují strukturu sportovního výkonu v házené. Projevují se v mnoha činnostech, např. běh, skoky, výskoky, hra tělem a v neposlední řadě síla střeleckých pokusů.

Podle změny délky svalu a napětí ve svalu dělíme podle Periče a Dovalila (2010) na:

- izometrické, statické (napětí svalu se zvyšuje, ale délka se nemění),
- izotonické, dynamické (délka svalu se mění, ale napětí zůstává stejné),
- statická síla se nevyznačuje pohybem, ale lze ji provádět například udržením těla nebo břemene v různých polohách.

Dynamická síla se naopak vyznačuje pohybem částí těla a dělíme podle Periče a Dovalila (2010) na:

- výbušnou sílu, kdy překonáváme nízký odpor maximálním zrychlením (kopy, hody),



- rychlou sílu, která se realizuje překonáním nízkého odporu nemaximální silou (starty, běh přes překážky),
- vytrvalostní sílu, kdy je nízký odpor překonáván nevelkou stálou rychlostí (například veslování, kanoistika),
- maximální sílu, kdy je překonán vysoký až hraniční odpor malou rychlostí, například vzpírání, zápas). Tato síla je základem pro výše uvedené silové schopnosti.

#### 2.5.4 Vytrvalostní schopnosti

Dle Periče a Dovalila (2010, 106) „za vytrvalost je všeobecně považována pohybová schopnost člověka k dlouhotrvající tělesné činnosti: soubor předpokladů provádět cvičení s určitou nižší než maximální intenzitou co nejdéle, nebo po stanovenou potřebnou dobu co nejvyšší možnou intenzitou“.

Podle Periče a Dovalila (2010) můžeme vytrvalostní schopnosti rozdělit podle několika hledisek:

Dle účasti svalových skupin dělíme vytrvalost na:

- celkovou (při práci jsou zapojovány více jak 2/3 svalstva, například při běhu, bruslení, plavání),
- lokální (při práci jsou zapojovány méně než 1/3 svalů, například opakovaná střelba z místa v basketbalu).

Podle typu svalových kontrakcí dělíme vytrvalost na:

- dynamickou (při pohybu, například běh na lyžích),
- statickou (bez pohybu, například pozice jezdce při dostihových závodech).

Podle délky trvání:

- dlouhodobá (pohybová činnost trvá 8-10 minut), energeticky ji zajišťuje zóna O<sub>2</sub>,
- střednědobá (pohybová činnost trvá 3-8 minut), je zabezpečována LA-O<sub>2</sub> zónou,
- krátkodobá (pohybová činnost trvá 2-3 minuty), je zabezpečována díky LA zóně,
- rychlostní (pohybová činnost trvá do 30 sekund), zde energii zajišťuje ATP-CP zóna.

## **2.6 Herní výkon**

Dle Táborského (2007, 22) „herní výkon chápeme jako realizovanou činnost hráče nebo skupiny hráčů v ději utkání, charakterizovanou mírou splnění herních úkolů“. Cílem herního výkonu je správné provádění hráčských úkolů, ze kterých vyplývá konečný výsledek utkání. Herní výkon můžeme rozdělit na herní výkon hráče, neboli individuální herní výkon, a na herní výkon celého družstva, neboli týmový herní výkon (Nykodým et al., 2006).

## **2.7 Sportovní výkon**

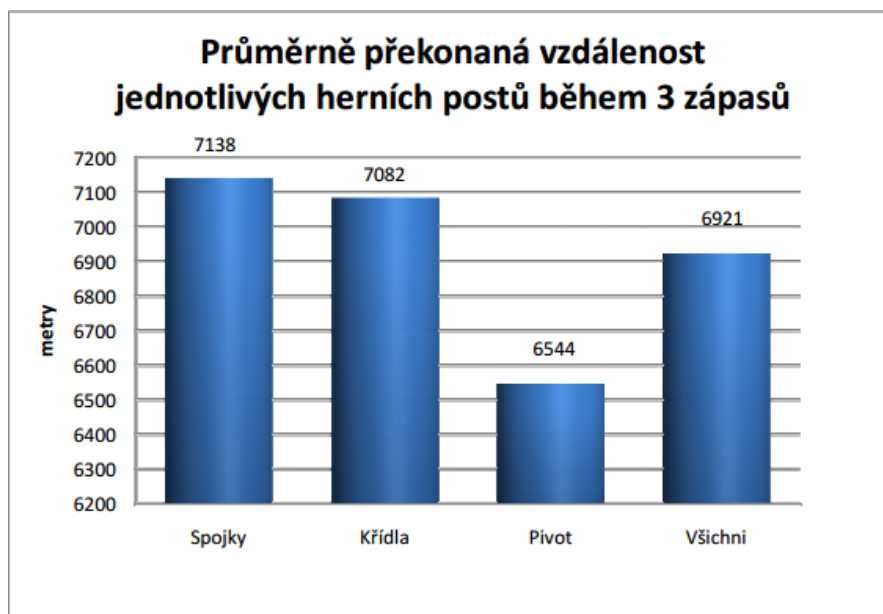
Dle Lehnerta et al. (2001, 8) „sportovní výkon lze charakterizovat jako projev specializovaných schopností sportovce. Jeho obsahem je uvědomělá pohybová činnost zaměřená na řešení úkolu, který je vymezen pravidly jednotlivých disciplín, závodů, soutěží a utkání“. Sportovní výkon jednotlivců především ovlivňují vrozené dispozice, tréninková činnost a sociální prostředí. Úroveň sportovních výkonů podmiňuje výkonová motivace (osobní připravenost, seberealizace, odpovědnost za podaný výkon), výkonnostní kapacita (souhrn tělesných a duševních schopností jedince) a trénovanost (Lehnert et al., 2001).

## **2.8 Pohyb hráčů na hřišti**

Po hřišti se hráči pohybují v závislosti na postu, na kterém hrají. Přesný počet naběhaných kilometrů, rozložení intenzity pohybu, nebo rozdíl naběhaných kilometrů, které naběhaly jednotlivé posty ve třech měřených zápasech žen, nám poskytuje Šustáček (2012).

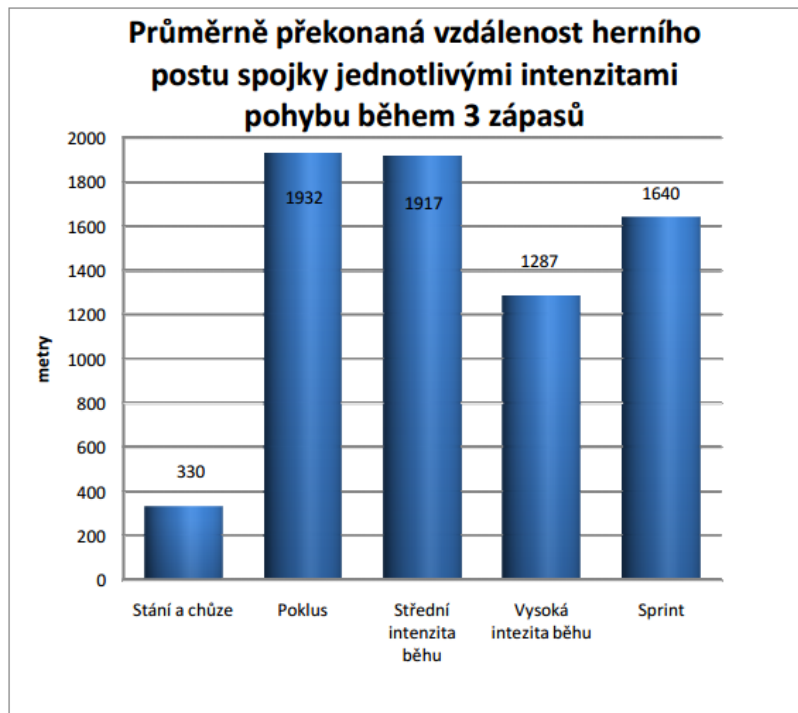
Průměrně všechny hráčky naběhaly v zápase 6921 m. Podle jednotlivých postů to potom vypadalo následovně:

- spojky 7138 m,
- křídla 7082 m,
- pivot 6545 m.



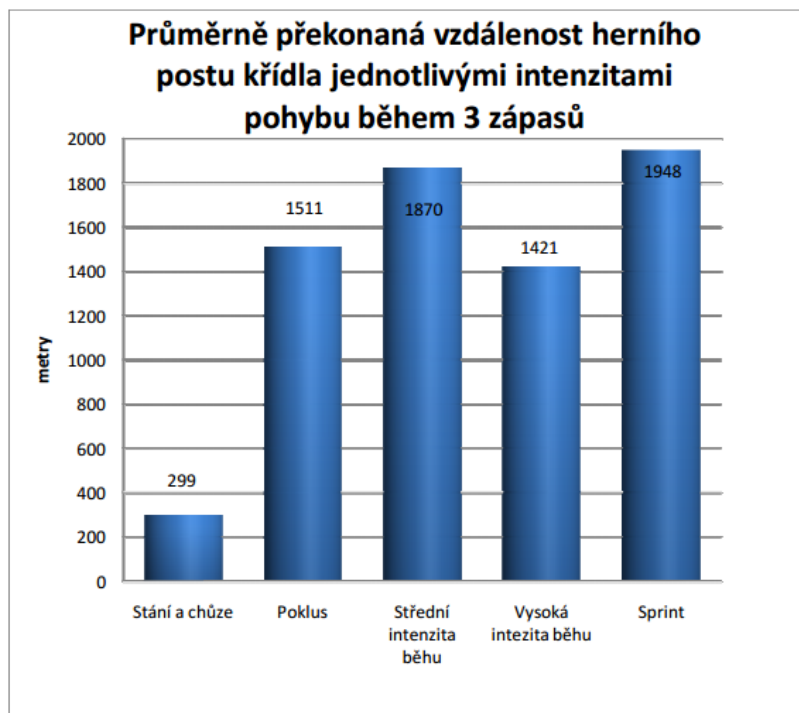
Obrázek 4. Průměrná překonaná vzdálenost jednotlivých herních postů DHK Zora Olomouc během 3 zápasů (Šustáček, 2012).

Obrázek 5. znázorňuje intenzitu pohybu spojky během tří zápasů rozdělenou na chůzi, poklus, střední intenzitu běhu, vysokou intenzitu běhu a sprint.



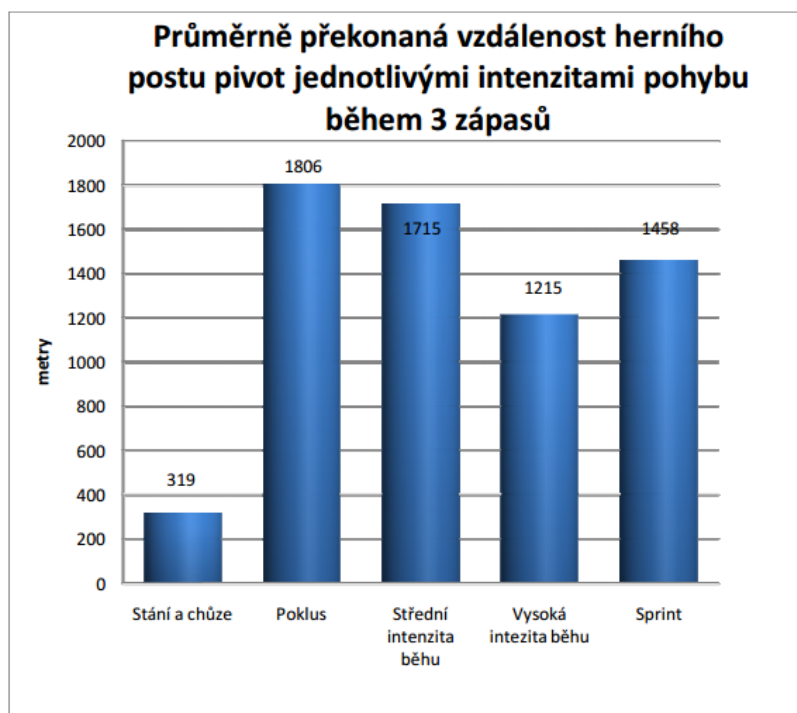
Obrázek 5. Průměrná překonaná vzdálenost herního postu spojky DHC Zora Olomouc jednotlivými intenzitami pohybu během 3 zápasů (Šustáček, 2012).

Křídla naběhala podle předpokladu nejvíce metrů sprintem a také toho nejméně nachodila. Dle kapitoly 2.4.1., křídla musí být rychlá, aby se dostala co nejčastěji do rychlých protiútoků, proto sprint převyšuje před ostatními intenzitami běhu.



Obrázek 6. Průměrná překonaná vzdálenost herního postu křídla DHK Zora Olomouc jednotlivými intenzitami pohybu během 3 zápasů (Šustáček, 2012).

U pivota se nejvíce metrů naběhalo v poklusu. Což taky jenom potvrzuje, že jeho náplní není běhání rychle do útoku, nýbrž poklus mezi obránci a vytváření prostoru pro své spoluhráče. Zajímavé je, že ze všech nejvíce metrů nachodily spojky, i když se to dalo očekávat právě od pivotů.



Obrázek 7. Průměrná překonaná vzdálenost herního postu DHK Zora Olomouc jednotlivými intenzitami pohybu během 3 zápasů (Šustáček, 2012).

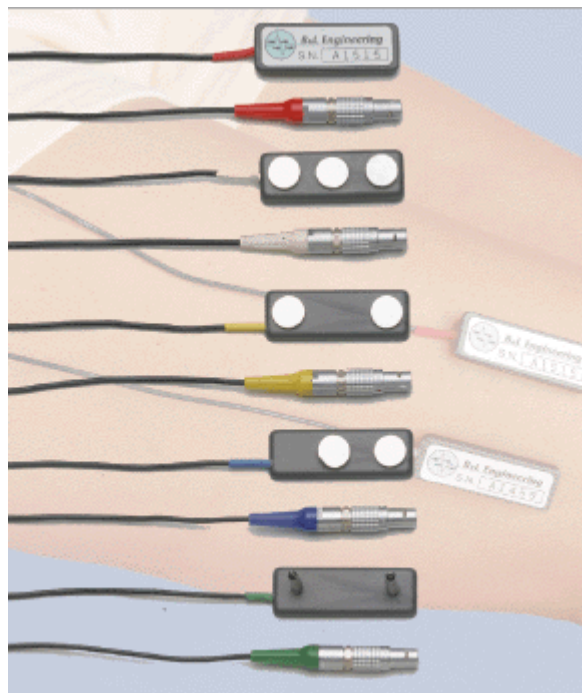
## 2.9 Elektromyografie

Elektromyografie (EMG) je vyšetřovací metoda, která je založena na snímání povrchové nebo intramuskulární svalové aktivity. Zaznamenává změnu elektrického potenciálu, ke které dochází při svalové aktivaci. EMG poskytuje značné možnosti uplatnění, ale zároveň má mnoho omezení. Je nutné, aby limitace byla plně pochopena, uvážena a eventuálně odstraněna, takže metoda může být uplatněna na vědeckých základech a nejen na prostém použití. U povrchové EMG prochází akční potenciály (AP) svalu přes přilehlé svalové tkáně, hlavně tuk a kůži, na jejímž povrchu jsou detekovány. EMG signál je výsledkem sledu akčních potenciálů motorických jednotek, které jsou detekovány povrchovou elektrodou v blízkosti kontrahovaných svalových vláken. Elektrická aktivita svalu využívá pro posuzování mechanické aktivity možnost relativního sružení registrovaných elektrických signálů s veličinami, které popisují mechanický efekt kontrakce. Možnost přiřazení může v některých dostatečně jistých případech vést až k náhradě. Obecně je ale přiřazení elektrické aktivity (EA) k hodnotám mechanickým znesnadněno řadou vlivů. Jejich přehlednutí může vést při interpretaci výsledků ke zkreslenému a zjednodušenému názoru na skutečné poměry (Anonymous, 2013).

### 2.9.1 Elektrody elektromyografu

Dle Anonymous (2013) se elektrody, které snímají akční potenciál na těle pozorované osoby se dělí podle konstrukčního typu na:

- Povrchové elektrody (Obrázek 8) se používají při měření rychlosti vedení nervem, reflexologických a kineziologických studiích. Obvykle se jedná o menší kovové disky, které se fixují na odmaštěnou kůži leukoplastí. Nejsou vhodné pro vyšetření akčních potenciálů jednotlivých motorických jednotek (MJ), protože zachycují potenciály z větší plochy, takže se zaznamenává aktivita z více MJ. Vstupní odpor při upevnění by měl být co nejmenší.



Obrázek 8. Povrchové elektrody elektromyografu.

- Jehlové elektrody se používají jak při nativní elektromyografii, tak při studiích vedení periferními nervy. Existují různé typy: koncentrické, bipolární, unipolární.

Dělení elektrod podle účelu použití:

- Registrační elektrody mohou být jehlové i povrchové. Aktivní elektroda snímá elektrickou aktivitu a je umístěna nad bříškem zkoumaného svalu. Referenční elektroda je umístěna nad šlachou. Výsledný EMG signál je rozdílem napětí mezi aktivní a referenční elektrodou.

- Stimulační elektrody jsou speciálně uzpůsobené pro vyvolání stimulace.
- Zemní elektrody jsou povrchové, obvykle ve formě fixovatelné páskové elektrody.

Povrchové miskové nebo samolepící elektrody, převážně s Ag/AgCl povrchem, je nutné dostatečně mechanicky očistit a omýt benzin-alkoholem. Jehlové elektrody se sterilizují. Pak se ještě upravují podle specifčnosti použití.

Podle Rainolda et al. (2003) se musí elektrody pro měření EMG signálu pod vodou upravit, jinak by výsledky byly zkreslené kvůli vodivosti vody a pohybu ryb.

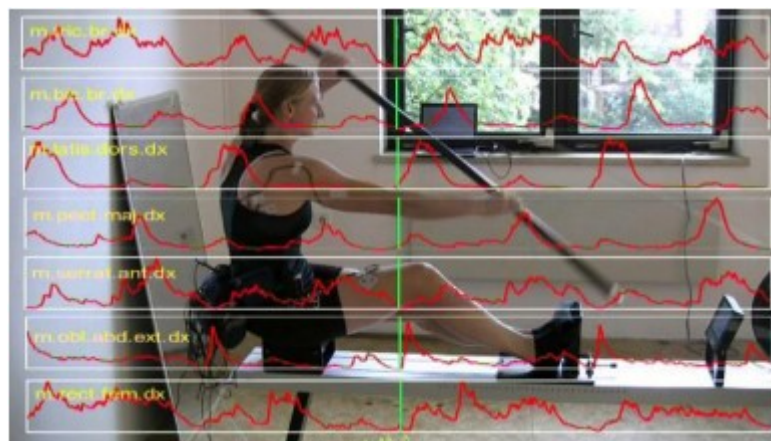
Jak uvádí Clarys et al. (2012), tak špatný výběr elektrod, nevhodných pro určité měření, může vést k zavádějícím výsledkům.

### **2.9.2 EMG ve sportu**

EMG ve sportu již využil profesor Kračmar (2012). Zabýval se komparací bruslení na lyžích a na kolečkových lyžích, a to ve třech základních bruslařských stylech: oboustranné bruslení dvoudobé asymetrické na pravou a na levou stranu a oboustranné bruslení jednodobé. Povrchovou elektromyografií byly sledovány nástup, rozhodující aktivace jednotlivých svalů pravé dolní končetiny a jejich následná deaktivace v průběhu jednoho krokového cyklu. Výsledky potvrzují předpoklad, že kolečkové lyže lze považovat za speciální tréninkový prostředek pro běh na lyžích, a to nejen z hlediska kinetického, ale také z pohledu zapojování svalů.

Jiný výzkum podle Dufkové (2010) se zabýval srovnáním zapojení svalů při jízdě na kajaku a na trenažéru jako možnost tréninkové náhrady v zimním období.





Obrázek 9. EMG záznam pádlování na тренаžeru (Dufková, 2010).

Porovnávání obou záběrů bylo provedeno výlučně intraindividuálně. Ze zjištěných výsledků je patrné, že v průběhu pádlování na тренаžeru se svaly zapojují v jiné fázi záběru než na kajaku. Z kinematické analýzy jsou patrné také určité odlišnosti obou porovnávaných záběrů. Pádlovací тренаžér neumožňuje tak dynamický a oddělený záběr jako kajak. Měřené svaly nemají takovou možnost relaxace mezi jednotlivými záběry. Na тренаžeru mizí potřeba citu pro vodu. A při dlouhodobém tréninku na тренаžeru si může závodník vytvořit špatné technické návyky, které mohou mít negativní vliv na efektivitu záběru na vodě. Po shrnutí všech těchto ukazatelů se тренаžér jeví v podstatě jako „jiný sport“, ačkoliv na první pohled vypadá záběr vpřed tvarově téměř identicky. (Dufková, 2010)

Dalším případem použití EMG byla studie z Taiwanu, kde zkoumali fyziologický třes paže při lukostřelbě.

Fyziologický třes nastává během držení ramene v přesně stanovené pozici, jako například při míření na terč u lukostřelby. Je nejasné jak požadavky na přesnost ovlivňují fyziologický třes a přidruženou aktivitu svalů. Smyslem této studie bylo posoudit amplitudu třesu a svalových aktivit ramene mezi různými pozicemi při přesných požadavcích na střelbu lukem. Při výzkumu bylo využito 10 mužů ve věkovém rozmezí  $21,9 \pm 2$  roky. U Třesu bylo měřeno zrychlení pohybu pomocí senzoru v rozpětí 3-7 Hz a 8 – 12 Hz a snažili se zjistit v jaké pozici paže je třes nejmenší (Jiu-Jenq Lin et al., 2010, 1).

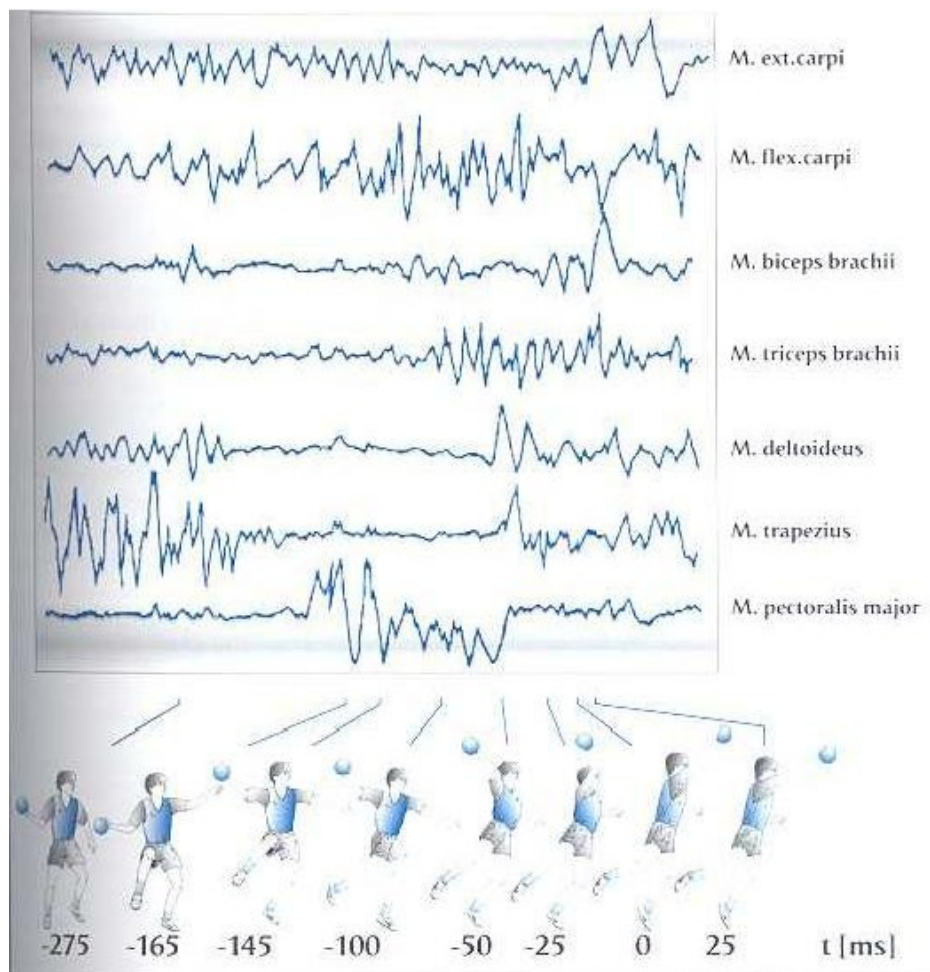
O porovnání zapojených svalů v rameni při odlišných sportech se postarali Escamilla et al. (2009). Pomocí EMG zkoumali zapojení svalů ramene během nadhozu

v baseballu, softballu, smeči a podání při volejbalu, podání v tenise, hodů v americkém fotbalu a odpalu v golfu.

Elektromyografie byla použita dále v Holandsku, kde se zabývali koordinací při vertikálním skoku (Bobbert et al., 1988).

## **2.10 Zapojení svalů u odhodu**

Střelba vyžaduje velkou pohyblivost ramenního kloubu, značnou sílu svalstva pletence ramenního a celé střílejší paže včetně prstů, značnou částí se podílí i svalstvo trupu (Hájková, 1993). Ballreich a Kuhlow-Ballreich (1992) naznačují, jak se zapojují jednotlivé svaly horní končetiny při hodů míčem viz. Obrázek 10. Jde především o svaly ruky (m. extensor carpi), (m. flexor carpi), (m. biceps brachii), (m. triceps brachii) a dále sval deltový (m. deltoideus), trapézový (m. trapezius) a velký sval prsní (m. pectoralis major).



Obrázek 10. Elektromyografem znázorňující zapojení svalů horní končetiny při hodu (Ballreich & Kuhlou-Ballreich, 1992, 56).

## **3 Cíle**

### **3.1 Hlavní cíle**

Hlavním cílem práce bylo analyzovat zapojení a aktivitu jednotlivých svalů házenkářek při hodů jednoruč vrchem ze země a z výskoku.

### **3.2 Dílčí cíle**

1. Zjistit, které svaly se svou aktivitou podílejí nejvíc na hodů jednoruč vrchem ze země.
2. Zjistit, které svaly se svou aktivitou podílejí nejvíc na hodů jednoruč vrchem z výskoku.

### **3.3 Výzkumné otázky**

1. Budou mezi měřenými svaly i takové, které se svou aktivitou neprojeví statisticky významně ani v jednom měření?
2. Budou mezi měřenými svaly i takové, které se nám svou aktivitou projeví statisticky významně při všech měřeních?
3. Má výskok vliv na změnu zapojených svalů při hodů jednoruč vrchem?
4. Má vzdálenost vliv na změnu zapojených svalů při hodů jednoruč vrchem?

### **3.4 Úkoly práce**

1. Analyzovat odbornou literaturu.
2. Zajistit výzkumné soubory.
3. Zajistit prostory pro testování.
4. Zajistit EMG zařízení.
5. Zajistit kamery pro záznam odhodu.
6. Natočit videozáznam všech hodů jednoruč vrchem.
7. Analyzovat videozáznam.
8. Analyzovat EMG signály.
9. Syntetizovat výsledky.

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkum byl proveden na dívčím házenkářském družstvu v klubu DHK Zora Olomouc, které hraje nejvyšší soutěž 1. ligu v kategorii starší dorostenky. Družstvo se v sezoně 2011/2012 umístilo v tabulce na 2. místě. Dívky trénují pětkrát týdně, z toho jedna tréninková jednotka trvá 90 min a ostatní tři tréninky jsou časově náročné pouze 75 min. Dívky v této kategorii řadíme mezi amatérské hráčky. Výzkumu se zúčastnilo 7 dívek ve věku 17-18 let.

Tabulka 1. Antropometrická charakteristika výzkumného souboru.

	Počet hráčů	Věk	Výška (cm)	Hmotnost (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
	n	Mean (±SD)	Mean (±SD)	Mean (±SD)	Mean (±SD)
celkem	7	17,62±0,4	169,75±6,8	65,51±8,6	22,35±1,6

*Vysvětlivky:* BMI – Body Mass Index.

Ve výzkumu byly analyzovány hráčky DHK Zora Olomouc. Průměrný věk sledovaných hráček je 17,62±0,4 let. Průměrná výška se pohybovala kolem 169,75±6,8 centimetrů a průměrná hmotnost dívek byla 65,51±8,6 kilogramů. Pomocí veličin výšky a váhy vyhodnotíme BMI (Body Mass Index), který se vyskytuje v průměrných hodnotách 22,35±1,6. Viz. Tabulka 2. zařazujeme dívky do klasifikace optimální váhy. Podle níž je vidno, že všechny hráčky mají optimální váhu vzhledem k jejich výšce.

Tabulka 2. Klasifikace váhy podle BMI (Anonymous, 2007).

BMI	Klasifikace
<18,5	Podváha
18,5- 24,99	Optimální váha
25-29,99	Nadváha
30- 34,99	Obezita 1. stupně
35-39,99	Obezita 2. stupně
>40	Obezita 3. stupně

## 4.2 Metody sběru a zpracování dat

Všechny probandky byly měřeny pomocí EMG přístroje Trigno Wireless System (Obrázek 11.), který používá bezdrátové snímače vhodné k snímání svalové aktivity probanda za pohybu bez prostorového omezení.



Obrázek 11. Trigno Wireless System (Anonymous, 2012).

Aby měření bylo co nejpřesnější, tak se měření účastnily také dvě fyzioterapeutky, které v uzavřené místnosti lepily EMG snímače (Obrázek 13.) na probandky. Z důvodu lepší přilnavosti se kůže probandek musela odmastit a snímače se poté za pomoci oboustranné kobercové pásky lepily na určené svaly. Při instalaci

snímačů musel být sval v natažení, aby poté při odhodu, když se kůže napne, neodpadl. I přes všechna opatření se občasnému odpadnutí snímače nezabránilo. Každý druh prováděného hodu se proto opakoval vícekrát, aby se možná chyba v důsledku odpadnutí snímače stala zanedbatelnou. Celý průběh odhodu hráček byl natáčen na videokameru (Canon) umístěnou tak, aby byly hráčky zachyceny z bočního pohledu (Obrázek 12.).



Obrázek 12. Střelba probandky ze vzdálenosti 9 m.

Natáčen byl každý jednotlivý hod zvlášť. Naměřené EMG signály z jednotlivých svalů se poté zpracovávaly v programu EMGworks 4.0.9, kde se signál upravoval (odstraňovali se rušivé šумы, signál se rovnal a čistil) do finální podoby, ze které se zpracovávaly závěrečné údaje. Z videozáznamů se poté vyhodnocovala doba odhodu. Tj. doba od přípravy na hod až po odhození míče. Časy se poté daly dohromady s naměřenými hodnotami EMG signálu a užily se k přesnému určení intenzity síly zapojení jednotlivých svalů.

### 4.3 Vlastní výzkum

Měření proběhlo 23.10.2011 v hale Zory Olomouc. Výzkumný soubor byl zajištěn u družstva DHK Zora Olomouc v kategorii 1. lize starších dorostenek. K výzkumu bylo potřebné zajistit volné prostory v hale, aby mohlo měření proběhnout, sestavit potřebnou výbavu pro měření a zajistit pomocné pracovníky. Veškerá výbava (kamery, EMG zařízení) bylo zapůjčeno od Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého.



Obrázek 13. Bezdrátové snímače elektromyografu (Anonymous, 2012).

Před měřením byly zapotřebí písemné souhlasy všech měřených hráček s natáčením na kameru, jelikož hráčky nesměly mít kvůli nalepeným snímačům (Obrázek 13.) trička, z toho důvodu se test prováděl pouze ve sportovních podprsenkách. V hale byla stabilní teplota 22°C a hřiště splňovalo rozměrové parametry dle regulí pravidel házené. Probandky měly dostatek času na rozcvičení a protáhnutí. Při měření se začaly rozbíhat na zvukové znamení. Střelba probíhala po nahrávce jiné hráčky. Celý odhod i rozběh před střelbou probíhal podle pravidel. Všechny hráčky měly stejnou vzdálenost na rozběh, střílelo se ze vzdálenosti 6m a 9m na branku, ve které stála brankářka. Házelo se dvěma způsoby po třech hodech v každé sérii, a to ze země a z výskoku. Každá hráčka tedy házela třikrát ze země z 6m, třikrát ze země z 9m, třikrát z výskoku z 6m a třikrát z výskoku z 9m. Což nám dohromady dává 12 hodů na každou probandku. Po každém hodu se míče hráčkám podávaly. Použity byly tři míče stejné značky (Molten) nafoukané na stejnou hustotu. Jak již bylo zmíněno v 2.10, tak se při hodu zapojují svaly trupu, ramenního kloubu, pletence ramenního a celé střílející paže včetně prstů. My jsme si pro náš výzkum vybrali, po konzultaci s fyzioterapeutkami na doktorském studiu, následující svaly.



#### **4.3.1 Zevní šikmý sval - m. obliquus externus abdominis**

Začíná osmi zuby na osmi kaudálních žebrech, dopředu přechází v plochou šlachy – aponeurosis m. obliqui externi abdominis. Jeho zadní a kaudální snopce se upínají na crista iliaca, ostatní snopce přecházejí do aponeurózy, která tvoří přední povrch pochvy přímého svalu břišního a upíná se do linea alba. Inervace nervus subcostalis. Při oboustranné kontrakci je synergistou musculus rectus abdominis, při jednostranné kontrakci provádí lateroflexi, rotuje páteř s hrudníkem na protilehlou stranu, účastní se břišního lisu (Přidalová & Riegerová, 2002, 153).

#### **4.3.2 Přední pilovitý sval - m. serratus anterior**

Je široký plochý sval, který jde 8-9 zuby od 1.-9. (8.) žebra, pět dolních zubů se po straně hrudníku střídá se začátky m. obliquus abdominis externus, upíná se na mediální okraj lopatky až na angulus inferior. Přitahuje lopatku k hrudníku, tahem za mediální okraj a dolní úhel vytáčí lopatku zevně – podmínka pro obdukcí paže nad horizontálu, při fixované lopatce je pomocným vdechovým svalem. Inervován je z plexus brachialis a kořenové inervace z C5-C7. (Přidalová & Riegerová, 2002, 149).

#### **4.3.3 Velký prsní sval – m. pectoralis major**

Začíná na mediální části klíčku, sternu, přilehlé části šesti žeber a od pochvy přímých svalů břišních – dělí se na pars clavicularis, sternocostalis a abdominalis, upíná se na crista tuberkuli majoris humeri, svalové snopce se kříží, zpředu ohraničují fossa axillaris. Klavikulární část pomáhá při flexi předpažení – flexe paže, sternokostální a abdominální části addukují paži – společně s m. latissimus dorsi. Dále vnitřně rotuje paži a při fixované paži zdvihá sval hrudník, nebo zdvihá žebra, je tedy pomocným dýchacím svalem. Inervován je z nn. pectorales z plexus brachialis (Přidalová & Riegerová, 2002).

#### **4.3.4 Deltový sval – m. deltoideus**

Sval má podle začátků klavikulární, akromiální a hřebenovou část. Skladba svalu je zpeřená, upíná se na tuberositas deltoidea. Mezi m. deltoideus a tuberculum majus je bursa subdeltoidea, která komunikuje s bursa subacromialis. Pod kůží pod nadpažkem je v podkožním vazivu uložena bursa acromialis. Zánět bursy znemožňuje

abdukci paže pro bolest. Funkce svalů je buď statická – tlačí kaput humeri do jamky, nebo se podílí na abdukci paže do horizontály, ventrální a dorzální flexi. Rameno síly je však krátké, takže rychle nastupuje únava. Inervaci obstarává n.axillaris (Přidalová & Riegerová, 2002).

#### **4.3.5 Nadhřebenový sval – m. supraspinatus**

Začíná z fossa supraspinata, jde laterálním směrem pod ligamenta coracoacromiale a upíná se na kraniální ploše tuberculum majus, je součástí tzv. rotátorové manžety. Sval uvádí humerus do takové polohy, aby stah m. deltoideus byl účinný – počíná abdukci, zevní rotaci a fixuje caput humeri. Inervace n. suprascapularis. (Přidalová & Riegerová, 2002).

#### **4.3.6 Podhřebenový sval – m. infraspinatus**

Začíná z fossa infraspinata, upíná se na střední část tuberculum majus. Uskutečňuje zevní rotaci a addukci, inervovaný n. suprascapularis. (Přidalová & Riegerová, 2002, 167).

#### **4.3.7 Dvojhlavý pažní sval – m. biceps brachii**

Má dvě hlavy: caput breve – začíná na processus coracoideus, caput longum – začíná na tuberculum supraglenoidale, běží přes hlavici humeru k sulcu intertubercularis, šlacha zde má vlastní synoviální obal – vagina synovialis intertubercularis, která končí až při přechodu ve svalové snopce. V distální části se obě hlavy spojují v jeden sval, který se v oblasti lokte upíná na tuberositas radii, na ulnární straně odbočuje ze šlacha aponeurotický plochý proužek – aponeurosis m. bicipitis brachii. Je flexorem a supinátorem v loketním kloubu, v ramenním kloubu se caput longum podílí na abdukci, caput breve – addukci. Inervace n. musculocutaneus. (Přidalová & Riegerová, 2002, 170).

#### **4.3.8 Trojhlavý pažní sval – m. triceps brachii**

Má tři hlavy: caput longum začíná na tuberculum infraglenoidale, caput laterálně nad sulcu nervi radialis, caput mediale pod sulcu nervi radialis, úponová šlacha končí na olecranon ulnae, je zde několik burs: bursa subcutanea olecrani, bursa intratendinea

olecrani, b. subtendinea m. tricipitis brachii. Všechny tři hlavy realizují extenzi v loketním kloubu, caput longum – addukci a extenzi v ramenním kloubu. Inervaci zde obstarává n. radialis. (Přidalová & Riegerová, 2002).

#### **4.3.9 Vzpřimovač páteře nebo trupu - m. erector spinae**

Dle Přidalové a Riegerové (2002) tvoří podstatnou část svalového korzetu, řadí se ke svalům posturálním, které mají tendenci k tuhnutí a zkracování. K m. erector spinae se většinou řadí – m. longissimus, m. iliocostalis, m. spinali, popřípadě m. semispinalis.

#### **4.4 Statistické zpracování dat**

Pro statistické zpracování se nejdříve musely výstupní signály z měření upravit pomocí EMGworks 4.0.9, kde se z něj získaly závěrečné hodnoty, které se následně převedly do programu Microsoft Excel pro další zpracování. Jako další krok se daly dohromady časové úseky, kdy byl hod prováděn. Tyto hodnoty se také zapisovaly do programu Microsoft Excel. Z těchto hodnot se závěrečná data spočítala pomocí Wilcoxonova testu. Z toho nám nakonec vyšly statisticky významné rozdíly v zapojení svalů během odhodů.

#### **4.5 Analýza odborné literatury**

Veškeré informace potřebné pro zpracování bakalářské práce jsem nejčastěji vyhledával pomocí databáze knihovny Univerzity Palackého v Olomouci <http://knihovna.upol.cz/katalog/>, kde jsem vyhledal většinu publikovaných zdrojů. Nejčastěji jsem čerpal z odborných knih, časopisů a článků. Využil jsem také elektronické informační zdroje, kde jsem vyhledal a dále zpracoval zahraniční odborné články <http://ezdroje.upol.cz/ezdroje/>. Na zdrojích jsem zadal klíčová slova: EMG, sport, handball, throw a muscles. Po různých kombinacích klíčových slov se mi zobrazilo asi 20 užitečných článků s potřebným tématem. V referenčním seznamu jsou uvedeny všechny zdroje i odkazy, které jsem použil do své práce.

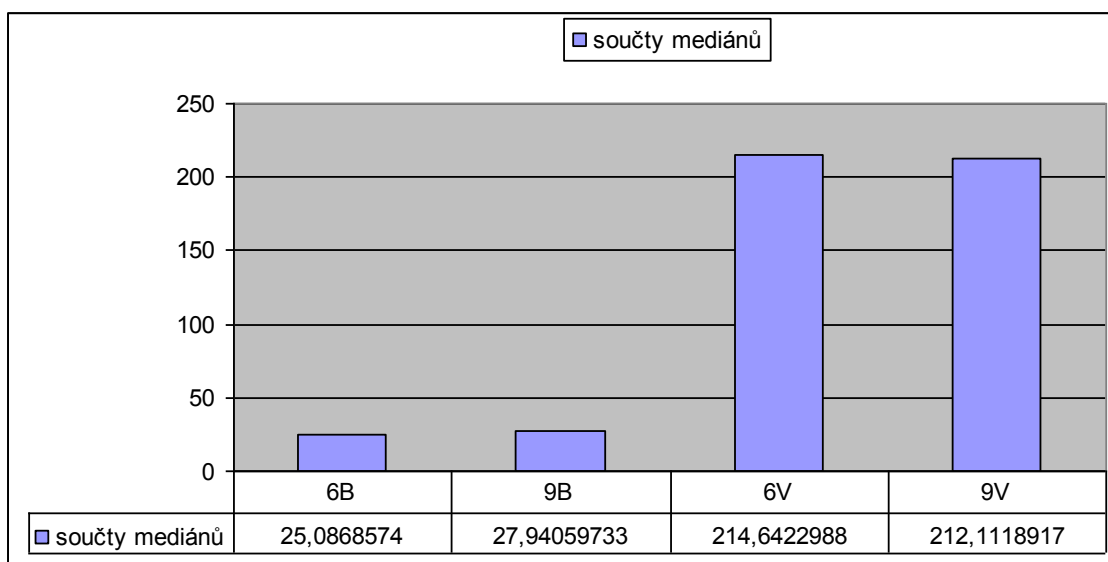
## 5 Výsledky a diskuze

V kapitole výsledků se budu zabývat popisem statisticky využitelnými výsledky z naměřených a zpracovaných hodnot získaných z měření 7 hráček DHK Zora Olomouc. Při zpracování jsme přemýšleli, jak dané výsledky z EMG signálu vyhodnotit. Nejprve se vypočítaly tzv. mediány (Tabulka 3.), ale z nich se žádný zásadní výsledek určit nedá. Rozptyl údajů je natolik vysoký, že se z nich nedají vyhodnotit směrodatné výsledky. Můžeme si sice všimnout, že aktivita zapojených svalů u hodu jednoruč vrchem z výskoku je vyšší, než u hodu jednoruč vrchem ze země jak je vidět z Obrázek 14. Ovšem neříká nám to (viz kapitoly 5.1, 5.2), že se všechny svaly při hodu jednoruč vrchem z výskoku významně liší od zapojení svalů při hodu ze země. Výsledky mohou být ovlivněny počtem sledovaných probandek. Z důvodu, že jsme měli pouze 7 sledovaných hráček, se může výsledek snadno zkreslit. Stačí, aby dvě hráčky neměly správnou techniku hodu, tedy zapojily jinou svalovou skupinu, a hned se nám to promítne do výsledku. Díky této zkušenosti již víme, že v dalších měřeních bude zapotřebí zajistit větší výzkumný soubor, aby bylo vše přesnější.

Tabulka 3. Naměřené mediány z EMG signálů.

Pokus	OEA [V]	SA [V]	PM [V]	D [V]	SS [V]	IS [V]	BB [V]	TB [V]	ES [V]
6Z	2,2359	1,2704	0,7223	5,5572	3,3881	2,4798	1,3491	6,1131	1,9704
6V	12,923	6,4931	2,2541	106,930 2	14,9009	5,0960	7,0516	15,0553	43,936
9Z	2,1313	2,1426	1,2512	6,0807	3,8174	3,2185	1,9536	3,9450	3,3999
9V	4,3913	8,3966	2,0940	147,112 2	9,6272	4,7475	8,1826	7,1231	20,436

*Vysvětlivky:* OEA - m. obliquus externus abdominis, SA - m. serratus anterior, PM - m. pectoralis major, D - m. deltoideus, SS - m. supraspinatus, IS - m. infraspinatus, BB - m. biceps brachii, TB - m. triceps brachii, ES – m. erector spinae, 6Z – střelba ze 6 m za země, 9Z – střelba z 9 m ze země, 6V – střelba ze 6 m z výskoku, 9V – střelba z 9 m z výskoku.



Obrázek 14. Sečtené hodnoty mediánů podle vzdálenosti a druhu hodu.

Signál se tedy zpracoval pomocí Wilcoxonova testu, který se používá pro hodnocení párových pokusů. Pro náš test jsme zvolili tyto páry 6Z x 6V, 9Z x 9V, 6Z x 9Z, 6V x 9V.

### 5.1 Vliv výskoku na střelbu ze 6 m

Při porovnávání střel ze 6 m, nám podle testu vyšly statisticky významné rozdíly jen u některých svalů. Z Tabulka 4. vidíme, že výsledné hodnoty (označíme p), které jsou menší než 0,05 ( $p < 0,05$ ), jsou právě námi hledané hodnoty, které nám říkají, že rozdíl v zapojení svalu při odhodu ze země a při střelbě z výskoku je významný. Tedy m. obliquus externus abdominis, m. pectoralis major, m. deltoideus, m. infraspinatus, m. biceps brachii, m. erector spinae jsou svaly, které vykazují statisticky velké rozdíly.

Tabulka 4. Statisticky významné rozdíly při střelbě z výskoku.

	OEA [V]	SA [V]	PM [V]	D [V]	SS [V]	IS [V]	BB [V]	TB [V]	ES [V]
6Z x 6V	0,0277	0,1441	0,0464	0,0277	0,0747	0,0277	0,0277	0,9165	0,0277

### 5.2 Vliv výskoku na střelbu ze 9 m

Při porovnání střelby ze země a z výskoku z 9 m se projeví jako významné svaly m. pectoralis major, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. erector spinae.

Tabulka 5. Statisticky významné rozdíly při střelbě z výskoku z 9 m.

	OEA [V]	SA [V]	PM [V]	D [V]	SS [V]	IS [V]	BB [V]	TB [V]	ES [V]
9Z x 9V	0,6001	0,1441	0,0464	0,1729	0,0464	0,0277	0,0747	0,1158	0,0277

Dáme – li si dohromady výsledky z kapitol 5.1, 5.2, tak zjistíme, že výsledky jsou různé. To, že se nám liší zapojené svaly při střelbách z různých vzdáleností, ovšem při porovnání stejných druhů hodů jednoruč vrchem ze země a z výskoku není chybou měření, ale dá se to přisuzovat malému výzkumnému souboru, kde se odchylky mohou snadno vyskytnout. Při střelbě ze 6 m jsme měli hned šest svalů (m. obliquus externus abdominis, m. pectoralis major, m. deltoideus, m. infraspinatus, m. biceps brachii, m. erector spinae), jež se nám projevíly statisticky kladně, kdežto při střelbě z 9 m se nám projevíly pouze čtyři svaly (m. pectoralis major, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. erector spinae). Svaly shodující se v obou měřeních nám jenom potvrzují intuitivní představu o zapojených svalech horní poloviny těla při hodu jednoruč vrchem z výskoku. Lze tedy říci, že na hod jednoruč vrchem z výskoku mají největší vliv tyto svaly:

- m. pectoralis major,
- m. infraspinatus,
- m. erector spinae

M. erector spinae nám zajišťuje, při hodu jednoruč vrchem z výskoku, počáteční prohnutí páteře podobné prohnutí luku. M. obliquus externus abdominis zase naopak tělo rovná a m. pectoralis major má vliv na pohyb paže.

### 5.3 Vliv vzdálenosti na střelbu ze země

V této části jsme se zaměřili na hod jednoruč vrchem ze země, a to ze dvou lišících se vzdáleností. Zde při téměř stejné lokomoci těla se nám výsledek zúžil na jeden sval m. deltoideus. Proč se nám právě tento sval projevil při změně vzdálenosti je zatím předmětem zkoumání. Nejspíš na to bude mít opět vliv různorodé provedení hodu. I když jsou na provedení hodu jednoruč vrchem ze země menší nároky na koordinaci těla, tak ne všechny hráčky provedou tuto pohybovou činnost technicky správně.

Tabulka 6. Statisticky významné rozdíly při střelbě ze země.

	OEA [V]	SA [V]	PM [V]	D [V]	SS [V]	IS [V]	BB [V]	TB [V]	ES [V]
6Z x 9Z	0,1158	0,0678	0,4631	0,0464	0,4631	0,1729	0,9165	0,3454	0,3454

#### 5.4 Vliv vzdálenosti na střelbu z výskoku

Obdobně jako v předešlé kapitole 5.3 se test týká změny zapojených svalů při změně vzdálenosti hodu jednoruč vrchem z výskoku. Dle naměřených hodnot se nám zde projeví dva svaly - m. obliquus externus abdominis a m. erector spinae. Tento výsledek podporuje závěry z kapitol 5.1, 5.2, ze kterých plyne, že se právě tyto dva svaly zapojují při střelbě z výskoku. Nejspíše je to dáno tím, že některé z probandek mají při hodu lepší držení těla, tedy při tvorbě tzv. „střeleckého luku“ mají zpevněnou oblast břišní, nebo jsou naopak povoleno a tím víc pak zapojí m. erector spinae. Ostatní svaly se neprojevily žádnými změnami.

Tabulka 7. Statisticky významné rozdíly při střelbě z výskoku.

	OEA [V]	SA [V]	PM [V]	D [V]	SS [V]	IS [V]	BB [V]	TB [V]	ES [V]
6V x 9V	0,0464	0,1441	0,4631	0,4631	0,0747	0,3454	0,3454	0,3454	0,0277

#### 5.5 Praktické využití

Ze získaných informací jsme schopni říci, že při hodu jednoruč vrchem z výskoku je většina svalů aktivnějších než při hodu jednoruč vrchem ze země. Ze všech testů, jež jsme provedli, se nám u hodu jednoruč vrchem z výskoku podařila naměřit největší aktivita u svalů m. obliquus externus abdominis, m. erector spinae, m. pectoralis major, m. infraspinatus, m. supraspinatus a m. biceps brachii. V dnešní „sedavé“ době má břišní svalstvo tendenci spíše ochabovat. Trenéři by se měli, tedy dle mého názoru, věnovat posílení břišních svalů svých svěřenců, a to jak cviky statickými (výdrže), cviky dechovými - brániční dýchání, tak i aktivním posílením pomocí „sklapovaček“, leh – sedů, atd.. Také zaměření se na šikmé břišní svaly, způsobující rotaci trupu, jako je právě m. obliquus externus abdominis, nesmí zůstat opomenuto. Při posilování by se mělo dbát na přiměřenost a nepřetěžovat jenom určité partie. Posílení hlubokého stabilizačního systému trupu (bránice, mm. multifidi, pánevní dno, hluboké

flexory a extenzory páteře, m. transversus abdominis), dle mého názoru, napomáhá hodu. Jelikož podle Koláře (2005) doprovází hluboký stabilizační systém trupu každý cílený pohyb horních resp. dolních končetin – tedy se účastní i hodu jednoruč vrchem. Podle našich výsledků se při hodu jednoruč vrchem z výskoku výrazně zapojuje i m. erector spinae. Tento sval, jak se domnívám, se nám nejspíše podílí pouze na vytvoření tzv. „střeleckého luku“, tedy prohnutí při výskoku. Při další fázi hodu by jeho aktivita neměla převažovat. Při hodu jednoruč vrchem ze země se nám m. erector spinae neprojevuje. Domnívám se, že je to způsobeno oporou dolních končetin, díky které není prohnutí zapotřebí. Tedy, i když nám výsledky ukázaly jeho výrazné zapojení, neznamená to, že bychom se měli v tréninku zaměřit na jeho posílení. Naopak erectory zad se samostatně nedoporučují posilovat z důvodu nestability páteře viz Kolář (2005). Při jejich přetížení pak člověku hrozí výhřez ploténky a nestabilita v oblasti bederní páteře. Další sval, jež se nám projevil významně při hodu jednoruč vrchem z výskoku, je m. pectoralis major. Svalová aktivita m. pectoralis major (především jeho abdominální a sternální část) dosahuje ve fázi akcelerace hodu jednoruč vrchem svého vrcholu, jelikož je to hlavní extenzor paže ze zapažení viz. Šařecová (2012). M. pectoralis major je tedy pro hod důležitý a při tréninku by se na něj nemělo zapomenout. Jelikož dle Bernacikové (2010) svaly m. erector spinae, m. pectoralis major, m. triceps brachii a m. biceps brachii patří mezi svaly s tendencí ke zkrácení, nemělo by se, dle mého názoru, před i po tréninku zapomenout na protahovací cvičení. Správnými protahovacími, posilovacími a kompenzačními cviky lze zabránit svalové dysbalanci, která, dle mého názoru, může u hráčů házené vzniknout jednoduše z důvodu jednostranného zatížení, a tím pak negativně ovlivnit techniku, ba i razanci hodu jednoruč vrchem.



## 6 Závěry

Cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat zapojení a aktivitu jednotlivých svalů při hodu jednoruč vrchem ze země a z výskoku házenkářek, a z toho zjistit statisticky významné rozdíly mezi střelami ovlivněnými vzdáleností a druhem střelby.

Z výzkumu vyplývá, že se při hodu jednoruč vrchem z výskoku aktivita svalů zvyšuje oproti hodu jednoruč vrchem ze země. Dle naměřených mediánů se nám dostalo výsledku, že aktivita svalů při střelbě z výskoku je 8x vyšší, než při střelbě ze země. Ale z důvodu velkého rozptylu naměřených mediánů způsobených, dle mého názoru, malým výzkumným souborem, nelze z těchto výsledků vyvozovat přímo bez dalšího zpracování jiné závěry.

Podle výsledků získaných z Wilcoxonova testu jsme zjistily, že při hodu jednoruč vrchem ze země se nám při porovnání hodů ze dvou různých vzdáleností (6m a 9m) statisticky významný ukázal sval m. deltoideus.

U porovnání hodů jednoruč vrchem z výskoku, kde se nám také měnila vzdálenost, ze které se házelo se nám jako statisticky významné svaly projevily m. obliquus externus abdominis a m. erector spinae, ale tady se domnívám, že pro kvalitu střely je významný převážně m. obliquus externus abdominis.

Z hlediska porovnání hodů jednoruč vrchem ze stejné vzdálenosti, ale se změněnou technikou hodu rozdělenou na hod jednoruč vrchem ze země a hod jednoruč vrchem z výskoku, jsme dostali výsledky, že při střelbě z šestimetrové hranice se statisticky významně zapojily m. obliquus externus abdominis, m. pectoralis major, m. deltoideus, m. infraspinatus, m. biceps brachii, m. erector spinae. Což jenom potvrzuje tvrzení, že se nám při výskoku zapojí více svalů.

U střelby z 9m se nám zapojily svaly m. pectoralis major, m. supraspinatus, m. infraspinatus, m. erector spinae. Což je zajímavý výsledek, porovnáme – li ho s naměřenými výsledky střelby ze 6m. Podle těchto údajů můžeme pouze spekulovat, proč se nám po změně vzdálenosti již neprojevil m. obliquus externus abdominis, m. deltoideus či m. biceps brachii. Nejspíše to bude již zmiňovaným malým výzkumným vzorkem, který jsme použily. Zato se však dá říci, že svaly m. pectoralis major, m. infraspinatus a m. erector spinae se zapojují při hodu jednoruč vrchem z výskoku více, než při hodu jednoruč vrchem ze země.

Odpovědi na výzkumné otázky:

- Budou mezi měřenými svaly i takové, které se svou aktivitou neprojeví statisticky významně ani v jednom měření?

Z devíti svalů, jež byly k našemu výzkumu vybrány, se nám během měření ani jednou statisticky významně neprojeví dva svaly *m. serratus anterior* a *m. triceps brachii*.

- Budou mezi měřenými svaly i takové, které se nám svou aktivitou projeví statisticky významně při všech měřeních?

Skutečnost, že by se nějaký sval statisticky významně projevil ve všech námi testových hodech jednoruč vrchem z výskoku i ze země nenastala. Vždy se minimálně v jednom měření neprojevil.

- Má výskok vliv na změnu zapojených svalů při hodu jednoruč vrchem?

Výskok má vliv na zapojení svalů. Tři svaly se aktivně projeví během výzkumu. Jsou to *m. pectoralis major*, *m. infraspinatus* a *m. erector spinae*.

- Má vzdálenost vliv na změnu zapojených svalů při hodu jednoruč vrchem?

Změna vzdálenosti se nám také projevila kladně, tedy co se týká změny zapojených svalů. Při hodech jednoruč vrchem ze země se nám aktivně zapojil *m. deltoideus* a při hodech jednoruč vrchem z výskoku to byly svaly *m. obliquus externus abdominis* a *m. erector spinae*.

S ohledem na to, jak celý náš výzkum probíhal, co jsme z něho dostali za data, co jsme chtěli získat před provedením za data, musím říct, že budeme – li se tímto směrem ubírat i u diplomové práce magisterské, tak je zapotřebí ještě pár věcí upravit. Díky tomu, že to byl první výzkum svého druhu prováděný v házené, tak se nám tam objevily předem nepředvídatelné okolnosti, jež nám to dělaly obtížnější a také nám

zkreslovaly výsledky. Když jsme se do této práce pustili, tak jsme očekávali, že z výsledků bude viditelné jak se svaly v průběhu hodů jednoruč vrchem (od náprahu po opuštění míče z ruky) zapojují. Kdy budou na vrcholu, a kdy se naopak nezapojí. Z toho pak určit svaly, které mají hlavní vliv na hod jednoruč vrchem. Výsledky pak využít do praxe, tady jak to uplatnit v tréninku (posílení a kompenzace svalů). Jelikož jsme nevěděli, do čeho se pouštíme, tak jsme opomenuli některé důležité faktory. Určitě bude zapotřebí pro příští měření sehnat větší výzkumný soubor, aby bylo možné mírné odchylky eliminovat. Dále pořídit více kamerových záznamů (v různých úhlech) provedených hodů, aby byl přesně určitelný časový úsek od zahájení až po ukončení hodů jednoruč vrchem. Také bude zapotřebí sehnat měřicí zařízení, které nám určí rychlost letu míče, jelikož si myslíme, že při různých rychlostech musí být také vyvinuta jiná aktivita svalů, jež se nám promítne do výsledků. Myslíme, že splní – li se tyto podmínky, tak by příští výzkum mohl přinést mnohem lepší výsledky a praktické využití EMG v házené.

Limity práce:

- svalová dysbalance,
- razance střely,
- zkrácení svalů,
- velikost výzkumného souboru,
- počet kamer,
- rychlost letícího míče.

## 7 Souhrn

Hlavním cílem bakalářské práce bylo analyzovat zapojení a aktivitu jednotlivých svalů házenkářek při hodů jednoruč vrchem ze země a z výskoku a z toho zjistit statisticky významné rozdíly mezi střelami ovlivněnými vzdáleností a druhem střelby. Hody vrchem jednoruč byly prováděny ze vzdáleností 6m a 9m, střídavě z výskoku a ze země. Dílčími cíly práce bylo zjistit, které svaly se svou aktivitou podílejí nejvíc na hodů jednoruč vrchem ze země, a které svaly se svou aktivitou podílejí nejvíc na hodů jednoruč vrchem z výskoku. Na základě stanovených dílčích cílů byly formulovány výzkumné otázky.

V mé práci byly položeny čtyři výzkumné otázky:

- Budou mezi měřenými svaly i takové, které se svou aktivitou neprojeví statisticky významně ani v jednom měření?
- Budou mezi měřenými svaly i takové, které se nám svou aktivitou projeví statisticky významně při všech měřeních?
- Má výskok vliv na změnu zapojených svalů při střelbě?
- Má vzdálenost vliv na změnu zapojených svalů při střelbě?

Výzkumu se zúčastnilo 7 dívek ve věku 17-18 let. Probandky hrají v klubu DHK Zora Olomouc, které hraje nejvyšší soutěž 1. ligu v kategorii starší dorostenky. Výzkumný soubor byl popsán i z hlediska antropometrických parametrů (výška, váha, věk, BMI).

Hlavním úkolem bylo zjistit aktivitu svalů během hodů jednoruč vrchem. K jejich změřením byl zapotřebí elektromyograf Trigno Wireless Systém, který snímá aktivitu svalů. Dále nám posloužila videokamera (Canon) k určení časového úseku trvání hodů. Pomocí počítačového programu EMGworks 4.0.9 se zpracovaly vstupní signály naměřené Trigno Wireless Systémem, které se dále zapisovaly do programu Microsoft Excel. Poslední kroky k vyhodnocení vedly přes Wilcoxonův test, díky kterému dostaneme výsledná statisticky významná data.

Z konečných výsledků jsem došel k závěru, že při hodů jednoruč vrchem z výskoku se svaly zapojují více, než při hodů jednoruč vrchem ze země. Naměřené

mediány nám ukazují, že při hodu z výskoku je aktivita všech svalů osminásobně vyšší, než při hodu ze země.

## 8 Summary

The main aim of the Bachelor's thesis was analyzing the activity and cooperation of muscles while throwing the ball with one hand from the floor and from the jump. Comparing these two different types of throwings we compiled statistically significant values. These data were influenced by distance and type of shooting. All the throwings with one hand were done from the 6 and 9 meters distance, once from floor second from jump in turns. The other partial aim was to discover which muscles are crucial for which type of shooting. On the basis of partial aim we constituted our research questions.

We asked four research questions:

- Will there be any muscles which would not manifest themselves as being significantly valuable in all measurements?
- Will there be such muscles which would manifest themselves as being significantly valuable in all measurements?
- Does the jump during the shooting have any influence on active muscles?
- Does the proximity change the muscle cooperation during the shooting?

There were seven girls aged between 17-18 involved in the research. They play as older juniors in club DHK Zora Olomouc in top first league. They were all described anthropometrically (height, weight, age, BMI).

The main attempt was done to describe the activity of muscles during the shooting with one hand. We used electromyograph Trigno Wireless System which is able to show the activity of muscles. We also used camcorder (Canon) for measuring the time used for shooting. The computer program EMGworks 4.0.9 was used for processing data measured by program Trigno Wireless System. We wrote down all these data into Microsoft Excel. Wilcoxon test was final step to obtain statistically significant values.

From the final results we made conclusion that during the shooting with one hand from jump the muscles are working harder in comparison with shooting from floor. Measured values show that the activity of muscles during the shooting from jump is eight times higher than with shooting from floor.

## 9 Referenční seznam

- Anonymous. (2007). *Výpočet*. Retrieved 8.6.2013 from the World Wide Web:  
<http://www.vypocet.cz/bmi>
- Anonymous. (2013). *Elektromyografie*. Retrieved 2.6.2013 from the World Wide Web:  
[http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/biomechanika/experiment\\_metody\\_emg.php](http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpk/kompendium/biomechanika/experiment_metody_emg.php)
- Anonymous. (2012). *Trigno Wireless System*. Retrieved 16.5.2013 from the World Wide Web: <http://www.delsys.com/products/trignowireless.html>
- Bačáková, R., Čmela, R., Chrástková, M., Kračmar, B., & Špulák, D. (2012). *Komparativní analýza běhu na lyžích volnou technikou a bruslení na kolečkových lyžích*. Retrieved 10.4.2013 from the World Wide Web:  
[http://i.quickcode.cz/qc/ftvs\\_devel/images/stories/sbornik\\_svk12.pdf](http://i.quickcode.cz/qc/ftvs_devel/images/stories/sbornik_svk12.pdf)
- Ballreich, R., & Kuhlow-Ballreich, A. (1992). *Biomechanik der Sportspiele – Teil II Mannschaftsspiele*. Stuttgart: Philippka Sportverlag.
- Beranciková, M. et. al. (2010). *Házená*. Retrieved 8.4.2013 from the World Wide Web:  
<http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/hry-hazena.html>
- Bobbert, M., F., & Schenau, G., (1988). *Coordination in vertical jumping*. Retrieved 25.5.2013 from the World Wide Web:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0021929088901753>
- Cacek, J., & Grasgruber, P. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press, a.s.
- Clarys, J.-P., Scafogliera, A., Tresigniea, J., Sesboüéb, B. & Cattryssea, E. (2012). *Les aléas de l'électromyographie de surface dans l'appréciation du mouvement*. Retrieved 10.4.2013 from the World Wide Web:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0765159712000676>
- Dovalil, J., & Perič, T. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada publishing, a.s.
- Dovalil, J. et. al. (2008). *Lexikon sportovního tréninku*. Praha: Karolinum.
- Dufková, A. (2010). *Srovnání kineziologického obsahu pohybu při záběru vpřed na rychlostním kajaku a pádlovacím trenážéru*, Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Praha.
- Escamilla, R., F., & Andrews, J., R. (2009). *Shoulder Muscle Recruitment Patterns and Related Biomechanics dutiny Upper Extremity Sports*. Retrieved 8.4.2013 from the World Wide Web:

- <http://ehis.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=834f8679-7f7c-44f5-8c5a-3c4a85f31599%40sessionmgr104&hid=109>
- Hianik, J., & Zařková, V. (2006). *Hadzaná/základné herné činnosti/*. Bratislava: Univerzita Komenského.
- Jančálek, S., Šafařiková, J., & Táborský, F. (1971). *Kapitoly z teorie a didaktiky házené I*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Jančálek, S. et al. (1978). *Házená /Teorie a didaktika/*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství.
- Jiu-Jenq Lin et. al. (2010). *Activation and tremor of the shoulder muscles to the demands of an archery task*. *Journal of Sports Science*, 28(4). Retrieved 15.5.2013 from the World Wide Web: <http://ehis.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=13&sid=a1d34328-99ec-4a99-8e67-d6d687c55b50%40sessionmgr4&hid=7>
- Kolář, P. (2005). *Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží*. Retrieved 3.4.2013 from the World Wide Web: <http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2005/05/10.pdf>
- Kutáč, P. (2009). *Základy kinantropometrie /pro studující obory Tv a sportu/*. Ostrava: Pedagogická fakulta Ostravské univerzity, Katedra tělesné výchovy.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku I*. Olomouc: Hanex.
- Liška, V. (2005). *Brankář v házené*. Praha: Professional publishing.
- Matoušek, J. (1995). *Teorie a didaktika házené*. Brno: Masarykova univerzita.
- Nykodým, J. et. al. (2006). *Teorie a didaktika sportovních her*. Brno: Masarykova univerzita.
- Přidalová, M., & Riegerova, J. (2002). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Rainoldi, A., Cescon, C., Bortin, A., Casale, R., & Causo, I. (2003). *Surface EMG alterations induced by underwater recording*. Retrieved 23. 5. 2013 from the World Wide Web: [http://ac.els-cdn.com/S1050641103001469/1-s2.0-S1050641103001469-main.pdf?\\_tid=106a274a-e7f7-11e2-a261-00000aacb362&acdnat=1373306089\\_6a6c9b800ccc654b3ac0033a6566e11b](http://ac.els-cdn.com/S1050641103001469/1-s2.0-S1050641103001469-main.pdf?_tid=106a274a-e7f7-11e2-a261-00000aacb362&acdnat=1373306089_6a6c9b800ccc654b3ac0033a6566e11b)
- Samcová, A. (2012). *Analýza pohybu hráček během utkání I. ligy starších dorostenek v házené*. *Diplomová práce*, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.



- Šařecová, M. (2012). *Problematika bolestivého ramene u volejbalistek*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Šustáček, J. (2012). *Analýza pohybu a intenzity pohybu hráček během vybraných utkání 1. ligy starších dorostenek DHK Zory Olomouc v házené*. Diplomová práce, Univerzita Palackého, Fakulta tělesné kultury, Olomouc.
- Táborský, F. (1999). *Dějiny sportovních házenkářských her*. Retrieved 14. 5. 2013 from the World Wide Web: [http://www.chf.cz/chf/index.php?PAGE=cesky\\_svaz\\_hazene/07\\_historie/historie\\_hazene.htm&iq=2](http://www.chf.cz/chf/index.php?PAGE=cesky_svaz_hazene/07_historie/historie_hazene.htm&iq=2)
- Táborský, F. (2009). *Historie házené*. Retrieved 18. 10. 2012 from the World Wide Web: <http://www.svaz.chf.cz/content.aspx?contentid=2693>
- Tkadlec, J., & Tůma, M. (2002). *Házená*. Praha: Olympia.