

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

DIPLOMOVÁ PRÁCA

**2015**

**Jana Ižovská**

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Silová schopnosť ako determinant rýchlosti strelby u elitných  
mladých futbalových hráčov**

Diplomová práca

Vedúci diplomovej práce:

**PaedDr. Tomáš Malý, Ph. D**

Vypracovala:

**Jana Ižovská**

Praha, apríl 2015

Prehlasujem, že som záverečnú diplomovú prácu spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje a literatúru. Tato práca ani jej podstatná časť nebola predložená k získaniu iného alebo rovnakého akademického titulu.

V Prahe, dňa

.....

podpis študenta

### Evidenčný list

Súhlasím s požičaním svojej diplomovej práce k študijným účelom. Užívateľ svojim podpisom potvrdzuje, že túto diplomovú prácu použil k štúdiu a prehlasuje, že ju uvedie medzi použitými prameňmi.

Meno a priezvisko:

Fakulta / katedra:

Dátum vypožičania:

Podpis:

---

## Pod'akovanie

Touto cestou by som chcela poďakovať PaedDr. Tomášovi Malému, Ph.D za odborné vedenie, celkovú podporu a pomoc pri vytváraní diplomovej práce. Ďalej by som rada poďakovala za pomoc celému kolektívu laboratória športovej motoriky a za spoluprácu futbalovému klubu AC Sparta Praha.

## **Abstrakt**

**Názov:** Silová schopnosť ako determinant rýchlosti streľby u elitných mladých futbalových hráčov.

**Ciele:** Cieľom práce je zistiť podmienenosť silových schopností (extenzorov a flexorov kolena) na rýchlosť a presnosť streľby u futbalistov.

**Metódy:** Sledovaná skupina hráčov sa skladá z 20 probandov vo veku 20-25 rokov ( $22,45 \pm 1,12$  rokov) ligovej úrovne, ktorí pôsobia v rezerve elitného futbalového klubu. Hráči absolvovali testy silových schopností týždeň pred terénnym testovaním rýchlosti a presnosti streľby. Sila extenzorov a flexorov kolena bola meraná v laboratórnych podmienkach pri 3 rôznych stupňoch uhlovej rýchlosti na dominantnú ako aj nedominantnú dolnú končatinu. Týždeň na to, hráči absolvovali 3 pokusy streľby na bránu preferovanou a nepreferovanou nohou, kde sme merali rýchlosť a presnosť kopov.

**Výsledky:** Výsledky práce podávajú informácie o miere závislosti silových schopností extenzorov a flexorov kolena na rýchlosť a presnosť streľby u mladých futbalistov. Na základe výsledkov, bola zistená stredná až silná korelácia medzi veličinami v závislosti na rôznej uhlovej rýchlosti pohybu.

**Kľúčové slová:** futbal, kop, presnosť, rýchlosť, silová schopnosť, zručnosť

## **Abstract**

**Title:** Strength as a determinant of kick speed of young soccer players.

**Objectives:** Identify the relationship of strength of extensors and flexors of knee and the kick speed and accuracy of young soccer players.

**Methods:** The study group consists of 20 players in the age between 20-25 years ( $22,45 \pm 1,12$  years) league level engaged in the provision of an elite soccer club. The players passed the tests of strength abilities week before field testing of kick speed and accuracy. Strength extensors and flexors of knee were measured in laboratory conditions at three different stages of the angular velocity of the dominant and nondominant lower leg. After week the players completed three shots on goal by preferred and non-preferred leg, where we measured the speed and accuracy of kick.

**Results:** The results of work submit information about relationship between the strength of extensors and flexors of knee and the kick speed and accuracy depending on the degree of angular velocity. It has been found moderate - strong correlation between conditionings depending on the different degrees of angular speed of the movement.

**Keywords:** accuracy, kick, skill, soccer, speed, strength

## Obsah

Úvod .....	9
1 Teoretický rozbor .....	11
1.1 Silové schopnosti .....	11
1.1.1 Druhy silových schopností .....	12
1.1.2 Silové schopnosti vo futbale a model pohybovej činnosti hráča .....	15
1.2 Strel'ba vo futbale .....	17
1.2.1 Fázy strel'by .....	19
1.2.2 Mechanizmy a faktory ovplyvňujúce rýchlosť a presnosť strel'by .....	20
1.2.3 Silové schopnosti u strel'by .....	22
1.3 Zhrnutie poznatkov .....	25
2 Cieľ, hypotézy a úlohy práce .....	28
2.1 Cieľ práce .....	28
2.2 Hypotézy práce .....	28
2.3 Úlohy práce .....	28
3 Metodika práce .....	29
3.1 Charakteristika výskumného súboru .....	29
3.2 Organizácia výskumu .....	30
3.3 Metodika získavania výskumných údajov .....	30
3.3.1 Rýchlosť a presnosť strel'by .....	30
3.3.2 Silové schopnosti extenzorov a flexorov kolena .....	31
3.4 Spracovanie výskumných údajov .....	31
4 Výsledky výskumu .....	33
5 Diskusia .....	57
6 Závery výskumu práce a orientácia výskumu .....	63
7 Zoznam literatúry .....	65
8 Zoznam obrázkov a tabuliek .....	73
8.1 Zoznam tabuliek .....	73
8.2 Zoznam obrázkov .....	74

## Úvod

Cieľ každého športovca je úspech. Úspech v súťaži závisí na vlastnostiach a pravidlách danej športovej činnosti, ktoré sú podmienené časovými a priestorovými zákonitosťami. Inými slovami, v motorickom zmysle úspech znamená byť rýchlejší, silnejší, vytrvavejší, precíznejší, pohotovejší vo výkone a aby sa dosiahlo vytýčeného cieľa, po uskutočnenej selekcii na základe vrodenej predispozícií je športovec podrobený adaptabilnému tréningovému procesu v súlade so špecifickými požiadavkami svojho športu. Aby tento proces dosiahol žiaduce účinky, je potrebná neustála kontrola. Vrcholové športové úspechy sú výsledkom súčinnosti rady vzájomne prepojených faktorov (dedičnosť, antropologické vlastnosti a schopnosti, športová príprava atď.), pričom diagnostika v športe hrá významnú úlohu pri procese plánovania a programovania tréningového procesu.

Moderný futbal sa vyznačuje vysokými nárokmi na hráčov, trénerov i funkcionárov a od všetkých aktérov sa vyžaduje veľká miera pripravenosti, nasadenia a koncentrácie, aby bolo následne možné splniť všetky výkonnostné požiadavky. Z hľadiska motoriky v tejto hre dochádza k mnohým neprirodzeným pohybom a práve preto je veľmi náročný na všetky aspekty pohybových schopností a zručností. V hre sa najlepšie uplatňujú jedinci, ktorí nielen majstrovsky zvládnu techniku a jednotlivé taktiky, ale aj tí, ktorí sa dokážu presadiť silou, rýchlosťou, špeciálnou vytrvalosťou, húževnatosťou, bojovnosťou a psychickou odolnosťou.

V priebehu futbalového stretnutia používajú futbalisti svoje svaly mnohými rozličnými spôsobmi. Silné nohy sú často považované za najdôležitejšie, pretože väčšina hráčov nabehá v priebehu stretnutia aj niekoľko kilometrov. Nakoľko nohy sú využívané nielen pre beh, ale aj pre udržanie rovnováhy, zastavenie a zmeny smeru a samozrejme i pri kope do lopty, hráči so slabými svalmi nôh nebudú môcť vykonávať niektoré z týchto činností na adekvátnej úrovni. Silné svaly jadra tela sa používajú hlavne pre udržanie rovnováhy, ale hrajú aj dôležitú úlohu pri kontakte hráča s inými hráčmi a majú zásadnú rolu pri vyrovnávaní svalového systému tela.

Hlavné dôvody, ktoré ma viedli k výberu témy, boli predovšetkým môj osobný záujem o túto oblasť športu a taktiež významnú rolu zohrala aj neustála dynamika vývoja a jej aktuálnosť. Mnoho výskumov sa zaoberá vzťahom medzi silovými schopnosťami a rýchlosťou a presnosťou technických zručností vo futbale, pretože táto problematika výrazne ovplyvňuje výkon hráčov a následne aj vývoj stretnutia.

V dnešnej dobe je nevyhnutný vedecký výskum, lebo sa nezastupiteľne podieľa na zlepšení fyzických schopností a herných zručností športovcov vo všetkých športových odvetviach.

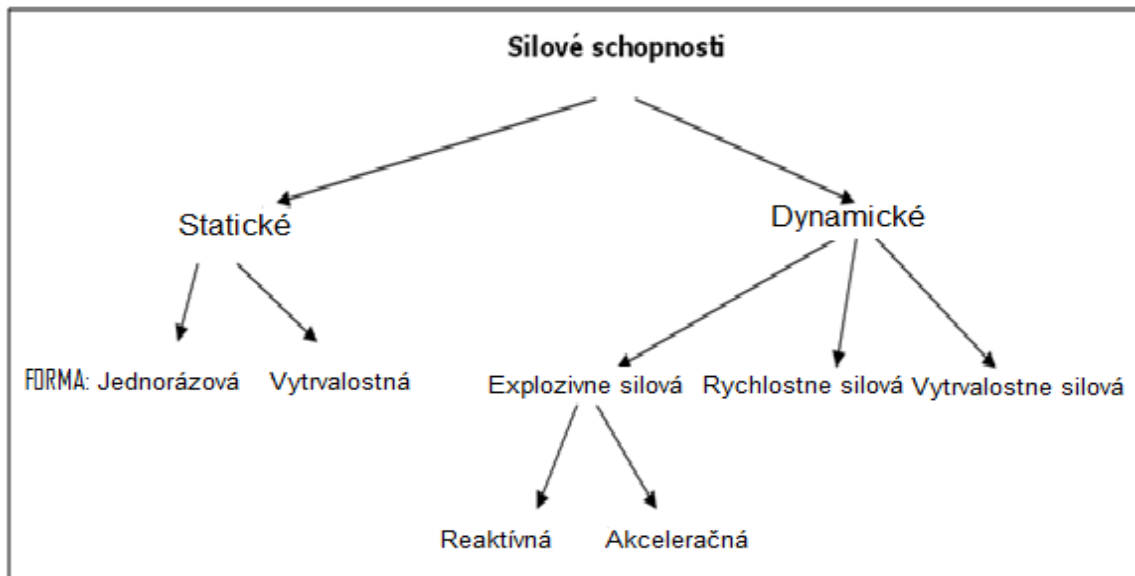
V tejto diplomovej práci sa pokúsime ozrejmiť vzťah medzi maximálnou silou dolných končatín a rýchlosťou a presnosťou streľby u mladých elitných hráčov futbalu.

# 1 Teoretický rozbor

## 1.1 Silové schopnosti

Silová schopnosť sa považuje za základnú a rozhodujúcu schopnosť jedinca, bez ktorej sa nemôžu ostatné schopnosti pri motorickej činnosti vôbec prejavovať. Silu definujeme ako schopnosť efektívneho využitia svalovej sily pri prekonávaní rozličných odporov (Marković, 2008). Gajda (2004) uvádza, že silové schopnosti umožňujú uskutočniť pohybovú činnosť, ktorá prekonáva alebo udržuje vonkajší odpor alebo silu svalovej kontrakcie podľa zadanej úlohy. Silovú schopnosť môžeme vyjadriť aj ako schopnosť vyprodukovať maximálnu svalovú silu počas voľnej kontrakcie v definovaných podmienkach, pričom sila má malý koeficient dedičnosti ( $h^2 = 0,50$ ), čo znamená, že ju môžeme tréningom výrazne zlepšiť (Marković, 2008). Stimulácia silových schopností je rozhodujúca pre polozenie základov na špecificky vykonávanú prácu vo futbale (Schmid & Alejo, 2002). V nadväznosti na to, ovplyvňovanie optimálnej úrovne silových schopností vo futbale môže zvýšiť disponibilnosť sily pre svalové kontrakcie príslušných svalov alebo svalových skupín, teda zrýchlenie a rýchlosť kritických zručností vo futbale ako aj šprintu, rotácií v rámci zmeny smeru a zrýchlenia. A čo viac, vysoká úroveň maximálnej sily horných a dolných končatín môže zabrániť zraneniu vo futbale zvýšením prierezu svalov a sily a mobility šliach i väzov (Ekblom, 1994). Sila môže byť definovaná v zmysle maximálnej sily, ktorú sval alebo svalové skupiny môžu vygenerovať určenou rýchlosťou (Knutten & Kraemer, 1987). Kraemer & Gomez (2001) naznačujú, že všetky športy vyžadujú vytvorenie určitej sily, ale z potenciálne rôznych dôvodov. Napríklad sila, ktorá je potrebná zápasníkovi sa bude výrazne líšiť v porovnaní so silou potrebnou pre vytrvalostného bežca. Z tohto tvrdenia vyplýva, že existujú rôzne druhy síl a aby sme pochopili ako sa sila vzťahuje ku futbalu, definujeme si jednotlivé druhy silových schopností a ich význam pre šport.

### 1.1.1 Druhy silových schopností



Obr. 1 – Komplex silových schopností, ktorý vychádza z režimu svalovej kontrakcie (Havel & Hnízdil, 2009)

Najdôležitejšie silové komponenty futbalistu (Schmid & Alejo, 2002):

- Maximálna sila
- Statická (izometrická) sila
- Dynamická sila
- Reaktívna sila
- Svalová vytrvalosť

#### 1.1.1.1 Maximálna sila

Maximálna sila je definovaná ako výsledok sily, ktorú vyprodukujú svaly maximálne a to buď v izometrickom alebo dynamickom modeli v priebehu vykonaného úsilia definovanej úlohy (Stolen, Chamari, Castagna & Wisloff, 2005). Typicky, maximálna sila je vyjadrená ako jedno opakovacie maximum (1RM) v štandardizovanom pohybe napríklad pri základnom drepe alebo v bench-press, ktorý označuje najvyššie zaťaženie jednotlivca, ktoré je cvičenec schopný zdvihnúť v rámci jedného úsilia. Maximálna sila je jednou z dvoch základných vlastností, ktoré ovplyvňujú silový výkon, ktorý je typický vo futbale. Zvýšenie maximálnej sily je zvyčajne spojené so zlepšením v relatívnej sile a tým zlepšením výkonových schopností, ktoré môžu zlepšiť zručnosti špecifické pre futbal ako sú zmeny smeru, meniace sa tempo, šprinty a skákanie (Bangsbo, 1994). Tento vzťah pomeru maximálnej sily a výkonu podporil empirický výskum, ktorý ukázal zlepšenie vo výskoku a v šprinte na 30m pri vyššej maximálnej sile dolných končatín (Wisloff, Castagna, Helgerud, Jones & Hoff, 2004). Počas

futbalového stretnutia profesionálni futbalisti vykonajú približne 50 prudkých otočení, zahŕňajúce trvalé silné kontrakcie, aby udržali rovnováhu a kontrolu nad loptou. Tieto silné pohyby vyžadujú vysokú úroveň maximálnej sily, pretože sila pohybu je silne závislá na úrovni maximálnej sily (Gamble, 2010). Je dôležité uviesť, že maximálna sila sama o sebe nemá až taký význam, ale že s ňou musí byť spojená zložka rýchlosti (Schmid & Alejo, 2002).

### **1.1.1.2 Statická (izometrická) sila**

Ako je uvedené vyššie, maximálna sila môže byť vyprodukovaná v izometrickom alebo dynamickom modeli. Izometrická sila môže byť definovaná ako maximálna sila, ktorá môže byť použitá v statických podmienkach (Gamble, 2010). Tento typ sily nezvykne prevládať vo futbale tak, ako v niektorých iných športoch ako je napríklad gymnastika, avšak svaly jadra tela môžu pracovať v izometrickej kontrakcii počas špecifických zručností vo futbale. Typickým príkladom je, ak nižší hráč dostane úder ramenom od vyššieho hráča a snaží sa udržať rovnováhu. Ak si vezmeme silnú obranu, kde hráč sa musí oprieť v kontakte, táto činnosť by vyžadovala, aby svaly jadra tela boli napnuté a v izometrickej kontrakcii, aby hráč aj naďalej zostal pri obrane silný a stabilný. Tiež mimovoľne ak sa dvaja hráči dostanú do kontaktu môže spôsobiť krátku izometrickú kontrakciu svalov oboch hráčov, keď sa obaja snažia presunúť k sebe, pričom používajú rovnaké množstvo sily.

### **1.1.1.3 Dynamická sila**

Dynamická sila môže byť použitá k popisu dvoch typov svalovej kontrakcie, ktoré vedú k zmene dĺžky svalu; koncentrická a excentrická. Koncentrická kontrakcia nastáva, keď konce svalu sa zblížia, takže sval sa skrakuje (Stafford-Brown & Chance, 2003). Tento typ kontrakcie je dôležitý vo všetkých pohyboch spojených s futbalom, pretože všetky hlavné svaly sa musia koncentricky skrútiť, aby koordinovali a efektívne synchronizovali anatomické pohyby našich končatín. Príkladom je, keď útočník urobí kop – jeho hamstringy musia vykonať dynamickú silu koncentrického skrútenia, aby sa ohli kolenné kĺby pred tým, než sa môže noha narovnať a strieľať. Excentrická kontrakcia je opačná, k tejto kontrakcii dochádza, keď sval vynakladá silu, ale konce svalu sa pohybujú smerom od seba (Stafford-Brown, Rea & Chance, 2003). Ak si vezmeme vyššie uvedený príklad, kde útočník musí natiahnuť kolenný kĺb, aby dokončil svoju strelu, tu hamstringy musia vykonať excentrickú kontrakciu. Excentrická sila má najväčšiu významnosť sily zo všetkých silových komponentov (Gamble, 2010).

Dobrá úroveň excentrickej sily je najdôležitejšia v zručnostiach, ktoré vyžadujú silu a energiu vo futbale, ako sú výskoky, výkopy a zmeny smeru. To naznačuje, že pre optimálnu úroveň dynamickej sily, najmä excentrická sila môže viesť ku zlepšeniu celkovej explozívnej sily, ktorá sa týka rýchlosti v ktorej športovec vyvíja silu. Toto môže byť ďalej definované ako miera rozvoja sily (RFD), ktorá udáva maximálnu rýchlosť nárastu svalovej sily (Aagaard, Simonsen, Andersen, Magnusson & Dyhre-Poulsen, 2002). V dôsledku toho, RFD je spojená so schopnosťou dosiahnuť rapídneho zrýchlenia pre daný pohyb (Gamble, 2010). Väčšina športových úloh, ktoré sú vykonané v krátkych časových intervaloch vyžadujú vysokú RFD ako napríklad fáza kontaktu dolnej končatiny so zemou pri behu (Plisk, 2001), čo je základný pohyb vo futbale. S ohľadom na túto skutočnosť Wilson, Lyttle, Ostrowski & Purphy (1995) tvrdia, že RFD je ako najdôležitejšia kapacita ovplyvňujúca športový výkon. Na tomto základe môžeme navrhnúť ovplyvňovanie RFD u futbalistov pomocou silového tréningu, ktorý povedie ku zlepšeniu reaktívnej sily.

#### **1.1.1.4    *Reaktívna sila***

Gamble (2010) označuje termín reaktívna sila ako súčasť silového komponentu, ktorý je definovaný ako kombinácia excentrickej a koncentrickej silovej kontrakcie. Táto definícia môže byť zameniteľná s definíciou Plisk (2001), ktorý nahliada na reaktívnu silu ako na fenomén excentricko-koncentrickej väzby, ktorý je zvyčajne známy ako cyklus natiahnutia a skrátene (SSC). Jedná sa o proces, kde zúčastnené svaly sú rýchlo predĺžené a následne okamžite skrátene reaktívnym spôsobom. SSC zložka sily môže byť ďalej rozdelená do rýchleho SSC a pomalého alebo dlhodobého predvedenia. Vo futbale je SSC reaktívnej sily evidentný v úlohách s veľmi krátkou dobou kontaktu (100ms – 200ms) ako je kontakt nohy so zemou pri šprinte. Pomalý SSC reaktívnej sily sa prejavuje, keď čas pre aplikáciu sily je relatívne dlhší (300ms - 500ms) a to v protipohybe predtým než hráč zrýchli, šprintuje alebo vyskočí. Kvalita tejto konkrétnej sily je tiež dôležitá vo futbale pri aktivitách so zmenou smeru, ako je kľučka – napríklad natiahnutá noha hráča vykoná excentrický pohyb, spomalí a potom musí vykonať koncentrický pohyb aby hráč zrýchlil nový pohyb v inom smere (Stolen et al., 2005).

#### **1.1.1.5    *Silová vytrvalosť***

Futbal vyžaduje aby hráči opakovane produkovali maximálne alebo submaximálne pohyby krátkeho trvania, ktoré sú od seba oddelené len krátkou dobou zotavenia a to

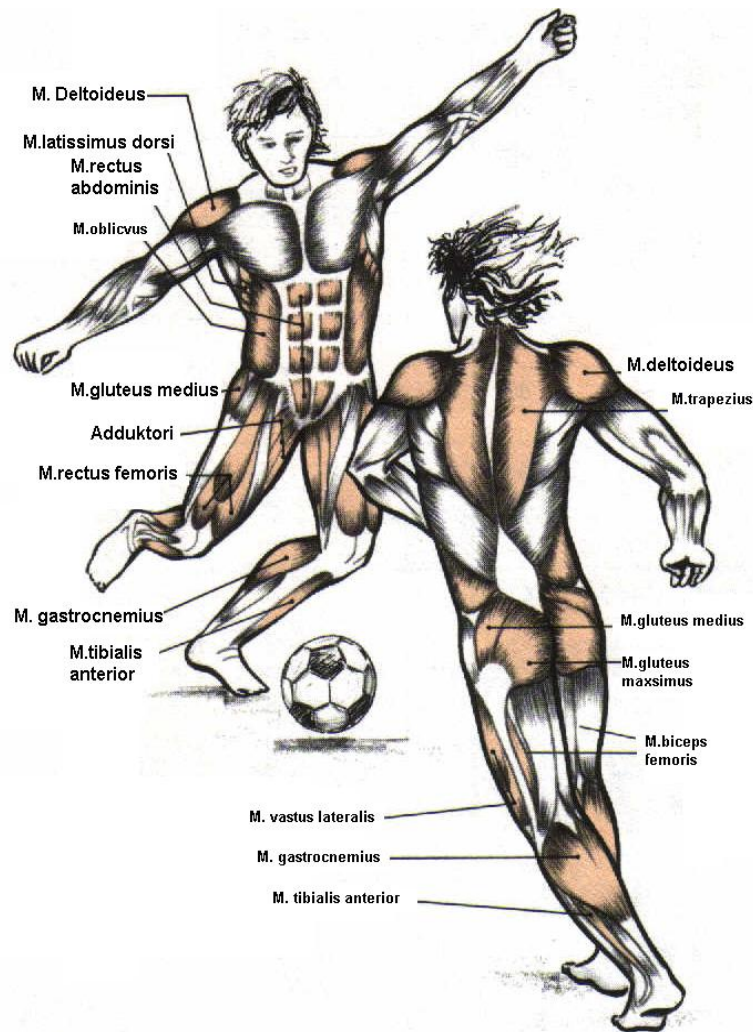
cez 90 minút trvania stretnutia (Bangsbo, 1994). Preto je schopnosť aktivovať svaly za podmienok únavy, napríklad v blízkosti konca stretnutia, ďalším dôležitým komponentom sily, ktorý je označovaný ako silová vytrvalosť. Využitie tejto schopnosti v hre je ak hráč s optimálnou úrovňou svalovej vytrvalosti bude vykonávať prudké obraty, šprinty, skoky atď., neskôr v hre môžu byť jeho svaly unavené. Výskum ukazuje, že svalová vytrvalosť sa pomôže hráčovi vyrovnáť s vedľajším účinkom svalovej únavy a zlepšiť intramuskulárnu koordináciu, čo robí športovca lepšie vybaveným k celkovej aktivácii (kontrakcii) unavenej motorickej jednotky vo svale (Gamble, 2010).

### **1.1.2 Silové schopnosti vo futbale a model pohybovej činnosti hráča**

Sila je kľúčovou schopnosťou vo výkone futbalistu. Bolo tiež preukázané, že v dôsledku rozličných fyzických požiadaviek na šport, je potrebné ovplyvňovať rozličné zložky sily. Táto skutočnosť je veľmi dôležitá pre hráčov futbalu, ktorí chcú predvádzať výkony v rámci ich najvyššieho možného potenciálu, aby si vypracovali všetky tieto rozličné elementy vytvorením ich špeciálnej športovej sily. To je schopnosť hráča vyjadriť svoje silové kvality pri vykonávaní herných činností alebo športových zručností v rámci situácii vo futbalovom stretnutí (Rahnama, Reilly, Lees & Graham-Smith, 2003) a mala by ostať najdôležitejším faktorom s ohľadom na špecifickosť silových schopností daného športu.

Sila dolných končatín vo futbale má veľký význam: skupina quadricepsu, hamstringov a tricepsu surae musí vyprodukovať veľké množstvo sily pri výskokoch, kopoch, bránení a zmenách pohybu. Schopnosť udržať silné sťahy je tiež dôležité pre udržanie rovnováhy a kontroly najmä pri kontakte s inými hráčmi. Izometrická sila je tiež dôležitým faktorom, ktorý prispieva k udržaniu rovnováhy hráča na klzkom ihrisku a kontrole nad loptou. Pre vykonávanie pozície brankára sú dôležité takmer všetky svalové skupiny tela. U hráčov v poli sú najviac využívané svaly spodnej časti trupu, bedrové flexory, plantarné flexory a dorsiflexory členku. Sila hornej časti tela je zamestnaná pri vhadzovaní a sila flexorov krku pri hlavičkovaní (obr. 2) (Reilly & Williams, 2003). Vzhľadom k súčasnej fyzickej povahe hry, aspoň priemerná úroveň sily hornej časti tela by mala byť užitočná pri prevencii úderov loptou. Vysoká hladina svalovej sily je tiež nutná pre znižovanie rizika zranenia. U futbalistov bolo zistené, že majú len mierne nadpriemernú úroveň izometrickej svalovej sily, čo môže odrážať

nedostatočnú pozornosť silového tréningu v ich obvyklom programe. Okrem toho, sa neschopnosť vyvinúť dostatočnú izometrickú silu môže prejavovať v dynamických podmienkach, čo nám predvída zlú svalovú výkonnosť v hre (Reilly, 1994). Avšak izometrická aktivita je stále dôležitá pre stabilizáciu trupu a poskytuje oporu, aby sa mohli uskutočniť dynamickejšie svalové aktivity v dolnej časti tela. Stále viac uznávaný je koncept tréningu stability jadra tela (core stability). Jadro odkazuje na svaly, ktoré sa podieľajú na držanie trupu v polohe: svaly brucha, dolnej časti chrbta, bedier a svaly podieľajúce sa na držaní chrbtice a panvy. Panvová stabilita je schopnosť jadra a panvových svalov udržať chrbticu a panvu vo svojej optimálnej polohe počas športovej aktivity. Ak sú tieto štruktúry uložené v optimálnom usporiadaní potom svaly a kĺby dolných končatín sú schopné efektívne fungovať (Chat-Williams, 2011). Svaly v lumbo-sakrálnej oblasti hrajú dôležitú úlohu pri koordinácii pohybu. Vo futbale, sila jadra tela nemá vplyv len na schopnosť športovca sa rýchlo pohybovať a robiť rýchle zmeny pohybu, ale je nutná pre schopnosť vyhrať súboj. Tieto svaly sú dôležité pre futbalistov, pretože slúžia ako základ pre vytrvalosť, držanie tela, silu, koordináciu a znižujú pravdepodobnosť zranenia (Chat-Williams, 2011). Vzpriamovače trupu a stabilizačné svaly určujú držanie tela a silu chrbta, čo môže pomôcť ku zlepšeniu vytrvalosti. V prípade, že svaly chrbta športovca sú unavené, je pravdepodobné, že budú viditeľné zmeny v držaní tela, ktoré môžu znížiť mechanickú účinnosť. Okrem toho, zlepšené držanie tela dovoľuje športovcovi stáť vyššie, čo mu umožňuje väčšiu šancu pri hlavičkovaní. A vo veľkej miere lepšie držanie tela môže zlepšiť účinnosť kopu, pretože zábery sa stávajú účinnejšie a presnejšie (Romero-Franco et al., 2012). Niektoré svaly jadra asistujú aj pri vytváraní silného a výbušného pohybu, či už je to pri silnej a rýchlej streľbe na bránu alebo pri súboji s protihráčom. Taktiež tieto svaly nám udržiavajú koordináciu hornej a dolnej časti tela v synchronnom pohybe a majú zjavné dôsledky na zníženie nebezpečenstva poškodenia. Iliopsoas pôsobí ako posol pre centrálny nervový systém. Sila v bokoch a spodnej časti chrbta môže pomôcť zabrániť zraneniu svalov nôh, ktoré sú najčastejšie zranené pri futbale (Chat-Williams, 2011).



Obr. 2 – Svaly zapojené pri futbalovej činnosti (Grosser, Starischka & Zimmermann, 1985)

## 1.2 Strel'ba vo futbale

Strel'ba je kľúčovým momentom každého stretnutia a jej početnosť a efektívnosť ovplyvňujú konečný výsledok. V neposlednej rade vyžaduje úspešná strel'ba aj adekvátnu úroveň použitej svalovej sily. Technická stránka strel'by má byť čo najviac automatická, ustálená, ale na druhej strane veľmi prispôsobivá, premenlivá a pružná s ohľadom na herné situácie. Taktické myslenie hrá pri strel'be významnú rolu, ktoré sa prejavuje schopnosťou rýchlo vnímať, spracovávať a hodnotiť informácie, ktoré sú rozhodujúce pre riešenie hernej situácie (Votík, 2005).

Votík (2005) delí strel'bu vo futbale:

- Podľa spôsobu prevedenia na:
  - Strel'bu nohou (vnútornou stranou nohy, vnútorným priehlavkom, priamym priehlavkom, vonkajším priehlavkom, pätou – špičkou, vonkajšou stranou nohy)

- Strel'ba hlavou (stredom čela, stranou čela, temenom) – v stoji, vo výskoku, v páde
- Podľa vzdialenosti miesta strel'by od bránky:
  - Strel'ba z bezprostrednej blízkosti (z bránkoveho územia)
  - Strel'ba zo strednej vzdialenosti (do 20 m.)
  - Strel'ba z veľkej vzdialenosti (nad 20 m.)
- Podľa výšky letu vystrelenej lopty:
  - Strel'ba prízemná
  - Strel'ba polovysoká
  - Strel'ba vysoká
- Podľa rotácie lopty:
  - Strel'ba priama
  - Strel'ba oblúkom (tzv. falšovaná)
- Podľa rýchlosti letu lopty:
  - Strel'ba prudká
  - Strel'ba mäkká (technická)
- Podľa uhlu strel'by:
  - Strel'ba kolmo na bránku
  - Strel'ba šikmo na bránku (ostrý alebo mierny uhol)
- Podľa činnosti, ktorá strel'be predchádza:
  - Strel'ba z miesta (pokutový kop, priamy voľný kop, rohový kop)
  - Strel'ba po vedení lopty
  - Strel'ba po obchádzaní súpera
  - Strel'ba po spracovaní lopty
  - Strel'ba prvým dotykcom po prihrávke (po zemi, polovysokej alebo vysokej, zo vzduchu – volejom, po odraze od zeme – halfvolejom)
  - Strel'ba po získaní lopty

Rozlišujeme rôzne typy strel'by, medzi ktorými strel'ba priamym priehlavkom je považovaná za základnú a najviac žiaducu, kvôli jej presnému a rýchlemu prevedeniu (Barfield, Kirkendall & Yu, 2002) a je veľmi často používaná pri pokutových kopoch (Scurry & Hall, 2009). Strel'ba priamym a vnútorným priehlavkom je spájaná zo strednou a vyššou vzdialenosťou od bránky pri použití vyšších hodnôt silových parametrov, premietajúcich sa do veľkosti náprahu, rýchlosti švihy kopajúcej nohy i intenzívnejšieho kontaktu s loptou. Strel'bu vnútornou stranou nohy využívajú hráči

z bezprostrednej blízkosti bránky, okolo stojaceho alebo vybiehajúceho brankára. Strelbu hlavou používame po vysokých finálnych prihrávkach pred bránkou súpera z miesta, z pohybu, vo výskoku i v páde (Buzek & Procházka, 1999). Mužstvo, ktoré má v zápase úspešnejšiu strelbu na vytýčené ciele, ma väčšiu pravdepodobnosť, že vyhrá hru (Kellis & Katis, 2007).

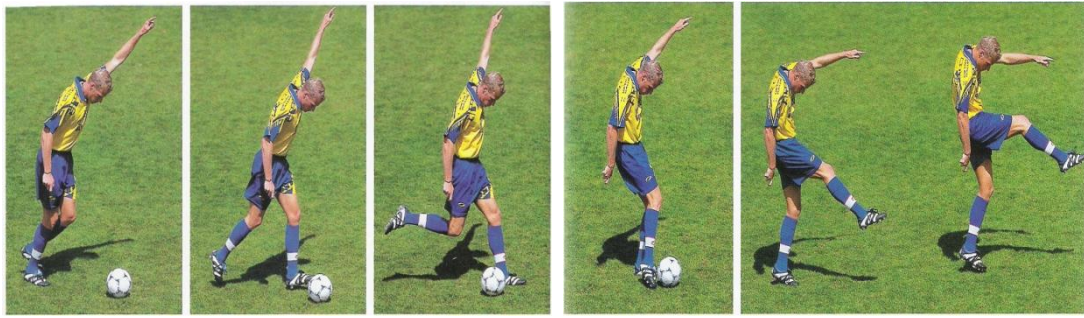
### 1.2.1 Fázy strel'by

Podľa Barfield et al. (2002) strel'ba priamym priehlavkom je považovaná za základnú futbalovú zručnosť. Praxou sa činnosť strel'by stále viac dokáže automatizovať a intenzívnym tréningom je možné zvýšiť jej presnosť a tvrdosť. Aj keď nácvik strel'by v mužstve prebieha väčšinou u všetkých hráčov rovnakou intenzitou, aj tak môžeme pozorovať v každom družstve, len niekoľko hráčov s tzv. tvrdou strelou, o ktorej rozhodujú predovšetkým dva faktory a to svalová dispozícia a technika strel'by (Kollath, 2006). Svalová dispozícia slúži účelnému spevneniu priehlavku pri vlastnom kontakte s loptou a je potrebná pre vyvinutie maximálnej acyklickej rýchlosti švihu dolnej končatiny (Záhalka: in Buzek, 2007).

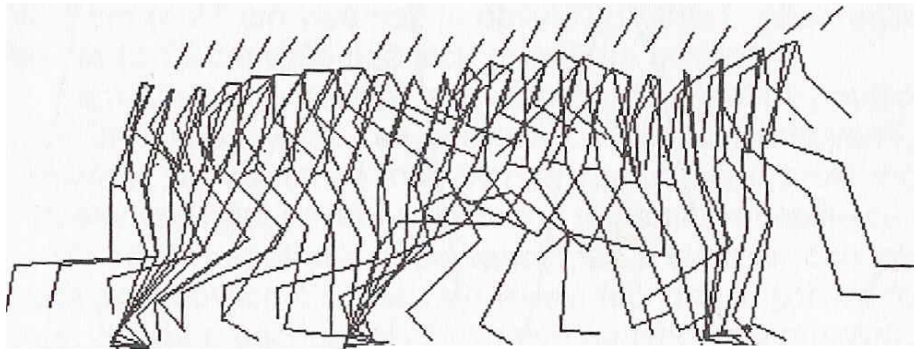
Záhalka (in Buzek, 2007) delí celý pohybový cyklus strel'by na tieto fázy:

- Rozbeh – rozbehom získava hráč potrebnú kinetickú (pohybovú) energiu
- Formovanie polohy tela – trup sa otáča v protipohybe dolných končatín, dochádza k rotačnému pohybu cez chrbticu, ktorý je charakteristický pre všetky izolované švihové pohyby končatín
- Formovanie kopajúcej dolnej končatiny – tá uskutočňuje maximálny náprah a v dobe opornej fázy druhej končatiny je zahájená fáza švihu, ktorá je zakončená kontaktom nohy s loptou
- Kontakt s loptou – jediný okamžik, kedy noha udáva lopte energiu je v okamžiku kontaktu s loptou. Po vystrelení noha dokončuje pohyb vplyvom zotrvačných síl

Uzlové body pri strel'be priamym priehlavkom je možné rozdeliť do niekoľkých fáz z hľadiska realizácie pohybu: fáza posledného kroku, fáza došľapu celého chodidla, fáza vyrovnávania bokov, fáza flexie stojnej nohy, fáza extenzie stojnej nohy, fáza kontaktu s loptou a fáza dokončenia pohybu. Jednotlivé fázy sú zobrazené ako model z kinematického analyzátoru (Záhalka et al., 2010).



Obr. 3 – Fázy pohybu kopu priamym priehlavkom (Kollath, 2006)



Obr. 4 – Kinogram kopu priamym priehlavkom (Záhalka in Buzek, 2007)

### 1.2.2 Mechanizmy a faktory ovplyvňujúce rýchlosť a presnosť streľby

Futbalový kop je hlavnou útočnou činnosťou počas hry. Úspešné kopy musia byť rýchle a presné a to najmä pri kopaní na bránku, aby hráči boli schopní prekvapiť brankára. Rôzne štúdie skúmali vzťah presnosti a rýchlosti kopu s rôznymi faktormi. Predný nájazdový uhol je jedným z najdôležitejších aspektov, ktorý má významný vplyv na úspešnosť futbalového kopu (Isokawa & Lees, 1988; Kellis & Katis, 2004; Opavský, 1988). Uhlavý prístup je bežne používaný k orientácii tela, aby telo získalo väčší rozsah pohybu v bedrách, flexii kolena a umožňuje pri kope nohou naklonenie v čelnej rovine tak, aby noha bola umiestnená ďalej pod loptu, čo umožňuje lepší kontakt nohy s loptou (Lees & Nolan, 1998). Isokawa & Lees (1988) uvádzajú, že maximálna rýchlosť kopajúcej nohy (ktorá sa nachádza v tzv. hojdačke) je dosiahnutá s prístupom pod uhlom  $30^\circ$  a maximálna rýchlosť lopty je dosiahnutá s nájazdovým uhlom  $45$  stupňov. Egan et al. (2007) podporuje predchádzajúci výskum, ktorý našiel nájazdový uhol okolo  $45^\circ$  pre maximálnu rýchlosť lopty.

Ako už bolo spomenuté, kop priamym priehlavkom je považovaný za najsilnejšiu streleckú futbalovú techniku (Kellis & Katis, 2007; Lees & Nolan, 1998). Avšak silný kop neznamená, že bude vždy úspešný, pretože presnosť kopu má veľký vplyv na

úspešné zakončenie. Presnosť a nepresnosť kopu ovplyvňuje veľa faktorov, v rozmedzí od chýb z prístupu jednotlivých hráčov ku kopu, charakteristiky umiestnenia podpornej nohy pri kope, pohyby kopajúcej nohy – jej švih a samotný kop do lopty (tzv. kontaktné vlastnosti). Tieto faktory boli skúmané biomechanicky, hlavne v laboratórnych podmienkach (Asai et al., 2002; Kellis et al., 2006; Katis & Kellis, 2010; Scurry et al., 2011), zatiaľ čo iba niekoľko výskumov bolo uskutočnených v terénnych podmienkach (Giagazoglou, Katis, Kellis & Natsikas, 2011). Umiestnenie podpornej nohy má veľký význam pre realizáciu kopu, pretože oporná noha sa považuje za zodpovednú pri stabilizácii tela, zatiaľ čo druhá noha je ako na hojdačke (Lees, Asai, Andrese, Nunome & Sterzing, 2010). V priebehu kopu podporná noha dopadá vedľa lopty s flexiou v kolene, aby absorbovala vplyv dopadu. Tým pádom je v tomto momente rýchlosť pohybu kopania znížená, stabilizujú sa segmenty tela a predpokladá sa, že to má priaznivý vplyv na výkon kopania (Lees et al., 2010).

Scurry et al. (2011) skúmali aktivitu štvorhlavého svalu pomocou elektromyografie (EMG) pri kopaní na rôzne ciele, kde objavili rozdiely v aktivite EMG vo svale pri kopoch na presnosť, ktoré boli zamerané na rôzne kúty bránky. Pri kopoch zameraných na pravý horný roh bránky bola preukázaná vyššia úroveň aktivácie štvorhlavého stehenného svalu v porovnaní s tými, ktorých cieľom boli iné kúty bránky. Táto štúdia sa zamerala vyslovene iba na aktiváciu quadricepsu, ktorý je zásadný pre silu kopu, avšak aktivačný vzorec iných svalov má tiež veľký význam, pretože kop zahŕňa simultánny pohyb niekoľkých segmentov okolo mnohých kĺbov. Napriek týmto obmedzeniam sa zdá, že kop na presnosť do značnej miery závisí na diferenciálnej aktivácii svalov počas kopu v kombinácii s polohou cieľa. Cieľ bodovať predstavuje konečný účel futbalu, čo je dosiahnuté tým, ak hráči vykonávajú presné kopy. V tomto ohľade identifikácia mechanizmov ako sú podpora nohy, interakcie a detaily pre povahu aktivácie svalových skupín okolo kĺbu, čo vedie k presnému kopu, môže poskytnúť náhľad na rolu opornej nohy a svalov pri úspešných a neúspešných kopoch v stretnutí.

Presnosť a rýchlosť kopov je okrem spomenutých mechanizmov ovplyvnená aj viacerými faktormi, vrátane psychológie (napr. zvládanie stresu), zručnosti (zvládnutie a následné použitie dobrej techniky kopu), fyziológie (napr. prekonanie únavy pri 90 min. hry) a šance (napr. akým smerom sa pohybuje brankár). Dôležitosť výsledku môže mať na príčine, že u hráčov dochádza k stresu a úzkosti (Martens, Burton, Vealey, Bump & Smith, 1990; McGraft, 1970). Ako najstresujúcejšiu pohybovú činnosť v zápase môžeme považovať pokutové kopy (penalty). Eubank & Collins (2000)

poskytujú pokusné vysvetlenie, prečo sú pokutové kopy tak stresujúce. Trestné kopy sú vnímané ako dôležité, pretože ich výsledok určí, či mužstvo postúpi alebo bude vylúčené z turnaja, poprípade ovplyvňuje celkové umiestnenie tímu v turnaji. Na veľkých turnajoch je dôležitosť každého kopu zdôraznená širokým záujmom verejnosti a obrovským množstvom ľudí, ktorí sledujú hru buď na živo alebo pri televízii. Napríklad finále Majstrovstiev sveta vo futbale v roku 2002 sledovala v priamom prenose 1,1 miliardy ľudí (Brazília – Nemecko – 2:0), čo svedčí o enormnom záujme verejnosti o futbal a právom je označovaný ako najpopulárnejší šport na zemi (FIFA Marketing & TV, 2002). Predpokladá sa, že hráči pociťujú úzkosť a to tým väčšiu, čím väčší význam má kop pre hru a čím je dôležitejší zápas, tým pádne menej gólov z pokutových kopov.

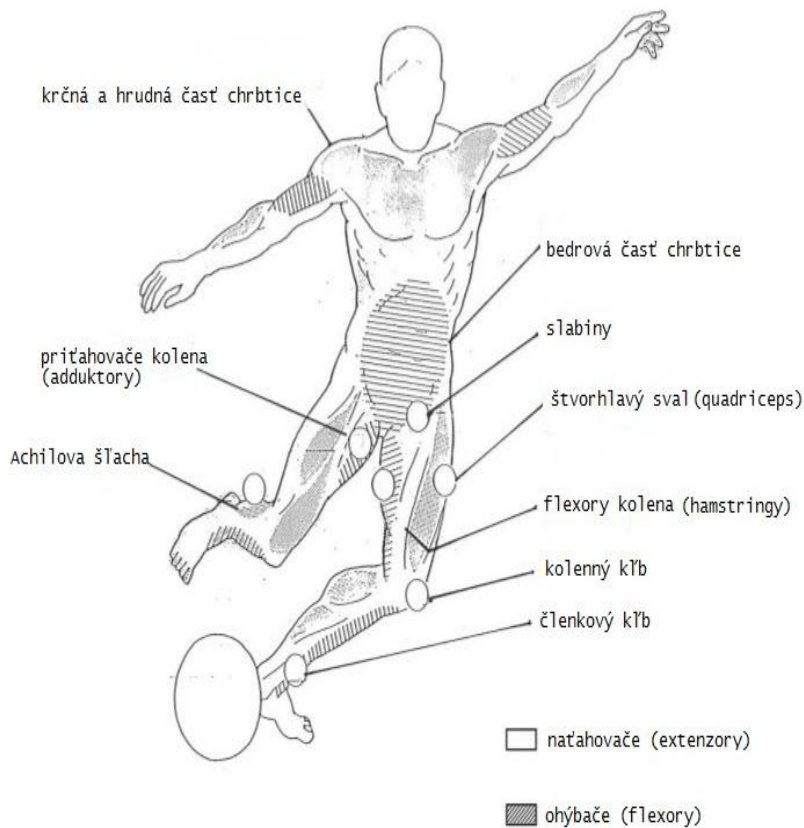
McGarry & Franks (2000) tvrdia, že dobrá technika kopu je dôležitá pre výsledok kopu. Schopnosť skórovať je tvorená technickými ale aj taktickými komponentmi (Savelsbergh, Williams, Kamp & Ward, 2002). Takticky sa môže strelec rozhodnúť natočiť loptu vľavo, vpravo, strieľať k stredu cieľa alebo do rohu bránky, kopat' vysoko alebo nízko alebo počkať a reagovať na pohyby brankára. Technicky je to vykonávať taktické rozhodnutie najúčinnnejším spôsobom, ktorý zaznamená optimálnu rýchlosť a presnosť kopu. Je zaujímavé, že mnoho hráčov a trénerov si myslí, že výsledok kopov (hlavne pokutových) je založený na náhode.

Podľa Kellis et al. (2006) únava ma negatívny vplyv na rýchlosť a presnosť kopu vo futbale. Stone & Oliver (2009) zistili výrazné zníženie výkonu zručnosti vo futbale, hlavne po cvičeniach vysokej intenzity v zápase. Účinok únavy na kop môže byť zapríčinený výrazným poklesom úrovne aktivácie svalu ako aj zmenami v štruktúre svalovej sily a koordinácie. V stave únavy sa mení moment sily nohy pred kontaktom s loptou a klesá svalová sila svalov zapojených do činnosti kopania, čo je následne príčinou menšej rýchlosti letu lopty (Apariantono et al., 2006; Ferraz et al., 2009; Kellis et al. 2006).

### **1.2.3 Silové schopnosti u strel'by**

Kop priamym priehlavkom tvorí základný element vo futbale. Jedná sa o viackĺbovú aktivitu, ktorá závisí na rôznych faktoroch, ako je napríklad maximálna sila a sila svalov aktivovaných počas kopu (obr. 5) (De Proft et al., 1988; Isokawa & Lees, 1988; Weineck, 1992; Lees & Nolan, 1998; Dorge a kol., 1999), načasovanie a vhodný prenos

energie medzi segmentmi, ktoré sa podieľajú na kope (Plagenhoef, 1971), rýchlosti a uhlu prístupu hráča k lopte (Isokawa & Lees, 1988; Opavský, 1988) a využitia cyklu skrátene a natiahnutia svalov, ktoré sa podieľajú na kope (Weineck, 1992).



**Obr. 5 – Kritické zóny lokomočného aparátu pri kope (Mihačić et al., 2003)**

Mnoho výskumných štúdií zameraných na futbalový kop zdôrazňujú význam maximálnej sily dolných končatín a koordinácii medzi agonistami (vastus lateralis a medialis, rectus femoris, tibialis anterior a m. iliopsoas) a antagonistami (gluteus maximus, biceps femoris a semitendinosus) pri kope (De Proft et al., 1988; Isokawa & Lees, 1988; Lees & Nolan, 1998; Dorge et al., 1999). Aj keď je známe, že celé telo ovplyvňuje svalovú činnosť počas kopu, quadriceps hrá veľmi dôležitú rolu pri rýchlej extenzii v kolennom kĺbe v príprave na kontakt s loptou (Kellis & Katis, 2007). Predchádzajúce výskumy na hodnoty elektromyografie (EMG) pri maximálnom kope priamym priehlavkom boli v rozmedzí od 67% do 90% pre vastus medialis, 59% až 86% na rectus femoris, 64% až 100% pre vastus lateralis ((De Proft et al., 1988; Dorge et al., 1999; Manolopoulos, Papadopoulos, & Kellis, 2006), čo demonštruje variabilitu v predchádzajúcich výskumoch, ktoré limitujú závery týkajúce sa dôležitosti každého

svalu pri futbalovom kope. Pre presnosť kopu, nie je nevyhnutné vynaloženie maximálnej sily pri kope (Winter, 1990). Aj keď štúdie o aktivácii svalov počas kopu na presnosť sú obmedzené (Dicks & Kingman, 2005), predchádzajúci výskum uviedol, že aktivácia svalov môže byť zložitejšia pri kopaní na presnosť a môže dochádzať k jemnejšiemu ovládaniu pohybu dolnej končatiny, aby sa vykonali nevyhnutné úpravy v svalovej aktivite (Kellis & Katis, 2007). Okrem toho Kellis & Katis (2007) naznačujú, že môže dôjsť aj k rozdielom v svalovej aktivite pri kopoch na presnosť na vysoký alebo nízky cieľ. Štatistické analýzy pri kope penalty pravou nohou zverejnené UK Premier League 2005-2008 (Lovejoy & Holmes, 2008) ukázali, že najväčšie percento kopov bolo strelených do ľavého dolného rohu bránky so 71% úspešnosťou v porovnaní so 100% úspešnosťou pri kope do pravého horného rohu bránky a 93% úspešnosťou pri kope do ľavého horného rohu bránky, avšak svalová náročnosť streľby do rôznych kútov brány nie je známa. Niektoré štúdie boli uskutočnené, aby vysvetlili aktiváciu svalov počas kopu priamym priehlavkom pomocou elektromyografie (EMG) (Bollens-De Proft & Clary, 1987; Brophy et al., 2007; Cometti et al., 2001; Dorge et al., 1999; Kellis & Katis, 2004; McDonald, 2002). V týchto výskumoch bol futbalový kop považovaný za výsledok simultánneho pôsobenia mnohých svalov spájajúcich segmenty a spôsobujúcich pohyblivosť kĺbov. Niektoré z týchto svalov vystupovali ako antagonisti pri kope a boli považované za limitujúce pri výkone. Ďalšie štúdie sa zamerali na tento jav a označili to za „futbalový paradox“ (Bollens, De Proft & Clary, 1987; Clarys, Dufour & Pynaert, 1984; De Proft, Clarys Bollens, Cabri & Dufour, 1988). Stručne povedané, čím vyššia je simultánna aktivita antagonistov, tým nižší je čistý moment produkovaný okolo kĺbu a menej efektívna je výsledná aktivita segmentov (Kellis & Katis, 2007). V dôsledku toho činnosť agonistov a antagonistov priamo ovplyvňuje kvalitu kopu. Ďalším dôležitým faktorom pri kope, ktorý ovplyvňuje výkon je sila extenzorov a flexorov dolných končatín. Predchádzajúce štúdie sa zamerali na vzťahy medzi izokineticou excentrickou silou a rýchlosťou kopu, pričom niektoré z nich došli k zmysluplnej korelácii (Anderson & Sidaway, 1994; Cabri, De Proft, Dufour & Clarys, 1988; De Proft, Cabri, Dufour & Clarys, 1988; Luhtanen, 1988; Mogioni, Narici, Sirtori & Lorenzelli, 1994; Narici, Sirtori & Mogioni, 1988; Poulmedis, Rondoyannis, Mitsou & Tsarouchas, 1988), zatiaľ čo iné nie (Masuda, Kikuhara, Takahashi & Yamanaka, 2003; McLean & Tumilty, 1993; Saliba & Hrysomallis, 2001). Tieto rozporuplné zistenia mohli byť spôsobené použitím rôznych protokolov, alebo tiež mohli byť použité subjekty s rozličnou výkonnostnou úrovňou.

Asami & Nolte (1983) tvrdia, že vzťah medzi rýchlosťou kopu a silou extenzorov kolena u kopajúcej nohy môže závisieť na úrovni zručností hráčov a že sila extenzorov kolena má menší vplyv na rýchlosť kopu u futbalistov s vyššou úrovňou daných pohybových zručností.

Niektoré štúdie naznačujú vzťah medzi dynamickou silou a svalovou výkonnosťou merateľné v laboratórnych aj v terénnych podmienkach. Asami & Togari (1968) uvádzajú významnú koreláciu medzi silou extenzorov kolena a rýchlosťou letu lopty pri kopu priamym priehlavkom, pričom oba faktory sa zvyšujú skúsenosťami s danou pohybovou činnosťou. Cabari et al. (1988) tiež zaznamenali významný vzťah medzi silou dolných končatín, meranou ako maximálny moment pri izokinetickej pohybe a výkonnosti streľby, uvedenú ako vzdialenosť, ktorú lopta preletela. Vzťah bol významný ako u excentrických tak u koncentrických kontraktíí bedrového a kolenného kĺbu vo flexii a extenzii. Hoci boli tieto významné vzťahy pozorované u mužských hráčov, Reilly & Drust (1997) tiež pozorovali vysoké korelácie medzi maximálnym momentom sily a uhlovou rýchlosťou u futbalistiek. Vzťah medzi silou dolných končatín a výkonom kopu znamená, že silový tréning by mohol byť účinný pri zlepšení v streľbe u futbalistov. Vzhľadom k určitej úrovni techniky sa zdá, že silový tréning, ktorý je pridaný ku klasickému futbalovému tréningu zlepšuje ako svalovú silu tak aj výkon v streľbe (De Proft et al., 1988). Aagaard et al. (1996) poukázali, že mix generického a špecifického odporového tréningového programu za účelom zlepšenia flexora kolena viedol ku sprievodným zmenám v rýchlosti kopu do lopty po 12 týždňoch tréningu. Avšak tieto výsledky sa nie vždy odrážajú v novšej literatúre. Helgerud, Engen, Wisloff & Hoff (2001) nepozorujú žiadne výrazné zmeny v rýchlosti streľby po 8-týždňovom tréningovom programe, zatiaľ čo Cometti et al. (2001) uvádzajú, že vyššia úroveň izokinetickej sily extenzorov kolena medzi profesionálnymi a amatérskymi hráčmi sa neodráža v rýchlosti streľby vo futbale.

### **1.3 Zhrnutie poznatkov**

V priebehu futbalového stretnutia používajú športovci svoje svaly mnohými rôznymi spôsobmi a práve preto je optimálna úroveň silových schopností rozhodujúcim základom pre vykonávanie špecifickej činnosti vo futbale. Maximálna sila, statická a dynamická zložka sily, reaktívna sila a svalová vytrvalosť sú najdôležitejšie silové komponenty, ktorými by mal byť vybavený na optimálnej úrovni každý futbalista na

vrcholovej výkonnostnej úrovni. Profesionálni futbalisti vykonávajú v hre špecifické zručnosti ako sú rýchle zmeny smeru, meniace sa tempo, šprinty a skákanie, strelba na bránu, kde je dominantná dynamická sila, ktorá pozostáva z excentrickej a koncentrickej svalovej kontrakcii, pričom výkon determinuje aj maximálna zložka sily daných svalových skupín zapojených do pohybu. Izomerická kontrakcia svalov je typická hlavne v činnostiach, kde je potrebné udržať rovnováhu a pri koordinačne náročných činnostiach. Neoddeliteľnou súčasťou futbalového výkonu je aj reaktívna sila, kde sa jedná o proces, kedy zúčastnené svaly sú rýchlo predĺžené a následne skrátené reaktívnym spôsobom tzv. cyklus natiahnutia a skrátenia (SSC). Silová vytrvalosť je dôležitá hlavne v blízkosti konca stretnutia, pretože je to schopnosť aktivovať unavené motorické jednotky vo svale. Pre výkon hráčov je dôležitá ich špeciálna športová sila, ktorá berie ohľad na špecifickosť silových schopností pre futbal. Medzi najdôležitejšie svaly využívané v hre patria svaly dolných končatín – predovšetkým skupina quadricepsu, hamstringu a tricepsu surae; svaly dolnej časti trupu, svaly jadra tela, flexorov krku a svalov hornej časti tela, pričom pre činnosť brankára sú dôležité skoro všetky svalové skupiny.

Nakoľko strelba je kľúčovým momentom každého stretnutia a jej početnosť a efektívnosť ovplyvňujú konečný výsledok v stretnutí, hráči by ju mali ovládať na veľmi vysokej technickej úrovni. Technika kopu je veľmi dôležitá a je potrebné si uvedomiť, že rýchlosť a presnosť kopu sú ovplyvnené viacerými mechanizmami a faktormi. Predný nájazdový uhol je jedným z najdôležitejších aspektov, ktorý má významný vplyv na rýchlosť futbalového kopu. Viacerí autori uvádzajú, že maximálna rýchlosť kopajúcej nohy je dosiahnutá s prístupom pod uhlom  $30^\circ$  a maximálna rýchlosť lopty je dosiahnutá s nájazdovým uhlom okolo  $45^\circ$ . Avšak silný kop automaticky neznamená úspešný kop, pretože presnosť kopu má veľký vplyv na úspešné zakončenie. Presnosť a nepresnosť strelby ovplyvňuje veľa faktorov v rozmedzí od chýb z prístupu jednotlivých hráčov ku kopu, charakteristiky umiestnenia podpornej nohy pri kope, pohyby kopajúcej nohy – jej švih a samotný kop do lopty (tzv. kontaktné vlastnosti). Umiestnenie podpornej nohy má veľký význam, pretože sa oporná noha považuje za zodpovednú pri stabilizácii tela a predpokladá sa, že to má priaznivý vplyv na výkon kopania.

Pri kope priamym priehlavkom sa zdôrazňuje význam maximálnej sily dolných končatín medzi agonistami a antagonistami, pričom najdôležitejšiu rolu pri kontakte nohy s loptou hrá extenzia v kolennom kĺbe pomocou quadricepsu. Pri strelbe na

presnosť dochádza vo svaloch k jemnejšiemu ovládaniu daného pohybu a aktivácia svalov v dolnej končatine môže byť zložitejšia. Sila extenzorov a flexorov dolných končatín ovplyvňuje kvalitu kopu a taktiež je nutné simultánne pôsobenie veľkých svalových jednotiek, ktoré spájajú segmenty a umožňujú pohyblivosť kĺbov.

## **2 Cieľ, hypotézy a úlohy práce**

### **2.1 Cieľ práce**

Cieľom práce je zistiť podmienenosť silových schopností (extenzorov a flexorov kolena) na rýchlosť a presnosť streľby u futbalistov

### **2.2 Hypotézy práce**

H1: Predpokladáme vysokú závislosť medzi maximálnou svalovou silou extenzorov a flexorov kolena a maximálnou rýchlosťou streľby pri vyšších uhlových rýchlostiach.

H2: Sila extenzorov kolena bude vyššia oproti sile flexorov kolena, pričom u flexorov kolena predpokladáme minimálne 50% z úrovne sily extenzorov kolena.

H3: Úroveň sily flexorov kolena dosiahne vyššiu mieru korelácie k výkonu v rýchlosti streľby v porovnaní s extenzormi kolena.

### **2.3 Úlohy práce**

Na základe cieľa práce sme si stanovili nasledujúce úlohy práce:

- Rešerš dostupnej domácej a zahraničnej odbornej literatúry.
- Výber výskumnej skupiny (zabezpečenie súboru pre účely testovania).
- Zostavenie plánu (dizajnu) merania, konzultácia so školiteľom a trénerom príslušného tímu.
- Realizácia merania v terénnych a laboratórnych podmienkach.
- Spracovanie výskumných údajov.
- Vypracovanie záverečnej diplomovej práce.

### 3 Metodika práce

#### 3.1 Charakteristika výskumného súboru

Sledovaná skupina hráčov sa skladá z 20 probandov vo veku 20-25 rokov ( $22,45 \pm 1,12$  rokov) ligovej úrovne, ktorí pôsobia v rezerve elitného futbalového klubu. Probandi sú pravidelne trénovaní kvalifikovanými trénermi, trénujú 6 krát týždenne, plus odohrajú jeden zápas v týždni a futbalu sa venujú v priemere 13,2 rokov. Priemerná telesná výška hráčov je  $181,7 \pm 8,85$  cm a priemerná telesná hmotnosť  $75,05 \pm 9,57$  kg. Vzhľadom k tomu, že obsah tréningu v tejto vekovej kategórii odpovedá výkonnostnému tréningu technických zručností, mali by byť ich technické zručnosti na veľmi vysokej úrovni a do istej miery stabilizované. Sledovaná skupina je charakterizovaná v nižšie uvedenej tabuľke.

Tab. 1 – Charakteristika probandov

		Rok narodenia	Telesná výška (cm)	Telesná hmotnosť (kg)	Post	Dominantná noha
1.	Hráč 1	1991	193 cm	85 kg	útočník	Pravá
2.	Hráč 2	1991	206 cm	103 kg	brankár	Pravá
3.	Hráč 3	1992	191 cm	82 kg	brankár	Pravá
4.	Hráč 4	1993	185 cm	73 kg	brankár	Pravá
5.	Hráč 5	1992	185 cm	87 kg	brankár	Pravá
6.	Hráč 6	1993	171 cm	62 kg	záložník	Ľavá
7.	Hráč 7	1994	187 cm	80 kg	útočník	Pravá
8.	Hráč 8	1991	192 cm	84 kg	obranca	Pravá
9.	Hráč 9	1992	183 cm	73 kg	obranca	Pravá
10.	Hráč 10	1992	170 cm	66 kg	obranca	Pravá
11.	Hráč 11	1993	174 cm	76 kg	útočník	Pravá
12.	Hráč 12	1992	180 cm	67 kg	obranca	Pravá
13.	Hráč 13	1991	181 cm	76 kg	záložník	Pravá
14.	Hráč 14	1994	180 cm	73 kg	záložník	Pravá
15.	Hráč 15	1993	180 cm	72 kg	záložník	Pravá
16.	Hráč 16	1992	176 cm	71 kg	záložník	Pravá
17.	Hráč 17	1993	173 cm	70 kg	záložník	Pravá
18.	Hráč 18	1993	179 cm	72 kg	obranca	Pravá
19.	Hráč 19	1995	179 cm	69 kg	záložník	Pravá
20.	Hráč 20	1994	169 cm	60 kg	záložník	Pravá

## **3.2 Organizácia výskumu**

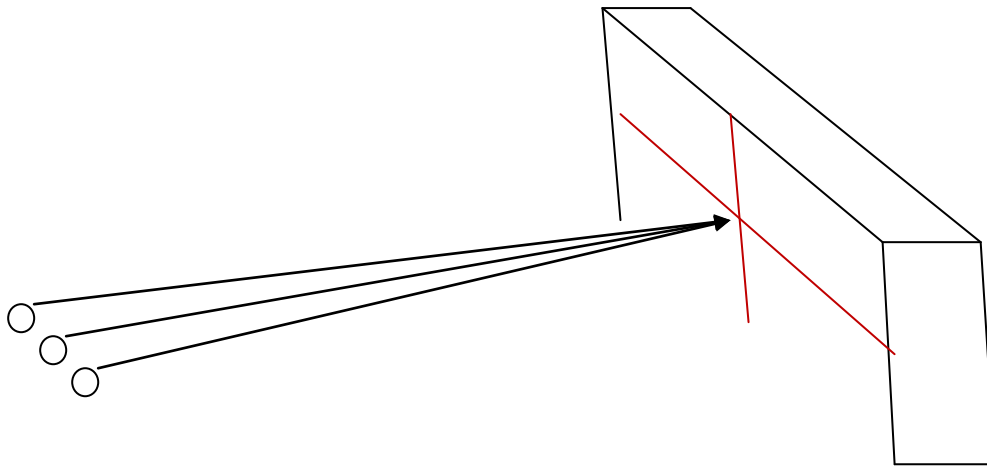
Testovanie na rýchlosť a presnosť streľby prebehlo dňa 10.12.2012 v terénnych podmienkach na ihrisku s umelou trávou v tréningovom centre AC Sparta Praha - Strahov za účasti pracovníkov laboratória športovej motoriky FTVS UK. Probandi mali vytvorené stabilné podmienky (intenzita osvetlenia, hlučnosť prostredia atď.), ktoré mali zaručiť štandardné podmienky rovnaké pre všetkých probandov. Testy rýchlosti streľby sa uskutočnili jeden deň po štandardnom 20 min. rozcvičení. Po zahriatí organizmu hráči absolvovali streľbu na bránu dominantnou a nedominantnou nohou. Probandi mali 3 pokusy na každú nohu, pričom sa mali trafiť do stredu brány a to pri čo najväčšej rýchlosti kopu. Testy silových schopností prebehli v laboratóriu športovej motoriky na FTVS UK týždeň pred terénnym testovaním.

## **3.3 Metodika získavania výskumných údajov**

### **3.3.1 Rýchlosť a presnosť streľby**

Rýchlosť streľby priamym prihlavkom sme vyšetrovali pomocou radarového systému STALKER ATS, ktorý je špeciálne vyvinutý pre športové účely a meria rýchlosť v rozsahu 8 – 480 km.h<sup>-1</sup> s presnosťou 0,1 km.h<sup>-1</sup>. K snímaniu bola použitá digitálna kamera formátu MiniDV s ohniskovou vzdialenosťou 30 mm, veľkosťou pixelov 16 mikrometrov a zobrazovacím poľom 720 x 565 pixelov. Úlohou probanda bolo realizovať maximálnym úsilím kop priamym prihlavkom do stredu brány z miesta pokutového kopu. Hráč realizoval 3 pokusy preferovanou a 3 pokusy nepreferovanou končatinou.

Presnosť streľby sme určovali pomocou metódy 2D kinematickej analýzy. K snímaniu bola použitá digitálna kamera formátu MiniDV s ohniskovou vzdialenosťou 30 mm, veľkosťou pixelov 16 mikrometrov a zobrazovacím poľom 720 x 565 pixelov. V strede brány (obr. 10) bolo pomocou gumových expanderov vyznačené miesto, kde mali hráči cielene kopat'. Presnosť streľby sa určila ako absolútna vzdialenosť medzi stredom futbalovej lopty a miestom určenia kopu v softwarovom vybavení TEMA Biomechanica verzia 2.3. Kop bol realizovaný so štandardnou súťažnou loptou veľkosti č. 5, s certifikátom FIFA (*Fédération Internationale de Football Association*).



Obr. 6 – Testovanie rýchlosti a presnosti streľby

### 3.3.2 Silové schopnosti extenzorov a flexorov kolena

Parametre izokinetickej sily sme sledovali pomocou izokinetického dynamometru Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, CA, USA). Zisťovali sme maximálny silový moment (PT) extenzorov a flexorov kolena dominantnej a nedominantnej končatiny pri koncentrickej kontrakcii v uhlových rýchlostiach 60, 180 a 300°·s<sup>-1</sup>. Postup testovania od najnižšej po najvyššiu rýchlosť pohybu bol štandardizovaný a doporučený autormi Wilhite et al. (1992). Reliabilita PT celkovej práce bola vyššia ako 0,90 pri troch testovaných rýchlostiach – 60, 180 a 300°·s<sup>-1</sup> (Impelizzeri et al., 2008). Pri testovaní sedel hráč na sedadle dynamometra s fixovaným trupom a stehnom testovanej končatiny pomocou fixačných popruhov s cieľom izolácie testovaných svalových skupín. Osa otáčania ramena dynamometra bola vizuálne nastavená s osou otáčania kolena pomocou laserového lúča. Pred testovaním proband absolvoval krátke rozcvičenie (rotoped 5 min., záťaž 120 W pri otáčkach 90 – 110 za minútu). Úlohou probanda bolo pri meraní vygenerovať maximálnu silu pri koncentrickej resp. excentrickej svalovej kontrakcii pri uvedených rýchlostiach pohybu. Pred každou rýchlosťou mal proband 3 nácvičné opakovania. Počas testovania sa hráči držali postranných madiel dynamometra. Vizuálna spätná väzba a verbálna motivácia bola poskytnutá počas testovania všetkým hráčom.

### 3.4 Spracovanie výskumných údajov

Výskumné údaje sme spracovali pomocou základných matematicko – štatistických postupov. Pre vyjadrenie skupinového výsledku sme použili aritmetický priemer a pre vyjadrenie rozdielov sledovaných parametrov sme použili percentuálny rozdiel. Rozsah údajov sme vyjadrili pomocou maximálnej a minimálnej hodnoty. Pre vyjadrenie

závislostí medzi sledovanými veličinami sme použili Pearsonov korelačný koeficient, regresnú analýzu dát a mieru spoľahlivosti sme vyjadrovali pomocou koeficientu determinácie. Taktiež sme použili inter- a intraindividuálne hodnotenie sledovaných parametrov u hráčov. Výsledky prezentujeme v tabuľkovom a grafickom znázornení.

## 4 Výsledky výskumu

Tabuľka č. 2 nám ukazuje rýchlosť streľby dominantnou končatinou. Traja probandi zo zdravotných dôvodov kopy dominantnou nohou museli vynechať (hráči 1, 8, 12), čo sa zobrazí aj v ostatných tabuľkách. Hráči mali 3 pokusy a vyhodnocovali sme najrýchlejšiu kop. Najlepší výkon z pomedzi všetkých hráčov zaznamenal hráč 2 (brankár), ktorého najrýchlejšia strela dosiahla rýchlosť až  $127 \text{ km.h}^{-1}$ . Keďže pre post brankára je typické, že musí často vykopávať loptu z bránkoveho územia na dlhé vzdialenosti a toho je možné dosiahnuť len pri vysokej rýchlosti letu lopty, sme túto skutočnosť očakávali. Na druhej strane najhorší výkon, pri ktorom rýchlosť letu lopty bola  $102 \text{ km.h}^{-1}$  zaznamenal obranca (hráč 18). Percentuálny rozdiel rýchlosti streľby dominantnou končatinou u najlepšieho a najhoršieho hráča činí 19,7%. Priemerná rýchlosť streľby dominantnou nohou u 17 hráčov bola  $110 \pm 6,21 \text{ km.h}^{-1}$ .

Tab. 2 – Rýchlosť streľby dominantnou dolnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ )

	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Najlepší pokus
Hráč 2	$116 \text{ km.h}^{-1}$	$125 \text{ km.h}^{-1}$	$127 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>127 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 3	$111 \text{ km.h}^{-1}$	$112 \text{ km.h}^{-1}$	$113 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>113 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 4	$115 \text{ km.h}^{-1}$	$120 \text{ km.h}^{-1}$	$112 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>120 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 5	$112 \text{ km.h}^{-1}$	$104 \text{ km.h}^{-1}$	$117 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>117 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 6	$106 \text{ km.h}^{-1}$	$110 \text{ km.h}^{-1}$	$110 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>110 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 7	$112 \text{ km.h}^{-1}$	$111 \text{ km.h}^{-1}$	$115 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>115 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 9	$113 \text{ km.h}^{-1}$	$113 \text{ km.h}^{-1}$	$111 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>113 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 10	$106 \text{ km.h}^{-1}$	$91 \text{ km.h}^{-1}$	$101 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>106 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 11	$103 \text{ km.h}^{-1}$	$108 \text{ km.h}^{-1}$	$105 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>108 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 13	$105 \text{ km.h}^{-1}$	$102 \text{ km.h}^{-1}$	$109 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>109 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 14	$100 \text{ km.h}^{-1}$	$99 \text{ km.h}^{-1}$	$103 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>103 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 15	$106 \text{ km.h}^{-1}$	$107 \text{ km.h}^{-1}$	$97 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>107 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 16	$87 \text{ km.h}^{-1}$	$108 \text{ km.h}^{-1}$	$101 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>108 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 17	$103 \text{ km.h}^{-1}$	$111 \text{ km.h}^{-1}$	$110 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>111 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 18	$98 \text{ km.h}^{-1}$	$101 \text{ km.h}^{-1}$	$102 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>102 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 19	$103 \text{ km.h}^{-1}$	$107 \text{ km.h}^{-1}$	$106 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>107 \text{ km.h}^{-1}</math></b>
Hráč 20	$105 \text{ km.h}^{-1}$	$105 \text{ km.h}^{-1}$	$105 \text{ km.h}^{-1}$	<b><math>105 \text{ km.h}^{-1}</math></b>

Strel'by nedominantnou končatinou sa zúčastnili všetci 20 sledovaní probandi. Priemerná rýchlosť letu lopty, ktorú sme vyhodnocovali z najlepšieho zaznamenaného pokusu u každého hráča, dosiahla hodnotu  $99,3 \pm 4,98 \text{ km.h}^{-1}$ . Aj v tomto prípade najrýchlejší kop zaznamenal hráč 2 s brankárskym postom, kde rýchlosť kopu mala hodnotu  $108 \text{ km.h}^{-1}$ . Na opačnej strane sa ocitol záložník (hráč 19), ktorého rýchlosť kopu nedominantnou končatinou dosiahla hodnotu len  $90 \text{ km.h}^{-1}$ , čo je pomerne dosť hlboko pod hodnotou priemerného výkonu všetkých skúmaných futbalistov. Napriek tomu rozdiel v rýchlosti strel'by medzi najlepším a najhorším výkonom pri strel'be nedominantnou končatinou je 16,7%, a tým pádom je o 3% menší ako pri strel'be končatinou dominantnou.

**Tab. 3 – Rýchlosť strel'by nedominantnou dolnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ )**

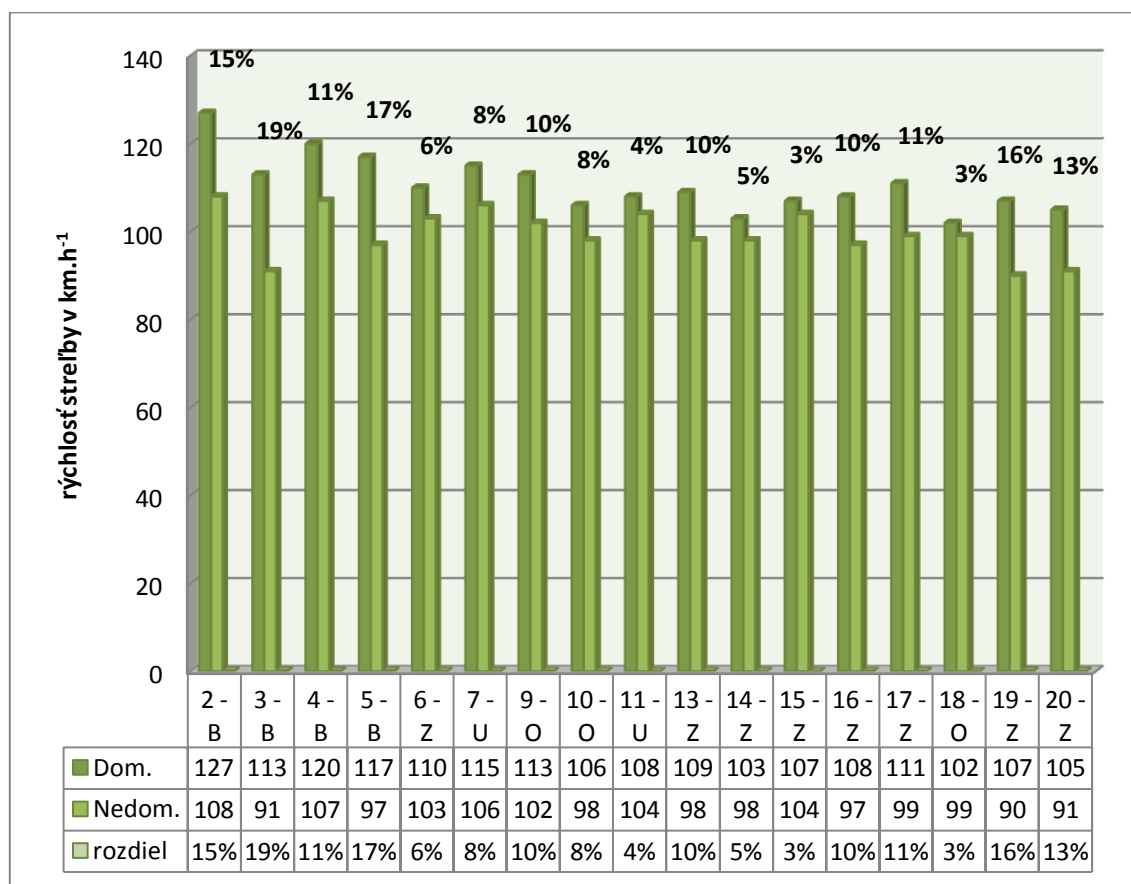
	<b>1. pokus</b>	<b>2. pokus</b>	<b>3. pokus</b>	<b>Najlepší pokus</b>
<b>Hráč 1</b>	94 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$	<b>99 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 2</b>	102 $\text{km.h}^{-1}$	92 $\text{km.h}^{-1}$	108 $\text{km.h}^{-1}$	<b>108 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 3</b>	91 $\text{km.h}^{-1}$	80 $\text{km.h}^{-1}$	82 $\text{km.h}^{-1}$	<b>91 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 4</b>	85 $\text{km.h}^{-1}$	103 $\text{km.h}^{-1}$	107 $\text{km.h}^{-1}$	<b>107 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 5</b>	86 $\text{km.h}^{-1}$	96 $\text{km.h}^{-1}$	97 $\text{km.h}^{-1}$	<b>97 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 6</b>	94 $\text{km.h}^{-1}$	103 $\text{km.h}^{-1}$	101 $\text{km.h}^{-1}$	<b>103 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 7</b>	104 $\text{km.h}^{-1}$	106 $\text{km.h}^{-1}$	103 $\text{km.h}^{-1}$	<b>106 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 8</b>	90 $\text{km.h}^{-1}$	88 $\text{km.h}^{-1}$	96 $\text{km.h}^{-1}$	<b>96 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 9</b>	99 $\text{km.h}^{-1}$	95 $\text{km.h}^{-1}$	102 $\text{km.h}^{-1}$	<b>102 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 10</b>	92 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$	<b>98 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 11</b>	104 $\text{km.h}^{-1}$	101 $\text{km.h}^{-1}$	95 $\text{km.h}^{-1}$	<b>104 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 12</b>	96 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$	<b>99 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 13</b>	98 $\text{km.h}^{-1}$	94 $\text{km.h}^{-1}$	86 $\text{km.h}^{-1}$	<b>98 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 14</b>	96 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$	94 $\text{km.h}^{-1}$	<b>98 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 15</b>	104 $\text{km.h}^{-1}$	104 $\text{km.h}^{-1}$	89 $\text{km.h}^{-1}$	<b>104 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 16</b>	75 $\text{km.h}^{-1}$	95 $\text{km.h}^{-1}$	97 $\text{km.h}^{-1}$	<b>97 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 17</b>	96 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$	94 $\text{km.h}^{-1}$	<b>99 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 18</b>	99 $\text{km.h}^{-1}$	92 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$	<b>99 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 19</b>	90 $\text{km.h}^{-1}$	88 $\text{km.h}^{-1}$	89 $\text{km.h}^{-1}$	<b>90 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>
<b>Hráč 20</b>	89 $\text{km.h}^{-1}$	91 $\text{km.h}^{-1}$	89 $\text{km.h}^{-1}$	<b>91 <math>\text{km.h}^{-1}</math></b>

Prehľad najrýchlejších pokusov u každého hráča pri kope preferovanou ako aj nepreferovanou končatinou môžeme vidieť v tabuľke č. 4. Pri porovnaní priemernej rýchlosti strelby dominantnou končatinou ( $110 \pm 6,21 \text{ km.h}^{-1}$ ) a priemernej rýchlosti strelby nedominantnou končatinou ( $99,3 \pm 4,98 \text{ km.h}^{-1}$ ) nám vychádza rozdiel viac ako  $10 \text{ km.h}^{-1}$ , kde u všetkých probandov sme očakávané zaznamenali rýchlejšie kopy práve dominantnou končatinou.

**Tab. 4 – Prehľad najrýchlejších kopov u dominantnej a nedominantnej končatiny ( $\text{km.h}^{-1}$ )**

	<b>Dominantná noha</b>	<b>Nedominantná noha</b>
<b>Hráč 1</b>		99 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 2</b>	127 $\text{km.h}^{-1}$	108 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 3</b>	113 $\text{km.h}^{-1}$	91 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 4</b>	120 $\text{km.h}^{-1}$	107 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 5</b>	117 $\text{km.h}^{-1}$	97 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 6</b>	110 $\text{km.h}^{-1}$	103 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 7</b>	115 $\text{km.h}^{-1}$	106 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 8</b>		96 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 9</b>	113 $\text{km.h}^{-1}$	102 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 10</b>	106 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 11</b>	108 $\text{km.h}^{-1}$	104 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 12</b>		99 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 13</b>	109 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 14</b>	103 $\text{km.h}^{-1}$	98 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 15</b>	107 $\text{km.h}^{-1}$	104 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 16</b>	108 $\text{km.h}^{-1}$	97 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 17</b>	111 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 18</b>	102 $\text{km.h}^{-1}$	99 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 19</b>	107 $\text{km.h}^{-1}$	90 $\text{km.h}^{-1}$
<b>Hráč 20</b>	105 $\text{km.h}^{-1}$	91 $\text{km.h}^{-1}$

V obrázku č. 7 sme percentuálne vyjadrili rozdiel v rýchlosti streľby pri kope dominantnou a nedominantnou končatinou. Celkový priemerný rozdiel tvorený 17 hráčmi, ktorí kopali oboma končatinami bol  $9,94 \pm 4,76\%$ . Z tohto čísla by sme mohli konštatovať, že v priemere hráči dokážu pri kope dominantnou končatinou vyvinúť rýchlosť letu lopty takmer o 10 percent vyššiu, ako keď využijú pri streľbe končatinu nedominantnú. V skutočnosti, ale významnú rolu v lateralite dolných končatín hrá hráčska pozícia, čo nám ukazuje graf. Najväčšie rozdiely v lateralite (až 19%) pozorujeme u brankárov, čo je zapríčinené tým, že vo väčšine prípadov hráči na postoch brankárov v zápase nie sú nútení vykonávať streľbu nedominantnou končatinou a preferujú dominantnú končatinu pri odkopoch od brány na stredné i dlhé vzdialenosti. Vo všeobecnosti hráči v poli majú menšie rozdiely v lateralite dolných končatín oproti brankárom. Môžeme zhodnotiť, že veľmi vyrovnanú lateralitu dosahujú hráči na postoch útočníkov, pričom najnižších hodnôt (3%) v rozdieloch rýchlosti streľby oboch končatín dosiahli hráč 15 pôsobiaci v zálohe a hráč 18 na pozícii obrancu.



Obr. 7 – Rozdiel v rýchlosti streľby u dominantnej a nedominantnej končatiny

Tabuľka č. 5 nám ukazuje veľkosť momentu svalovej sily flexorov a extenzorov kolena dominantnej dolnej končatiny pri troch rôznych stupňoch uhlovej rýchlosti. Traja hráči sa kvôli reprezentačným povinnostiam (hráč č. 5, 11, 13) výskumu nezúčastnili, čo sa odzrkadlí aj v ostatných výsledkoch merania. Hráč č. 2 absolvoval zo zdravotných dôvodov len test pod uhlovou rýchlosťou  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ . Priemerný moment svalovej sily extenzorov kolena pri  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  uhlovej rýchlosti bol  $246,18 \pm 56,21$  Nm a priemerný moment svalovej sily flexorov pri rovnakej uhlovej rýchlosti dosiahol  $140,12 \pm 27,93$  Nm. Pri zvýšení uhlovej rýchlosti na dvojnásobok to znamená  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  sme u hráčov zaznamenali priemerný moment svalovej sily extenzorov  $168,13 \pm 27,39$  Nm a priemerný moment svalovej sily flexorov  $100,44 \pm 18,88$  Nm. Najnižšie momenty svalovej sily boli očakávané zaznamenané pri najvyššej  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  uhlovej rýchlosti, kde priemerná úroveň svalovej sily extenzorov bola u hráčov  $125,5 \pm 21,07$  Nm a u flexorov  $74,63 \pm 15,37$  Nm.

**Tab. 5 – Veľkosť momentu svalovej sily flexorov (F) a extenzorov (E) kolena dominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) vyjadrená v Newton metroch (Nm)**

	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$ - E	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$ - F	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$ - E	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$ - F	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$ - E	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$ - F
<b>Hráč 1</b>	293 Nm	167 Nm	195 Nm	121 Nm	141 Nm	84 Nm
<b>Hráč 2</b>	404 Nm	210 Nm				
<b>Hráč 3</b>	328 Nm	149 Nm	247 Nm	114 Nm	184 Nm	58 Nm
<b>Hráč 4</b>	275 Nm	171 Nm	182 Nm	134 Nm	146 Nm	104 Nm
<b>Hráč 6</b>	199 Nm	115 Nm	130 Nm	88 Nm	92 Nm	58 Nm
<b>Hráč 7</b>	232 Nm	151 Nm	175 Nm	118 Nm	115 Nm	79 Nm
<b>Hráč 8</b>	205 Nm	179 Nm	148 Nm	129 Nm	123 Nm	102 Nm
<b>Hráč 9</b>	244 Nm	132 Nm	174 Nm	72 Nm	133 Nm	60 Nm
<b>Hráč 10</b>	252 Nm	144 Nm	167 Nm	106 Nm	118 Nm	72 Nm
<b>Hráč 12</b>	267 Nm	106 Nm	164 Nm	69 Nm	123 Nm	47 Nm
<b>Hráč 14</b>	213 Nm	121 Nm	145 Nm	100 Nm	98 Nm	75 Nm
<b>Hráč 15</b>	267 Nm	137 Nm	198 Nm	106 Nm	142 Nm	83 Nm
<b>Hráč 16</b>	212 Nm	125 Nm	149 Nm	84 Nm	114 Nm	65 Nm
<b>Hráč 17</b>	216 Nm	126 Nm	155 Nm	91 Nm	113 Nm	73 Nm
<b>Hráč 18</b>	229 Nm	136 Nm	168 Nm	104 Nm	126 Nm	89 Nm
<b>Hráč 19</b>	187 Nm	111 Nm	149 Nm	83 Nm	108 Nm	64 Nm
<b>Hráč 20</b>	162 Nm	102 Nm	144 Nm	88 Nm	132 Nm	81 Nm

Veľkosť momentu svalovej sily flexorov a extenzorov kolena u nedominantnej dolnej končatiny pri troch rôznych stupňoch uhlovej rýchlosti nám vykresľuje tabuľka č. 6. Priemerný moment svalovej sily extenzorov kolena u nedominantnej nohy pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  bol  $250,35 \pm 46,17$  Nm, čo bol paradoxne vyšší moment ako pri testovaní dominantnej končatiny v rovnakej uhlovej rýchlosti. U flexorov kolena pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  boli priemerné hodnoty u hráčov  $138,53 \pm 24,61$  Nm. Priemerné hodnoty u hráčov pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  u extenzorov kolena dosahovali  $166,38 \pm 26,04$  Nm a u flexorov  $101,06 \pm 18,03$  Nm. Pri najvyššej uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  sme pri testovaní nedominantnej končatiny namerali priemerné úrovne momentu svalovej sily u extenzorov kolena  $129,56 \pm 20,03$  Nm a u flexorov  $78,19 \pm 13,72$  Nm. Všetky priemerné hodnoty momentu svalovej sily u nedominantnej nohy boli nižšie v porovnaní s nohou dominantnou okrem vyššie spomínanej nameranej hodnoty momentu svalovej sily u extenzorov pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ , kde hodnoty boli vyššie u nedominantnej dolnej končatiny.

**Tab. 6 – Veľkosť momentu svalovej sily flexorov (F) a extenzorov (E) kolena nedominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) vyjadrená v Newton metroch (Nm)**

	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$ - E	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$ - F	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$ - E	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$ - F	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$ - E	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$ - F
Hráč 1	311 Nm	163 Nm	209 Nm	123 Nm	149 Nm	88 Nm
Hráč 2	369 Nm	205 Nm				
Hráč 3	268 Nm	144 Nm	122 Nm	113 Nm	178 Nm	89 Nm
Hráč 4	282 Nm	157 Nm	187 Nm	127 Nm	146 Nm	104 Nm
Hráč 6	205 Nm	118 Nm	137 Nm	87 Nm	94 Nm	66 Nm
Hráč 7	266 Nm	153 Nm	193 Nm	114 Nm	119 Nm	85 Nm
Hráč 8	237 Nm	159 Nm	190 Nm	122 Nm	140 Nm	92 Nm
Hráč 9	264 Nm	129 Nm	171 Nm	76 Nm	130 Nm	60 Nm
Hráč 10	252 Nm	136 Nm	182 Nm	96 Nm	127 Nm	72 Nm
Hráč 12	270 Nm	106 Nm	180 Nm	75 Nm	126 Nm	57 Nm
Hráč 14	233 Nm	137 Nm	133 Nm	94 Nm	104 Nm	76 Nm
Hráč 15	287 Nm	149 Nm	203 Nm	118 Nm	146 Nm	98 Nm
Hráč 16	216 Nm	126 Nm	152 Nm	108 Nm	113 Nm	81 Nm
Hráč 17	220 Nm	110 Nm	151 Nm	73 Nm	118 Nm	62 Nm
Hráč 18	187 Nm	142 Nm	136 Nm	96 Nm	129 Nm	73 Nm
Hráč 19	187 Nm	106 Nm	151 Nm	81 Nm	110 Nm	64 Nm
Hráč 20	202 Nm	115 Nm	165 Nm	114 Nm	144 Nm	84 Nm

Priemerná úroveň H:Q pomeru (pomer svalovej sily medzi svalovými skupinami extenzorov a flexorov kolena) u dominantnej končatiny (tab. 7) pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  predstavovala  $57,71 \pm 9,44\%$ . Najvyššiu hodnotu H:Q pomeru pri tejto uhlovej rýchlosti dosiahol hráč č. 8 (87%) a najnižšiu hodnotu pozorujeme u hráča č. 12 (40%), pričom dvaja hráči sa nachádzajú pod kritickou hodnotou 47%. Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  bol priemerný unilaterálny pomer H:Q  $60,31 \pm 11,48\%$  a pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  sme zaznamenali priemerný pomer svalovej sily medzi extenzormi a flexormi kolena H:Q  $60,5 \pm 12,72\%$ . Najvyšší pomer H:Q pozorujeme u hráča č. 8, ktorého výkony sa nachádzajú nad hladinou 80% a až traja hráči sa nachádzajú pod kritickou hranicou 47% (hráč č. 4, 9, 12), čo nám indikuje nedostatočnú silovú pripravenosť hráča a môže viesť k poraneniu kolenného väzu alebo svalovej skupiny hamstringov.

**Tab. 7 – Unilaterálny pomer H:Q (pomer svalovej sily medzi svalovými skupinami extenzorov a flexorov kolena) u dominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) vyjadrený v %**

	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$
Hráč 1	57%	62%	60%
Hráč 2	52%		
Hráč 3	45%	46%	32%
Hráč 4	62%	74%	71%
Hráč 6	58%	68%	63%
Hráč 7	65%	67%	68%
Hráč 8	87%	87%	82%
Hráč 9	54%	41%	45%
Hráč 10	57%	63%	61%
Hráč 12	40%	42%	38%
Hráč 14	57%	69%	76%
Hráč 15	51%	53%	58%
Hráč 16	59%	56%	57%
Hráč 17	58%	59%	65%
Hráč 18	59%	62%	71%
Hráč 19	59%	55%	59%
Hráč 20	61%	61%	62%

Unilaterálny pomer H:Q u nedominantnej nohy pri troch rôznych stupňoch uhlovej rýchlosti nám ukazuje tabuľka č. 8. Pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  bol priemerný pomer svalovej sily medzi extenzormi a flexormi u nedominantnej končatiny  $55,82 \pm 7,54\%$ . Vyšší priemerný silový pomer H:Q pozorujeme pri vyšších uhlových rýchlostiach a to pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$   $59 \pm 9,37\%$  a pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$   $60,86 \pm 9,27\%$ . Pod kritickou hladinou u nedominantnej končatiny sa nachádzajú dvaja testovaní probandi (hráč 9 a hráč 12), ktorých priemerné hodnoty pri všetkých troch stupňoch uhlovej rýchlosti neprekročili hladinu 47%. Silový pomer H:Q u dominantnej končatiny je vyšší v porovnaní s nedominantnou končatinou pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  ( $57,71 \pm 9,44\%$  ku  $55,82 \pm 7,54\%$ ) a pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  ( $60,31 \pm 11,48\%$  ku  $59 \pm 9,37\%$ ). Pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  sme zaznamenali vyšší unilaterálny pomer H:Q práve u nedominantnej končatiny ( $60,86 \pm 9,27\%$  ku  $60,5 \pm 12,72\%$ ).

**Tab. 8 – Unilaterálny pomer H:Q (pomer svalovej sily medzi svalovými skupinami extenzorov a flexorov kolena) u nedominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) vyjadrený v %**

	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$
Hráč 1	52%	59%	59%
Hráč 2	53%		
Hráč 3	54%	51%	50%
Hráč 4	56%	68%	71%
Hráč 6	58%	63%	71%
Hráč 7	58%	59%	72%
Hráč 8	67%	64%	66%
Hráč 9	49%	44%	46%
Hráč 10	54%	53%	56%
Hráč 12	39%	41%	45%
Hráč 14	59%	70%	73%
Hráč 15	52%	58%	67%
Hráč 16	58%	71%	72%
Hráč 17	50%	49%	53%
Hráč 18	76%	71%	57%
Hráč 19	57%	54%	58%
Hráč 20	57%	69%	58%

V tabuľke č. 9 vidíme silové rozdiely v lateralite extenzorov u dominantnej a nedominantnej nohy pri troch rôznych stupňoch uhlovej rýchlosti. Priemerný bilaterálny silový rozdiel pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  je  $7,94 \pm 6,45\%$ , pričom až 6 hráčov (tj. 35%) má silový pomer v lateratlite extenzorov vyšší ako 10%, čo nám signalizuje podstatne nižšiu úroveň sily extenzorov u nedominantnej končatiny v porovnaní s končatinou dominantnou. Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  je priemerný rozdiel v lateralite extenzorov  $7,69 \pm 5,89\%$ , kde najvyšším rozdielom disponuje hráč číslo 8, ktorého rozdiel v lateralite je až 22%. Najnižší priemerný rozdiel v sile extenzorov medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou  $3,88 \pm 3,08\%$  pozorujeme pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ , kde takmer všetci probandi (okrem hráča číslo 8) majú silový rozdiel v lateralite nižší ako 10%.

**Tab. 9 – Silový rozdiel laterality extenzorov u dominantnej a nedominantnej dolnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) vyjadrený v percentách**

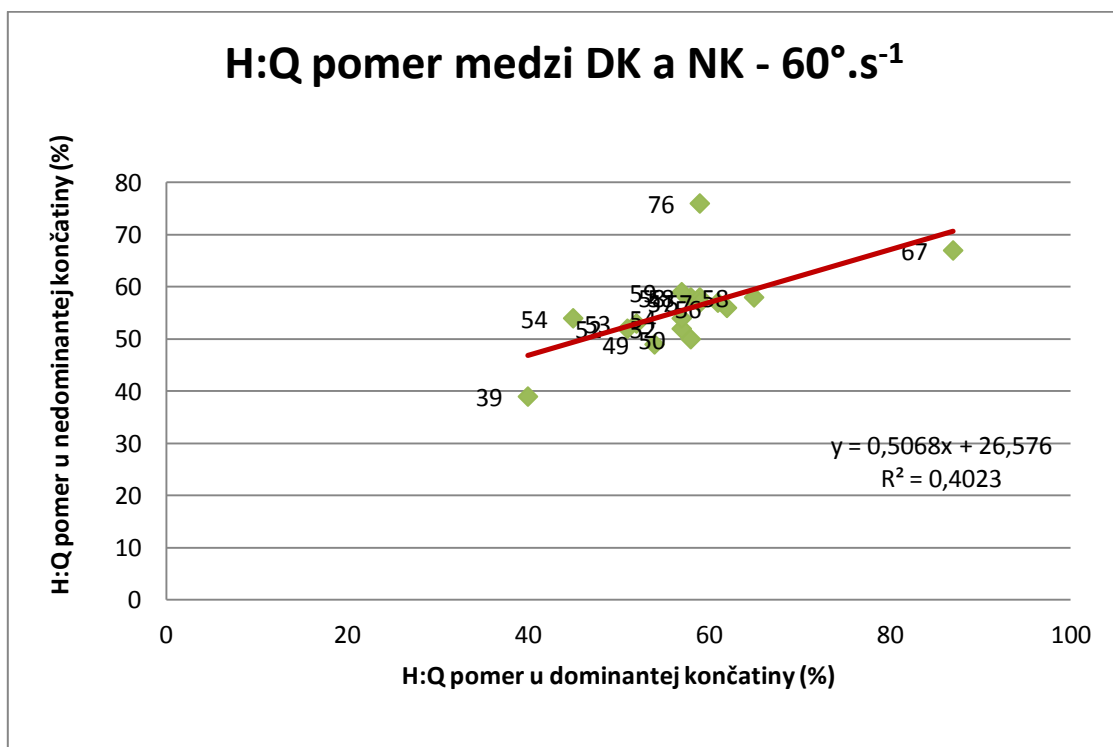
	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$
Hráč 1	6%	6%	5%
Hráč 2	15%		
Hráč 3	18%	10%	4%
Hráč 4	2%	3%	0%
Hráč 6	3%	5%	1%
Hráč 7	13%	9%	3%
Hráč 8	14%	22%	12%
Hráč 9	8%	2%	2%
Hráč 10	0%	8%	7%
Hráč 12	1%	9%	2%
Hráč 14	9%	8%	6%
Hráč 15	7%	3%	3%
Hráč 16	2%	2%	1%
Hráč 17	2%	3%	5%
Hráč 18	18%	19%	2%
Hráč 19	0%	1%	1%
Hráč 20	17%	13%	8%

Priemerný bilaterálny silový pomer medzi dominantnou a nedominantnou končatinou u flexorov kolena (tab. 10) pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  je  $5,45 \pm 4,27\%$ . Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  je rozdiel v lateralite flexorov kolena  $8,38 \pm 6,85\%$  a pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$   $9,94 \pm 9,47\%$ . Lepšiu vyváženosť medzi dominantou a nedominantnou končatinou pozorujeme pri  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  uhlovej rýchlosti u flexorov kolena ( $5,45 \pm 4,27\%$  ku  $7,94 \pm 6,45\%$ ), pri vyšších uhlových rýchlostiach nám výsledky poukazujú na menší rozdiel v lateralite práve u extenzorov kolena ( $7,69 \pm 5,89\%$  ku  $8,38 \pm 6,85\%$  a  $3,88 \pm 3,08\%$  ku  $9,94 \pm 9,47\%$ ). Miera závislosti silového pomeru medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou u flexorov a extenzorov kolena vyjadrená pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu ( $r$ ) pri uhlových rýchlostiach  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  ( $r = 0,086$ ),  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  ( $r = -0,045$ ) a  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  ( $r = -0,131$ ) je veľmi slabá.

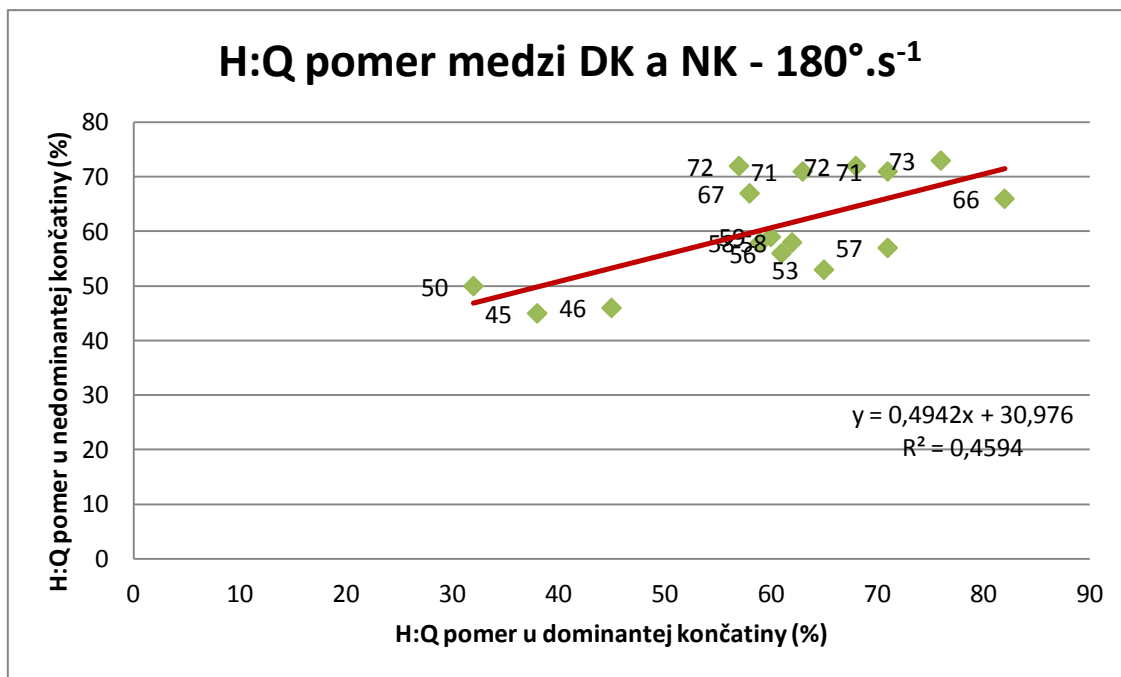
**Tab. 10 – Silový rozdiel lateralite flexorov u dominantnej a nedominantnej dolnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ,  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ ) vyjadrený v percentách**

	$60^{\circ} \cdot s^{-1}$	$180^{\circ} \cdot s^{-1}$	$300^{\circ} \cdot s^{-1}$
Hráč 1	2%	2%	5%
Hráč 2	3%		
Hráč 3	1%	4%	35%
Hráč 4	8%	5%	0%
Hráč 6	2%	2%	12%
Hráč 7	2%	3%	8%
Hráč 8	11%	5%	9%
Hráč 9	2%	5%	0%
Hráč 10	6%	9%	0%
Hráč 12	0%	7%	17%
Hráč 14	12%	7%	2%
Hráč 15	8%	10%	15%
Hráč 16	1%	23%	20%
Hráč 17	13%	19%	15%
Hráč 18	5%	8%	18%
Hráč 19	5%	2%	0%
Hráč 20	12%	23%	3%

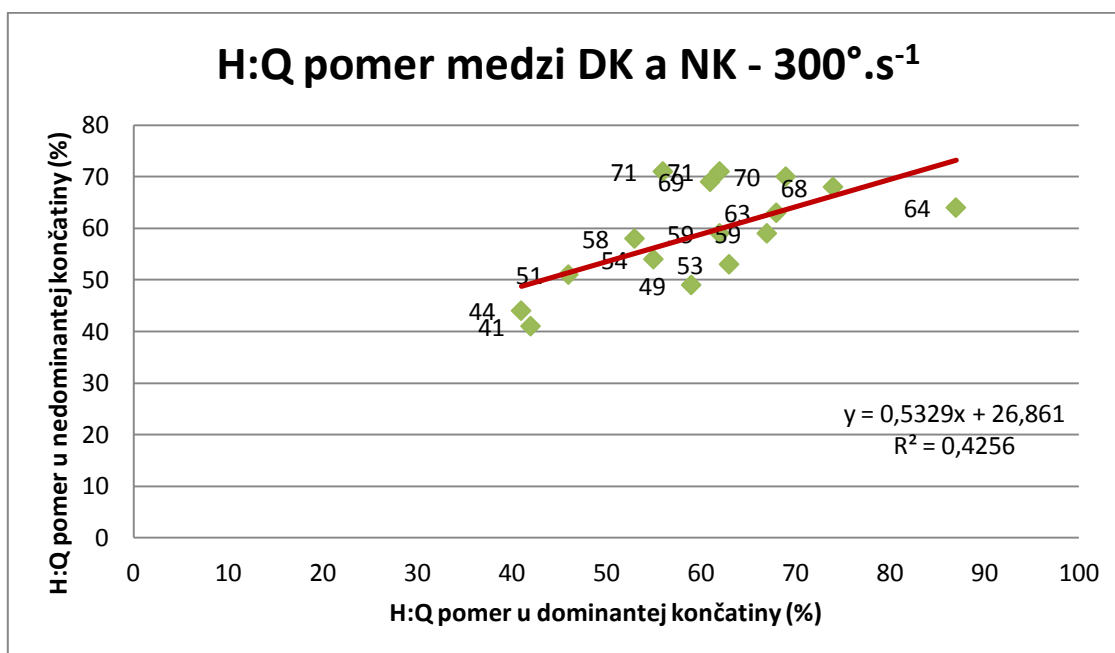
Vzťah silového pomeru H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  a vyjadrenie regresného vzťahu nám popisuje obrázok 8. Hodnota spoľahlivosti je stredná a je vyjadrená prostredníctvom koeficientu determinácie  $R^2 = 0,4023$ . Závislosť vzťahu silového pomeru H:Q medzi dominantnou a nedominantnou končatinou sme vyjadrili pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu  $r = 0,6343$ , čo nám vypovedá o strednej korelácii. Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  (obr. 9) je koeficient determinácie  $R^2 = 0,4256$  a Pearsonov korelačný koeficient nadobúda hodnôt  $r = 0,6524$ . Pri najvyššej meranej uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  (obr. 10) je hodnota spoľahlivosti  $R^2 = 0,4594$  a korelačný koeficient  $r = 0,6778$ . Všetky merania pri rôznych uhlových rýchlostiach nám potvrdili strednú závislosť silového pomeru H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri strednej hodnote spoľahlivosti.



Obr. 8 – Silový pomer H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$

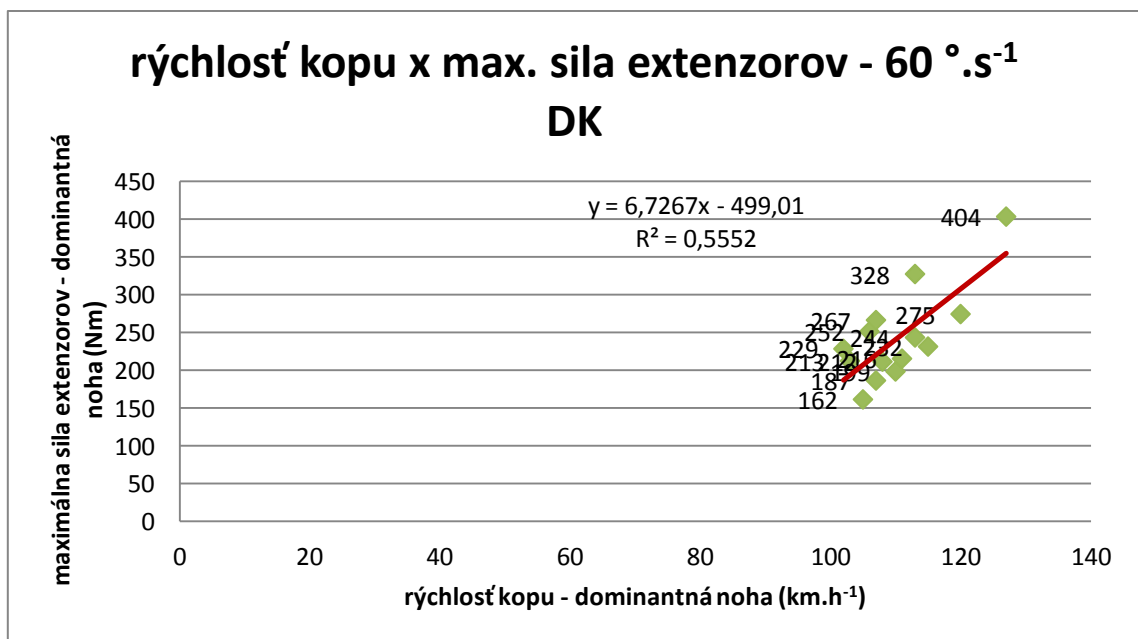


Obr. 9 – Silový pomer H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti 180°.s<sup>-1</sup>

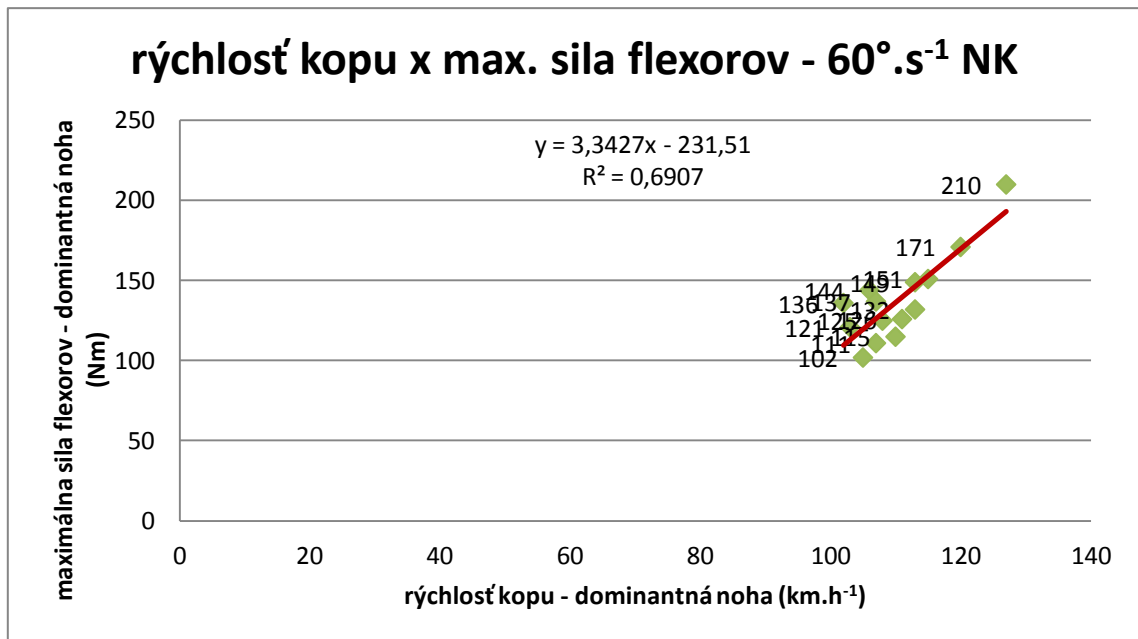


Obr. 10 – Silový pomer medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup>

Obrázok 11 nám popisuje maximálnu rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena (Nm) pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$  a vykresľuje regresný vzťah. Miera závislosti je opäť vyjadrená pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu, ktorého hodnota je  $r = 0,7451$ , čo nám vypovedá o silnej závislosti veličín, pričom koeficient spoľahlivosti nadobúda stredných hodnôt  $R^2 = 0,5552$ . Maximálnu rýchlosť kopu dominantnou dolnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena (Nm) pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$  vyjadruje obrázok 12. Hodnota korelačného koeficientu je  $0,8311$ . Na základe toho môžeme túto mieru asociácie hodnotiť ako silnú. Koeficient determinácie sa pohybuje v stredných hodnotách  $R^2 = 0,6907$ . Z toho vzťahu nám vyplýva, že čím väčší moment svalovej sily extenzorov a flexorov kolena dokáže hráč vyprodukovať pri kope dominantnou končatinou pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , tým vyššia bude rýchlosť jeho kopu.



Obr. 11 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$

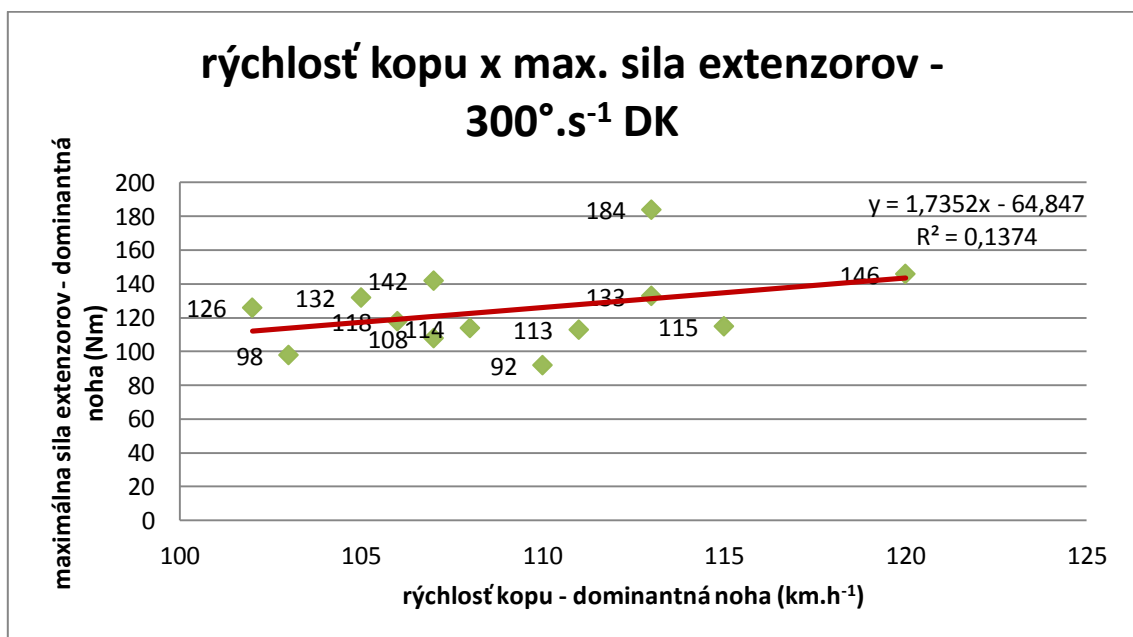


Obr. 12 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup>

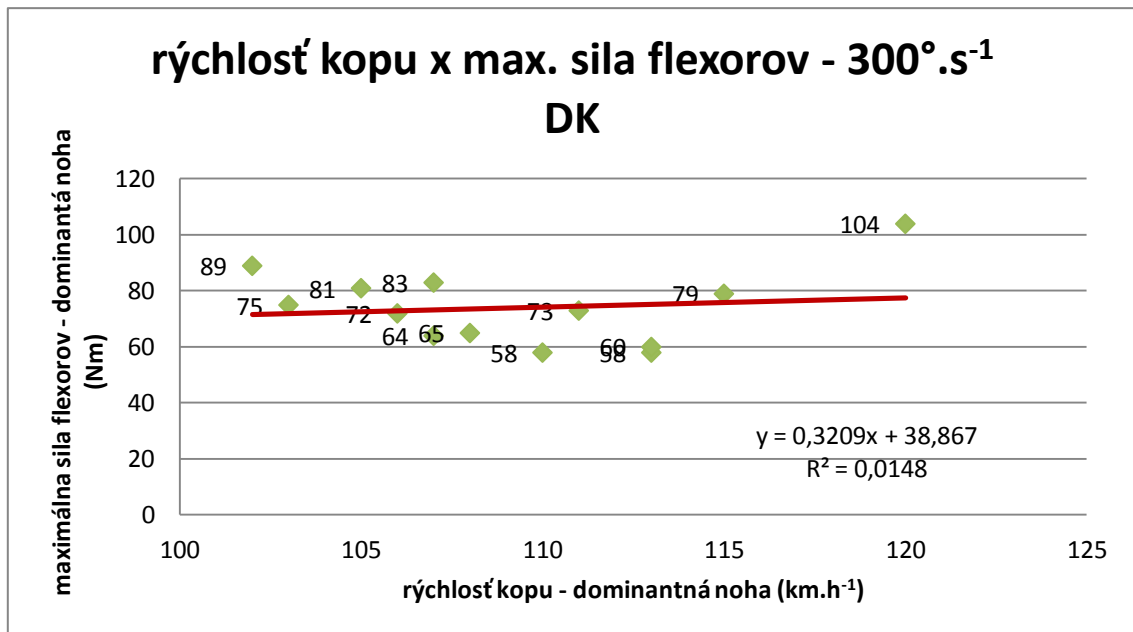
Pri uhlovej rýchlosti 180°.s<sup>-1</sup> dosahuje korelačný koeficient, ktorý vyjadruje mieru závislosti medzi maximálnou rýchlosťou kopu dominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) a maximálnou silou extenzorov kolena (Nm), hodnotu  $r = 0,3834$  pri koeficiente spoľahlivosti  $R^2 = 0,147$  (obr. 13). Pri miere závislosti medzi maximálnou rýchlosťou kopu dominantnou dolnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) a maximálnou silou flexorov kolena (Nm) korelačný koeficient nadobudol hodnoty strednej závislosti  $r = 0,4226$  pri slabšej miere spoľahlivosti vyjadrenej koeficientom determinácie  $R^2 = 0,1786$  (obr. 14). Ak porovnáme mieru závislosti pozorovaných veličín v závislosti na uhlovej rýchlosti, tak pri nižšej uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup> dosahujeme vyššiu hladinu významnosti ako pri uhlovej rýchlosti 180°.s<sup>-1</sup>.



Miera korelácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu dominantnou dolnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) a momente maximálnej sily extenzorov kolena (Nm) pri uhlovej rýchlosti  $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$  má hodnotu  $r = 0,3707$  a hodnota spoľahlivosti vyjadrená koeficientom determinácie je  $R^2 = 0,1374$  (obr. 15). Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) v závislosti na maximálnom momente svalovej sily flexorov kolena (Nm) vyjadrená mierou asociácie je  $r = 0,1216$  a koeficient determinácie  $R^2 = 0,1374$  (obr. 16). Tieto hodnoty vypovedajú o slabej miere závislosti medzi maximálnym momentom svalovej sily extenzorov a flexorov dominantnej končatiny a rýchlosťou kopu. Najvyššiu hladinu významnosti medzi skúmanými veličinami (rýchlosť x sila) pozorujeme u probandov pri testovaní maximálnej sily extenzorov a flexorov pomocou najnižšej uhlovej rýchlosti  $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$  v porovnaní s vyššími uhlovými rýchlosťami pohybu.

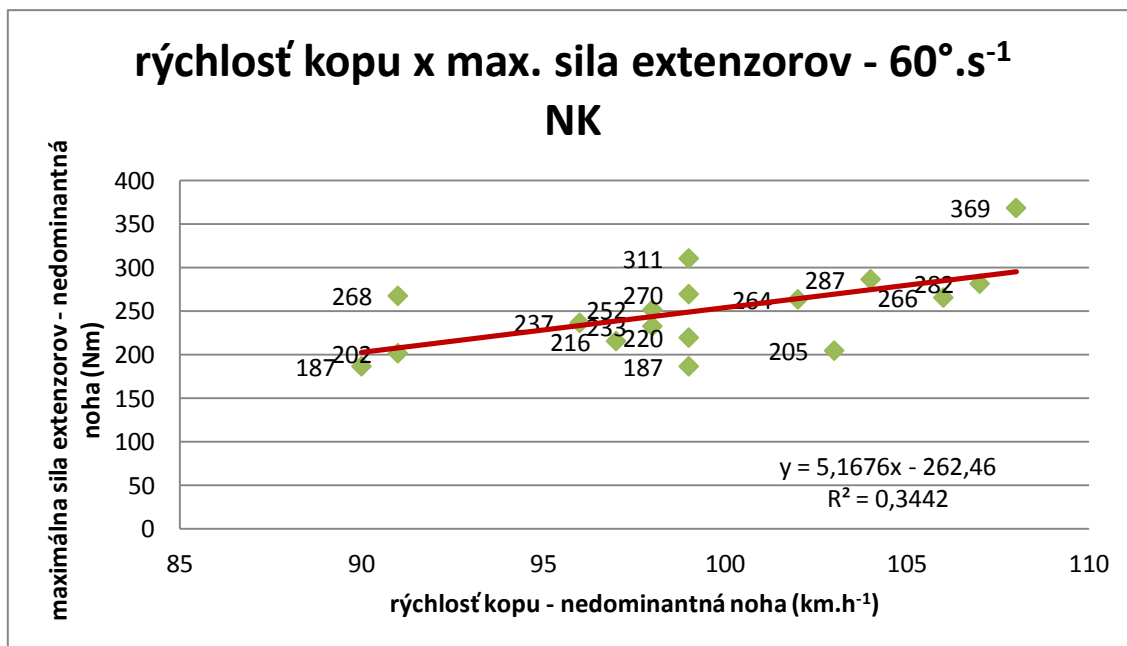


Obr. 15 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti  $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$

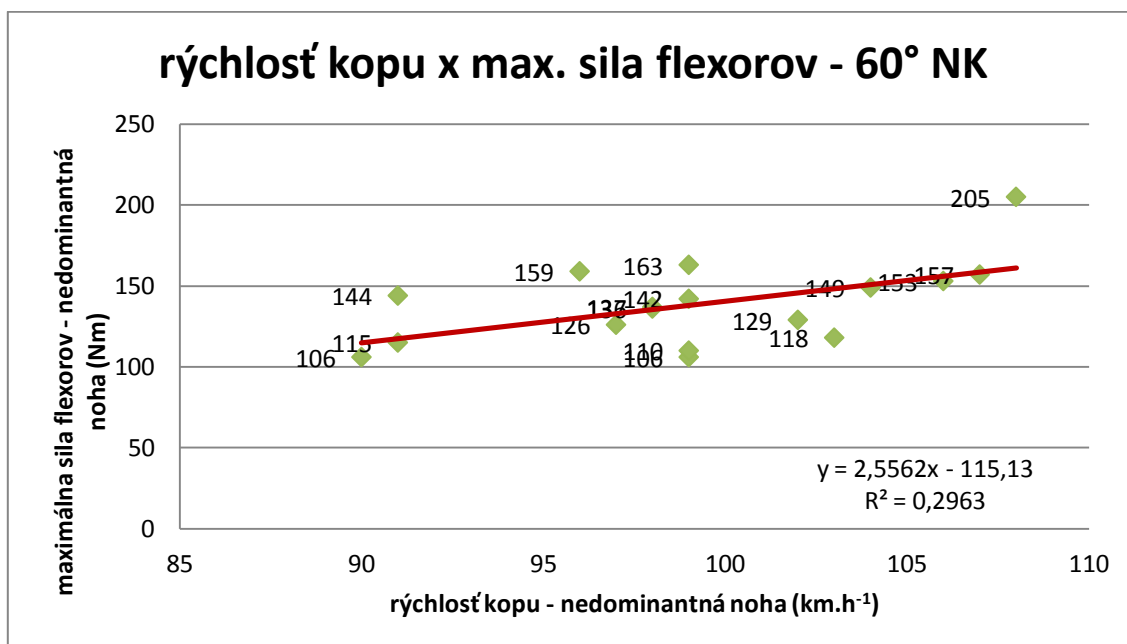


Obr. 16 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup>

Maximálnu rýchlosť kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena (Nm) pri uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup> nám popisuje obrázok 17. Miera závislosti vyjadrená pomocou Pearsonovho korelačného koeficientu  $r = 0,5867$  vyjadruje strednú závislosť. Hladina spoľahlivosti, ktorá je daná koeficientom determinácie je  $R^2 = 0,3442$ . Hodnota korelačného koeficientu pri maximálnej rýchlosti kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) a momente maximálnej sily flexorov kolena (Nm) pri uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup> (obr.18) je  $r = 0,5443$  s mierou spoľahlivosti  $R^2 = 0,2963$ .

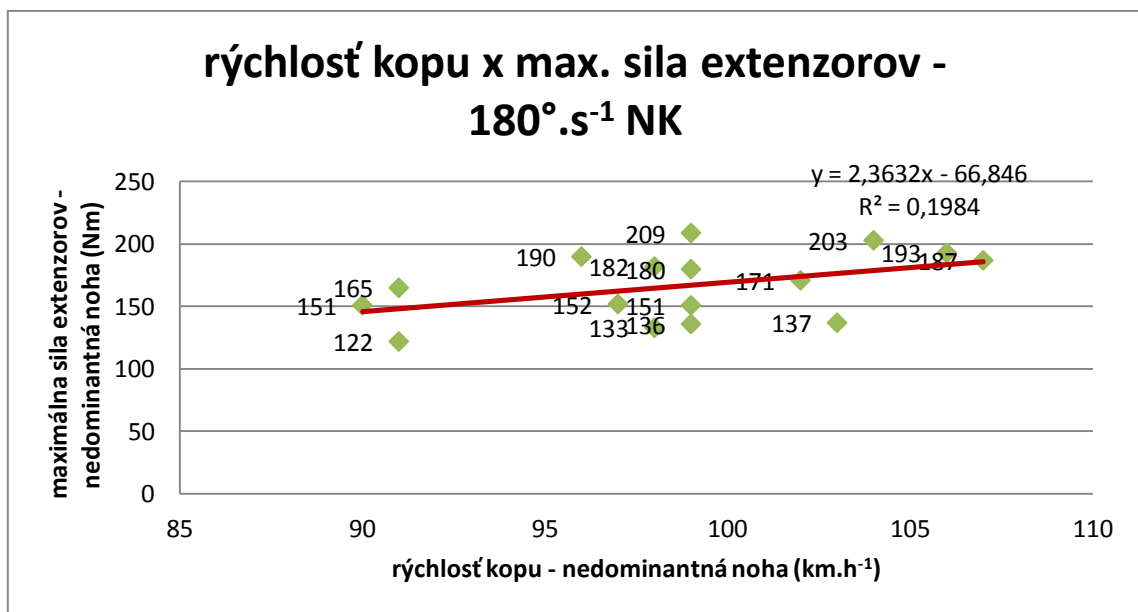


Obr. 17 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sile extenzorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup>

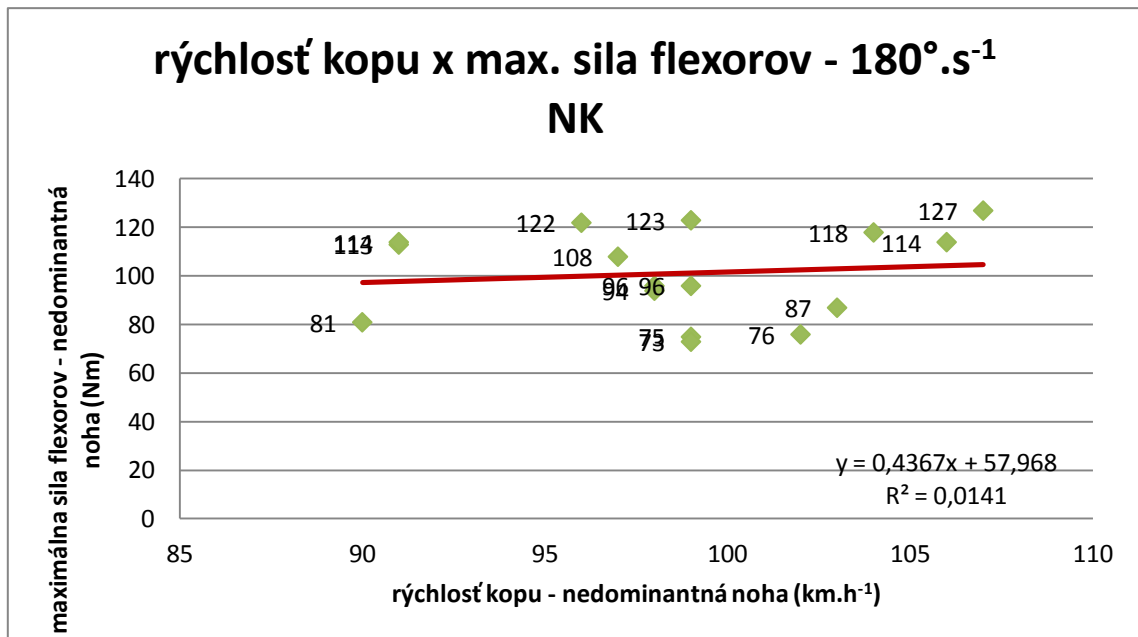


Obr. 18 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sile flexorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup>

Pri vyššej uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  je korelačný koeficient, ktorý vyjadruje závislosť medzi maximálnou rýchlosťou kopu nedominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) a maximálnym momentom sily extenzorov kolena (Nm)  $r = 0,4454$  pri nízkej hladine spoľahlivosti  $R^2 = 0,1984$  (obr. 19). Ak porovnáme maximálnu rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) a moment maximálnej sily flexorov kolena u nedominantnej dolnej končatiny (Nm) pri rovnakej uhlovej rýchlosti (obr. 20) tak miera korelácie je  $r = 0,1189$ , čo nám vypovedá o slabej miere asociácie, pričom hladina spoľahlivosti vyjadrená koeficientom determinácie  $R^2 = 0,0141$  je bezvýznamná.

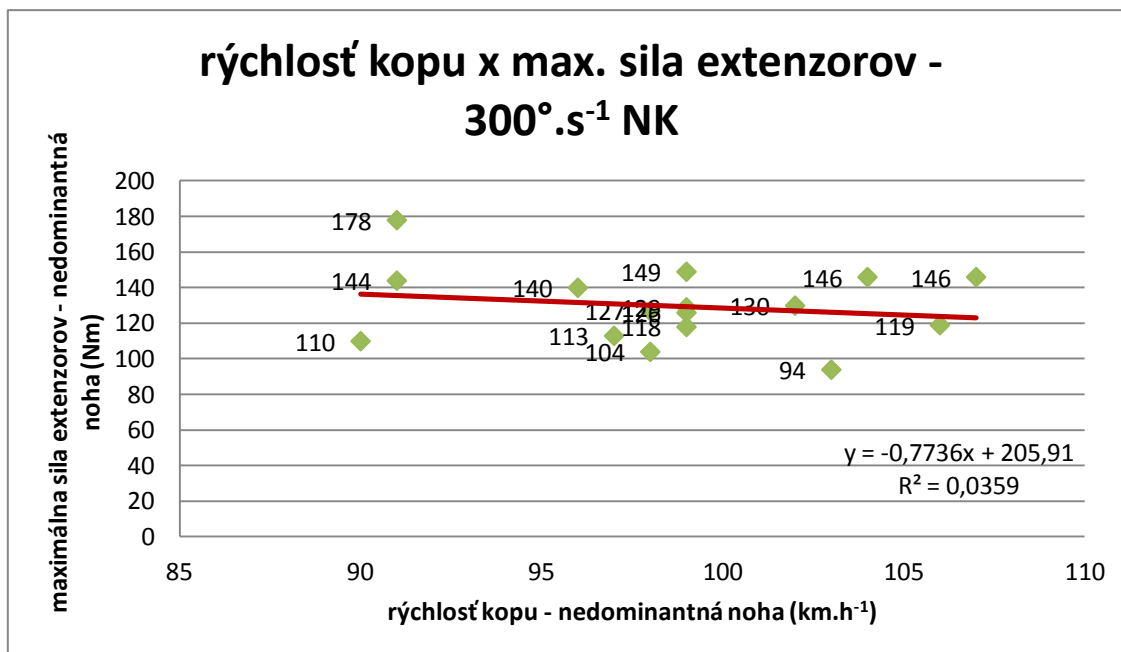


Obr. 19 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$

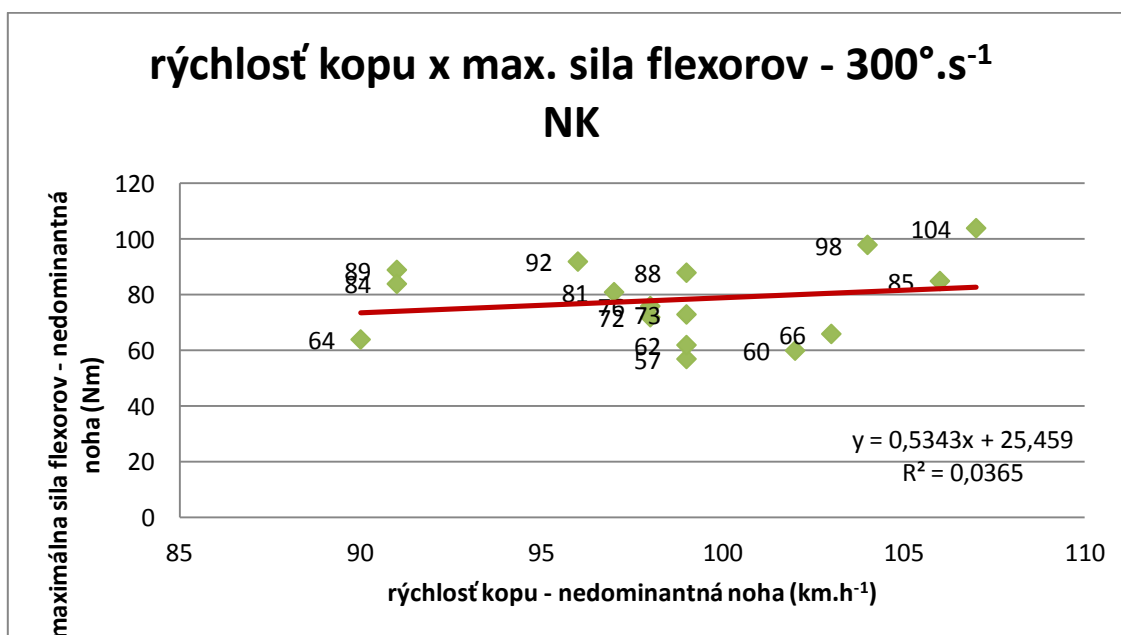


Obr. 20 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 180°.s<sup>-1</sup>

V najvyššej testovanej uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup> je miera asociácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu nedominantnou dolnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) a momentom maximálnej sily extenzorov 300°.s<sup>-1</sup> (obr. 21) vyjadrená Pearsnovým korelačným koeficientom  $r = -0,1895$ , čo nám naznačuje veľmi slabú závislosť medzi pozorovanými veličinami. Hladina spoľahlivosti sa pohybuje taktiež na nízkej úrovni  $R^2 = 0,0359$ . Obrázok 22 nám popisuje mieru korelácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu nedominantnou nohou (km/h) a momentom maximálnej sily flexorov kolena nedominantnej dolnej končatiny (km.h<sup>-1</sup>) pri uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup>. Korelačný koeficient medzi skúmanými veličinami  $r = 0,1911$  hovorí o slabej závislosti pri hladine spoľahlivosti  $R^2 = 0,0365$ . Opäť ako pri dominantnej dolnej končatine pozorujeme najvyššiu mieru korelácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu nedominantnou končatinou a momentom maximálnej sily flexorov a extenzorov kolena práve pri uhlovej rýchlosti 60°.s<sup>-1</sup>, čo nám naznačuje že práve táto uhlová rýchlosť bude mať pre testovanie nami pozorovaných veličín najväčší význam.



Obr. 21- Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup>



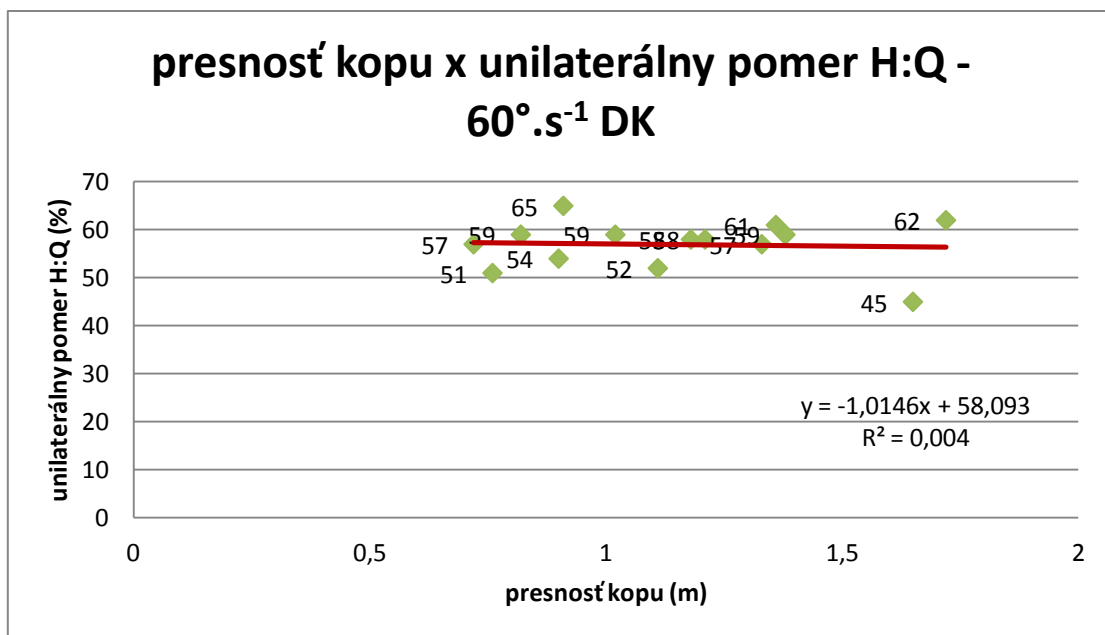
Obr. 22 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou (km.h<sup>-1</sup>) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup>

Presnosť streľby pri kope dominantnou dolnou končatinou (tab. 11) sme sledovali u 17 probandov, pretože hráči č. 1, 8 a 12 sa streľby nemohli zo zdravotných dôvodov zúčastniť. Priemerná hodnota výchyľky od stredu bránky bola  $1,08 \pm 0,32$  m. U hráčov sme vyhodnocovali priemernú vzdialenosť od stredu bránky z troch uskutočnených pokusov. Najlepšie pokusy zaznamenal hráč 5 (brankár), ktorého priemerná presnosť kopov bola 0,51 m. od stredu bránky a najhorší výkon hodnotíme u hráča 4 taktiež s brankárskym postom, ktorého priemerná výchyľka bola 1,72 m. Medzi výkonmi týchto dvoch hráčov je až 70% rozdiel v presnosti ich streľby. Pozorujeme odlišnosti v priemerných výchyľkách pri streľbe dominantnou dolnou končatinou na základe hráčskych pozícií v tíme. Najväčšie výchyľky dosahujú brankári, ktorých hodnoty dosahujú  $1,25 \pm 0,49$  m. Na druhej strane najlepšie priemerné výchyľky dosahujú hráči v zálohe  $1,05 \pm 0,25$  m.

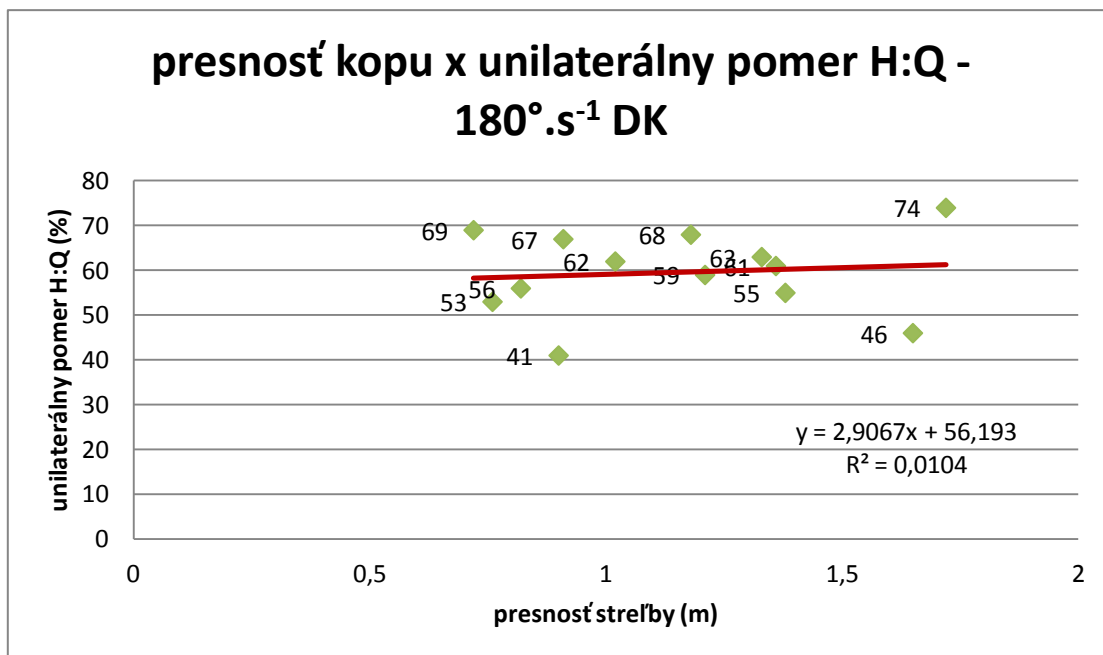
**Tab. 11 – Presnosť streľby dominantnou dolnou končatinou – výchyľka od stredu brány vyjadrená v metroch**

	<b>1. pokus</b>	<b>2. pokus</b>	<b>3. pokus</b>	<b>Priemerná výchyľka</b>
<b>Hráč 2</b>	0,889 m	1,131 m	1,303 m	<b>1,11 m</b>
<b>Hráč 3</b>	2,694 m	0,836 m	1,429 m	<b>1,65 m</b>
<b>Hráč 4</b>	2,226 m	1,324 m	1,605 m	<b>1,72 m</b>
<b>Hráč 5</b>	0,522 m	0,413 m	0,606 m	<b>0,51 m</b>
<b>Hráč 6</b>	1,738 m	1,347 m	0,440 m	<b>1,18 m</b>
<b>Hráč 7</b>	0,565 m	0,757 m	1,420 m	<b>0,91 m</b>
<b>Hráč 9</b>	0,692 m	0,921 m	1,073 m	<b>0,90 m</b>
<b>Hráč 10</b>	2,410 m	0,961 m	0,607 m	<b>1,33 m</b>
<b>Hráč 11</b>	0,600 m	0,899 m	0,998 m	<b>0,83 m</b>
<b>Hráč 13</b>	0,565 m	1,112 m	1,313 m	<b>1,00 m</b>
<b>Hráč 14</b>	1,077 m	0,122 m	0,967 m	<b>0,72 m</b>
<b>Hráč 15</b>	1,227 m	0,228 m	0,892 m	<b>0,76 m</b>
<b>Hráč 16</b>	0,632 m	1,085 m	0,741 m	<b>0,82 m</b>
<b>Hráč 17</b>	1,224 m	1,515 m	0,888 m	<b>1,21 m</b>
<b>Hráč 18</b>	1,457 m	0,649 m	0,951 m	<b>1,02 m</b>
<b>Hráč 19</b>	1,247 m	0,877 m	2,012 m	<b>1,38 m</b>
<b>Hráč 20</b>	2,542 m	0,723 m	0,807 m	<b>1,36 m</b>

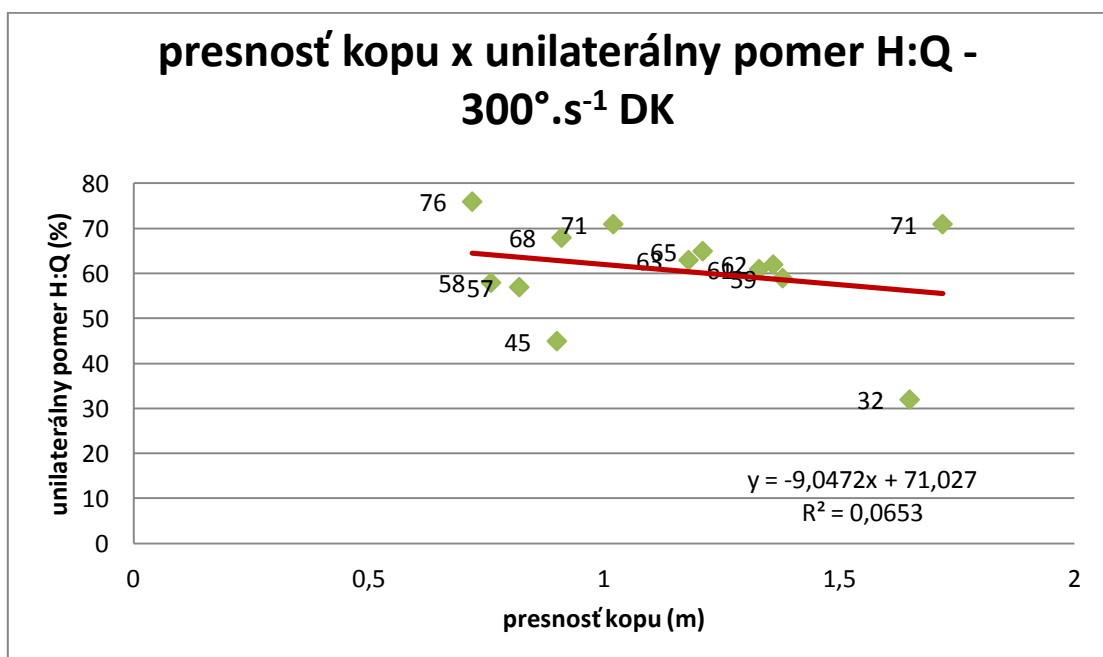
Presnosť kopu, ktorý je vyjadrená ako priemerná výchylka od stredu brány pri streľbe dominantnou dolnou končatinou v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q (pomer medzi svalovou skupinou extenzorov a flexorov kolena) u dominantnej končatiny pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  nám ukazuje obrázok č. 23. Hodnota korelačného koeficientu je  $r = -0,0632$ , čo nám vypovedá o tom, že medzi veličinami nie je žiadna závislosť. Hladina spoľahlivosti  $R^2 = 0,004$  nám túto skutočnosť potvrdzuje. Pri vyšších uhlových rýchlostiach sa hodnoty korelačných koeficientov mierne líšia. Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  (obr. 24) je hodnota korelačného koeficientu  $r = 0,1020$  pri hodnote spoľahlivosti  $R^2 = 0,0104$ . Tieto hodnoty ukazujú na veľmi slabú závislosť medzi pozorovanými veličinami. Pri najvyššej uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  (obr. 25) je veľkosť korelačného koeficientu  $r = -0,2555$ , čo nám vypovedá o slabej závislosti medzi presnosťou kopu a unilaterálnym pomerom H:Q u dominantnej končatiny. Koeficient determinácie je  $R^2 = 0,0653$ .



Obr. 23 – Presnosť kopu dominantnou dolnou končatinou (m) v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q u dominantnej končatiny (%) pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$



Obr. 24 – Presnosť kopy dominantnou dolnou končatinou (m) v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q u dominantnej končatiny (%) pri uhlovej rýchlosti 180°.s<sup>-1</sup>



Obr. 25 – Presnosť kopy dominantnou dolnou končatinou (m) v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q u dominantnej končatiny (%) pri uhlovej rýchlosti 300°.s<sup>-1</sup>

## 5 Diskusia

Futbalový kop je hlavnou útočnou činnosťou počas hry. Rýchlosť a presnosť kopov sú dva základné atribúty, ktoré charakterizujú úspešnú strelbu a to najmä pri strelbe na bránku, aby hráči boli schopní prekvapiť brankára. V našom výskume mladí elitní futbaloví hráči pri strelbe dominantnou končatinou dosiahli priemernú hodnotu rýchlosti letu lopty  $110 \pm 6,21 \text{ km.h}^{-1}$ , kde najlepší výkon zaznamenal hráč 2 na pozícii brankára, pričom jeho kop dosiahol rýchlosť až  $127 \text{ km.h}^{-1}$ . Pri strelbe končatinou nedominantnou bol najrýchlejší kop nameraný tak isto u hráča 2 a priemerná celková rýchlosť strelby nedominantnou nohou u všetkých hráčov mala hodnotu  $99,3 \pm 4,98 \text{ km.h}^{-1}$ . Priemerný rozdiel v lateralite dolných končatín na základe rýchlosti strelby u hráčov bol  $10,7 \text{ km.h}^{-1}$  čo odpovedá  $9,94 \pm 4,76\%$ . Z týchto čísel by sme mohli konštatovať, že v priemere sledovaní probandi dokážu pri kope dominantnou končatinou vyvinúť rýchlosť letu lopty takmer o 10 percent vyššiu, ako keď využijú pri strelbe končatinu nedominantnú. Aj keď nácvik strelby v družstve prebieha po väčšinou u všetkých hráčov rovnakou intenzitou, aj tak môžeme pozorovať v každom družstve len niekoľko hráčov s tzv. tvrdou strelou, o ktorej rozhodujú predovšetkým dva faktory a to svalová dispozícia a technika strelby (Kollath, 2006), pričom svalová dispozícia slúži účelnému spevneniu priehlavku pri vlastnom kontakte s loptou a je potrebná pre vyvinutie maximálnej acyklickej rýchlosti švihy dolnej končatiny (Záhalka: in Buzek, 2007). V pozorovanom súbore ako hráčov s tzv. najtvrdšou strelou (hráč 2, 4, 5) hodnotíme brankárov, kde ich najlepšie výkony v rýchlosti strelby preferovanou končatinou dosahujú hodnôt nad  $117 \text{ km.h}^{-1}$ , kde zároveň hráči vykazujú najväčšie rozdiely v lateralite dolných končatín a to až 19%, čo je zapríčinené tým, že vo väčšine prípadov hráči na pozícii brankárov nie sú v zápase nútení vykonávať strelbu nepreferovanou končatinou. Pre brankárske posty je typické časté vykopávanie lopty z bránkoveho územia na dlhé vzdialenosti, čo je možné dosiahnuť len pri vysokej rýchlosti letu lopty, tak sme túto skutočnosť predpokladali. Veľmi vyrovnanú lateralitu dolných končatín vykazujú hráči pôsobiaci v útoku (rozdiel cca. 6%), avšak najnižšie hodnoty (3%) v rozdieloch rýchlosti kopov oboma končatinami dosiahli hráč 15, ktorý hrá v zálohe a hráč 18 hrajúci na pozícii obrancu.

Sila je kľúčovou schopnosťou vo výkone futbalistu a táto skutočnosť je veľmi dôležitá pre hráčov, ktorí chcú predvádzať výkony v rámci ich najvyššieho možného potenciálu. Svalová sila dolných končatín má vo futbale veľký význam. Pri hre hrá

skupina quadricepsov dôležitú úlohu pri výskokoch, odrazov a streľbe, zatiaľ čo svalová skupina hamstringov má pod kontrolou bežecké aktivity a stabilizáciu kolena počas zmeny smeru a atakov (Fried & Lloyd, 1992). Navyše sa zdá, že flexory kolena prispievajú k stabilite kolena, čo nadobúda dôležitosť hlavne pri zvyšujúcej sa rýchlosti behu (Hagood, Solomonow, Baratta, Zhou & D'Ambrosia, 1990). Priemerná úroveň H:Q pomeru (pomer svalovej sily medzi svalovými skupinami flexorov a extenzorov kolena) u dominantnej končatiny pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  predstavovala  $57,71 \pm 9,44\%$ , pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$   $60,31 \pm 11,48\%$  a v najvyššej meranej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  boli priemerné hodnoty u probandov  $60,5 \pm 12,72\%$ . U nedominantnej končatiny hráči dosiahli priemernú úroveň H:Q pomeru pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$   $55,82 \pm 7,54\%$ . Vyššie hodnoty pomeru svalovej sily extenzorov a flexorov kolena H:Q boli zaznamenané pri vyšších uhlových rýchlostiach a to pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$   $59 \pm 9,37\%$  a pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$   $60,86 \pm 9,27\%$ . Croiser et al. (2003) stanovili na základe štúdií kritickú hladinu silového pomeru H:Q na 47% a určili, že práve táto hodnota indikuje nedostatočnú silovú pripravenosť hráča a často môže dochádzať k poraniam kolenného väziva a skupiny hamstringov. Nároky na hráčov sa stále zvyšujú a vo väčšine krajín je požadovaná úroveň pomeru H:Q vyššia ako 50% v niektorých krajinách je dokonca tento pomer vyžadovaný vyšší ako 60%. Pri streľbe dominantnou končatinou najvyšší pomer H:Q pozorujeme u hráča č. 8, ktorého hodnoty sa nachádzajú pri všetkých troch meraných uhlových rýchlostiach nad 82%, ale na druhej strane až 3 hráči (17,65%) sa nachádzajú pod kritickou hranicou 47%. U nedominantnej končatiny pozorujeme kritické hodnoty H:Q pomeru u 2 hráčov (11,74%). Bolo uskutočnených viacero štúdií, ktoré skúmali H:Q pomer u rôznych vekových kategórii vo futbale ako v zahraničí (Lehance et al., 2009; Rahnema, Lees & Bambaecichi, 2005; Dauty, Potiron-Josse & Rochcongar, 2003), tak aj v domácich podmienkach (Malý, Zahálka, Malá, Gryc & Hrásky, 2010; Malý, Zahálka, Malá & Teplan, 2013). Ak porovnáme úroveň H:Q pomeru pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  na dominantnej končatine ( $57,71 \pm 9,44\%$ ) a nedominantnej končatine ( $55,82 \pm 7,54\%$ ), tak úroveň pomeru je nižšia ako u elitných českých hráčov U16 (DK -  $58,96 \pm 7,88\%$  a DK -  $57,19 \pm 7,91\%$ ) v štúdiu Malý et al. (2013). Zahraniční autori uvádzajú u profesionálnych anglických futbalistoch (Lehance et al., 2009) vyššie hodnoty H:Q pomeru (DK -  $61 \pm 7\%$  a NK -  $59 \pm 7\%$ ) a u profesionálnych francúzskych futbalistov (Dauty, Potiron-Josse & Rochcongar, 2003) bola zaznamenaná najvyššia hladina pomeru H:Q u dominantnej končatiny  $66 \pm 9\%$ . Aagaard et al. (1996) pozorovali štatisticky významné

zmeny v pomere H:Q po 12 týždňovom ťažko odporovom silovom tréningu. Došli k záverom, že potenciálna kapacita svalovej skupiny hamstringov ako stabilizátora kolenného kĺbu bola zvýšená v dôsledku vyššej excentrickej sily hamstringov. V tejto štúdií bol H:Q pomer výrazne vyšší u elitných hráčov, čo bolo zapríčinené vyššími hodnotami momentu svalovej sily hamstringov. Táto skutočnosť môže byť aplikovaná do tréningu. Zdá sa, že excentrická sila hamstringov je pomerne ľahko trénovateľná. De Proft et al. (1988) získali zvýšenie momentu maximálnej sily flexorov kolena pridaním dvoch špeciálnych silových tréningových jednotiek za týždeň do ročného tréningového plánu belgického futbalového tímu, čo je známkou toho, že hamstringy nie sú bežne stimulované počas typického futbalového tréningu. Na základe týchto pozorovaní a výsledkov autori konštatujú, že sila flexorov kolena je veľmi dôležitá u futbalistov na stabilizáciu kolenného kĺbu pri rôznych úlohách a to najmä v excentrickej akcii a systematický silový tréning je práve preto veľmi potrebný.

Priemerný silový rozdiel v lateralite dominantnej a nedominantnej dolnej končatiny extenzorov kolena činí pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$   $7,94 \pm 6,45\%$ , kde až 6 hráčov (35%) má silový rozdiel v lateralite vyšší ako 10%, čo nám signalizuje podstatne nižšiu úroveň svalovej sily extenzorov u nedominantnej končatiny. Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  je priemerná hodnota bilaterálneho pomeru H:Q  $7,68 \pm 5,89\%$  a pri najvyššej uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  hráči dosiahli priemerných hodnôt  $3,88 \pm 3,08\%$ , pričom takmer všetci probandi (s výnimkou hráča č. 8) majú silový rozdiel v lateralite menší ako 10%. Priemerné hodnoty silového pomeru medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou u flexorov kolena pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  je  $5,45 \pm 4,27\%$ , pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$   $8,38 \pm 6,58\%$  a pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$   $9,94 \pm 9,47\%$ . Lepšiu vyváženosť medzi dominantnou a nedominantnou končatinou pozorujeme pri  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  uhlovej rýchlosti u flexorov kolena ( $5,45 \pm 4,27\%$  ku  $7,94 \pm 6,45\%$ ), pri vyšších uhlových rýchlostiach nám výsledky poukazujú na menší rozdiel v lateralite práve u extenzorov kolena ( $7,69 \pm 5,89\%$  ku  $8,38 \pm 6,85\%$  a  $3,88 \pm 3,08\%$  ku  $9,94 \pm 9,47\%$ ). Vzťah silového pomeru H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou vyjadrený prostredníctvom Pearsonovho korelačného koeficientu nám vypovedá o strednej závislosti daných veličín pri rôznych uhlových rýchlostiach ( $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  -  $r = 0,6343$ ;  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  -  $r = 0,6524$ ;  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  -  $r = 0,6778$ ).

Pozorujeme silnú mieru asociácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu dominantnou dolnou končatinou a momentom maximálnej sily extenzorov kolena ( $r = 0,7451$ ) a flexorov kolena ( $r = 0,8311$ ) pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ . Tento vzťah naznačuje, že

čím je hráč schopný vyprodukovať väčší moment svalovej sily extenzorov a flexorov kolena pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ , tým vyššia bude rýchlosť jeho kopu. Pri vyšších uhlových rýchlostiach nadobúda korelačný koeficient stredných hodnôt. Pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  je miera korelácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu dominantnou dolnou končatinou a maximálnym momentom svalovej sily extenzorov kolena ( $r = 0,3834$ ) a flexorov kolena ( $r = 0,4226$ ) stredná. V najvyššej meranej uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  nadobúda korelačný koeficient vyjadrujúci vzťah medzi maximálnou rýchlosťou kopu dominantnou nohou a silou extenzorov kolena taktiež stredných hodnôt ( $r = 0,3707$ ), pričom vyjadruje slabú mieru závislosti u flexorov kolena ( $r = 0,1216$ ). Z toho nám vyplýva, že testovanie momentu maximálnej sily flexorov a extenzorov kolena v závislosti na maximálnej rýchlosti kopu bude mať najväčší význam pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ . Miera asociácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu nedominantnou nohu pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$  a maximálnou silou extenzorov kolena je  $r = 0,5867$  a flexorov kolena ( $r = 0,3442$ ), pri uhlovej rýchlosti  $180^{\circ} \cdot s^{-1}$  (extenzory –  $r = 0,4454$ , flexory –  $r = 0,1189$ ) a korelačný vzťah pri uhlovej rýchlosti  $300^{\circ} \cdot s^{-1}$  medzi maximálnou rýchlosťou kopu nedominantnou dolnou končatinou a momentom maximálnej sily extenzorov kolena ( $r = -0,1895$ ) a flexorov kolena ( $r = 0,1911$ ) nám vyjadruje len slabú závislosť. Znovu ako pri dominantnej končatine pozorujeme najvyššiu hladinu asociačného vzťahu medzi skúmanými veličinami práve pri uhlovej rýchlosti  $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ , čo nám opäť naznačuje, že práve táto rýchlosť bude nadobúdať pri testovaní maximálnej rýchlosti kopu v závislosti na sile extenzorov a flexorov kolena najvyššiu hladinu významnosti. Sila extenzorov a flexorov kolena je dôležitým faktorom pri kope a priamo ovplyvňuje výkon v streleckej činnosti futbalistu. Minulé štúdie sa zaoberali vzťahom medzi rýchlosťou kopu a izokinetickou excentrickou silou dolných končatín, pričom niektoré z nich potvrdili zmysluplnú asociáciu medzi danými veličinami ((Anderson & Sidaway, 1994; Cabri, De Proft, Dufour & Clarys, 1988; De Proft, Cabri, Dufour & Clarys, 1988; Luhtanen, 1988; Mognoni, Narici, Sirtori & Lorenzelli, 1994; Narici, Sirtori & Mognoni, 1988; Poulmedis, Rondoyannis, Mitsou & Tsarouchas, 1988), zatiaľ čo iné nie (Masuda, Kikuhara, Takahashi & Yamanaka, 2003; McLean & Tumilty, 1993; Saliba & Hrysomallis, 2001). Rozporuplné závery mohli byť zapríčinené rozmanitou výkonnostnou úrovňou sledovaných probandov ako aj použitím rôznych protokolov, pričom vzťah môže ovplyvňovať aj úroveň zručností hráčov, kde sila extenzorov kolena má menší vplyv na rýchlosť kopu u futbalistov s vyššou úrovňou pohybových zručností.

Významný asociačný vzťah medzi silou extenzorov kolena a rýchlosťou letu lopty pri kope priamym priehlavkom pozorujú Asami & Togari (1968) a tvrdia, že oba faktory sa zvyšujú skúsenosťami s danou pohybovou činnosťou a Cabari et al. (1988) zistili významný vzťah ako u koncentrických tak aj u excentrických kontrakcií bedrového a kolenného kĺbu. Vysoké miery korelácie medzi uhlovou rýchlosťou a maximálnym momentom sily flexorov a extenzorov kolena boli pozorované aj u ženských kategórií (Reilly & Dust, 1997). Zdá sa, že špeciálny silový tréning pridaný ku klasického futbalovému tréningu zlepšuje svalovú silu ako aj výkon v streľbe, kde sa už predpokladá určitá úroveň technických zručností (De Proft et al, 1988, Aagaard at al., 1996). Na druhej strane Cometti et al. (2001) pozorujú, že vyššia úroveň izokinetickej sily extenzorov kolena medzi profesionálnymi a amatérskymi hráčmi sa neodráža v rýchlosti streľby vo futbale a Helgerud, Engen, Wisloff & Hoff (2001) neuvádzajú žiadne významné zmeny v rýchlosti streľby po zaradení 8-týždňového špeciálneho silového tréningového programu.

Silný kop neznamená, že bude vždy úspešný, pretože presnosť kopu má veľký vplyv na úspešné zakončenie. Presnosť streľby dominantnou nohou sme sledovali u 17 probandov a priemerná výchylka od stredu brány bola  $1,08 \pm 0,32$  m, pričom najlepší (0,51m) aj najhorší výkon (1,72m) zaznamenali práve hráči na postoch brankárov, kde rozdiel v ich presnosti streľby činí až 70%. Zistili sme aj veľké odlišnosti v presnosti streľby podľa pozícií hráčov v družstve. Najmenšie priemerné výchylky pozorujeme u záložníkov ( $1,05 \pm 0,25$  m) a na opačnej strane najväčšie výchylky dosahujú hráči pôsobiaci na postoch brankárov ( $1,25 \pm 0,49$  m). Určenie korelácie medzi presnosťou kopu a unilaterálnym pomerom H:Q u dominantnej končatiny nám vypovedá o štatisticky nevýznamnom vzťahu. Pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ \cdot s^{-1}$  hodnota korelačného koeficientu je bezvýznamná ( $r = 0,0632$ ), pri uhlovej rýchlosti  $180^\circ \cdot s^{-1}$  pozorujeme len veľmi slabú mieru asociácie ( $r = 0,1020$ ) a pri uhlovej rýchlosti  $300^\circ \cdot s^{-1}$  je hladina korelácie slabá ( $r = 0,2555$ ). Tieto korelácie môžu byť spôsobené tým, že aktivácia svalov je zložitejšia pri kopaní na presnosť (Dicks & Kingman, 2005), dochádza k jemnejšiemu ovládaniu pohybu dolnej končatiny a môže dochádzať k rozdielom v svalovej aktivácii pri kopoch na rôzne ciele a kop na presnosť do značnej miery závisí na diferenciálnej aktivácii svalov počas kopu s polohou cieľa (Kellis & Katis, 2007; Scurry et al., 2011). Niektoré štúdie boli uskutočnené, aby vysvetlili aktiváciu svalov počas kopu priamym priehlavkom pomocou elektromyografie (EMG), kde futbalový kop je považovaný za výsledok simultánneho pôsobenia mnohých svalov spájajúcich

segmenty a spôsobujúcich pohyblivosť kĺbov, pričom svaly, ktoré vystupovali pri kope ako antagonisti, boli považované za kľúčové vo výkone (Bollens, De Proft & Clary, 1987; Brophy et al, 2007; Cometti et al, 2001; Dorge et al, 1999; Kellis & Katis, 2004; McDonald, 2002). Kellis & Katis (2007) tvrdia, že činnosť agonistov a antagonistov priamo ovplyvňuje kvalitu kopu a čím vyššia je simultánna aktivita antagonistov, tým nižší je čistý moment produkovaný okolo kĺbu a menej efektívna je výsledná aktivita segmentov. Napriek tomu, že sme nenašli žiadne významné vzťahy medzi presnosťou kopu a unilaterálnym pomerom na dominantnej končatine, pozorujeme vo vzťahu sily dolných končatín a presnosťou kopu viacero špecifik. Hráči s lepšou presnosťou kopu nemali tak výrazné rozdiely v lateralite medzi kopajúcou a podpornou nohou pri kope a vykazovali celkovo vyššiu silovú úroveň ako flexorov tak aj u extenzorov kolena na oboch končatinách. Naopak hráči s nepresnou strelou mali výraznejšie asymetrie vo svalnatosti dolných končatín. Táto skutočnosť nám naznačuje, že viditeľnú nerovnováhu a asymetriu v nepresných kopoch môže spôsobovať nedostatočná silová úroveň na nedominantnej nohe, ktorá sa pri kope stáva oporou a hrá pri kope veľmi dôležitú úlohu stability a akákoľvek slabšia úroveň sily nedominantnej končatiny môže mať vplyv na kvalitu kopu. Evidentná silová nerovnováha medzi dolnými končatinami a zredukovaná silová kapacita v podpornej nohe pri kope, môže funkčne obmedziť účinnú stabilizáciu a kontrolu zručnosti, čo potenciálne vysvetľuje zmenšenie celkového výkonu u nepresných kopov.

## 6 Závěry výskumu práce a orientácia výskumu

Hlavným cieľom diplomovej práce bolo zistiť podmienenosť silových schopností flexorov a extenzorov kolena na rýchlosť a presnosť streľby a mladých futbalových hráčov. Štúdia bola uskutočnená na dvadsiatich probandoch vo veku 20-25 rokov ( $22,45 \pm 1,12$  rokov), patriacich k elitným mladým futbalistom, pôsobiacich na ligovej úrovni v rezerve špičkového českého futbalového klubu.

V hypotéze číslo 1 sme predpokladali vysokú závislosť medzi maximálnou svalovou silou extenzorov a flexorov kolena a maximálnou rýchlosťou streľby pri vyšších uhlových rýchlostiach, čím sme túto hypotézu vyvrátili, pretože najvyššie miery korelácie medzi sledovanými veličinami pozorujeme práve pri najnižšej uhlovej rýchlosti  $60^\circ \cdot s^{-1}$  a to ako u dominantnej tak nedominantnej končatiny. So zvyšujúcou uhlovou rýchlosťou pri testovaní sily extenzorov a flexorov kolena závislosť na rýchlosti streľby klesá a miera korelácie nadobúda len stredných alebo slabých hodnôt.

V hypotéze číslo 2 sme tvrdili, že sila extenzorov kolena bude vyššia v porovnaní so silou flexorov kolena a predpokladali sme u flexorov kolena minimálne 50% úroveň zo sily extenzorov kolena. Túto hypotézu sme potvrdili, kde hráči pri všetkých 3 meraných uhlových rýchlostiach dosiahli priemernú úroveň vyššiu ako 57% u dominantnej končatiny a u nedominantnej končatiny vyššiu ako 55%, pričom pri vyšších uhlových rýchlostiach pozorujeme aj vyšší silový pomer medzi preferovanou a nepreferovanou dolnou končatinou.

Vyššiu mieru korelácie k výkonu v rýchlosti streľby a úrovňou sily dolných končatín sme predpokladali u flexorov kolena v hypotéze číslo 3. Túto skutočnosť sme potvrdili u dominantnej končatiny pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ \cdot s^{-1}$  ako aj pri uhlovej rýchlosti  $180^\circ \cdot s^{-1}$ , ale pri uhlovej rýchlosti  $300^\circ \cdot s^{-1}$  už nepozorujeme silnú závislosť medzi veličinami. U nedominantnej končatiny pozorujeme vyššiu mieru asociácie práve u extenzorov kolena, pričom so zvyšujúcou sa uhlovou rýchlosťou slabne aj miera korelácie.

Na základe získaných poznatkov v tejto štúdii sme došli k záverom, že najvyššia miera korelácie medzi maximálnou rýchlosťou kopu a momentom maximálnej sily flexorov a extenzorov kolena ako u dominantnej tak u nedominantnej dolnej končatiny je práve pri uhlovej rýchlosti  $60^\circ \cdot s^{-1}$ , čo nám naznačuje že práve táto uhlová rýchlosť bude mať pre testovanie nami pozorovaných veličín najväčší význam. Podľa tejto skutočnosti by sme odporúčali orientáciu ďalších výskumov na túto tému uskutočniť

v rámci konkrétnej uhlovej rýchlosti u rôznych vekových skupín a pokúsiť sa o štandardizáciu výsledkov pre českých futbalistov reprezentačnej úrovni. Tak isto by bolo zaujímavé, dať do súvislosti silové schopnosti dolných končatín s inými veličinami ako je rýchlosť behu, poprípade ako ovplyvňujú silové schopnosti rýchlosť a presnosť kopu pod vplyvom únavy a v rámci futbalového intermitentného zaťaženia. Ďalšou z možných nadväzujúcich štúdií je preskúmať do hĺbky vzťah presnosti kopu a sily dolných končatín a pokúsiť sa určiť optimálnu mieru svalovej sily flexorov a extenzorov kolena v závislosti na presnosti kopu.

## 7 Zoznam literatúry

1. AAGAARD, P., SIMONSEN, E. B., ANDERSEN, J.L., MAGNUSSON, P. & DYHRE-POULSEN, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*.93, p1318-1326.
2. AAGAARD, P., SIMONSEN, E. B., TROLLE, M., BANGSBO, J. & KLAUSEN, K. (1996). Specificity of training velocity and training loads on gains in isokinetic knee joint strength. *Acta Physiologica Scandanavica*, 156, 123-9.
3. ANDERSON, D. I. & SIDAWAY, B. (1994). Coordination changes associated with practice of soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 65, 93-99.
4. APRIANTONO, T., NUNOME H., IKEGAMI Y., SANO S. (2006). The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *Journal of Sports Science* 24, 951-960.
5. ASAI, T., CARRE, M., AKATSUKA, T. and HAKEE,S. (2002) The curve kick of a football I: impact with the foot. *Sports Engineering* 5, 183-192.
6. ASAMI, T. & NOLTE, V. *Analysis of powerful ball kicking*. In: Biomechanics VII-B, H. Matsui & K. Kobayashi eds. Champaign Illinois: Human Kinetics, 1983, pp. 695-700.
7. ASAMI, T. & TOGARI, H. (1968). Studies on the kicking ability in soccer. *Research Journal of Education*, 12, 267-72.
8. BANGSBO, J. (1994). The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*.15 Suppl. 619, p1-156.
9. BARFIELD, W.R., KIRKENDALL, D., YU, B. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of Medicine Science in Sports* 3, 72–79.
10. BOLLENS, E., DE PROFT, E. & CLARYS, J. *The accuracy and muscle monitoring in soccer kicking*, In: Biomechanics X-A, B. Jonsson, ed. Champaign Illinois: Human Kinetics, 1987, pp. 283-288.
11. BROPHY, R. H., BACKUS, S. I., PANSY, B. S., LYMAN, S. & WILLIAMS, R. J. Lower extremity muscle activation and alignment during the soccer instep

- and side-foot kicks. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 37 (2007), 260-268.
12. BUZEK, M. a kol. *Trenér fotbalu „A“ UEFA licence*. 1. vydání. Praha: Olympia, 2007, ISBN 978-807376-032-8.
  13. BUZEK, M., PROCHÁZKA, L. *Česká fotbalová škola*. Praha: Olympia, 1999.
  14. CABRI, J., DE PROFT, E., DUFOUR, W. & CLARYS, J. P. The relation between muscular strength and kic performance. In: *Science and Footbal* T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy, eds, London: E & FN Spon, 1988, pp 186-193.
  15. CLARYS J. P., DUFOUR, W. & PYNAERT. Elektromyography of three soccer kick movements. *Geneeskundeen Sport* 17 (1984), 17-21.
  16. COMETTI, G. MAFFIULETTI, N. A., POUSSON, M., CHATARD, J. C. & MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International Journal of Sports Medicine* 22 (2001), 45-51.
  17. CROISER, J. L., REVEILLON, V., FERRET, J. M., COTTE, T., GENTY, M., POPOVICH, N., CRIELAARS, J. M. (2003) Isokinetic assessment of knee flexors and extensors in Professional soccer players. *Isokinetics and Exercise Science*, 11, 61–62.
  18. DAUTY, M., POTIRON-JOSSE, M. & ROCHCONGAR, P. (2003) Identification of previous hamstring muscle injury by isokinetic concetric and eccentric torque measurement in elite soccer player. *Isokinetic and Exercise Science*, 11, 139–144.
  19. DE PROFT, E., CABRI, J., DUFOUR, W. & CLARYS, J. P. Strength training and kick performance in soccer players, In: *Science and Football*, T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy, eds, London: E & FN Spon, 1988, pp. 108-113.
  20. DE PROFT, E., CLARYS, J., BOLLENS E., CABRI, J. & DUFOUR, W. (1988). Muscle Activity in The Soccer Kick. In: T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football* (pp. 434-440). London: E & FN Spon.
  21. DICKS, M. & KINGMAN, J. (2005). The effect of altered ball approach on kick kinematics and shot accuracy: A soccer case study. *Journal od Sport Sciences*, 23, 99-100.

22. DÖRGE, H.C., ANDERSEN, B., SORSENSEN, T., SIMONSEN, E. B., AAGARD, H., DYHRE-POULSEN, P. et al. (1999). EMG Activity of The Iliopsoas Muscle and Leg Kinetics During The Soccer Place Kick. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*, 9, 195-200.
23. EGAN J., CHRISTOPHER D., MARTINE H., VERHEUL G., GEERT J.; SAVELSBERGH, P. Effects of Experience on the Coordination of Internally and Externally Timed Soccer Kicks. *Journal of Motor Behavior*, 2007, roč. 39, č. 5, s. 423-432. ISSN 00222895.
24. EKBOLM, B. (1994). *Football (Soccer)*. London: Blackwell Scientific.
25. EUBANK, M., COLLINS, D. (2000). Coping with pre- and in-event fluctuations in competitive state anxiety: A longitudinal approach. *Journal of Sports Sciences* 18, 121 – 131.
26. FERRAZ, R., TILLAAR R., MARINHO D., MARQUES M.C. (2009). Relationship between kicking ball velocity and explosive strength in physical students of both genders. *Journal of Sports Science and Medicine* 8 (11), 107. Accessed from Internet: <http://www.jssm.org/suppl/11/Suppl.11.pdf>
27. FIFA Marketing & TV (2002). 2002 FIFA World Cup TM TV coverage (available at: <http://www.fifa.com/en/marketing/newmedia/index/0,3509,10,00html>; accessed 31 March 2003).
28. FRIEND, T. & LLOYD, G. J. (1992) An overview of common soccer injuries. Management and prevention. *Sports Medicine*, 14, 269–275.
29. GAJDA, V., *Antropomotorika pro rekreology*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2004.
30. GAMBLE, P. (2010). *Strength and Conditioning for Team Sports, Sport-Specific Physical Preparation for High Performance*. New York: Routledge.
31. GIAGAZOGLU, P., KATIS, A., KELLIS, E., NATSIKAS, C. Differences in soccer kick kinematics between blind players and controls. *Adapt Phys Activ Quart*, 2011, roč. 28, 251–266.
32. GROSSER, M., STARISCHKA, S., ZIMMERMANN, E. *Konditionstraining: Theorie und Praxis aller Sportarten*. München: BLV-Vergsgesellschaft, 1985. 166s. ISBN: 9783405130688.
33. HAGOOD S, SOLOMONOW M, BARATTA R, ZHOU BH, D'AMBROSIA R. The effect of joint velocity on the contribution of the antagonist musculature to knee stiffness and laxity. *Am J Sports Med* 1990; 18: 182±187.

34. HAVEL, Z., HNÍZDIL J. *Rozvoj a diagnostika silových schopností*. Ústí nad Labem, 2009. 151 s. ISBN: 978-80-7414-189-8.
35. HELGERUD, J., ENGEN, L. C., WISLOFF, U. & HOFF, J. (2001). Aerobic training improves soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33, 1925-31.
36. CHAT WILLIAMS, M. J. (2011). Core Training. *NSCA's Performance Training Journal* volume 10(5), 1-29.
37. IMPELLIZZERI, F. M., BIZZINI, M., RAMPINI, E., CEREDA, F. & MAFFIULETTI, N. A. (2008). Reliability of isokinetic strength imbalance ratios measured using the Cybex NORM dynamometer. *Clin Physiol Funct Imaging*, 28, 914-918.
38. ISOKAWA, M., LEES, A. (1988). *A biomechanical analysis of instep kick motion in soccer*. In: Science and football. Eds: T. Reilly, A Lees, K. Davids and W. Murphy (eds), Proceedings of oral sessions, science and football (pp. 449 – 455). London: E & FN Spon.
39. KATIS, A., KELLIS, E. Three-dimensional kinematics and ground reaction forces during the instep and outstep soccer kicks in pubertal players. *Journal of Sports Science*, 2010, 28 (12), 33–41.
40. KELLIS, E., KATIS, A. Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2007, 6, 154–65.
41. KELLIS, E., KATIS, A. (2004). Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from free angles of approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36, 1017-1028.
42. KELLIS, E., KATIS, A., VRABAS I.S. Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*, 2006, 16, 334-344.
43. KNUTTEN, H. & KRAEMER, W. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sport Science Research*. 1 (1), p1-10.
44. KOLLATH, E. *Technika a taktika hry*. 1 vydání. Praha: GRADA, 2006, ISBN 80-247-1336-5.
45. KREAMER, W. & GOMEZ, A.L. (2001). Establishing a Solid Fitness Base. In: Foran, B. *High Performance Sports Conditioning*. Champaign: Human Kinetics, p3-17.

46. LEES, A., ASAI, T., ANDRESEN, T.B., NUNOME, H., STERZING, T. The biomechanics of kicking in soccer: a review. *Journal of Sports Science*, 2010, 28, pp. 805–17.
47. LEES, A., NOLAN, L. The biomechanics of soccer: a review. *Journal of Sports Science*, 1998, 16, s. 211–234.
48. LEHANCE, C., BINET, J., BURY, T. & CROISIER, J. L. (2009) Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19, 243–251.
49. LOVEJOY, T. & HOLMES, J. (2008). *Eyes wide open (Television series episode)*. In: H. Chamberlain (Producer), Soccer AM. London: BSKYB.
50. LUHTANEN, P. Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players, In: *Science and Football*, T. Reilly, A. Lees, 1988, pp. 441-448.
51. MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., MALÁ, L., GRÝC, T. & HRÁSKÝ, P. (2010) Profil izokinetické sily, identifikácia ipsilaterálneho a bilaterálneho pomeru svalovej sily flexorov a extenzorov kolena u futbalistov. *Česká kinantropologie*, 14(3), 148–157.
52. MALÝ, T., ZAHÁLKA, F., MALÁ, L. & TEPLAN, J. (2013) Normy konvenčného pomeru izokinetické sily flexorov a extenzorov kolena mladých elitných futbalových hráčov. *Česká kinantropologie* 17(3), 132–141.
53. MANOLOPOUS, E., PAPADOPOULS, C. & KELLIS, E. (2006). Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 16, 102-110.
54. MARKOVIĆ, G. (2008). Jakost i snaga u sportu: definicija, determinante, mehanizmi prilagodbe i trening. U: *Kondicijska priprema sportaša*, 15-21.
55. MARTENS, R., BURTON, D., VEALEY, R. S., BUMP, L. A., SMITH, E. D. (1990). *Development and validation of the Competitive State Anxiety Inventory-2 (CSAI-2)*. In R. Martens, R. S. Vealey, & D. Burton (Eds.), *Competitive anxiety in sport* (pp. 117 – 123). Champaign, IL: Human Kinetics.
56. MASUDA K., KIKUHARA, N., TAKAHASHI, H. & YAMANAKA K. Relationship between muscle cross-sectional area and strength in various isokinetic movements among soccer players. *Journal of Sport Sciences*, 21 (2003), 851-858.

57. MCDONALD, M. Relative timing of EMG profiles for novice and elite soccer players, In: *Science and Football IV*, W. Sprinks, T. Reilly & A. Murphy, eds, London: Routledge, 2002, pp. 22-26.
58. MCGARRY, T., FRANKS, I. M. (2000). On winning the penalty shoot-out in soccer. *Journal of Sports Sciences* 18, 401 – 409.
59. MCGRATH, J. E. (1970). *Major methodological issues*. In J. E. McGrath (Ed.), Social and psychological factors in stress (pp. 19 – 49). New York: Holt, Rinehart, & Winston.
60. MCLEAN B. D. & TUMILTY, M. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, 27 (1993), 260-262.
61. MIHAČIĆ V., i sur. *Kondicijska priprema u nogometu – kondicijska priprema sportaša*, Zagreb: KF ZŠS, 2003.
62. MOGNONI, P., NARICI, V., SIRTORI, D & LORENZELLI, F. Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34 (1994), 357-361.
63. NARICI, M. V., SIRTORI, M. D. & MOGNONI, P. Maximal ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles, In: *Science and Football*, T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy, eds. London: E & FN Spon, 1988, pp. 429-433.
64. OPAVSKY, P. *An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two types of soccer kick*. In: Reilly T, Lees A, Davids K, Murphy WJ, editors. *Science and football*. London: E & FN Spon, 1988. p.460 – 467.
65. PLAGENHOEF, P. (1971). *Patterns of Human Motion*, Englewood Cliffs. New Jersey: Prentice-Hall.
66. PLISK, S. S. (2001). Muscular Strength and Stamina. In: Foran, B. *High Performance Sports Conditioning*. Champaign: Human Kinetics, p63-82.
67. POULMEDIS, P., RONDOYANNIS, G., MITSOU, A. & TSAROUCHAS, E. The influence of isokinetic muscle torque exerted in various speeds on soccer ball velocity. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10 (1988), 93-96.
68. RAHNAMA, N., REILLY, T., LEES A., GRAHAM-SMITH, P. (2003). Muscle Fatigue induced by Exercise Stimulating The Work rate of Competitive soccer. *Journal of Sport and Science*. 21(11), 933-942.

69. REILLY, T. (1994). Physiological aspects of soccer. *Biology and Sport*, 11, 3-20.
70. REILLY, T. & DRUST, B. (1997). The isokinetic muscle strength of female soccer players. *Coaching and Sport Science Journal*, 2, 12-17.
71. REILLY, T. & WILLIAMS M. A. *Science and Soccer, 2nd edition*. Taylor & Francis, 2003. 352p. ISBN: 9780203417553.
72. ROMERO-FRANCO, N., MARTÍNEZ-LÓPEZ, E., LOMAS-VEGA, R., HITACONTRERAS, F. & MARTÍNEZ-AMAT, A. (2012). Effects of Proprioceptive Training Program on Core Stability and Center of Gravity Control in Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning* volume 26(8), 2071-2077.
73. SALIBA, L. & HRYSOMALLIS, C. Isokinetic strength relates to jumping but not kicking performance of Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 4 (2001), 336-347.
74. SAVELSBERGH, G. J. P., WILLIAMS, A. M., KAMP, J., WARD, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences* 20, 279 – 287.
75. SCURRY, J., ABBOTT, V., BALL, N. Quadriceps EMG muscle activation during accurate soccer instep kicking. *Journal of Sports Science*, 2011, 29, 247–251.
76. SCURRY, J., HALL, B. The effects of approach angle on penalty kicking accuracy and kick kinematics with recreational soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2009, 2, 230–234.
77. SCHMID, S. & ALEJO, B. (2002). *Complete Conditioning for Soccer*. Champaign: Human Kinetics.
78. STAFFORD-BROWN, J., REA, S. & CHANCE, J. (2003). *BTEC National in Sport and Exercise Science*. London: Hodder Arnold.
79. STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C., WISLOFF, U. (2005). Physiology of soccer. An update. *Journal of Sport Medicine* 35(6), 501-536.
80. STONE, K., OLIVER, J. The Effect of 45 Minutes of Soccer-Specific Exercise on the Performance of Soccer Skills. *Journal of Sports Physiology Performance*, 2009, 4, 163-175.
81. VOTÍK, J. *Trenér fotbalu „B“ UEFA licence*. Praha: Olympia, 2005. 264 s. ISBN 80-7033-921-7.

82. WEINECK, J. *Optimales Fussbaltraining, Teil 1: Konditionstraining des Fussballspielers*. Perimed-Spitta, 1992.
83. WILHITE, M. R., COHEN, E. R. & WILHITE, S. C. (1992). Reliability of concentric and eccentric measurements of quadriceps performance using the KIN-COM dynamometer: the effect of testing order for three different speeds. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 15, 175-182.
84. WILSOFF, U., CASTAGNA, C., HELGERUD, J., JONES, R. & HOFF, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British Journal of Sport Medicine*. 38, p285-288.
85. WILSON, G. J., LYTTLE, A. D., OSTROWSKI, K. J. & MURPHY, A. J. (1995). Assessing Dynamic Performance: A Comparison of Rate of Force Development Tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 14, p176-181.
86. WINTER, D. A. *Biomechanics and motor control of human movement, 2nd edition*. New York: Wiley, 1990.
87. ZÁHALKA, F., HANUŠ, P., MALÝ, T. BUZEK, M., HRÁSKÝ P., MALÁ, L., GRÝC, T. (2010). Analýza pohybu hráče fotbalu při kopu do míče. *Studia Kinaanthropologica*, 2010, roč. 11, č. 2, s. 69-76 ISSN 1213-2101.

## 8 Zoznam obrázkov a tabuliek

### 8.1 Zoznam tabuliek

Tab. 1 – Charakteristika probandov .....	29
Tab. 2 – Rýchlosť streľby dominantnou dolnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) .....	33
Tab. 3 – Rýchlosť streľby nedominantnou dolnou končatinou ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).....	34
Tab. 4 – Prehľad najrýchlejších kopov u dominantnej a nedominantnej končatiny ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) .....	35
Tab. 5 – Veľkosť momentu svalovej sily flexorov (F) a extenzorov (E) kolena dominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyjadrená v Newton metroch (Nm).....	37
Tab. 6 – Veľkosť momentu svalovej sily flexorov (F) a extenzorov (E) kolena nedominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyjadrená v Newton metroch (Nm).....	38
Tab. 7 – Unilaterálny pomer H:Q (pomer svalovej sily medzi svalovými skupinami extenzorov a flexorov kolena) u dominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyjadrený v % .....	39
Tab. 8 – Unilaterálny pomer H:Q (pomer svalovej sily medzi svalovými skupinami extenzorov a flexorov kolena) u nedominantnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyjadrený v %.....	40
Tab. 9 – Silový rozdiel laterality extenzorov u dominantnej a nedominantnej dolnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyjadrený v percentách .....	41
Tab. 10 – Silový rozdiel laterality flexorov u dominantnej a nedominantnej dolnej končatiny pri 3 stupňoch uhlovej rýchlosti ( $60^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $180^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ , $300^\circ\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyjadrený v percentách .....	42
Tab. 11 – Presnosť streľby dominantnou dolnou končatinou – výchylka od stredu brány vyjadrená v metroch .....	54

## 8.2 Zoznam obrázkov

Obr. 1 – Komplex silových schopností, ktorý vychádza z režimu svalovej kontrakcie..	12
Obr. 2 – Svaly zapojené pri futbalovej činnosti.....	17
Obr. 3 – Fázy pohybu kopu priamym priehlavkom .....	20
Obr. 4 – Kinogram kopu priamym priehlavkom.....	20
Obr. 5 – Kritické zóny lokomočného aparátu pri kope .....	23
Obr. 6 – Testovanie rýchlosti a presnosti streľby .....	31
Obr. 7 – Rozdiel v rýchlosti streľby u dominantnej a nedominantnej končatiny .....	36
Obr. 8 – Silový pomer H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	43
Obr. 9 – Silový pomer H:Q medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	44
Obr. 10 – Silový pomer medzi dominantnou a nedominantnou dolnou končatinou pri uhlovej rýchlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	44
Obr. 11 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	45
Obr. 12 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	46
Obr. 13 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	47
Obr. 14 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	47
Obr. 15 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	48
Obr. 16 - Maximálna rýchlosť kopu dominantnou končatinou ( $km \cdot h^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena dominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ .....	49

Obr. 17 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $60^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	50
Obr. 18 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $60^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	50
Obr. 19 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $180^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	51
Obr. 20 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $180^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	52
Obr. 21- Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily extenzorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $300^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	53
Obr. 22 - Maximálna rýchlosť kopu nedominantnou končatinou ( $\text{km.h}^{-1}$ ) v závislosti na momente maximálnej sily flexorov kolena nedominantnej končatiny (Nm) pri uhlovej rýchlosti $300^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	53
Obr. 23 – Presnosť kopu dominantnou dolnou končatinou (m) v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q u dominantnej končatiny (%) pri uhlovej rýchlosti $60^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	55
Obr. 24 – Presnosť kopu dominantnou dolnou končatinou (m) v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q u dominantnej končatiny (%) pri uhlovej rýchlosti $180^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	56
Obr. 25 – Presnosť kopu dominantnou dolnou končatinou (m) v závislosti na unilaterálnom pomere H:Q u dominantnej končatiny (%) pri uhlovej rýchlosti $300^\circ.\text{s}^{-1}$ .....	56