

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

UNILATERÁLNE POSILŇOVANIE FLEXOROV KOLENA V OBMEDZENOM
ROZSAHU POHYBU POMOCOU „LEG CURL“

Diplomová práce
(magisterská)

Autor: Bc. Tomáš Prisztács, Trenérství a management sportu,
magisterské štúdium, kombinovaná forma

Vedúci práce: doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

Olomouc 2019

Meno a priezvisko autora: Bc. Tomáš Prisztács
Názov diplomovej práce: Unilaterálne posilňovanie flexorov kolena v obmedzenom rozsahu pohybu pomocou „Leg Curl“
Pracovisko: Katedra športu
Vedúci diplomovej práce: doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.
Rok obhajoby diplomové práce: 2019

Abstrakt: Cieľom práce je posúdiť vplyv tréningového programu s unilaterálnym posilňovaním dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji u adolescentných hráčov basketbalu na akceleračnú rýchlosť, agilitu a silu hamstringov. Testovací súbor tvorili dvaja hráči basketbalu, ktorý absolvovali štvortýždňový tréningový cyklus, v ktorom bol implementovaný špecifický cvik Leg Curl. Bol využitý test šprintu na 20 metrov, test agility 505 s obratom na pravú a ľavú nohu a test svalovej izometrie hamstringov. Z výsledkov štúdie vyplýva, že u sledovaných subjektov nedošlo k významnému zlepšeniu sledovaných hodnôt pri testoch šprintu na 20 metrov a teste agility 505. Zlepšenie meraných hodnôt sme zaznamenali pri izometrickej sile flexii dolných končatín.

Kľúčové slová: športový tréning, posilňovanie, flexory kolena, leg curl

Súhlasím s požičaním diplomovej práce v rámci knižničných služieb.

Author's first name and surname: Bc. Tomáš Prisztács
Title of the master's thesis: Unilateral strengthening of knee flexors with limited muscle movement by „Leg Curl“
Department: Department of sport
Supervisor: doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.
The year of presentation: 2019

Abstract: The aim of this work is to assess the impact of the training program with unilateral strengthening of the lower limbs by exercising Leg Curl on a pneumatic machine on adolescent basketball players on the acceleration speed, agility and strength of hamstrings. Two selected athletes underwent a four-week training cycle in which a specific Leg Curl exercise was implemented. The 20-meter sprint test and the 505 agility test with right and left foot reversal and the muscle isometry test of hamstrings were used. The results of the study showed that there was no significant improvement in the monitored values in the 20 meters sprint test, and in the 505 agility test in the monitored subjects. Significant improvement in the measured values was observed in isometric strength, especially in lower limb flexion on a specific workout machine where the exercise Leg curl was held.

Keywords: sports plan, fitness, knee flexors, leg curl

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prehlasujem, že som magisterskú diplomovú prácu spracoval samostatne pod vedením doc. PaedDr. Michal Lehnert, Dr. a uviedol všetky použité literárne a odborné zdroje a dodržal zásady vedeckej etiky.

V Olomouci 30. 6. 2019

.....

ZOZNAM POUŽITÝCH SKRATIEK

N – počet probandov

M – stredná hodnota

SD – smerodajná odchýlka

H – výška

A- vek

W – hmotnosť

BF – hmotnosť telesného tuku

SMW – hmotnosť kostrových svalov

MWRL – hmotnosť svalov pravej nohy

MWLL – hmotnosť svalov ľavej nohy

1 – pred záťažovým protokolom (pre-test)

2 – po záťažovom protokole (post-test)

ALL – rýchlosť obratu cez ľavú nohu (agility ľavej nohy)

ARL – rýchlosť obratu cez pravú nohu (agility pravej nohy)

S – rýchlosť šprintu

FLL – flexia ľavej nohy

FRL - flexia pravej nohy

TJ – tréningová jednotka

IZ – intenzita záťaže

IO – interval odpočinku

PS – počet sérii

COD – Change of Direction

RFD – Rate of Force Development

OBSAH

1	Úvod	8
2	Prehľad poznatkov.....	9
2.1	Športový tréning	10
2.1.1	Športový výkon	11
2.1.2	Energetické krytie	15
2.1.3	Kondičná príprava.....	17
2.1.4	Športové hry – prerušované	19
2.1.5	Agilita a jej špecifickosť	20
2.1.6	Rýchlostné schopnosti.....	21
2.1.7	Druhy svalovej kontrakcie	25
2.2	Anatómia kolenného kĺbu.....	27
2.2.1	Svaly kolenného kĺbu	29
2.2.2	Biomechanika kolenného kĺbu	33
2.2.3	Kinematika kolenného kĺbu	33
3	Ciele a výskumné otázky	36
3.1	Ciele	36
3.2	Čiastkové ciele	36
3.3	Výskumné otázky	36
4	Metodika.....	37
4.1	Charakteristika výskumného súboru	37
4.2	Postup merania a tréningový program	37
4.3	Spracovanie dát	47
4.4	Limity práce	47
5	Výsledky.....	49
6	Diskusia.....	52
7	Záver.....	59
8	Súhrn.....	60
9	Summary.....	61

10	Referenčný zoznam	62
11	Prílohy	66

1 ÚVOD

Neustálym problémom trénerov a kondičných trénerov je to, ako si vybrať cvičenia počas prípravného alebo prechodného obdobia do tréningového programu. Vedíme dlhé dialógy o správnom nastavení tréningového procesu a hľadáme cviky, ktoré sú najvhodnejšie pre náš šport. Už skoršie výskumy hľadali odpovede na správny výber cvikov, medzi unilaterálnym a bilaterálnym posilňovaním. Skorší výskum v oblasti športu skúmal špecifické kvality vo všeobecnom posilňovaní, teraz sa však pokračuje smerom ku komplexnejším a športovo špecifickým tréningom.

Pri výcviku na špecifický šport je jednou z hlavných úloh analýza špecifického športu z hľadiska pohybových vzorcov, intenzity a typu sily, ktorú šport vyžaduje. Stále sú potrebné ďalšie štúdie týkajúce sa špecifického športového tréningu za aplikácie špecifických cvikov.

Tréneri športu na celom svete navrhujú rôzne rady pre optimálny tréning u konkrétneho športu, ten si ale vyžaduje si vedecký výskum na potvrdenie alebo odmietnutie rôznych návrhov posilňovania. Preto sme sa rozhodli uskutočniť výskum pomocou špecifického tréningu, ktorý je pokročilým typom záťaže organizmu pre skúsenejších športovcov. V práci aplikujeme cvik Leg Curl, pomocou ktorého chceme posilniť skupinu svalov dolnej končatiny, konkrétne hamstringy. Budeme skúmať efekty izolovaného posilňovania flexorov kolenného kĺbu na pneumatickom stroji na akceleračnú rýchlosť, agilitu a izometrickú silu dolných končatín u adolescentných aktívnych športovcoch.

2 PREHLAD POZNATKOV

Šport a jednotlivé športové odvetvia sa neustále rozvíjajú a vyvíjajú. Nároky na samotný športový výkon rastú a aj vďaka tomu vznikla veda s názvom teória športu. Samotná teória zahŕňa poznatky, zákonitosti a vedecké teórie, ktoré tvoria základ pre tvorbu športového tréningu. Jednou z hlavnej oblasti je stanovenie optimálneho pomeru medzi odpočinkom a svalovou prácou, intenzitou a objemom tréningového zaťaženia, stanovenie vhodného návrhu tréningových jednotiek a rešpektovanie zákonitosti adaptácie a super kompenzácie v tréningovom procese samotného športovca. Obsahom sa stali aj biologické procesy adaptácie, napríklad dýchacieho a obehového systému, psychických vlastností športovca, motivácia pri výkone a charakter športovca (Lehnert, 2010). Zameranie našej práce môžeme prezentovať aj niektorými zahraničnými štúdiami.

Autori Howard, Conway, & Harrison (2016) vo svojej zahraničnej meta-analýze, (review) pomocou elektromyografie (EMG) sa snažili pochopiť svaly zapojené do šprintu a lokomócie. Skúmali hlavné svaly zapojené do šprintu. Porovnávali spolu 18 štúdií zameraných na aktiváciu svalov počas šprintu. 14 z 18 štúdií analyzovali hamstringy, konkrétne biceps femoris, a 4 štúdie boli zamerané na ostatné svaly dolnej končatiny. V počiatočnej fáze tzv. akceleračnej fáze, hamstring spoločne s lýtkovým svalom m. soleus vykazovali najväčšie napätie na EMG. 14 analyzovaných štúdií teda poukazuje nato, že sila hamstringov v počiatočnej fáze má najväčšie opodstatnenie v akceleračnej fáze šprintu. Howard, Conway, & Harrison (2016) nám potvrdzujú že významnosť posilňovania hamstringov má význam pri šprintérskych disciplínach a zároveň odporúčajú posilňovať dolné končatiny.

Štúdia nórskych autorov Tillaar, Solheim, & Bencke (2017) sa zaoberala komparáciou aktivácie hamstringu počas šprintu a špecifického posilňovania dolnej končatiny cvikom Nordic Hamstring. Vzorku tvorilo 12 atlétov a pomocou EMG bola sledovaná aktivita svalov semimembranosus, semitendinosus a biceps femoris počas šprintu a posilňovania. Z pomedzi 7 posilňovacích cvikov, cvik Nordic Hamstring vykazoval najväčšiu svalovú aktivitu na prístroji EMG, ktorá bola porovnateľná s maximálnou záťažou počas šprintu. Nordic Hamstring je porovnateľný s našim navrhovaným cvikom Leg Curl, pretože svaly semimembranosus, semitendinosus a biceps femoris pracujú v totožnom uhle. Tieto uhly sú totožné s uhlami, v ktorých svaly vyvíjajú najvyššie úsilie počas maximálnej svalovej záťaže v šprinte.

Vo svojej štúdii sa autori Pařík, Hojka, & Kračmar (2011) zaoberali analýzou elektromyografického záznamu povrchového napätia jednotlivých svalov pri atletickom behu

šprintu na 30 metrov. Výsledkom štúdie bolo, že zakopávanie má so šprintom spoločné prvky. Tréning zameraný na zakopávanie má význam v šprintérskom tréningu, s cieľom zlepšiť rýchlosť šprintéra. Autori odporúčajú zakopávacie cviky aplikovať v nesúťažnom období, minimálne v 8 týždňovom tréningovom procese, pretože nedostatočný zdvih kolena a následná rozdielna koordinácia pohybov môže narušiť pohybový stereotyp šprintu.

2.1 Športový tréning

Športový tréning je zložitý proces, ktorý je účelne organizovaný a vo väčšine športových odvetví slúži k rozvoju zložitých pohybov. Tento proces je nevyhnutné plánovať, kontrolovať, viesť a organizovať (Perič, 2010). Tento vysoko špecializovaný proces nám ale neslúži k formovaniu ľudskej postavy, prevencii srdcovo cievnych ochorení či k impulzu pri sedavom zamestnaní. Táto špecifická forma tréningu slúži k maximalizácii individuálneho alebo tímového výkonu v konkrétnom športovom odvetví alebo disciplíne.

Perič a Dovalil (2010) popisujú úlohu tréningu ako prostriedok k telesnému, psychickému a sociálnemu rozvoju, ktorý spočíva v osvojovaní športových schopností a formovaní osobnosti športovca k vzťahu športovému odvetviu. Sú to komplexne sa rozvíjajúce komponenty v jednotlivých zložkách tréningu. Tieto komponenty rozdeľujeme podľa športového tréningu:

- Technická príprava.
- Kondičná príprava.
- Psychologická príprava.

Podat' maximálny výkon v športovej disciplíne je prioritou každého športovca. Usilovanie o vysokú športovú výkonnosť musí byť ale v súlade s harmonickým rozvojom jedinca a nesmie byť v rozpore s morálnymi, kultúrnymi, ekologickými alebo zdravotnými normami v spoločenskom živote. Zdravotná norma je potom obzvlášť dôležitá, lebo športový tréning je typicky svojou vysokou výkonovou motiváciou, vďaka ktorej samotný zdravotný stav športovca sa môže dostať do pozadia (Dovalil, 1992). Preto komplexný a harmonický rozvoj osobnosti môžeme označiť za hlavný cieľ športového tréningu a dosiahnutie čo najvyššieho športového výkonu, za cieľ špecifický (Měkota & Novosad, 2005).

Športový výkon preto definujeme ako prejav špecializovaných schopností športovca. Jeho obsahom musí byť uvedomelá pohybová činnosť zameraná na riešenie úlohy, ktorá je vymedzená pravidlami jednotlivých disciplín, závodov, súťaží a športových zápasov (Lehnert,

Novosad, & Neuls, Základy sportovního tréninku, 2001). Aktuálna úroveň športového výkonu je podľa Lehnerta (2001) determinovaná:

- Výkonovou motiváciou, zodpovednosťou k športovému výkonu.
- Výkonovou kapacitou, ktorá je závislá od fyziologických funkcií organizmu.
- Pripravenosťou k výkonu, ktorá sa odzrkadľuje od duševného stavu športovca.

2.1.1 Športový výkon

Je prirodzené, že v každom športovom odvetví, sa športovec snaží o dosiahnutie čo najlepšieho výsledku s cieľom zvíťaziť. Je potrebné podať v danom okamžiku lepší športový výkon ako ostatní účastníci. Preto patrí športový výkon a športová výkonnosť k základným cieľovým kategóriám športu a športového tréningu. V tomto výslednom produkte systematického tréningového procesu sa počas súťaže integruje činnosť športovcov a trénerov. Športové výkony sú aj hlavným prostriedkom telesného zdokonaľovania, formovania osobnosti športovca. Pre športovú verejnosť je športový výkon a výkonnosť jednotlivcov a družstiev v prevažnej miere najvýznamnejšou hodnotou výkonnostného a vrcholového športu, ktorá však nemá produktívny charakter z pohľadu pracovnej činnosti (Hellebrandt, 2014)

Demetrovič (1988) definuje športový výkon ako priebeh a výsledok činnosti športovca v danom športovom odvetví, alebo v disciplíne. Je to jednorazový prejav. Schopnosť podávať opakovaný výkon na pomerne stabilnej úrovni označujeme ako športová výkonnosť. Športový výkon je definovaný ako finálny integrálny prejav vnútorných predpokladov športovca, ktorý ovplyvňuje pôsobenie ďalších vonkajších činiteľov. Výkon je výsledným prejavom schopností športovca a adaptácie jeho organizmu na pôsobenie vonkajšieho prostredia (Moravec, Kampmiller, Vanderka, & Laczo, 2007).

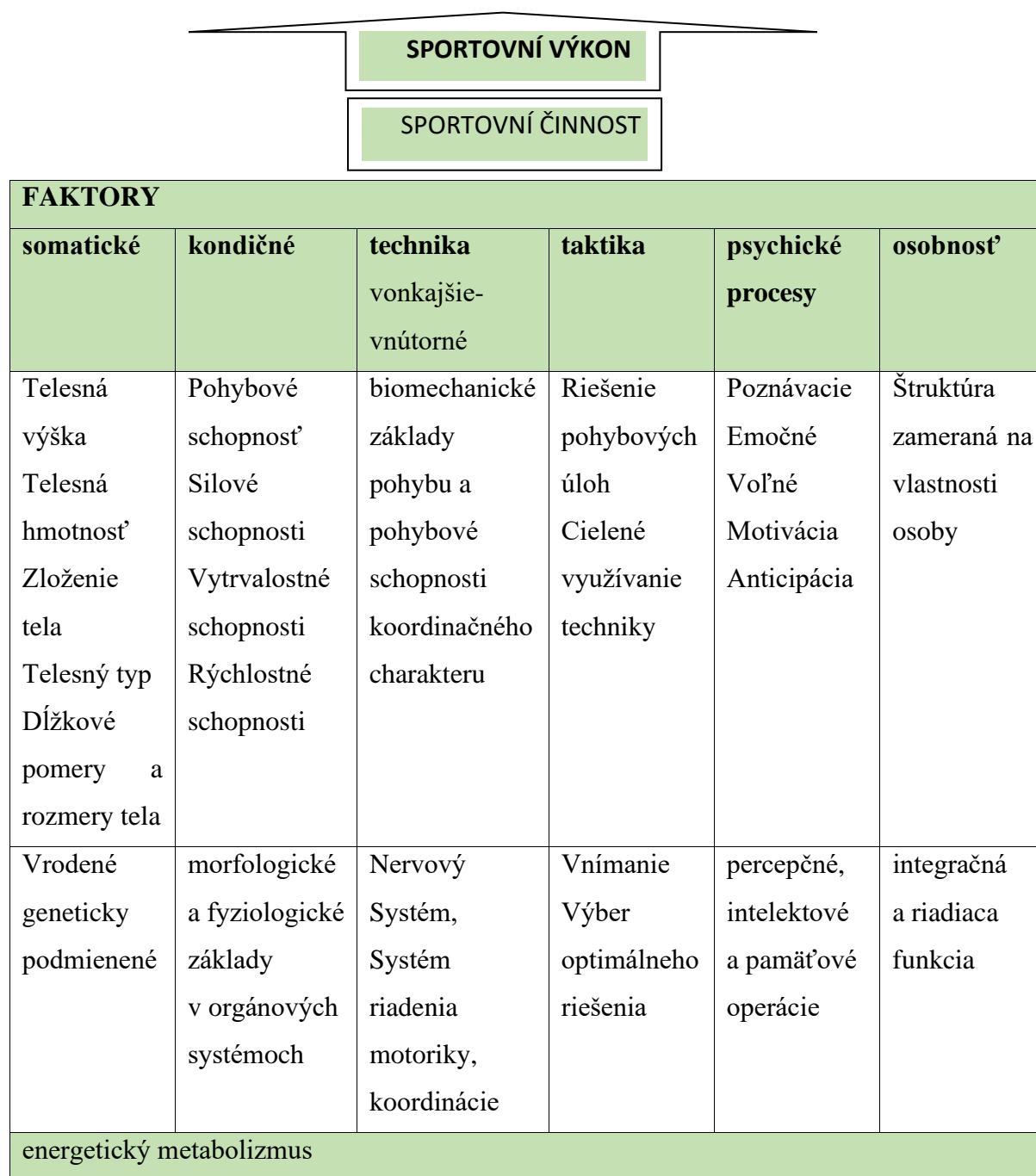
Športový pohybový výkon vyjadruje mieru realizácie pohybových úloh a je chápaný ako jednota priebehu a výsledku športovej činnosti. Tento výkon komplexne charakterizuje úroveň športových schopností športovca, teda jeho samotnú pripravenosť na podanie výkonu. Tieto schopnosti sú zároveň prejavom dokonale osvojených pohybových zručností. Na druhej strane, sa jedná o výsledok dlhodobej adaptácie organizmu športovca, a súhrn všetkých možných zmien vyvolaných počas tréningov, súťažných podnetov, psychických a biologických komponentov, ktoré tvoria aktuálnu výkonnostnú kapacitu (Dovalil, 2002).

Športový výkon komplexne charakterizuje pripravenosť športovca na podanie jednorazového alebo opakovaného výkonu. Je výsledkom množstva zmien vyvolaných počas tréningového procesu. Prejavom pohybového potenciálu a tréningom rozvinutých systémov organizmu je športovcova tréňovanosť, v integrovanej podobe ju nazývame športovou formou (Dovalil, 2009).

Štruktúra športového výkonu je súbor faktorov a ich vzájomných vzťahov. Tieto faktory určujú výkonnosť športovca. Každý faktor sa vyznačuje veľkou dynamickosťou, vychádza z predpokladov športovca a požiadaviek športovej disciplíny. Ak charakterizujeme a hodnotíme športový výkon hráča, musíme brať v úvahu všetky faktory, ktoré tento výkon determinujú. Odborníci sa zhodujú na základnej kategorizácii:

- Faktory somatického charakteru (telesná výška, telesná hmotnosť, zloženie tela, dĺžkové pomery a rozmery).
- Biomechanické faktory (svalová sila, celková hodnota kĺbných síl, pohyby tela).
- Bioenergetické faktory (svalové vlákna, kondičné silové schopnosti, rýchlostné a vytrvalostné schopnosti).
- Mentálne schopnosti, psychické (vnímanie herných situácií, rozhodovacie procesy, anticipácia, regulácia a kontrola motorického prevedenia, motivácia).
- Sociálne-psychologické faktory (sociálna kohézia, komunikácia, motivácia, participácia).
- Deformačné faktory vnútorného charakteru (vyčerpanosť, strach, bolesť, napätie, aktuálny zdravotný stav).
- Deformačné faktory vonkajšieho charakteru (odpor súpera, priestorový a časový deficit, klimatické podmienky, nadmorská výška, stav hracej plochy, materiálne vybavenie, svetelné podmienky, divácka kulisa).

V odbornej literatúre je publikovaná rada štrukturálnych podnetov, ktoré pôsobia na dosiahnutie maximálneho športového výkonu. Delia sa od jednoduchých až po veľmi špecifické. Model definujúci faktory, ktoré determinujú športový výkon uvádza (Dovalil, 2002):



Obrázok 1 - Schéma predpokladaných faktorov determinujúcich športový výkon (Dovalil, 2002)

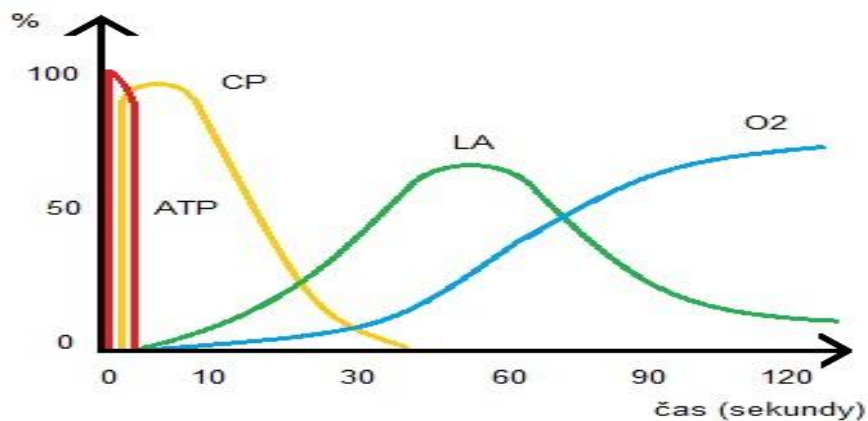
2.1.2 Energetické krytie

Ľudský pohyb, lokomočný potrebuje produkciu biologickej energie. Túto energiu nám zabezpečujú dva mechanizmy, aeróbny a anaeróbny ktoré dokážu vytvoriť energetické krytie pre samotný pohyb. Tieto dva systémy pracujú navzájom antagonisticky. Aeróbny metabolizmus využívajúci kyslík na výrobu energie, zatiaľ čo anaeróbne krytie nevyžaduje prítomnosť kyslíka (Ratamess, 2008).

Príkladom je, keď aeróbny systém vysoko dominuje, je maratón alebo triatlon, pričom anaeróbny energetický systém prispieva len s 10-20%, často s cyklickým pohybom počas dlhého časového obdobia. Príkladom extrémnych anaeróbnych energetických systémov je olympijské vzpieranie, vysoké skákanie alebo 100 m šprint, pričom anaeróbny energetický systém prispieva až 80-100% (Ratamess, 2008).

Pohyb je podmienený práci svalov, ktoré sú zásobené energiou. Energetických zdrojov máme viacero ale navzájom sa ovplyvňujú. Z časového hľadiska niektoré vydržia zásobiť sval dlhšiu dobu, iné kratšiu ale zato intenzívnejšie. Medzi základné energetické systémy patria:

- ATP – CP – adenosintrifosfát – kreatinfosfát – jedná sa o chemickú látku, ktorá umožňuje svalom svalovú kontrakciu. Jej energia je ihneď k dispozícii. Ak je intenzita behu maximálna alebo submaximálna, je systém schopný hradiť energetické požiadavky organizmu do 12 sekúnd. Táto energia sa zapája spočiatku u každej pohybovej aktivity. Spätné doplnenie zásob creatinfosfátu je veľmi rýchle, počas prvých dvadsiatich sekúnd sa resyntetizuje približne polovica zásob creatinfosfátu a do 45 sekúnd asi tri štvrtina.
- LA – laktát – anaeróbny energetický režim sa uplatňuje v situáciách, keď je intenzita behu tak vysoká, že telo nie je schopné zásobiť pracujúce svaly kyslíkom. Jedná sa o pohotovostný systém, ktorý dovoľuje organizmu krátkodobo pracovať vo vysokej intenzite, odhadom 13 sekúnd až 2 minúty. Pri nahromadení laktátu dochádza k spomaleniu behu. Ak nastane taká intenzívna záťaž, spätný návrat vnútorného prostredia k prirodzeným hodnotám trvá v rozmedzí 20 až 80 minút.
- O₂ .kyslík – aeróbny energetický režim potrebuje 2 až 3 minúty k úplnému naštartovaniu. Energia získavaná z tukov a glykogénu prebieha súčasne a ich vzájomný podiel závisí od našej trénovanosti a intenzity behu (Tvrzník, 2006) .



Obrázok 2 - Časové zapojenie energetických systémov (Sport vital, 2012)

Tabuľka 1 - Funkčná metabolická charakteristika pohybovej činnosti podľa intenzity metabolizmu (Bedřich, 2006)

intenzita	maximálna	submaximálna	strednekrátka	stredne dlhá	mierna
Doba trvania	sekundy (5-10 s)	desiatky sekúnd (40-140 s)	minúty (3-7 min)	desiatky minút (7-180min)	hodiny (5 h a viac)
Zdroje energie	ATP, CP	anaeróbna glykolýza, ATP, CP, aeróbna fosforylácia	aeróbna fosforylácia (anaeróbna glykolýza)	aeróbna fosforylácia glycidov, lipidov	aeróbna fosforylácia lipidov, glycidov
Dodávka energie	sval	sval, krv	krv	krv, zásobárne	zásobárne, krv
Oxidatívne	5%	10-30 %	50%	60-90 %	90-100%
Neoxidatívne	95%	90-70 %	50%	40-10 %	10-0 %
Najviac zaťažovaný systém	nervovo svalový	nervovo svalový, kardiovaskulárny	kardiovaskulárny a nervovo svalový		zásoby energie

2.1.3 Kondičná príprava

Kondičná príprava sa orientuje na sústavne ovplyvňovanie pohybových schopností, pre vytvorenie pohybových základov. Slúži ako východisko pre rozvoj špeciálnych pohybových schopností a zabezpečujúc súčasne s technicko-taktickými zručnosťami športový výkon na požadovanej súťažnej úrovni (Jansa & Dovalil, 2007). Kondičné faktory nepredstavujú iba uzavretú zložku športového výkonu, ale výrazným spôsobom ovplyvňujú aj ľudský organizmus dotýkajúc sa štrukturálnych, funkčných a psychických vlastností športovca. V tréningovej jednotke sa kondičným schopnostiam dá venovať monotematicky alebo diferencovane. Dovalil et al., (2009) definuje kondičné schopnosti ako relatívne upevnený generalizovaný individuálny predpoklad samotného výkonu v určitej športovej činnosti.

Základným kritériom efektivity kondičného tréningu je uplatnenie nadobudnutej kondície pri opakovanom podávaní športového výkonu a zachovaní zdravia športovca. Kompenzácia nedostatku v kondičnej pripravenosti je pri vrcholovom športe problematická, vzhľadom k súčasným trendom vo väčšine športových odvetví nereálna. Dlhodobo a systematicky uplatňovaný kondičný tréning slúži k nadobudnutiu stabilnej a precíznej techniky (Lehnert, 2010).

Nešpecifický a špecifický kondičný tréning:

Pre plánovanie a efektívnu realizáciu kondičného tréningu, musíme mať jasne stanovený cieľ, úlohy a obsah. Najdôležitejšie je definovať mieru špecifickosti tréningového zaťaženia. Z tohto pohľadu rozlišujeme v súlade s prejavmi kondície:

- Nešpecifický kondičný tréning.
- Špecifický kondičný tréning (Dovalil, 2002)

Nešpecifický kondičný tréning

Tento druh tréningu je definovaný ako všeobecná kondičná príprava. Uplatňuje sa pri mládeži a v menšej miere u vyspelých športovcov. Obsahom nešpecifického tréningu je široké spektrum nešpecifických kondičných cvičení zameraných na ovplyvňovanie kondičných motorických schopností, ktoré sú základným pilierom u všetkých športoch. Vytváraním automatizmov ktoré pôsobia na široké spektrum svalových skupín, dochádza k pôsobeniu na bioenergetické a funkčné kapacity, ale aj na morfológickú adaptáciu. Zaraďujeme sem cvičenia z gymnastiky, atletiky, pohybové hry, športové hry, netradičné hry a úpoly. Odstupom času sa vo všeobecnej športovej príprave sa obsahovo viac sústreďujeme na podporné športy, ktoré

dokážu nepriamo ale aj priamo splňať kritéria športového výkonu v danom športovom odvetví (Dovalil, Výkon a tréning ve sprintu, 2002).

Špecifický kondičný tréning

Špecifická kondičná príprava sa zameriava na ovplyvňovanie špecifických kondičných motorických schopností a dbá na konkrétne požiadavky športového výkonu. Výber cvičení vychádza z prehľadu o najintenzívnejších pohyboch vyskytujúcich sa počas športového výkonu, polohách, v ktorých sa pohyby uskutočňujú, o energetickom zásobení a najexponovanejších kĺbnych spojení (kolenný kĺb, ramenný kĺb) v ktorom sa vykonáva rozsahu pohybu. Špeciálna kondičná príprava sa stáva jednou z rozhodujúcich podmienok efektívnej technickej prípravy a dosiahnutia vrcholového športového výkonu (Dovalil, 2002).

Miera prenosu tréningu do športového výkonu je daná mierou špecifičnosti tréningových cvičení. Rešpektovaním a aplikovaním tejto zásady uplatňujeme takzvaný takticko-metabolický kondičný tréning v tímových športoch ako sú futbal, basketbal, volejbal, hádzaná a pod. Tento tréning môže mať herný charakter, a vtedy sú v ňom riešené typické herné situácie. Výhodou týchto tréningov je jeho zameranie na viacero faktorov vyskytujúcich sa počas športovej záťaže. U vyspelejších hráčov sa aplikuje technicko-orientovaný herný kondičný tréning počas ktorého prostredníctvom manipulácie s pravidlami (ihrisko, počet hráčov, doplňujúce inštrukcie) prevyšuje intenzita, trvanie, frekvencia špecifických zaťažení na nároky zápasu (Gamble, 2010).

Funkčný kondičný tréning

Charakterizuje sa ako tréning počas ktorého dochádza k optimalizácii svalových funkcií v pohybových štruktúrach, a sú podobné alebo zhodné s pohybovými štruktúrami športového výkonu. Pohyby sú realizované v všetkých rovinách a výsledné adaptácie sú tak špecifické a tým pádom viacej funkčné z hľadiska športu. Východiskom stanovenia tohto tréningu je dokonalá znalosť kinematických reťazcov (svalov a kĺbov) spolupracujúcich na realizácii pohybu. Posilňovanie svalstva končatín vo funkčnom tréningu sa realizuje za prítomnosti zapojenia svalstva trupu (core). Navyiac sa tieto cviky vykonávajú v nestabilných podmienkach. Počas funkčného tréningu tak dochádza k optimalizácii svalových funkcií v špecifických pohybových štruktúrach a dochádza tak k zlepšeniu činnosti CNS (medzi svalová koordinácia, diferenciacia v sile, udržiavanie rovnováhy, stabilizácia pohybov), ale aj k aktivizácii telesného

jadra, ktoré počas pohybu zaistuje stabilizačnú funkciu. Tréning tak priamo zlepšuje silu a vytrvalosť posturálnych svalov, ich koordináciu ale aj koordináciu s ďalšími svalmi zapojených do pohybu. K tréningu sa používajú pomôcky:

- Gumový expander
- Posilňovacie stroje
- Fitball
- TRX
- Balančné pomôcky (Seiler, Torstveit, & Sigmund, 2013).

2.1.4 Športové hry – prerušované

Prerušované športové hry, u ktorých je záťaž intermitentná, ako hádzaná, basketbal, futbal a ľadový hokej sú často zmesou aeróbných a anaeróbných extrémov. Tieto hry majú jednu vec spoločnú, a to prítomnosť obidvoch energetických systémov, ale s rôznym percentuálnym množstvom. Preto je, ale dôležité vytvoriť analýzu potrieb pre každý špecifický šport (Baechle & Earle, 2008)

Siloví a kondiční tréneri tak zápasia so špecifickosťou tréningového procesu v športoch, ktorých je prítomná intermitentná záťaž. Neustálou témou sú komplexné cviky a cvičenia, ktoré dokážeme preniesť do konkrétnych požadovaných disciplín. Stále nie je jasné ktorý tréningový transfer je pozitívny pre futbal, hokej, alebo tenis. Športové disciplíny ktoré si vyžadujú prerušovanú záťaž, sú komplexné a zahŕňajú energetický prísun z aeróbných aj anaeróbných systémov, vrátane činností, ako sú spomalenie, zrýchlenie, lineárny šprint, zmeny smeru, spätný chod a laterálny krok. V týchto športoch sa tréning tradične vo veľkej miere zakladá na samotnej hre, ale nový vývoj v intenzívnom a rýchlom tréningu dokázal zvýšiť aktivity súvisiace s konkrétnou hrou (Jovanovic, 2011).

Ako navrhol Knuttgen (2007), účasť na špecifickom, intermitentnom športe môže prispieť k zlepšeniu aeróbnej kondície, avšak najčastejšie k zlepšeniu aeróbnej vytrvalosti. Najčastejším omylom podľa Knutgena je, že silové cvičenia zlepšujú aeróbny výkon alebo naopak. Aby sme boli schopní spochybniť aeróbne a anaeróbne systémy, siloví a kondiční tréneri si musia byť vedomí toho, že tieto dva predstavujú opačné extrémy tréningu. Prerušované športy vyžadujú anaeróbne aj aeróbne energetické tréningy ktoré musia zvažovať, či je časová dostupnosť pre rozvoj účinná.

2.1.5 Agilita a jej špecifickosť

Ústrednou koncepciou v prerušovaných športoch je agilita, ktorá nemá žiadnu konkrétnu definíciu. Často je opisovaná, ako schopnosť jedinca rýchlo zmeniť smer pohybu v správny čas (Sheppard, 2006)

Sheppard a Young (2006) poznamenali, že klasická definícia nepokrýva celkový výkon agility a v dôsledku toho navrhli novú definíciu, ako rýchly pohyb celého tela so zmenou rýchlosti alebo smeru s odpoveďou na špecifický podnet. Podľa Shepparda a Youngovho modelu (2006) agilita môže byť rozdelená na podkategórie zahŕňajúce dve hlavné kvality:

- schopnosť vnímania a rozhodovania (kognitívna vlastnosť)
- schopnosť zmeny smeru (fyzická vlastnosť)

V rámci týchto dvoch hlavných komponentov, existujú subkategórie ako sú vizuálne skenovanie, pevnosť nôh a rýchlosť priameho šprintu. Pre rozvoj celkovej výkonnosti sú tieto subkategórie zacielené, na zlepšenie sa v agilite s zacielením na priame šprinty, sila dolných končatín, vnemy a rozhodovanie.

Agilitu môžeme ďalej charakterizovať, ako kombinovanú lokomóciu so zmenami polohy tela, alebo jeho častí (akcelerácia, obraty, laterálne pohyby). Tento termín je aplikovaný v širokom spektre športových súvislostí, ale s veľkým nesúladam. Pravdepodobne ani v súčasnosti neexistuje konsenzus v rámci športovej vedeckej komunity o jasnú definíciu. Agilitou bývajú označované kondičné schopnosti aj pohybové zručnosti, ktoré sa medzi sebou do veľkej miery líšia. Vďaka tejto názorovej nejednoty sa kompiluje pochopenie toho, čo s pod pojmom agility skutočne vyskytuje a aké tréningové metódy ju dokážu ovplyvniť a zvyšovať. Problémy v snahe definovať agilitu sú spôsobené hneď niekoľkými faktormi súvisiace s rôznorodosťou športových disciplín a ich rozdielnym vplyvom na výkonnosť. Biomechanik sa môže pozerat' na agilitu ako pojem zahrňujúci mechanické zmeny v postoji tela. Samotná motorická veda, zase vidí agilitu skôr ako informačný proces v súvislosti s vizuálnym zapracovaním informácií, rozhodovaním a reakciou na daný podnet k zmene smeru a zároveň ako súčasť naučených a opakovaných zručností. Kondiční tréneri sa pozerajú na agilitu a definujú ju v súvislosti s čistými fyzikálnymi zmenami smeru. Rozdiely v týchto definíciách sú spôsobené, kôli rôznym perspektívnym autorom, a uhlom pohľadu v súvislostiach a skúsenostiach. Definícia pojmu agilita v sebe zahrňuje viac významov a preto ju chápeme ako:

- Schopnosť akcelerácie, rýchleho spomalenia pohybu, zmeny smeru.
- Schopnosť športovca intenzívne a efektívne meniť smer pohybu tela a jeho častí v nadväznosti na nasledujúci pohyb alebo hernú činnosť.
- Tréningovou metódou na zvýšenie integrity rýchlostných, silových a koordinačných schopností športovca na základe potrieb daného športu a za účelom intenzifikácie a maximalizácie jeho výkonnosti (Ivanka, 2009).

Sigmon (2003) definuje agilitu ako schopnosť prudko, výbušne a rýchlo akcelerovať, spomaliť, zastaviť, zmeniť pohyb, zmeniť samotnú polohu tela alebo časť tela a znovu čo najrýchlejšie vyštartovať, pričom telo by malo zachovať svoju stabilitu, kontrolu a tým minimalizovať stratu rýchlosti. Agilita vyžaduje od športovca počas pohybu regulovanie posunu ťažiska tela, zatiaľ čo dochádza k posturálnym zmenám svalu pri pohybe.

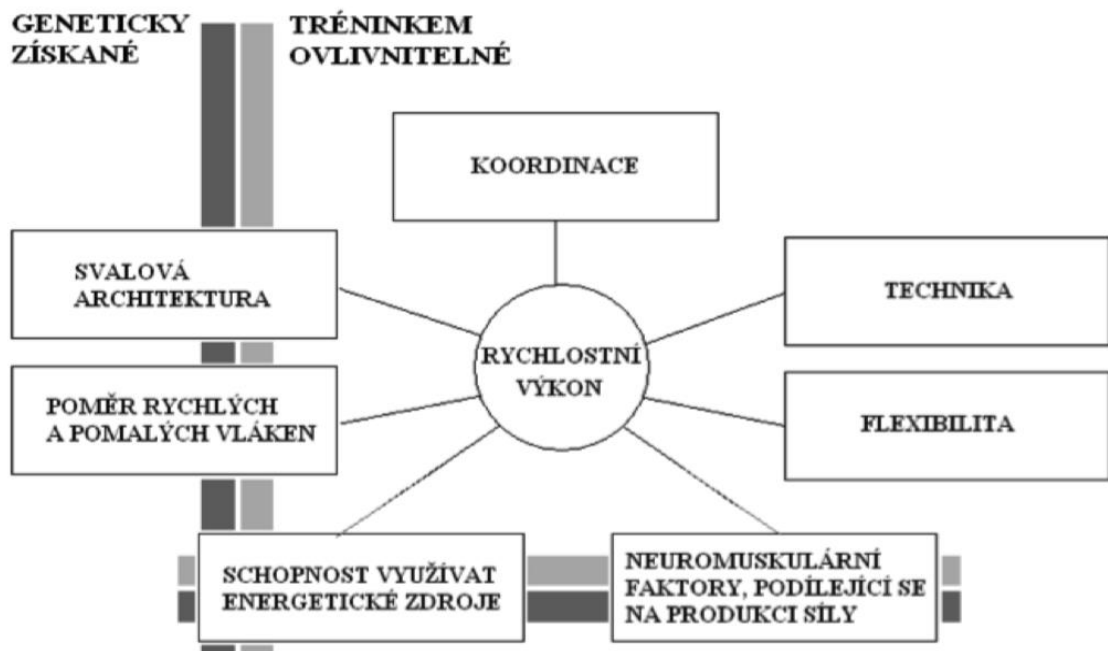
Fikar (2012) popisuje agilitu ako schopnosť športovca intenzívne a efektívne meniť smer pohybu tela a jeho častí nadväznosti na nasledujúcu pohybovú činnosť športovca. Zároveň agilita je tréningová metóda na zvýšenie integrity rýchlostných schopností, silových schopností a koordinačných schopností športovca na základe potrieb daného športu a za účelom intenzifikácie a maximalizácie jeho výkonnosti.

2.1.6 Rýchlostné schopnosti

V rade športových odvetví, je samotný športový výkon podmienený pohybom s vysokou až maximálnou rýchlosťou. Tieto pohyby sú realizované v špecifických pohybových činnostiach, ktoré sú ďalej závislé od herných situácií. Samostatná pohybová činnosť, je vykonávaná maximálnym úsilím po dobu do 15 sekúnd, bez prekonávaného odporu. Pohybová činnosť s vysokými požiadavkami na rýchlosť sa vyznačuje väčšinou špecifickými kvalitatívnymi charakteristikami, ktoré pôsobia na CNS (Bompa, 2000).

Rýchlostné schopnosti chápeme ako jeden z významných faktorov herného výkonu hráčov v športových disciplínach a vo veľa prípadoch výrazne ovplyvňujú výsledok zápasu. Rýchlostné schopnosti sú v porovnaní s ostatnými schopnosťami najviac geneticky ovplyvnené a presne z tohto dôvodu sú aj najťažšie trénavateľné. Napríklad vo futbale prezentujú vysokorýchlostné činnosti iba 11 percent podieľa celkového času, ale v skutočnosti predstavujú rozhodujúce momenty hry a prispievajú k víťazstvu (Little & Williams, 2005). Aj z tohto dôvodu samotní tréneri zaraďujú do tréningového procesu najrôznejšie cvičenia zamerané predovšetkým na rozvoj rýchlostných schopností spolu s agilitou (Brown & Ferrigno, 2005).

Rozvoj rýchlostných schopností preto vyžaduje špecifické prostriedky s optimálnym transferom do pohybového prejavu hráča. So zvyšovaním úrovne hráčov v jednotlivých etapách športovej prípravy sa postupne primerane zvyšujú nároky na špecializovanú prípravu stimulácie rýchlostných schopností. Práve z tohto dôvodu je potrebné uplatňovať také formy a metódy, ktoré sa snažia o čo najväčšie priblíženie časopriestorovým podmienkam prejavu hráča v podmienkach zápasu. Herná špeciálna rýchlosť v zápase je zložená z psychických a následne aj z motorických procesov organizmu. Je potrebné zdôrazniť, že celková rýchlosť hráčov v zápase nezávisí len na schopnosti rýchlej produkcie svalovej energie do pohybovej činnosti, ale aj na vnímaní, rýchlej hodnotiacej schopnosti a anticipácii (Ivanka, 2009).



Obrázok 3 - Faktory ovplyvňujúce rýchlosť pohybu (Grasgruber & Cacek, 2008).

Zvyšovanie úrovne rýchlostných schopností patrí k najkomplikovanejším úlohám počas tréningového procesu. Jedná sa o proces, ktorý si vyžaduje trpezlivosť a značnú odbornosť. Zmena samotnej úrovne rýchlostných schopností predstavuje dlhodobú záležitosť a vyžaduje znalosť v športe. Vďaka tejto znalosti dokáže tréner dlhodobo plánovať a riadiť tréningový proces (Sedláček, 2007).

Delenie rýchlostných schopností podľa (Dovalil, 2002):

- **Reakčná rýchlostná schopnosť**
 - Reakcia jednoduchá
 - Reakcia zložitá
- **Akčná rýchlostná schopnosť**
 - Acyklická
 - Cyklická
 - Rýchlosť akcelerácie
 - Rýchlosť frekvencie
 - Rýchlosť so zmenou smeru

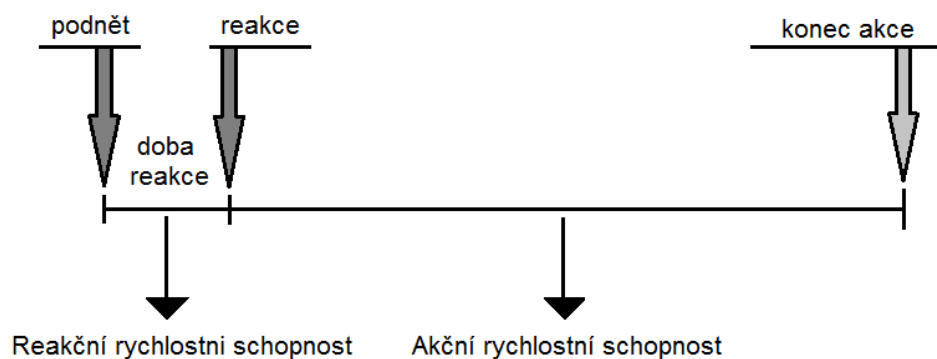
Reakčná rýchlostná schopnosť:

Podľa autorov Perič a Dovalil (2010) je rýchlosť reakcie v čo najkratšom čase reagovať pohybom na daný vytvorený podnet. Doba reakcie je časovo ohraničená medzi vydaním podnetu a skončením celého trvania.

- **Reakcia jednoduchá** – reaguje sa len na jeden podnet, jednoduchou reakciou, odpoveďou (rozbeh atléta po štartovom výstrele). Táto reakcia býva u najrýchlejších jedincov kratšia než 0,1s.
- **Reakcia zložitá** – najjednoduchším spôsobom tohto druhu rýchlosti reakcie je jeden podnet a viac možností reakcie (zápasník zaútočí na súpera, pričom možnosti reakcie na zabránenie útoku je viacero) . Zložitejšou alternatívou je viac podnetov, na ktoré je možnosť rôzne odpovedať. Doba reakcie je podstatne vyššia a hýbe sa v rozmedzí od 0,3-0,4 s. (príkladom môže byť situácia dvoch útočníkov ktorý vedú útok na brankára) (Perič, 2010).

Akčná rýchlostná schopnosť:

Vyjadruje sa dosiahnutím maximálnej rýchlosti zo stavu relatívneho pokoja, klúdu v čo najkratšom časovom intervale. Pre rozvoj akčnej rýchlosti je potrebné využívať maximálnu intenzitu pohybu. Vzďialenosť úseku sa pohybuje od 5 do 60 metrov (podľa zamerania tréningu). Počet opakovania je závislý na kvalite prevedenia a celkovom objeme trénovanosti atléta.



Obrázok 4 - Návaznosť reakčnej a akčnej rýchlostnej schopnosti pri celkovom hodnotení pohybu (Čelikovský, 1979).

Fyziologické determinanty rýchlostných schopností

Grasgruber a Cacek (2008) definujú, že rýchlosť je do určitej miery podmienená geneticky, a preto úroveň rýchlostných schopností je daná:

- Svalovým systémom – ovplyvňuje vysoký podiel rýchlych FG (Fast glycolitic) vlákien vo svaloch (u profesionálnych šprintérov až 90 percent), schopnosť súčasne aktivovať veľký počet motorických jednotiek, rýchleho striedavého napätia, kontrakcie medzi synergistami a antagonistami.
- Nervovým systémom – ovplyvňuje rýchlosť vedenia vzruchu, kvalitu a rýchli prenos informácií počas nervovo svalovej činnosti.
- Energetickým systémom – vysokou zásobou CP a rýchlou re syntézou ATP.
- Psychickými predpokladmi – rýchlym a presným vytvorením predstavy o pohybe, sústredenosti, emočnou stabilitou, psychickou odolnosťou.

Na zlepšenie výkonnosti rýchlostných schopností má veľký vplyv dynamický silový tréning, pričom samotná rýchlosť sa odvíja od silových schopností jedinca. Je potrebné zrýchľovať spoluprácu medzi svalmi, svalovej kontrakcii a reakčnej doby, čo sa dá zaistiť tréningom koordinácie (agility), lebo tá podnecuje nervovú sústavu k vyššej výkonnosti. Dôležitým ďalším aspektom kvalitného tréningu je bezpodmienečne dodržiavanie prestávok medzi záťažou, aby sme docielili plne funkčnú nervovú sústavu. Samotný tréning sa dá upraviť na rozvoj rýchlostnej vytrvalosti, alebo rýchlej sily. Tréning nesmie prebiehať, ak športový subjekt pociťuje únavu, alebo jeho zdravotný stav nie je dokonalý. Rýchlostný rozvoj vychádza

z vysokej až maximálnej pohybovej intenzity, počas plného rozsahu pohybu (napríklad počas behu maximálnou rýchlosťou) (Frank, 2006).

2.1.7 Druhy svalovej kontrakcie

Počas svalovej práce, dochádza k veľkému počtu svalových kontrakcií, ktoré majú za následok pohyb tela, avšak neprichádza iba ku skracovaniu vlákien, ale aj predĺženiu (Stoppani, 2008).

Druhy svalovej kontrakcie sa delia do dvoch základných skupín. Prvá skupina je statická sila, počas ktorej nenastáva pohyb vo svale. Druhou skupinou je dynamická sila, pri ktorej sa sval buď skráti alebo naopak predĺži (Grasgruber & Cacek, 2008).

Dynamická svalová kontrakcia sa rozdeľuje:

- Koncentrická svalová kontrakcia.
- Excentrická svalová kontrakcia.
- Plyometrická svalová kontrakcia.

Statická svalová kontrakcia sa rozdeľuje:

- Izometrická.

Koncentrická svalová kontrakcia

Počas koncentrického pohybu dochádza k skráteniu svalu počas prekonávania záťaže alebo odporu. Z toho vyplýva, že vynaložená práca sa teda rovná násobku veľkosti zdvihu a hmotnosti samotného odporu (Grasgruber & Cacek, 2008).

Lehnert (2010) uvádza, že sa jedná o prekonávajúcu alebo pozitívne dynamickú svalovú kontrakciu. Počas pohybu sa na sval vyvinie väčšia sila ako je samotný odpor. V priebehu tejto činnosti sa nemení intramuskulárne napätie svalu a dochádza aj ku skracovaniu svalových vlákien.

Pre danú svalovú kontrakciu je prirodzené zväčšenie veľkosti objemu svalového bruška a skrátenie svalu. Sila vo svale tým pôsobí takým istým smerom ako sa pohybuje časť samotného tela (Baňárová, Černický, & Malay, 2016). Ak sa sval viditeľne skracuje a vytvára napätie, táto činnosť alebo funkcia svalu sa nazýva koncentrickou kontrakciou. V tomto pohybe sa sily vytvárajúce intramuskulárne napätie v rovnakom smere ako je zmena uhla v kĺbe, čo

znamená že pohyb kontrolujú agonisti. Tiež pohyb končatín, ktorý sa vytvára koncentrickým pôsobením je nazývaný ako pozitívny, pretože spoločný smer je proti gravitácii (Hamill, 2009).

Excentrická svalová kontrakcia

Počas dynamickej svalovej činnosti dochádza k predlžovaniu svalu, chápeme tomu ako negatívnu fázu opakovania s náčiním (Grasgruber & Cacek, 2008).

Excentrická kontrakcia sa chápe ako negatívne dynamická svalová kontrakcia, alebo ustupujúca. Počas tohto pohybu svalu, je samotný odpor väčší ako sila vyprodukovaná v svale. Úpony sa od seba vzdávajú čo spôsobí, že svalové vlákna sa začnú preťahovať. Výsledkom celého tohto procesu, ktorý prebieha smerom k pohybu záťaže je spomalenie alebo zbrzdzenie pohybu. Využíva sa najmä v športových hrách vo forme tlmenia dopadu po odraze (Lehnert, 2010).

Izometrická svalová kontrakcia

Definuje sa ako sťah svalu, počas ktorého nevzniká žiaden pohyb. Sval vykonáva len statickú činnosť, nedochádza k zmene dĺžky svalu. Jeho samotná akcia je viditeľná len na zmene napätia v svalovom brušku. Tento druh sťahu rýchlo podlieha únave, pretože trvajúci sťah sťažuje prietok krvi vo svalovom vlákne (Baňárová, Černický, & Malay, 2016).

K svalovej kontrakcii dochádza ak sval vyvíja silu ale poloha tela ani dĺžka samotného svalu sa nemení, ostáva jednotná. Svaly sa snažia bremenom, alebo náčiním pohnúť ale vzhľadom na to že daný predmet nejaví známky pohybu, nenastáva tým ani zmena dĺžky svalu (Stoppioni, 2008).

Pastucha (2011) uvádza, že izometrická kontrakcia je prototypom sťahu v jednej polohe a to v statickej. Daný tlak na sval obmedzuje cirkuláciu krvi a zvyšuje periférnu rezistenciu, čo môže mať za následok zvýšenie krvného tlaku v ľudskom organizme. Dlhodobá kontrakcia vyvoláva ochranný mechanizmus a nastávajú kľčové stavy vo svale.

2.2 Anatómia kolenného kĺbu

Kolenný kĺb je najväčším a najkomplikovanejším synoviálnym kĺbom v ľudskom tele. Nachádza sa v strede dolnej končatiny a umožňuje jej ohyb. Bez tohto pohybu, flexie by nemohla byť uskutočnená chôdza (Gross, Fetto, Supnick, Zemanová, & Vacek, 2005)

V kolennom kĺbe sa nachádzajú dve najdlhšie kosti ľudského tela, tibia a femur. Tie autor Dovalil (2002) zároveň považuje za najdlhšie páky v ľudskom tele. Spolu tvoria tibiofemorálny kĺb, ktorý sa skladá z mediálneho a laterálneho tibiofemorálneho kĺbu. Kĺbovú hlavicu tvorí mediálny a laterálny kondyl femuru, ktorý na prednej strane má vztýčnú plochu pre patelu (Bartoníček & Heřt, 2004).

Kontakt medzi femurom a tibiou je v horizontálnej polohe – tibia počas stoja smeruje zvislo distálne a telo femuru je odklonené od vertikály. S osou tibie tak uzatvára otvorený uhol – fyziologicky abdukčný uhol. Ten sa pohybuje v rozmedzí od 170° - 175° , ale v praxi sa však používa termín Q – uhol, ktorý je namiesto tupého abdukčného uhla vyjadrený o doplnujúci uhol do vertikály. Zároveň je uhlom, ktorý zvierajú osa ťahu m. Quadriceps femoris a osa ligamentum patelle. Norma sa pohybuje u mužov a žien rozlične (muži – 10° , ženy – 15°) (Čihák, 2011). K zaisteniu stability femorotibiálneho kĺbu prispievajú dynamické a statické komponenty (svaly a väzy), menisky a chrupavky (Gross, Fetto, Supnick, Zemanová, & Vacek, 2005).

Kolenný kĺb je stredným kĺbom dolnej končatiny s hlavným jedným stupňom vlastnej voľnosti. Ako prídavný stupeň môžeme zobrať do úvahy možnosť rotácie počas flektovania kolenného kĺbu. Z mechanického hľadiska je tento kĺb kompromisom medzi vysokou stabilitou počas extenzii a veľkou mobilitou počas miernej flexii. Vďaka tejto mobilite je tento kĺb nepostrádateľný počas behu (Kapandji, 1998).

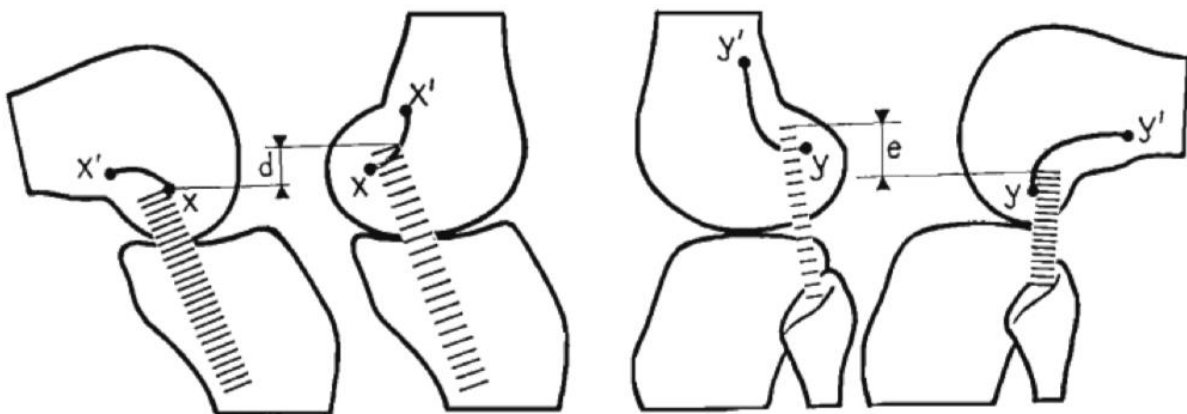


Obrázok 5 - Dva stupne voľnosti flektovaného kolenného kĺbu (Kapandji, 1998)

Počas flexie je kolenný kĺb najviac nestabilný a je náchylný k zraneniam. Najzraniteľnejšou časťou sú ligamenty a menisky. Ak dochádza k extenzii, kĺb je náchylný k fraktúre kĺbnej plochy alebo k ruptúre ligamenta (Kapandji, 1998).

Väzivový aparát kolenného kĺbu

Zo všetkých končatinových kĺbov je najzložitejší a zároveň najmohutnejší. Samotné väzy, nachádzajúce sa v kolennom kĺbe, zabezpečujú pasívnu stabilitu a majú vplyv na samotnú kinematiku pohybu (Čihák, 2006).



Obrázok 6 - Postranné väzy počas flexie a extenzie (Kapandji, 1998).

Rozlišujeme tri druhy väzov:

1. Intraartikulárne väzy.
2. Kapsulárne väzy.
3. Väzy meniskov.

Skrížené väzy, *liggamenta cruciata* genus, spolu s meniskami sa v anatómii považujú za intraartikulárne stabilizátory kolena. Tvoria ich dva navzájom sa krížiace silné pruhy. Sem zaradujeme predný skrížený väz (LCA) a zadný skrížený väz (LCP). *Ligamentum cruciatum posterius* je považovaný za dominantnejší, silnejší. Preto sa pravidelnejšie hovorí o poškodení predného skríženého väzu.

Kapsulárne väzy majú za cieľ posilňovať kĺbové puzdro. Zaradujeme sem vnútorný postranný väz, ktorý je najväčším stabilizátorom vnútornej strany kĺbu. Na laterálnej strane sa stará o stabilitu vonkajší postranný väz. Oba väzy umožňujú rotáciu počas odomknutého kĺbu a stabilizáciu keď je kĺb v uzamknutom stave.

Väzy meniskov sú drobné väzy fixujúce oba menisky medzi sebou a zároveň fixujú okolité telesá v kolennom kĺbe (Véle, 1995).

2.2.1 Svaly kolenného kĺbu

Svaly zaisťujú aktívny pohyb celého kĺba a podieľajú sa na samotnej stabilizácii. Zaradujú sa sem tri skupiny, ktoré sa podieľajú na funkcii kĺbu a súčasne majú aj vzťah ku kĺbu bedrovému.

- Skupina extenzorov kolena – m. *Quadriceps femoris*.
- Skupina flexorov kolena - m. *Biceps femoris*, m. *Semimebranosus*, m. *Semitendinosus* .
- Skupina s nešpecifickou funkciou v kolennom kĺbe – m. *Sartorius*, m. *Gracilis*, m. *Popliteus* (flexia a intrarotácia kolena, podieľa sa na odomknutí kolena), m. *Gastrocnemius* (plantárna flexia), m. *Tensor fascie latae* (Véle, 1995).

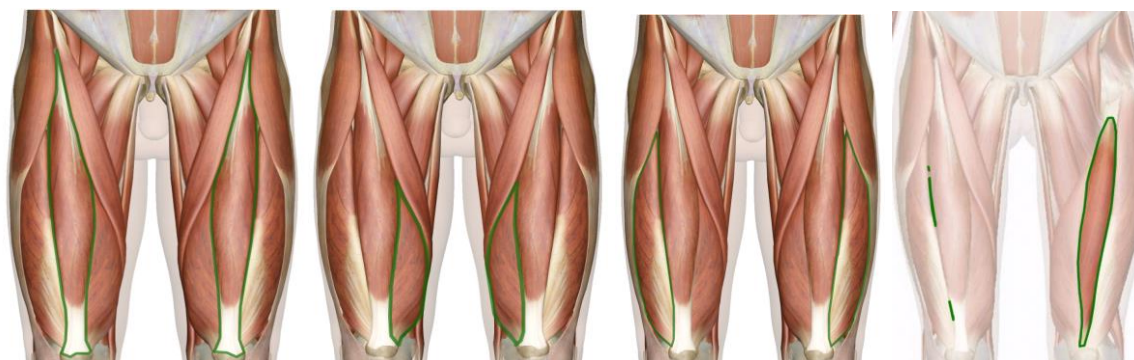
Predná skupina svalov

Musculus sartorius je najdlhším svalom v tele, začína na spina iliaca anterior superior a upína sa prostredníctvom pes anserinus pri mediálnej strane tuberositas tibiae. V bedrovom kĺbe vykonáva flexiu, abdukciu a vonkajšiu rotáciu, v kolennom kĺbe flexiu a vnútornú rotáciu.



Obrázok 7 – Musculus sartorius (Innerbody, 2018)

Musculus quadriceps femoris je mohutný sval skladajúci sa zo štyroch častí: m. rectus femoris s caput rectum začínajúcim na spina iliaca anterior inferior a caput reflexum na bedrovej kosti nad acetabulom, m. vastus medialis so začiatkom na labium mediale lineae asperae, m. vastus lateralis na labium laterale lineae asperae a m. vastus intermedius s origom na tele femuru. V distálnej časti stehna sa svaly spájajú do mohutnej šľachy upínajúcej sa do basis patellae. Šľacha pokračuje ako ligamentum patellae a pripája sa na tuberositas tibiae. Sval ako celkom zaisťuje extenziu v kolennom kĺbe a musculus rectus femoris navyše vykonáva flexiu v bedrovom kĺbe. Inervácia oboch svalov je nervus femoralis z plexus lumbalis (Dylevský, 2009).



Obrázok 8 – m. rectus femoris, m. vastus medialis, m.vastus lateralis, m.vastus intermedius (Innerbody, 2018)

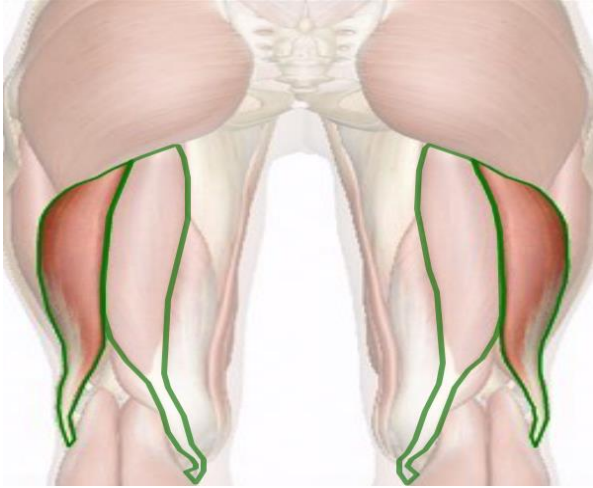
Zadná skupina svalov

Musculus biceps femoris je dlhý vretenovitý sval na zadnej a laterálnej strane stehna s dvoma hlavami caput longum so začiatkom na tuber ischiadicum a caput breve na strednej časti labium laterale lineae asperae. Po spojení sa sval upína na hlavičku fibuly. Jeho funkciou je flexia v kolennom kĺbe, supinácia pri flektovanom predkolení, caput breve vykonáva extenziu a addukciu v bedrovom kĺbe.



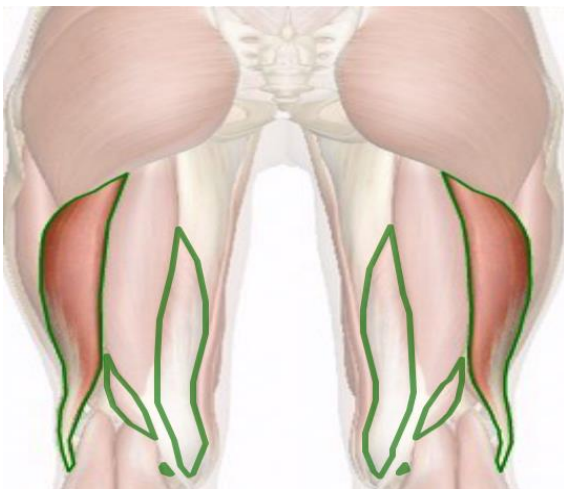
Obrázok 9 - Musculus biceps femoris (Innerbody, 2018)

Musculus semitendinosus je vretenovitý sval, ktorého distálna časť je tvorená šľachou. Začína na tuber ischiadicum a upína sa prostredníctvom pes anserinus na tuberositas tibiae. Zaisťuje flexiu v kolennom kĺbe a extenziu, addukciu a vnútornú rotáciu v bedrovom kĺbe.



Obrázok 10 - Musculus semitendinosus (Innerbody, 2018)

Musculus semimembranosus je dlhý objemný sval s počiatočnou blanitou šľachou, ktorého začiatok je na tuber ischiadicum a za mediálnym kondylom stehennej kosti sa člení na tri časti. Predná časť sa upína na mediálny kondyl tibiae, stredná časť do puzdra kolenného kĺbu ako ligamentum popliteum obliquum a zadná časť prechádza do fascie musculus popliteus. Vykonáva flexiu v kolennom kĺbe, extenziu, addukciu a vnútornú rotáciu v bedrovom kĺbe.



Obrázok 11 - Musculus semimembranosus (Innerbody, 2018)

Inerváciou svalov je nervus ischiadicus z plexus sacralis. Tieto svaly ako typické flexory kolenného kĺbu sú označované názvom hamstringy. Flekčná sila týchto svalov aktivovaných súčasne je závislá na postavení panvy. So stúpajúcou flexiou panvy aktivita a sila hamstringov rastie (Dylevský, 2009).

Musculus popliteus je plochý trojuholníkovitý sval tvoriaci spodinu zákolennej jamky. Jeho začiatkom je epicondylus lateralis femoris a upína sa proximálne od linea musculi solei na tibií. Zaisťuje flexiu v kolennom kĺbe, pri flektovanom kolene napomáha pronácii predkolenia a je maximálne aktivizovaný pri natiahnutí zadného skríženého väzu a svojim ťahom väz chráni. Inervácia je nervus tibialis z plexus sacralis (Dylevský, 2009).

2.2.2 Biomechanika kolenného kĺbu

Kolenný kĺb ma za cieľ plniť rôzne funkcie pohybového aparátu. Je nosným kĺbom dolnej končatiny a umožňuje potrebný rozsah pohybov medzi hornou a dolnou časťou dolej končatiny. Vďaka kolennému kĺbu sa tlakové sily vzniknuté prácou svalového aparátu a hmotnosti tela dokážu rovnomerne rozložiť. Týmito zákonitosťami sa zaoberá samotná biomechanika. Najdôležitejším faktorom pri správnej funkcii kolena, je minimalizácia trenia, premazávanie samotného kĺbu. Redukciu trenia nám zabezpečuje synoviálna tekutina, ktorá sa stará o pružnosť hyalínovej chrupavky (Živčák, 2004).

Základné pohyby v kolennom kĺbe

- Flexia: 130 – 160 stupňov
- Extenzia: 0 – 5 stupňov
- Extrarotácia: 0 – 21 stupňov
- Intrarotácia: 0 – 17 stupňov (Živčák, 2004).

2.2.3 Kinematika kolenného kĺbu

Pohyby v kolennom kĺbe sú flexia, extenzia, extrarotácia a intrarotácia. Všetky ostatné pohyby sú radené medzi pasívne a využívajú sa iba pri lekárskom vyšetrení.

Extenzia:

V tomto postavení, je koleno v prirodzenom, základom rozpoložení. Z tohto postavenia sa dá zväčšiť rozsah kolenného kĺbu o 5 až 10 stupňov v zmysle extenzie. V základnej polohe, je koleno najstabilnejšie a prakticky nie sú žiadne rotácie možné. Hyperextenzia je limitovaná vďaka predným skríženým väzom. Extenziu vykonáva m. Quadriceps femoris, ktorý je súčasťou extenzného aparátu kolenného kĺbu. Svaly ktoré napomáhajú extenzii sú: m. Tensor fascia latae a m. Gluteus maximus. Netreba zabúdať na výpomoc svalov trupu, ktoré nám stabilizujú pohyb.

Flexia:

Za maximálnu aktívnu flexiu sa považuje hodnota okolo 140 stupňov s možnosťou pasívneho zväčšenia o 20 stupňov. Počas 90 stupňovej flexie má koleno značnú variabilitu pohybu, čo vychádza z tvaru styčných plôch. Samotný pohyb prebieha v niekoľkých fázach. Prvá, úvodná začína začiatočnou rotáciou, laterálny kondyl femuru rotuje a mediálny sa posúva pričom sa koleno odomkne. Druhá fáza je charakteristická valivým pohybom kondylov femuru. V záverečnej fáze sa menisky posúvajú po túbii, preto hovoríme o kĺzavom pohybe. Flexiu kolena vykonávajú svaly m. Biceps femoris, m. Semitendinosus a m. Semimembranosus. Pomocnými svalmi sú m. Gracilis, m. Sartorius, m. Gastrocnemius a m. Popliteus (Dylevský, 2009).

Rotácia:

Prirodzený rozsah rotácie v kolene stúpa so zväčšujúcou sa flexiou kolena. Väčšinou je rozsah pohybu v rozmedzí 20 až 30 stupňov. Rotácia nie je uskutočniteľná počas extendovaného kĺbu. Veľký vplyv má na rotáciu zaťaženie kĺbov, pretože tlak ju môže ovplyvniť. Kolenný kĺb nemá stálu os svojho pohybu. Tá je ovplyvňovaná rôznym stupňom flexie a hovoríme o instantnom centre rotácie. Pri extrarotácii sa napínajú kolaterálne väzy, ale skrížené väzy podstupujú relaxáciu. Svaly podieľajúce sa na rotácii m. Semitendinosus a m. Semimembranosus. Nápomocné sú m. Sartorius, m. Gracilis a m. Popliteus (Dylevský, 2009).

Svaly zapojené do šprintu:

Vzpriamená poloha trupu bežcovi vytvára ideálne podmienky pre činnosť predných a zároveň zadných svalov dolných končatín pre odraz a samotný švih. Počas behu je dôležitá práca panvového a brušného svalstva, nakoľko ovplyvňuje os tela počas behu. Čím väčší je rozsah svalov brucha a panvy, tým viacej je ťažisko posunuté smerom vpred, pri fáze opory. Vďaka tejto polohe dochádza k zmršteniu po natiahnutí a tým má bežec ostrejší uhol odrazu. Tieto aspekty primárne ovplyvňujú beh smerom vpred. Svalstvo pracuje viac vo fáze odrazu a u odrazovej nohy sa zapojujú predovšetkým svaly napomáhajúce extenziu nohy v bedrovom, kolennom kĺbe a členku (Pařík, Hojka, & Kračmar, 2011).

Fázy pohybu počas šprintu:

- Akceleračná fáza – jedná sa o prvých 10 krokov, ktoré nasledujú okamžite po štarte. Tieto kroky slúžia pri prechode do plného šprintu do maximálnej rýchlosti. Dĺžka tejto fázy je v rozmedzí 0 až 15 metrov.
- Fáza kontaktu – jedná sa o časový úsek v priebehu od kontaktu chodidla so zemou do straty kontaktu medzi zemou a prstov chodidla.
- Fáza letu – jedná sa o dobu straty kontaktu prstov jednej dolnej končatiny so zemou do doby než príde ku kontaktu so zemou u druhého chodidla.
- Fáza maximálnej rýchlosti – jedná sa o fázu nadobudnutia maximálnej rýchlosti až po okamih kedy dochádza k značnému spomaleniu maximálnej rýchlosti vplyvom únavy, resp. ukončením behu, dorazeniu do cieľa alebo potrebou zmeny smeru (Macadam, Cronin, & Simperingham, 2016).

Uhly kolenného kĺbu počas šprintu:

- Fáza akceleračná – pri akcelerácii vyplýva u biomechaniky pohybov nutnosť dlhšieho kontaktu dolných končatín so zemou a dlhšia práca jednotlivých svalov v konkrétnych fázach. Počas zrýchlenia sa uhly v kolennom kĺbe vo fáze kontaktu dolnej končatiny so zemou pohybujú v rozmedzí od 105 stupňov do 139 stupňov (Haugen & Danielsen, 2018). V podobnej štúdií bol rozsah v kolennom kĺbe na prvých 20-tich metroch počas akceleračnej fázy po štarte z štartovacích blokov v rozmedzí 104 až 130 stupňov (Janovski & K., 2017).
- Fáza maximálnej rýchlosti - počas maximálnej rýchlosti behu Usaina Bolta pri jeho najrýchlejších 20-tich metroch bol uhol kolenného kĺbu pri dokroku na zem 169 stupňov, v počiatku brzdiacej fáze 152 stupňov a počas odrazu 155 stupňov. (Čoh, Hébert-Losier, Štuhec, Babic, & Supej, 2018). Potvrďuje sa, že pri došlape sa kolenný kĺb nachádza v 153 stupňoch a po odraze, v 154 stupňoch (Haugen & Danielsen, 2018).

3 CIELE A VÝSKUMNÉ OTÁZKY

3.1 Ciele

Cieľom práce je posúdiť vplyv tréningového programu u adolescentných hráčov basketbalu na ich akceleračnú a lokomočnú rýchlosť, agilitu a silu hamstringov pomocou unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji. Posilňovanie flexorov kolenného kĺbu sa vykonáva v obmedzenom rozsahu pohybu.

3.2 Čiastkové ciele

1. Overiť efekt izolovaného posilňovania flexorov kolenného kĺbu v obmedzenom rozsahu na akceleračnú rýchlosť.
2. Overiť efekt izolovaného posilňovania flexorov kolenného kĺbu v obmedzenom rozsahu na agilitu.
3. Overiť efekt izolovaného posilňovania flexorov kolenného kĺbu v obmedzenom rozsahu unilaterálneho pohybu s využitím pneumatického odporu na izometrickú silu hamstringov.

3.3 Výskumné otázky

1. VO1: Dôjde u sledovaných hráčov po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji ku zmenám akceleračnej rýchlosti?
2. VO2: Dôjde u sledovaných hráčov po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji ku zmenám agility?
3. VO3: Dôjde u sledovaných hráčov po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji ku zmenám izometrickej sily hamstringov?

4 METODIKA

4.1 Charakteristika výskumného súboru

Skúmaní boli dvaja hráči adolescentného veku, hrajúcich v klube SK UP BCM Olomouc. Konkrétne somatometrické údaje dvoch hráčov sú uvedené v tabuľke 2. Hráči basketbalu disponujú viac ako 5 ročnou hernou praxou, ktorá zahŕňa aktívnu účasť na tréningoch, zápasovú prax a kondičnú prípravu. Zároveň ich zdravotná spôsobilosť nevykazovala žiadne zranenia viac ako 6 mesiacov pred zahájením našej štúdie. V priebehu prípravného obdobia absolvovali hráči 2 kondičné tréningy za týždeň.

Tabuľka 2 - Somatometrické premenné sledovaných hráčov

	Hráč 1	Hráč 2
Výška (cm)	183,9	173,2
Vek	15,0	15,0
Hmotnosť (kg)	70,1	70,6
Telesný tuk (kg)	6,0	8,1
Kostrové svaly (kg)	36,3	35,4
Segmentálna analýza svalov pravej nohy (kg)	10,8	10,0
Segmentálna analýza svalov ľavej nohy (kg)	10,7	9,8

4.2 Postup merania a tréningový program

Merania prebiehali v máji 2019 pred štvortýždňovou tréningovou intervenciou a v júni po ukončení tréningovej intervencie v priestoroch FTK UP v Olomouci. V rámci každého merania hráči postupne absolvovali test na In Body, pomocou ktorého sme získavali ich antropometrické dáta uvedené v tabuľke 2. Zároveň sme testovali hráčov v 20 metrovom úseku na šprint a agilitu 505 pomocou fotobuniek a na prístroji HUR 5530 leg extention/curt rehab machine.

Tréningový program bol vytvorený po konzultácii s kondičným trénerom basketbalového družstva. Jeho obsahom boli dve časti, nešpecifická a špecifická časť tréningovej jednotky. V rámci nešpecifickej tréningovej časti sa vykonávali cviky s cieľom precvičiť celé telo. Jednalo sa o cviky s vlastnou váhou za pomoci tréningových pomôcok (kettlebell a expander). V špecifickej časti vykonávali hráči cvik Leg Curl na pneumatickom stroji HUR 5530 leg extention/curt rehab machine v sekvenčnosti 1-0-1. Nešpecifické cviky zaradené do

tréningového plánu nemali vplyv na výsledky nášho výskumu. Detailný popis štvortýždňového tréningového programu adolescentných hráčov basketbalu je detailne rozpisovaný v prílohe č.1.

Rozcvičenie 10'

Cieľ: Hlavnou úlohou bolo pripraviť hráčov na podanie maximálneho možného výkonu, preto hráči zvolili sebe najpriateľnejšiu možnú rozcvičku, aby nadobudli stav pripravenosti. Zamerali sa na ľahký dynamický strečing, lokomočné cviky na dolné končatiny a krátky výklus.

A: oboznámenie sa s TJ.

B: IZ: 1':30'' – 2':30'' úvodný tonizačný beh

C: na 2x: 10m úsek:,high – knees, kick – backs, zig – zags, lounges, side to side lounges, reakčný šprint, IZ:5'', IO: 1-8, PS: 14

D: individuálny dynamický strečing, IZ: 3' – výskok na kôš počas chôdzi a príťahovanie kolena k hrudníku za asistencie horných končatín. Zakopávanie a príťah priameho priehlavku k m. gluteus maximus. Poskoky stranou na reakciu trénera, šprint s prudkým ubrzdnením pohybu. Švihové cvičenie dolnej končatiny kyvadlovým spôsobom pomocou steny ako oporného bodu.

Vysvetlivky: TJ – Tréningová jednotka, IZ – Intenzita záťaže, IO – Interval odpočinku, PS – Počet sérii

Špecifické rozcvičenie

1. Šprint na 20 metrov a agility 505 test

Po nešpecifickom rozcvičení prebehlo u bežeckých testov (20m šprint, 505 agility test) pred meranými pokusmi špecifické rozcvičenie. Pred konkrétnym meraným testom účastníci urobili 2 cvičné pokusy v rámci špecifickej prípravy na test. Intenzita cvičných pokusov bola submaximálna (približne 80 - 90 % maximálneho možného úsilia). Medzi meraným a cvičným pokusom (a následne 1. meraným a 2. meraným pokusom) nasledoval 120 sekúnd trvajúci oddych.

2. Zahrievanie u testu izometrickej kontrakcie (IZ) kolenných flexorov zahŕňalo 30 sekúnd dynamického zakopávania v postoji obomi nohami na striedačku a 20 ľahkých izometrických kontrakcií proti odporu zeme pri ľahu na chrbte. Po tomto nasledovala 120 sekundová pauza vyplnená dynamickým strečingom zameraným na zadný

pohybový reťazec. Špecifické rozcvičenie pred pokusom tvorili 3 kolenné flexie, pričom každý pokus trval približne 2 sekundy. Účastníci testu boli inštruovaný, aby začali ľahkým prvým pokusom (úsilie približne 50 % maximálnej kontrakcie) a pokračovali ďalšími pokusmi väčším úsilím, až k skoro maximálnej kontrakcii. Pri treťom pokuse (úsilie približne 90-100 % maximálnej možnej kontrakcie). Po 60 sekundovej prestávke nasledovali dva ostré testy (jedna dolná končatina – flexia, druhá dolná končatina – flexia). Dva pokusy pre každý test (celkom teda 2 kontrakcie na ľavú a 2 na pravú nohu). Dĺžka maximálnej kontrakcie pri ostrom pokuse bola 5 sekúnd. Medzi pokusmi sú 60 sekundové odpočinky. Doba odpočinku medzi testovaním dominantnej a nedominantnej končatiny bola 120 sekúnd.

Šprint na 20 metrov

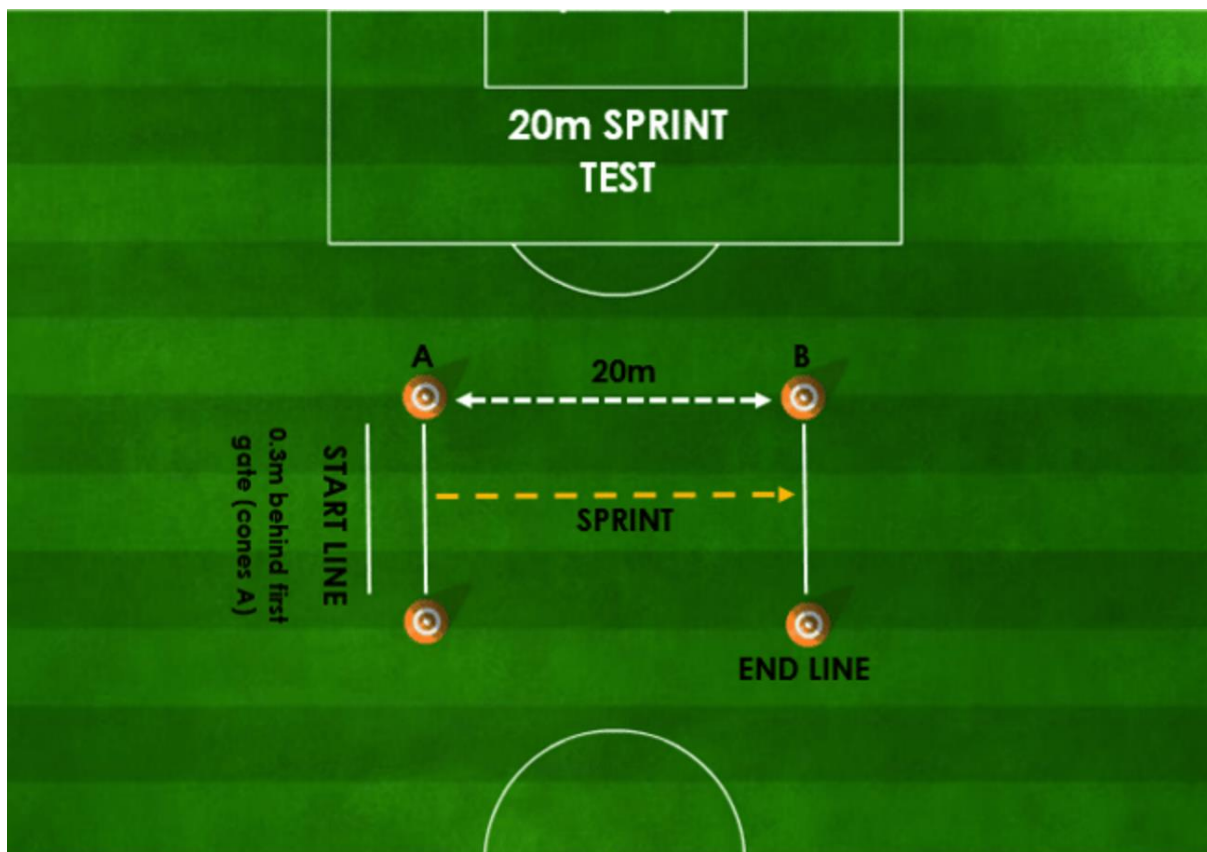
Cieľ: absolútna realizačná rýchlosť

Použité prístroje: Fotobunky

Prevedenie: Hráč zahajuje pohyb z polovysokého štartu bez pokynov časomerača.

Výsledok: Merajú sa dva pokusy. Zaznamenáva sa najlepší nameraný čas.

Medzi jednotlivými pokusmi nasleduje minimálne dvoj minútova pauza pre každého hráča.



Obrázok 12 - Šprint na 20m (Science for Sport, 2016)

Reliabilita šprintu na 20 metrov

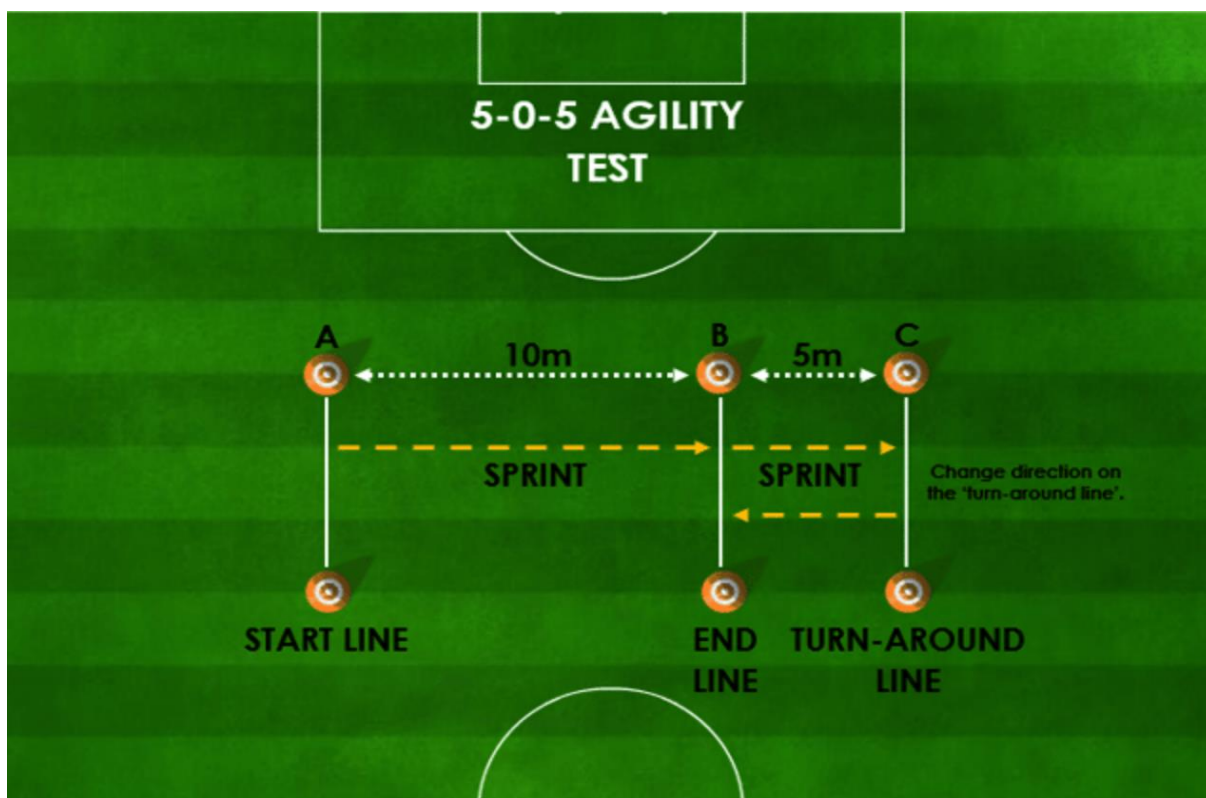
Spôľahlivosť testu šprintu na 20 metrov môžeme prezentovať štúdiou (Hopker, Coleman, Wiles, & Galbraith, 2009). Cieľom štúdie bolo posúdiť reliabilitu šprintu v terénnych a laboratórnych podmienkach. Dvadsaťjeden mužov (priemer \pm s: 19 ± 1 rok, $1,79 \pm 0,07$ m, $77,6 \pm 7,1$ kg) a sedemnášť žien (priemer \pm s: 21 ± 4 roky, $1,68 \pm 0,7$ m, $62,7 \pm 4,7$ kg) vykonali maximálny 20 metrový test šprintu. V laboratóriu sa uskutočnili štyri pokusy na bežiacom páse a ďalšie štyri boli vedené v tréningových podmienkach na tvrdom povrchu. Čas v terénnych podmienkach sa zaznamenával pomocou jednobunkových fotobuniek. Pokusy sa uskutočňovali v náhodnom poradí bez toho, aby sa pred testovaním oboznámili. Interval spoľahlivosti, validity šprintu na 20 metrov dosahoval 95 % - nú spoľahlivosť (ICC: 95%) testu. Medzi terénnymi a laboratórnymi podmienkami však existujú významné rozdiely v čase rýchlosti na 20 metrov. Je to predovšetkým kvôli treciemu odporu, na ktorom sa šprint vykonáva.

Agility 505 test

Cieľ: Lokomočná rýchlosť, obratnosť (maximálna rýchlosť, schopnosť obratu/zmeny smeru)

Použité prístroje: Fotobunky

Prevedenie: Bez pokynov časomerača zahájí hráč pohyb z polovysokého štartu. Značky sú nastavené na 5m a 15m od čiary vyznačenej na zemi. Hráč bežal od 15 metrovej čiary (štartová čiara) smerom k čiare, na ktorej sú umiestnené fotobunky. Tento 10 metrový úsek slúži na nabratie maximálnej rýchlosti. Čas sa zaznamenáva od momentu, kedy hráč prebehne medzi fotobunkami. Jeho úlohou bolo prebehnúť vzdialenosť 5 metrov čo najrýchlejšie, vyšliapnuť za konečnú čiaru oboma dolnými končatinami, otočiť sa tak, aby hranicu 5 metrov neprekročil príliš a vrátil sa späť na čiaru s fotobunkami, ktoré po dobehnutí ukončia meranie. Testovaná bola schopnosť otáčania sa na každú stranu. Cez ktorú stranu sa hráč otáčal, bolo dopredu určené. Pokusy boli celkom štyri, na každú stranu dve. Počítal sa najlepší čas na každú stranu. Medzi jednotlivými pokusmi nasledovala minimálne dvoj minútová pauza pre každého hráča. Meralo sa striedavo ľavá/pravá/ľavá/pravá.



Obrázok 13 - Agility 505 test (Science for Sport, 2016)

Reliabilita testu Agility 505

Autori Barber, Paul, McMahon, & Comfort (2015) vo svojej štúdií skúmali stanovenie spoľahlivosti testu zmeny smeru 505 (COD) vykonaného 45 so stacionárnym aj letným štartom. Výsledky naznačujú, že test 505 COD 55 je spoľahlivým testom, či už so statickým, alebo letným štartom. Najmenší detekovateľný rozdiel bol 3,91 % a 3,97 % pre stacionárny štart a letný štart. (Barber, Paul, McMahon, & Comfort, 2015)

Izometrická dynamometria – Leg curl

Ciel': absolútna IZ kontrakcia, priebeh nárastu IZ sily

Použité prístroje: Leg extension/curl rehab machine, dynamometer

Prevedenie: Hráči sú pred samotným testovaním poučení a riadne inštruovaní o význame a priebehu tohto vyšetrenia. Počas vyšetrenia prebieha fixácia pacienta v pevnom kresle, ktoré je súčasťou prístroja, v základnej polohe dôležité pre izometrické vyšetrenie. Základnou polohou je sed, počas ktorého kolenný kĺb zaujme flexiu, počiatočná fáza bez odporu. Na distálnom konci prístroja je podložka, vďaka ktorej je hráč schopný vykonať flexiu v kolennom kĺbe proti odporu. Táto podložka je spojená so sondou tenzometru, ktorý zaznamenáva zaťaženie. Podložka pomocou ktorej vykonáme flexiu v kolennom kĺbe je pevná a neumožňuje žiaden iný pohyb.

Hráči absolvujú maximálny IZ test s použitím stroja *HUR 5530 leg extention/curt rehab machine* (HUR Limited, Kokkola, Finland) a dynamometer *Performance Recorder unit* (PR1, HUR Limited, Kokkola, Finland). Namerané výsledky budú zaznamenané pomocou *Recorder Software Suit* (HUR Limited, Kokkola, Finland). Počas testov účastníci dodržiavajú stanovené pravidlá. Chrbát sa dotýka operadla, stehná a trup účastníkov sú fixované pomocou fixačných prúžkov. Účastníci použijú zábradlia na bokoch stroja, aby dosiahli lepšiu fixáciu. Uhol bedra dosahuje 75° (úprava podľa opierky chrbta). Uhol kolena je 140° pre flexiu (kde 180° znamená plnú extenziu). Uhol kolena bude nastavený valčekom (5 polôh). Kontakt s valčekom bude v oblasti malleolus medialis. Účastníci budú inštruovaní, aby počas testov udržiavali dorsálnu flexiu. Doba odpočinku medzi testovaním dominantnej a nedominantnej končatiny je 120 sekúnd. **Výsledok:** Merajú sa dva pokusy na každú nohu. Zaznamenáva najvyššiu nameranú hodnotu kontrakcie.



Obrázok 14 - HUR 5530 leg extension/curt rehab machine

Reliabilita izometrického merania

Reliabilite izometrického merania hráčov volejbalu sa venovali autori Dauty & Rochcognar (2001). Výsledky ukazujú vynikajúcu reprodukovateľnosť pre izokinetický sústredný maximálny krútiaci moment pri 180 °/s. (ICC: 0,94) a veľmi dobrá reprodukovateľnosť pre izokinetický excentrický špičkový krútiaci moment pri 30 a 60 °/s. (ICC: 0,86; 0,83). Výsledky tohto testovania odhalili vysokú spoľahlivosť izometrického merania dolných končatín. (Dauty & Rochcognar, 2001)

Somatometria – Inbody

Prístroj InBody (InBody 770, Biospace, Soul, Kórea) se softwarom (Lookin'body 120, Biospace, Soul, Kórea) využíva osem dotykových elektród, ktoré sú zabudované do plochy na váhe a rukoväti. Pomocou týchto elektród meria telo po segmentoch. Samotné vyšetrenie poskytuje výsledky analýzy: Telesná voda, telesný tuk, svalová hmota, bez-tuková hmota, váha, BMI, percentuálny podiel telesného tuku, pomer pasu k bokom, BMR. Súčasťou je segmentálna analýza s informáciami o parametroch minerálov, svalovej hmote, tuku apod. pre každú končatinu. Je potrebná zadať výšku a vek testovanej osoby

Účastníci sú upozornení, aby nevykonávali žiadny náročný tréning alebo iné vyčerpávajúce aktivity 48 hodín pred testom. Telesná výška bola meraná pomocou stadiometra (Leicester High Measure MK II, Leicester, Veľká Británia). Celková telesná hmotnosť, hmotnosť bez tuku, hmotnosť kostrového svalstva, percento telesného tuku a ďalšie somatické parametre v tejto štúdií budú merané kalibrovaným zariadením InBody 770 na bioelektrickú impedanciu (Biospace, Soul, Kórea). Účastníci na sebe majú behom testovania spodné prádlo.

INBODY 720

Firma Biospace po dlhé roky silno usiluje o zlepšenie zdravotného stavu ľudstva. Preskúmava všetky možné nové oblasti analýzy telesného zloženia s pomocou najnovších a najkvalitnejších analyzátorov, ktoré zaviedli vo svete ako štandard, pre diagnózu u obezity. Biospace sa sústreďí na vývoj produktov a klinický výskum so snahou vstúpiť do oblasti elektronických medicínskych prístrojov. Jeden z projektov je tejto firmy je prístroj In Body 720, ktorý sme použili v našom výskume.

InBody 720 a ostatné diagnostické prístroje firmy Biospace využívajú k analýze výsledkov technológiu Direct segmental Multi-frequency, ktorá je nesmierne presná, a jej výsledky sú komplexné a presné. (www.biospace.cz).

Telesné zloženie bolo diagnostikované za pomoci nového prístroja InBody 720 s parametrami (1 kHz, 5kHz, 50kHz, 250kHz, 500kHz, 1000 kHz pomocou striedavého elektrického prúdu 550 uA), vďaka ktorým dokážeme separovať telesnú hmotnosť na tri zložky – celková telesná voda (intracelulárna a extra celulárna tekutina), sušina (minerálne prvky a bielkoviny) a samotný telesný tuk. Samotná technológia používa dotykové elektródy, ktorých je celkovo osem (dve sú umiestnené na dlani a palci ruky, ďalšie dve sa nachádzajú na prednej časti dolnej končatiny a na päte) ktoré umožňujú analýzu piatich telesných segmentov. Použitá metóda je unifikovaná a samotné meranie prebehlo podľa daných noriem a manuálu prístroja. (www.biospace.cz)

Získané parametre:

Hmotnosť, celková telesná voda (TBW), vnútrobunková voda (ICW), mimo bunková voda (ECW), tuková hmota (BFM), bielkoviny (DBM), kostné/nekostné minerály, kostná svalová hmota (SMM). Svalová hmota (SMM) podľa jednotlivých častiach tela, percentuálny stav kostrových svalov podľa telesných svalov:

- Edema index1
- Zastúpenia viscerálneho tuku
- Nutričná diagnóza podľa zastúpenia bielkovín, stopových prvkov, tuku a edému
- Telesná vyváženosť (www.inBody.cz)

Z týchto parametrov sme pre náš výskum využili: H – výška, A- vek, W – váha, BF – hmotnosť telesného tuku (kg), SMW – hmotnosť kostrových svalov (kg), MWRL – hmotnosť svalov pravej nohy (kg), MWLL – hmotnosť svalov ľavej nohy

Zásady pri meraní BIA:

Povinnosťou merania sú štandardizované podmienky, ku ktorým radíme:

- Nejsť a nepiť po dobu 4 až 5 hodín pre samotným testovaním;
- Neabsolvovať tréning po dobu 12 hodín pred testom;
- Nekonzumovať alkoholické nápoje po dobu celých 24 hodín;
- Nutnosťou je vyprázdnenie močového mechúra pred testom a organizmus znovu zavodniť nesladenou tekutinou;
- Izbová teplota (Riegerová, Přidalová, & Ulbrichová, 2006).

4.3 Spracovanie dát

Pri spracovaní dát bol využitý program Microsoft Excel. Porovnávali sme somatometrické premenné, akceleračnú rýchlosť na 20 metrov, agilitu a izometrickú silu hamstringov hráča č. 1 a hráča č. 2 pred a po tréningovej intervencii. Výsledky sme prezentovali formou tabuliek a slovného komentára. Za významný rozdiel budeme v našej práci považovať percentuálnu zmenu prevyšujúcu hodnotu 10%.

4.4 Limity práce

Pri realizácii výskumu, získavanie a spracovanie dát bolo autorom brané do úvahy, že skúmané dáta mohli obsahovať limity, ktoré by mohli určitým spôsobom ovplyvniť analýzu a samotnú interpretáciu.

Prvú skupinu limitov, ktoré môžu byť brané ako problematické sú samotné limity na strane výskumníka. Okrem osobnostných predpokladov, ktoré vedú výskumníka ku kvalitnému spracovaniu práce (motivácia, záujem, štúdium danej problematiky), môže byť výskumník ovplyvnený aktuálnou náladou a naladením. Vnímané sú aj faktory ako vek, pohlavie, skúsenosti, a status výskumníka. Ako šéftrener prípraviek futbalu v FC Spartak Trnava a bývalého vrcholového športovca, futbalistu, dokážem zastat' profesionálny prístup k samotnému meraniu a získavaniu dát.

Druhú skupinu limitov registrujeme na strane samotného výskumného súboru ktorého sa zúčastnili dvanásť hráči basketbalu v adolescentnom veku. Z celého súboru, iba dvaja adepti absolvovali celý štvortýždňový tréningový program ako aj všetky merania. Priebeh testovania a tréningového procesu mohol byť ovplyvnený aktuálnou náladou, únavou, stavom fyzických potrieb testovaného súboru. Vonkajšie vplyvy, časové schéma kondičnej prípravy, letné

dovolenkové obdobie, priestory kde sa kondičná príprava s testovaním odohrávala taktiež dokážu zasiahnuť do výskumu.

5 VÝSLEDKY

V tejto kapitole uvedieme výsledky dvoch hráčov, ktorý absolvovali štvortýždňový mezocyklus zameraný na špecifické posilňovanie hamstringov. Zmenu somatometrických premenných zobrazuje tabuľka č. 3. Ďalej si v tejto kapitole prezentujeme výsledky vykonaných testov agility 505, šprintu na 20 metrov a izometrickej sily dolných končatín.

Tabuľka 3 - Zmeny somatometrických premenných u sledovaných hráčov

	Hráč 1		Hráč 2	
	Pred	Po	Pred	Po
Výška (cm)	183,9	183,9	173,2	173,2
Vek	15,9	15,9	15,9	15,9
Hmotnosť (kg)	70,1	70,9	70,6	68,5
Telesný tuk (kg)	6,0	5,7	8,1	6,7
Kostrové svaly (kg)	36,3	36,9	35,4	35,0
Segmentálna analýza svalov pravej nohy (kg)	10,8	11,1	10,0	10,0
Segmentálna analýza svalov ľavej nohy (kg)	10,7	11,0	9,8	9,9

Z tabuľky č. 3 môžeme vidieť zvýšenie telesnej hmotnosti u hráča č. 1 o 0,8 kg a zníženie u hráča č. 2 o 2,1 kg. Obaja hráči zaznamenali redukciu telesného tuku, konkrétne hráč 1 o 0,3 kg a hráč č. 2 o 1,4 kg. Hmotnosť kostrového svalstva sa zvýšila u hráča č. 1 o 0,3 kg a u hráča č. 2 sa naopak znížilo o 0,4 kg. Pri segmentálnej analýze svalov pravej dolnej končatiny hráč č. 1 zaznamenal zvýšenie hmotnosti svalov o 0,3 kg, zatiaľ čo hráč č. 2 nezaznamenal žiadnu zmenu hmotnosti svalov pravej dolnej končatiny. Pri segmentálnej analýze svalov ľavej dolnej končatiny hráč č. 1 vykázal zvýšenie o 0,3 kg, zatiaľ čo hráč č. 2 len o 0,1 kg.

Tabuľka 4 - Výsledky testu Agility 505 pri obrate na ľavú nohu u 2 hráčov v sekundách

	Hráč 1	Hráč 2
ALL1	2,64	2,40
ALL2	2,57	2,41
Absolútny rozdiel	-0,07	0,01
Rozdiel v %	-2,7 %	0,4 %

Vysvetlivky: ALL 1 – agility 505 test pri obrate na ľavú stranu, 1 – pred záťažovým protokolom (pre-test), 2 – po záťažovom protokole (post-test)

Tabuľka 5 - Výsledky testu Agility 505 pri obrate na pravú nohu u sledovaných hráčov v sekundách

	Hráč 1	Hráč 2
ARL1	2,79	2,48
ARL2	2,50	2,44
Absolútny rozdiel	-0,29	-0,04
Rozdiel v %	-10,4 %	-1,6 %

Vysvetlivky: ARL 1 – agility 505 test pri obrate na pravú stranu, 1 – pred záťažovým protokolom (pre-test), 2 – po záťažovom protokole (post-test)

Tabuľka 6 - Výsledky testu šprintu na 20 metrov u sledovaných hráčov v sekundách

	Hráč 1	Hráč 2
S1	3,36	3,19
S2	3,20	3,12
Absolútny rozdiel	-0,16	-0,07
Rozdiel v %	-4,8 %	-2,2 %

Vysvetlivky: S – šprint na 20 metrov, 1 – pred záťažovým protokolom (pre-test), 2 – po záťažovom protokole (post-test)

Tabuľka 7 - Výsledky testu izometrickej sily pri flexii ľavej nohy u sledovaných hráčov (kg)

	Hráč 1	Hráč 2
FLL1	28,81	28,78
FLL2	34,15	37,10
Absolútny rozdiel	5,34	8,32
Rozdiel v %	18,5 %	28,9 %

Vysvetlivky: FLL – izometrická sila pri flexii ľavej dolnej končatiny, 1 – pred záťažovým protokolom (pre-test), 2 – po záťažovom protokole (post-test)

Tabuľka 8 - Výsledky testu izometrickej sily pri flexii pravej nohy u sledovaných hráčov (kg)

	Hráč 1	Hráč 2
FRL1	29,19	29,30
FRL2	35,25	41,52
Absolútny rozdiel	6,06	12,22
Rozdiel v %	20,8 %	41,7 %

Vysvetlivky: FRL – izometrická sila pri flexii pravej dolnej končatiny, 1 – pred záťažovým protokolom (pre-test), 2 – po záťažovom protokole (post-test)

Podľa tabuľky 4 v teste šprint na 20 metrov obaja hráči dosiahli zlepšenie času šprintu. Hráč č. 1 o 0,16 sekúnd a hráč č. 2 o 0,07 sekúnd, teda zlepšenie o 4,8 % a o 2,2 %. Pri teste Agility 505 s obratom na ľavú nohu iba hráč č. 1 zaznamenal minimálne zlepšenie, čo činí v absolútnych číslach zrýchlenie o 0,07 sekúnd, teda o 2,7 %. Pri rovnakom teste s obratom na pravú nohu obaja hráči vykázali zlepšenie (hráč č. 1 o 0,29 sekúnd, teda o 10,4 %), kým hráč č. 2 len o 1,6 %. Najvýraznejšie zlepšenie spomedzi troch testov dosiahli hráči v špecifickom unilaterálnom teste na izometrickom stroji *HUR 5530 leg extention/curt rehab machine* (HUR Limited, Kokkola, Finland) a dynamometri *Performance Recorder unit* (PR1, HUR Limited, Kokkola, Finland). Obaja hráči zaznamenali zväčšenie izometrickej sily pri flexii dolných končatín o viac ako 10 %, čo môžeme považovať za významné. Konkrétne hráč č. 1 dosiahol zväčšenie izometrickej sily pri flexii ľavej nohy o 18,5 % a pravej nohy o 20,8 %. Hráč č. 2 dokázal zväčšiť izometrickú silu pri flexii dolných končatín ešte výraznejšie - silu ľavej nohy o 28,9 % a pravej nohy o 41,7 %, čo považujeme za vysoký pozitívny transfer tréningového procesu.

Výsledky prezentované v uvedených tabuľkách 4 - 8 budú porovnávané v časti Diskusia s relevantnými zahraničnými štúdiami.

6 DISKUSIA

V našej práci sme sledovali vplyv tréningového programu unilaterálneho posilňovania kolenných flexorov u hráčov basketbalu na ich akceleračnú a lokomočnú rýchlosť, agilitu a silu hamstringov, pomocou unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji.

Z výsledkov štúdie vyplýva, že u sledovaných subjektov nedošlo k významnému zlepšeniu sledovaných hodnôt, pri testoch šprintu na 20 metrov a teste agility 505. Zlepšenie meraných hodnôt sme zaznamenali iba pri izometrickej sile flexii dolných končatín. Pri porovnávaní našich výsledkov sme zistili, že aj ďalší autori dokázali zlepšiť silové parametre vďaka silovému tréningovému programu, ale nedokázali významne ovplyvniť čas v bežeckých disciplínach.

Hoyo sa vo svojej štúdii (Effects of 10-week In-Season Eccentric-Overload Training Program on Muscle-Injury Prevention and Performance in Junior Elite Soccer Players, 2015) zaoberal posilňovaním dolných končatín s cieľom analyzovať vplyv excentrického tréningového programu s individualizovaným zaťažením na výskyt svalových zranení a závažnosť a výkonnosť u mladých elitných futbalových hráčov. Záverom štúdie možno povedať, že desaťtýždňový cvičebný program založený na maximálnej koncentrickej záťaži a excentrickom preťažení je účinný pri znižovaní výskytu zranení svalov a závažnosti u mladých futbalových hráčov. Toto zistenie môže mať dôsledky pre budúce programy prevencie úrazov, ktorých cieľom je znížiť riziko zranení. Výskumu sa zúčastnilo tridsaťšesť mladých hráčov (U-17 až U-19) ktorý boli rozdelení do experimentálnej a kontrolnej skupiny. Tréningový program trval 10 týždňov a žiadnej skupine sa nezistili žiadne významné zlepšenia v porovnaní s predošlými. Testovaní hráči v tréningovom programe aplikovali cvik Leg curl v ľahu a Half squat v stoji. Hráči boli vyzvaný vykonať maximálne úsilie pri extenzii kolenného kĺbu (0°) až po flexiu hamstringu do 130° až 140°. Po flexii nasledovala excentrická fáza do 90°. V štúdii sa takisto testovala rýchlosť šprintu na 10 a 20 metrov a Test CMJ. Vecná významnosť (Effect size) bola v tejto štúdii stanovená na 90 % confidence limit. Experimentálna skupina v tejto štúdii dosiahla zlepšenie času šprintu na 20 metrov o 1,3 % a kontrolná skupina o 0,3 %.

V našom treťom teste, ktorého výsledky vidíme v tabuľke 6, sme sa zamerali na rýchlostné schopnosti oboch hráčov na krátkej vzdialenosti. Obaja hráči dosiahli zlepšenie v šprinte na 20 metrov. Absolútny rozdiel u hráča č. 1 predstavuje zlepšenie o 0,16 sekúnd, teda o 4,8 %. Hráč č. 2 zaznamenal takisto zlepšenie o 0,07 sekúnd, čo predstavuje zlepšenie času o 2,2 %. Toto meranie nám potvrdzuje, že unilaterálne posilňovanie hamstringov na špecifickom stroji,

dokáže posilniť dolnú končatinu, ktorá nadobudne väčšiu silu, tréňovanosť a efektívnosť pohybu počas maximálnej záťaže pri behu na 20 metrov.

Suchomel, a iní (2016) vytvorili review v ktorom sa zaoberali výskumnými otázkami týkajúcich sa vplyvu sily na celkový výkon športovca. Vo svojej štúdií (The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance, 2016) uvádza, že svalová sila môže mať významný vplyv na dôležité charakteristiky sily a času súvisiace s výkonom. Teoreticky by sa zlepšené charakteristiky sily a času mali preniesť na schopnosť vykonávať všeobecné športové zručnosti. Preto nie je možné prehliadnuť vplyv svalovej sily na skákanie, šprintovanie a šprinty so zmenou smeru. Lepšie šprintérske výkony naznačujú rýchlejšie časy šprintu a vyššie rýchlosti. Spolu 67 korelácií bolo zistených medzi silou a šprintérskym výkonom. Tie v rámci 57 štúdií uviedli mierny alebo väčší vzťah k sile, čo tvorilo 85 %, zatiaľ čo 44 štúdií (66 %) zaznamenalo výrazné vzťahy so silou. Prezentované výsledky korelácie sú podporené meta-analýzou, ktorá naznačila, že zvýšenie telesnej sily dolných končatín sa pozitívne prenáša na šprintérsky výkon. Z tejto meta-analýzy vyplýva, že naša tréningová intervencia nebola dostatočne dlhá, na zlepšenie šprintérskych hodnôt. Štvortýždňový program je príliš krátky na zlepšenie sily dolných končatín a času v šprinte a obratnosti.

Marios vo svojej štúdií (The effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players., 2006) skúmal vplyv silovo vytrvalostného tréningu na silové a rýchlostné schopnosti pomocou 16 týždňového tréningu, dospel k zlepšeniu 1 RM na legpresse o 58 % a pri rýchlostnom teste na 30 m k zlepšeniu o 4 %. Zvýšenie 1 RM o 50% vplyvom 12 týždňového intervenčného programu publikuje vo svojej práci aj Vechin (Comparisons Between Low-Intensity Resistance Training on Quadriceps Muscle Mass and Strength in Eldery., 2015).

S ohľadom na zistené poznatky a analýzu viacerých review a meta-analýz je prínosné zapojiť izolované alebo komplexné cvičenia na dolné končatiny v konkrétnom kĺbnom rozsahu podľa cieľu tréningu alebo podľa očakávaných zlepšení v konkrétnych fázach behu. Pri kratších vzdialenostiach je účelné posilniť hamstring v kolenných uhloch 100° až 140°. Tento typ tréningu je vhodný všade, kde sa aspoň čiastočne uplatňujú časté zmeny smeru, po ktorých je znova kladený dôraz na akceleráciu dolných končatín. Pri dlhších šprintoch od ukončení akcelerácie do 100 metrov je účelný tréning v rozmedzí 140° až 160° v kolennom kĺbe. Naopak kombinovaným tréningom sa dá pokryť celý rozsah pohybu, ale dosiahneme tým malú mieru špecializácie. Z biomechaniky pohybov vyplýva, že hamstring počas svojej plnej extenzie generuje energiu inak, a je preto potrebné ho pri tréningu zaťažiť odlišnou intenzitou ako v uhloch akceleračného rozsahu pohybu v kolene, pokiaľ je cieľom tréningovej intervencie

maximálny možný benefit pre rýchlosť behu. Dôležitým faktorom je, že ušetrená energia vďaka obmedzenému rozsahu pohybu môže byť využitá pre špecifický tréning. Vo fáze vrcholovej prípravy môže byť obmedzený rozsah pohybu pre zvýšenú špecifickosť aj prevenciou pred zranením alebo kumuláciou lokálnej svalovej únavy (Chumanov, 2011).

Kaminski, Wabbersen, & Murphy (1998) vykonali výskum na 27 probandov, ktorí boli rozdelení do troch experimentálnych skupín (koncentrická, excentrická, kontrolná). Každú skupinu tvorilo 9 probandov. Skupiny cvičili po dobu šiestich týždňov 2 krát do týždňa. V danom výskume išlo predovšetkým o posilňovanie flexorov kolenného kĺbu a to zakopávaním v ľahu na bruchu. Výsledkom výskumu bolo, že koncentrická skupina sa zlepšila o 19 %, zatiaľ čo excentrická o 29 %. Probandi kontrolnej skupiny nepreukázali štatisticky významné zmeny počas výskumu. Ďalej z daných výsledkov bol vyvodený záver, že excentrická forma cvičenia je vhodná ako prevencia možných zranení flexorov kolenného kĺbu.

Zistiť či excentrické cvičenie bude mať vplyv na zmenu úrovne flexorov kolenného kĺbu sa vo svojej štúdií venoval Portier (Effects of eccentric strength training on biceps femoris muscle architecture and knee joint range of movement, 2009). Experimentu sa zúčastnilo 22 probandov, ktorí boli náhodne rozdelení do skupín. Excentrická skupina dosiahla po ôsmich týždňoch nárast hodnoty 1 RM o 34 %. Autori opäť uviedli, že prínos excentrického tréningu spočíva hlavne v jeho prevencii proti svalovým úrazom. Portier (2009) ďalej tvrdí, že na efektívnosť silového tréningu má význam ak je aplikovaný minimálne 6 až 8 týždňov.

Porovnanie excentrického tréningu s koncentrickým, na zmenu úrovne extenzorov kolenného kĺbu, sa vo svojom meraní pokúšali zistiť Godard (1998). Výskumu sa zúčastnilo 28 netrénovaných mužov a žien, ktorí boli rozdelení do troch skupín – koncentrická, excentrická a kontrolná. Koncentrická skupina cvičila s odporom 80 % 1 RM, excentrická využívala odpor o veľkosti 120 % 1 RM. Po 10 týždňoch nastali štatisticky významné zmeny v oblasti nárastu hodnoty 1 RM extenzorov kolenného kĺbu u oboch skupín, pričom kontrolná skupina významné zmeny neprinesla. Porovnanie excentrickej a koncentrickej skupiny bolo taktiež štatisticky nesignifikantné.

Eniseler (2012) sledoval vo svojej štúdií H/Q pomer u 14 profesionálnych futbalistov (priemerný vek $26,3 \pm 3,9$) Tureckej extraligy na začiatku a na konci 24 týždňovej letnej futbalovej sezóny. Pri meraní rýchlosti ($60^\circ/s$) došlo u hráčov behom stanoveného obdobia k nárastu hodnôt H/Q pomeru z 0,55 na 0,63 u DOM a z 0,56 na 0,61 u NDOM. Autor ďalej uvádza, že možné vzniknuté svalové dysbalancie medzi flexormi a extenzormi kolenného kĺbu

môžeme korigovať pomocou správne zostaveného tréningového plánu, v ktorom by sa nemalo zabúdať na tréning hamstringov, ktoré sa podieľajú na akceleračnej fáze pri zrýchlení.

Porovnanie H/Q pomeru medzi skupinou 23 futbalistov a skupinkou 17 volejbalistov a basketbalistov vykonali Cheung, Smith & Wong (2012). Autori v danej štúdií vychádzali z predpokladu, že nároky na svalovú silu sú špecifické a budú vyvolávať odlišné neuromuskulárne adaptácie u športovcov. Skupina futbalistov dosahovala vyšších hodnôt u H/Q pomeru DOM 0,63 oproti 0,53 ako skupina volejbalistov a basketbalistov. Pri NDOM bol H/Q pomer 0,58 oproti 0,57 v prospech futbalistov.

Autori Barber, Paul, McMahon, & Comfort (2015) vo svojej štúdií skúmali stanovenie spoľahlivosti testu zmeny smeru 505 (COD) vykonaného so stacionárnym aj letným štartom. Päťdesiatdva ženských futbalistiek (vek $23,9 \pm 4,6$ rokov, výška $169,9 \pm 3,3$ cm, telesná hmotnosť $65,2 \pm 4,6$ kg) vykonalo 6 pokusov s testom 505 COD, tri s letným štartom a tri so stacionárnym štartom. Raz týždenne počas obdobia štyroch týždňov, aby sa stanovila spoľahlivosť. Výsledky testovania odhalili vysokú spoľahlivosť. V rámci spoľahlivosti relácie pre stacionárny štart ($ICC = 0,96 < 0,97$) a pre letný štart ($ICC = 0,90 < 0,97$). Podobne, ako stacionárny štart ($ICC = 0,965$), tak aj letný štart preukázali vysokú spoľahlivosť ($ICC = 0,951$) medzi reláciami, hoci opakované merania analýzy rozptylu ($p < 0,001$) odhalilo, že vzdelávacie účinky boli prítomné medzi reláciami pre oba testy. Výkony sa stabilizovali druhý deň pre statický štart a v tretí deň testovania pre letný štart. Závěry: Výsledky naznačujú, že test 505 COD je spoľahlivým testom, či už so statickým, alebo letným štartom. Najmenší detekovateľný rozdiel bol 3,91 % a 3,97 % pre stacionárny štart a letný štart (Barber, Paul, McMahon, & Comfort, 2015).

Naše výsledky pri teste Agility 505 prezentuje tabuľka č. 4 a 5. Vidíme, že hráč č.1 mal pozitívny transfer tréningového procesu do merania Agility 505 pri obrate na ľavú nohu. Zaznamenal minimálne zlepšenie v teste, čo činí v absolútnych číslach zlepšenie o 0,07 sekúnd. Po štvortýždňovej intervencii sa zlepšil o 2,7 %, čo ale nepovažujeme za významné. V porovnaní s hráčom č. 2, ktorý ostal na východiskových hodnotách a nedosiahol žiadnu zmenu. Tieto zmeny sú nevýznamné a evidentne nedokážeme potvrdiť efektivitu kondičnej prípravy u sledovaných hráčov do merania testu Agility 505 pri obrate na ľavú nohu. Pri teste Agility 505 s obratom na pravú nohu (viď tabuľka č. 5), obe merané subjekty zaznamenali zlepšenie. Obrat cez dominantnú, takzvanú stojnú nohu hráča č. 1 sa dokázal zefektívniť o 10,4 %, čo považujeme za významné zlepšenie. Vďaka unilaterálnemu posilňovaniu hráč č. 1 dokázal zlepšiť úroveň rýchlosti obratu cez svoju dominantnú končatinu o 0,29 sekúnd.

V porovnaní s hráčom č. 2 je táto zmena vyššia. Hráč č. 2 zaznamenal zlepšenie o 1,6 %, čo je síce pozitívne, ale nedá sa považovať za signifikantné.

Reliabilite izometrického merania hráčov volejbalu sa venovali autori Dauty & Rochcognar (2001). Cieľom tejto štúdie bolo definovať opakovateľnosť pri opakovanom testovaní maximálneho krútiaceho momentu kolenných flexorov, podľa izokinetického pôsobenia sústredných a excentrických svalov. Testy sa uskutočňovali v dvoch reláciách v intervale 21 dní. Zahnutých bolo desať zdravých národných volejbalových hráčov vo veku 24,3 rokov \pm 3,9. Testy sa uskutočnili po súťažnej sezóne. Vyhodnotenie sa uskutočnilo na dynamometri Cybex 6000 a spoľahlivosť sa vypočítala podľa korelačného koeficientu v rámci triedy (ICC \sim 2,1). Protokol pozostával z 5 izokinetických koncentrických kontraktí pri 180 °/s nasledovaných 5 izokinetických excentrických kontraktí pri 30 a 60 °/s. Výsledky ukazujú vynikajúcu reprodukovateľnosť pre izokinetický sústredný maximálny krútiaci moment pri 180 °/s. (ICC: 0,94) a veľmi dobrá reprodukovateľnosť pre izokinetický excentrický špičkový krútiaci moment pri 30 a 60 °/s. (ICC: 0,86; 0,83). Tieto výsledky naznačujú, že sila ohybu kolena pri týchto rýchlostiach sa môže použiť na odhad výkonnosti volejbalových hráčov (Dauty & Rochcognar, 2001)

Dánsky autori Roald, Arni, Tor, Truls vo svojej štúdií (A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players, 2003) sledovali vplyv 10-týždňového tréningového plánu cvikmi Hamstring Curl (HC) a Nordic Hamstring (NH). Tieto 2 cviky porovnávali u 21 hráčov futbalu. Izometrická sila hamstringov bola meraná v kolennom uhle 30°, 60° a 90° od plnej extenzie. Najbližšia hodnota merania v danej štúdií s našim meraním je hodnota pochádzajúca z merania izometrie v 30° (ak vezmeme plnú extenziu ako 180°, tak môžeme brať do úvahy 150°). Naše meranie rozsahu pohybu sa vykonávalo v 140°. Hladina významnosti bola v štúdií stanovená ako $\alpha = 0,05$. Rozdiely v sile a flexibilitate boli medzi skupinami merané opakovaným testom rozptylov (repeated ANOVA). Ak sa zaznamenala významná interakcia, následne bol využitý párový t-test na meranie rozdielov v rámci jednotlivých skupín. Skupina, ktorá vykonávala cvik Hamstring Curl (HC) nezaznamenala v danej štúdií žiadne zlepšenie. Druhá skupina vykonávajúca cvik Nordic Hamstring (NH) preukázala v štúdií nárast izometrickej sily hamstringov o 7 %.

V porovnaní s našimi výsledkami najvýraznejšie zlepšenie z pomedzi všetkých sledovaný testov dosiahli hráči v špecifickom unilaterálnom teste na izometrickom stroji Leg curl. Výsledky tohto testu sú zobrazené vo výsledkovej časti v tabuľke 7. Namerané hodnoty sa dajú považovať za pozitívny transfer tréningového procesu do praxe. Obaja sledovaný hráči

zaznamenali zlepšenie o viac ako 10 %, čo považujeme za významné. Hráč č. 1 sa zlepšil v izometrickej sile ľavej dolnej končatiny o 18,5 %. Hráč č. 2 dosiahol ešte výraznejšie zlepšenie izometrickej sily pri flexii ľavej dolnej končatiny, a to až o 28,9 %. Výsledky izometrického merania sily pravej dolnej končatiny u sledovaných hráčov zaznamenalo najvyššie zmeny hodnôt u oboch hráčov.

Vyjadrenia k výskumným otázkam:

VO1: Dôjde u sledovaných hráčov po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji ku zmenám akceleračnej rýchlosti?

Výsledky tejto štúdie jednoznačne nepotvrdzujú vplyv unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg Curl na pneumatickom stroji ku zmenám akceleračnej rýchlosti. V meraniach rýchlosti na 20 metrov bolo zaznamenané zníženie času u hráča č. 1 o 0,16 sekúnd, teda zlepšenie o 4,8 % a u hráča č. 2 o 0,07 sekúnd, teda zlepšenie o 2,2 %. Tieto hodnoty ukazujú zlepšenie v meranom úseku, ale významnosť tohto merania je minimálna.

VO2: Dôjde u sledovaných hráčov po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji ku zmenám agility?

Výsledky tejto štúdie jednoznačne nepotvrdzujú vplyv unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg Curl na pneumatickom stroji ku zmenám Agility pri obrate na ľavú alebo pravú nohu. Hráč č. 1 zaznamenal minimálne zlepšenie v teste, čo činí v absolútnych číslach zlepšenie o 0,07 sekúnd (2,7 %) pri obrate na ľavú nohu a o 0,29 sekúnd (10,4 %) pri obrate na pravú nohu. Hráč č. 2 ostal na východiskových hodnotách a nedosiahol žiadnu zmenu pri obrate na ľavú nohu a minimálne zlepšenie (o 1,6 %) pri obrate na pravú nohu. Po štvortýždňovej intervencii nepovažujeme namerané hodnoty za významné.

VO3: Dôjde u sledovaných hráčov po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji ku zmenám izometrickej sily hamstringov?

Výsledky tejto štúdie jednoznačne potvrdzujú zlepšenie sily hamstringov. V testoch na pneumatickom stroji obaja hráči v meraní dosiahli významne lepšie výsledky. Hráč č. 1 pri flexii v kolennom kĺbe dosiahol 18,5 % - né zlepšenie sily v ľavej dolnej končatine, zároveň zaznamenal 20,8 % - ný nárast sily v pravej dolnej končatine. Z týchto nameraných hodnôt konštatujeme, že u hráča č.1 štvortýždňový tréningový program dokázal zlepšiť silu v jeho dolných končatinách. Hráč č. 2 zaznamenal nárast sily ľavej dolnej končatiny o 28,9 % a pravej dolnej končatiny až o 41,7 %. Obe subjekty zaznamenali nárast sily v dolných končatinách,

vd'aka čomu môžeme vyhlásiť, že unilaterálne posilňovanie dolných končatín kolenných flexorov naozaj zväčšilo silu hamstringov, avšak potrebuje byť zaradené v tréningovom procese dostatočne dlho, aby hráči dokázali zlepšenie silových schopností využiť v svojich bežeckých disciplínach, alebo športoch.

7 ZÁVER

Výsledky tejto štúdie jednoznačne nepotvrdzujú vplyv unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg Curl na pneumatickom stroji na zmeny akceleračnej rýchlosti. Namerané hodnoty po štvortýždňovom tréningovom programe nepotvrdili zlepšenie času šprintu oboch meraných subjektov na vzdialenosti 20 metrov.

Výsledky tejto štúdie ani v druhom teste jednoznačne nepotvrdzujú vplyv unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg Curl na pneumatickom stroji ku zmenám agility pri obrate na ľavú alebo pravú nohu. Zaznamenali sme však minimálne zlepšenie pri obratoch na ľavú alebo pravú dolnú končatinu, čo však nemôžeme po štvortýždňovej intervencii považovať za významné v teste Agility 505.

Výsledky tejto štúdie jednoznačne potvrdzujú zlepšenie izometrickej sily hamstringov. V testoch na pneumatickom stroji, oba merané subjekty dosiahli významne lepšie výsledky. Vďaka unilaterálnemu posilňovaniu kolenných flexorov obaja hráči dokázali zvýšiť silu hamstringov.

Vzhľadom k závažnosti problematiky a pilotnému výskumu v tejto doposiaľ neprebádanej oblasti a malému množstvu odbornej literatúry, ktorá skúma unilaterálne posilňovanie dolných končatín na pneumatickom stroji s transferom do akceleračnej a lokomočnej rýchlosti spolu s agilitou a izometrickou silou hamstringov, doporučujeme realizovať ďalší výskum u adolescentných hráčov basketbalu, avšak trvanie tréningového programu predĺžiť minimálne na šesť týždňov.

8 SÚHRN

Cieľom práce bolo posúdiť vplyv tréningového programu u adolescentných hráčov basketbalu na ich akceleračnú a lokomočnú rýchlosť a silu dolných končatín, konkrétne hamstringov, pomocou unilaterálneho posilňovania dolných končatín cvikom Leg curl na pneumatickom stroji. Posilňovanie flexorov kolenného kĺbu sa vykonávalo v obmedzenom rozsahu pohybu u adolescentných športovcov.

Čiastkovým cieľom bolo posúdiť efekt izolovaného posilňovania flexorov kolenného kĺbu v obmedzenom rozsahu unilaterálneho pohybu s využitím pneumatického odporu na akceleračnú rýchlosť, agilitu a izometrickú silu hamstringov. Zvolili sme vyšší stupeň tréningu, ktorý mal za cieľ špecifikovať rozsah pohybu počas posilňovania. Vďaka špecifickému cviku Leg Curl, sme sa snažili zacieliť prácu hamstringu v takom rozsahu, v ktorom je jeho samotná práca najefektívnejšia počas hernej záťaže.

Teoretická časť spracováva základné poznatky v problematike športovej prípravy so zameraním na pohybovú štruktúru počas šprintu. Zároveň sa teoretická časť venuje poznatkom o súčasných trendoch kondičnej prípravy na športové hry s intermitentnou záťažou. V hlbšom teoretickom rozbere je popísaná agilita a jej dôležitosť v športových hrách. Z anatomického hľadiska oboznamuje o štruktúre kolenného kĺbu, opisuje jeho funkciu počas lokomócie a špecificky rozoberá prácu flexorov a extenzorov kolenného kĺbu.

Vo výskumnej časti je popísaná metodika merania. Výskumný súbor tvorili dvaja aktívny športovci. Hráči absolvovali štvortýždňový tréningový plán ktorý zahŕňal špecifický cvik Leg Curl na pneumatickom stroji. Prvé meranie bolo uskutočnené pred intervenciou 4 týždňového kondičného cyklu. Na tomto meraní prebiehal zber somatometrických dát na prístroji InBody. Zároveň sa hráči podrobili testovaniu akceleračnej rýchlosti na 20 metrovom úseku a testu agility 505. Tieto testy boli uskutočnené pomocou fotobuniiek pre vylúčenie ľudského faktora. V štandardizovaných podmienkach posilňovne BALUO prebehlo unilaterálne izometrické testovanie dolných končatín so zameraním na hamstringy.

Z výsledkov štúdie vyplýva, že u sledovaných subjektoch došlo k minimálnemu zlepšeniu sledovaných hodnôt pri testoch šprint na 20m, agility 505. Zaznamenali sme ale vysoký nárast izometrickej sily pri flexii dolných končatín po absolvovaní unilaterálneho posilňovania dolnej končatiny pomocou cviku Leg curl.

9 SUMMARY

The aim of the thesis was to assess the method of unilateral strengthening of the lower limbs by exercising Leg curl on a pneumatic machine and in a limited range of motion to the acceleration and frequency speed of the lower limbs in adolescent athletes. The partial objective was to assess the effect of isolated knee joint flexion strengthening in a limited range of unilateral movement using pneumatic resistance to agility 505. We chose a higher degree of training that was intended to specify the range of movement during the strengthening. Thanks to the specific Leg Curl exercise, we tried to target hamstring work to the extent that its work itself is most effective during the game load.

The theoretical part deals with basic knowledge in the field of sports training with a focus on movement structure during sprinting. At the same time, the theoretical part is devoted to the knowledge of current trends of fitness training for sports games with intermittent load. In a deeper theoretical analysis is described agility and its importance in sports games. From an anatomical point of view, it describes the structure of the knee joint, describes its function during locomotion and specifically discusses the work of flexors and extensors of the knee joint.

The research part describes the measurement methodology. The research group consisted of two active athletes. Players completed a four-week training plan that included a specific Leg Curl exercise on a pneumatic machine. The first measurement was made before the intervention of the 4-week conditioning cycle. Somatometric data was collected on the InBody instrument for this measurement. At the same time, players underwent an acceleration and frequency test on a 20-meter segment and an agility test of 505. These tests were performed using photocells to exclude human factor. Unilateral isometric testing of the lower limbs with a focus on hamstrings was performed under standardized BALUO gym conditions.

The results of the study show that there was a minimal improvement in the monitored values in the 20m sprint tests, the agility of 505 in the subjects studied.

10 REFERENČNÝ ZOZNAM

- Baechle, R., & Earle, R. W. (2008). *Essentials of strength training and condition*. Champaign: Human Kinetics.
- Baňárová, P., Černický, M., & Malay, M. (2016). *Kineziológia: pohyb ako základný prejav života*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Barber, O., Paul, C., McMahon, J., & Comfort, P. (2015). Reliability of 505 Change of Direction. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.
- Bartoníček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: MAXDORF.
- Bedřich, L. (2006). *Fotbal: Rituální hra moderní doby*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Bompa, T. (2000). *Total training for young champions*. Champaign: Human Kinetics.
- Brown, L., & Ferrigno, V. (2005). *Training for Speed, Agility, and Quickness*. Champaign: Human Kinetics.
- Čelikovský, S. (1979). *Antropomotorika pro studující tělesnou výchovu*. Praha: Štátné pedagogické nakladatelství.
- Čihák, R. (2006). *Anatomie 1. 2. upravené a doplnené vydanie*. Praha: Grada Publishing.
- Čihák, R. G. (2011). *Anatomie 1*. Praha: Grada.
- Čoh, M., Hébert-Losier, K., Štuhec, S., Babic, V., & Supej, M. (2018). Kinematic of Usain Bolt's maximal sprint velocity. *Kinesiology(50)*.
- Dauty, M., & Rochcognar, P. (2001). Reproducibility of concentric and eccentric isokinetic strength of the knee flexors in elite volleyball players. *Isokinet, Exerc. Sci.*
- Demetrovič, E., & al, e. (1988). *Encyklopedie tělesné kultury*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J. (1992). *Sportovní trénink - lexikon základních pojmů*. Praha: Karolinum.
- Dovalil, J. (2002). *Výkon a trénink ve sprintu*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J. (2005). *Výkon a trénink ve sportu 3. dotisk*. Praha: Olympia.
- Dovalil, J. (2009). *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada Publishing.
- Eniseler, N. (2012). Isokinetic Strength Responses to Season-long Training and Competition in Turkish Elite Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*.
- Fikar, R. (2012). *Zásobník cvičení*. Dostupné na Internetu: <http://www.4basket.cz/metodiky/metodiky-slovenskeho-basketbalu/zasobnikcviceniromanfikar>
- Frank, G. (2006). *Fotbal*. Praha: Grada Publishing.

- Gamble, P. (2010). *Strength and conditioning for team sports*. New York: ROUTLEDGE.
- Godard, M. P., Wygand, J. W., Carpinelli, R. N., Catalano, S., & Otto, R. M. (1998). Effects of Accentuated Eccentric Resistance. *The Journal of Strength and Conditioning*.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Brno: Computer Press.
- Gross, J. M., Fetto, J., Supnick, E. R., Zemanová, M., & Vacek, J. (2005). *Výšetření pohybového aparátu*. Praha: Triton.
- Hamill, J. K. (2009). *Biomechanical basis of human movement. 3rd edition*. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams and Wilkins.
- Haugen, T., & Danielsen, J. (2018). Kinematic stride cycle asymmetry is not associated with sprint performance and injury prevalence in athletic sprinters. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*.
- Hellebrandt, V. (2014). *Sportovní trénink*. Brno: Masarykova Univerzita.
- Hopker, J. G., Coleman, D. A., Wiles, D. J., & Galbraith, A. (2009). Familiarisation and Reliability of Sprint Test Indices During Laboratory and Field Assessment. *Journal of Sports Science and Medicine*.
- Howard, R. M., Conway, R., & Harrison, A. J. (2016). Muscle Activity in Sprinting: A Review. *Sports Biomechanics*.
- Hoyo, M., Pozzo, M., Sanudo, B., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015). Effects of 10-week In-Season Eccentric-Overload Training Program on Muscle-Injury Prevention and Performance in Junior Elite Soccer Players. *International journal of sports physiology and performance*.
- HUR. (datum neznámy). Dostupné na Internetu: <https://hurusa.com/assets/uploads/products/5530ManualH5.jpg>
- Cheung, R., Smith, A., & Wong, D. (2012). Ratios and Bilateral Leg Strength in College Field and Court Sports Players. *Journal of Human Kinetics*.
- Chumanov, E. H. (2011). Hamstring Musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Medicine and science in sports and exercise*.
- Innerbody. (2018). Dostupné na Internetu: <https://www.innerbody.com/image/musfov.html>
- Ivanka, M. R. (2009). *Agilita a jej rozvoj ve futbale*. Bratislava: UFTS.
- Janovski, M. Z., & K., K. (2017). Kinematic analysis of the block start and 20-metre acceleration phase in two highly-trained sprinters: A case study. *Journal of Gdansk University of Physical Education and Sport in Gdansk*.
- Jansa, P., & Dovalil, J. (2007). *Sportovní příprava*. Praha: Q-art.
- Jirka, Z. (1990). *Regenerace a sport*. Praha: Olympia.

- Jovanovic, M. S. (2011). Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning*.
- Kaminski, T., Wabbersen, C., & Murphy, R. (1998). Pain Assessment in Journal of Athletic Training Articles 1992-1998: Implications for Improving Research and Practice. *The National Centre for Biotechnology Information*.
- Kapandji, A. I. (1998). *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints. Volume 2*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Knuttgen, H. (2007). Strength Training and Aerobic Exercise: Comparison and Contrast. *The Journal of Strength and Conditioning Research*.
- Lehnert, M. (2010). *Trénink kondice ve sportu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lehnert, M., Novosad, J., & Neuls, F. (2001). *Základy sportovního tréninku*. Olomouc: Hanex.
- Little, T., & Williams, G. (2005). *Specificity of Acceleration, Maximum speed and Agility in Professional Soccer Players*. Staffordshire: Journal of strength and Conditioning.
- Macadam, P., Cronin, J., & Simperingham, K. (2016). The Effects of Wearable Resistance Training on Metabolic, Kinematic and Kinetic Variables during Walking, Running, Sprint Running and Jumping: A Systematic Review. *Sports Medicine*.
- Marios, C. (2006). The effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *National Strength & Conditioning Association*.
- Měkota, K., & Novosad, J. (2005). *Motorické schopnosti*. Olomouc: 1. Vyd. Olomouc.
- Moravec, R., Kampmiller, T., Vanderka, M., & Laczó, E. (2007). *Teória a didaktika výkonnostného a vrcholového športu*. Bratislava: FTVŠ UK.
- Pařík, O., Hojka, V., & Kračmar, B. (2011). Srovnání aktivace vybraných svalů při běhu-sprintu a při zakopávání.
- Pařík, O., Hojka, V., & Kračmar, B. (2011). *Srovnání aktivace vybraných svalů při běhu sprintu a při zakopávání*. Praha: FTVS UK.
- Pastucha, D. (2011). *Telovýchovné lékařství*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Perič, T. &. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada.
- Potier, R. A. (2009). Effects of eccentric strength training on biceps femoris muscle architecture and knee joint range of movement. *Arbeitsphysiologie*.
- Pyšný, L. (1997). *Regenerace*. Ústí nad Labem: PF UJEP.
- Pyšný, L. (1999). *Doping, zdraví, výkon*. Praha: Karolinum - nakladatelství Univerzity Karlovy.
- Ratamess, e. a. (2008). *Adaptations to anaerobic training programs*. In: *Essentials of Strength Training and Conditioning 3rd ed*. Champaign: Human Kinetics.

- Roald, M., Arni, A., Tor, Ø., Truls, R., & Roald, B. (2003). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*.
- Science for Sport*. (2016). Dostupné na Internetu: <https://www.scienceforsport.com/20m-sprint-test/>
- Science for Sport*. (2016). Dostupné na Internetu: <https://www.scienceforsport.com/5-0-5-agility-test/>
- Sedláček, J. (2007). *Rozvoj rychlostných schopností*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislave.
- Seiler, H., Torstveit, M., & Sigmund, A. (2013). Traditional versus functional strength training: Effects on muscle strength and power in the elderly. *Journal of Aging and Physical Activity*.
- Sheppard, J. Y. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports and Sciences*.
- Scherrer, J. (1995). *Únava*. Praha: Viktoria publishing.
- Sigmon, C. (2003). *52-Week Basketball Training*. Champaign: Human Kinetics.
- Sport vital*. (2012). Dostupné na Internetu: <http://www.sportvital.cz/sport/trenink/zatezova-diagnostika/zapojeni-energeticky-systemu-pri-pohybu/>
- Stoppioni, J. (2008). *Velká kniha posilování: tréninkové metody a plány*. Praha: Grada. Sport extra.
- Suchomel, T., Nimphius, S., & Stone, M. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*.
- Tillaar, R. v., Solheim, J. A., & Bencke, J. (2017). Comparison of hamstring muscle activation during high speed running and various hamstring strengthening exercises. *International Journal of Sports Physical Therapy*.
- Tvrzník, A. S. (2006). *Běhání*. Praha: Grada Publishing.
- Vechin, F. L. (2015). Comparisons Between Low-Intensity Resistance Training on Quadriceps Muscle Mass and Strength in Elderly. *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Véle, F. (1995). *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum.
- Živčák, J. (2004). *Biomechanika člověka*. Prešov: ManaCon.

11 PRÍLOHY

Príloha 1 – 4 týždňový tréningový plán

	Week 1 & 3	Week 1			Week 3		
	Basic strength	Sets	Reps	Weight	Sets	Reps	Weight
Prepar	THC spine + hip + ankle + shoulder mobility	1			1		
	Walk out	1			1		
	Side to side knee + glut stretch	1			1		
	SLDL wall push w rotation	1			1		
	Side plank	1			1		
	Shoulder of the wall stretch	1			1		
	Front wall roll for serratus	1			1		
	Lunge with band	1			1		
	TGU to bear						
Core	Medväd + iso band push	2		Band	2		
	Unifarmer'swalk	2		H	2		
Power	Snatch 1DB, technique!	2	10+	L	2	10+	L
	YTA movement w db	2	10-12	L	2	10-12	L
Pullvert.	Pullup regression (trx seated)/Regular pullup	4	8-10	M	4	C	M
Kneeuni	Splitsquatone DB, rear foot elevated	3	8-10	M	3	10-12	M
Correct	Glutes - sideplank + running mechanics	3	10-12	L	3	10-12	L
Hip bi	Deadlift (technique)	3	C	C	3	C	C
Pushvert	KB vert. Push, half/full kneeling	3	C	M	3	C	M
Correct	Front wall slides /w band	3	10-12	Band	3	10-12	Band
H = heavy, M = moderate, L = low, C = combined							

	Week 1 & 3	Week 1			Week 3		
	Combined	Sets	Reps	Weight	Sets	Reps	Weight
Prepar	Mobility	1			1		
	T-spine of the wall	1			1		
	RAK with one hand	1			1		
	Glutebridge	1			1		
	OH lunge + iso hold	1			1		
	Wall slides	1			1		
	Half TGU	1			1		
	The bear	1			1		
Core	BW squat, side banded/iso hold	2	20"		2	25"	
	TGU	2	3+3	-----	2		L
Power	One leg jump from lunge	2	4-5		2	4-5	
	DNS plank technique	2	20-25"		2	25-30"	
Knee bi	Front squat	2-3	C	M	3	C	C
Pull hor	Sideplank band pull	2-3	10-12	Band	3	10-12	Band
	DB side to side throw/halo one	2-3	8	M-H	3	8	M-H
Push hor	Pulleypush /w front step	2-3	C	C	3	C	C
Hipuni	SLDL	2-3	C	C	3	C	C
Correct	Individual corrective	2-3			3		
H = heavy, M = moderate, L = low, C = combined							

	Week 1 & 3	Week 1			Week 3		
	Combined	Sets	Reps	Weight	Sets	Reps	Weight
Prepar	Mobility	1			1		
	T-spine of the wall	1			1		
	RAK with one hand	1			1		
	Glutebridge	1			1		
	OH lunge + iso hold	1			1		
	Wall slides	1			1		
	Half TGU	1			1		
	The bear	1			1		
Core	BW squat, side banded/iso hold	2	20"		2	25"	
	TGU	2	3+3	-----	2		L
Power	One leg jump from lunge	2	4-5		2	4-5	
	DNS plank technique	2	20-25"		2	25-30"	
Knee bi	Front squat	2-3	C	M	3	C	C
Pull hor	Side plank band pull	2-3	10-12	Band	3	10-12	Band
	DB side to side throw/halo one	2-3	8	M-H	3	8	M-H
Push hor	Pulleypush /w front step	2-3	C	C	3	C	C
Hipuni	SLDL	2-3	C	C	3	C	C
Correct	Individual corrective	2-3			3		
H = heavy, M = moderate, L = low, C = combined							

	Week 2 & 4	Week 2			Week 4		
	Combined	Sets	Reps	Weight	Sets	Reps	Weight
Prepar	Thc-spine mobility	1			1		
	Hip mobility	1			1		
	Tactical frog	1			1		
	T-spine lunge + windmill DB	1			1		
	Side to side knee move combo	1			1		
	Rak s jednou rukou nahore	1			1		
	OH squat + dowell	1			1		
Correct	Lungeside band iso hold	1	20"		1	25"	
	Bearside band	1	20"		1	25"	
Core	Antirotrunning mechanics	2	10	Band	2	10-12	Band
	X-walk	2	30"	Band	2	30"	Cross band
Power	Lateral jump	2	4-5		2	4-5	
	Bearcrawl + DNS stabilisation	2	C		2	C	
Hipuni	Side step up KB bottoms up (techn.)	2-3	8-10	L	2-3	8-10	M
Pulluni	Pulley pull	2-3	C	M	2-3	C	C
Correct	One leg landing w/ side band	2-3			2-3		
Press uni	Pushup hands var. (w/ band)	2-3	8-10	C	2-3	C	C
Kneeuni	Side lunge (technique)	2-3	10+	L	2-3	10+	L
Correct	Individual corrective ex.	2-3			2-3		
H = heavy, M = moderate, L = low, C = combined							