

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

VLIV TRÉNINKOVÉHO PROGRAMU KNEERUGBYWOMEN NA  
REAKTIVNÍ SILOVÝ INDEX U ŽEN AMATÉRSKÉHO TÝMU RAGBY

Diplomová práce

(magisterská)

Autor: Bc. Michaela Rajnochová, Trenérství a management sportu

Vedoucí práce: prof. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

Olomouc 2022

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Michaela Rajnochová

**Název diplomové práce:** Vliv tréninkového programu KneeRugbyWomen na reaktivní silový index u žen amatérského týmu ragby

**Pracoviště:** Katedra sportu

**Vedoucí bakalářské práce:** prof. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

**Rok obhajoby bakalářské práce:** 2022

### **Abstrakt:**

Zranění ve sportu je dlouhodobě diskutované téma a je potřeba riziko zranění neustále minimalizovat. Cílem diplomové práce bylo ověření vlivu tréninkového programu KneeRugbyWomen na reaktivní silový index u amatérských ženských ragbistek starších 15 let. Program zahrnuje komplexní sadu cvičení, které obsahují balanční cvičení, posilovací cvičení s posilovací gumou a plyometrická cvičení. Výzkumný soubor byl rozdělen na experimentální ( $n=12$ ) a kontrolní skupinu ( $n=12$ ). Experimentální skupina absolvovala 12týdenní program, který cvičila vždy 2x týdně 10 minut. Kontrolní skupina absolvovala stejné rozcvičení, ale ve svém programu prováděla nácvik herních dovedností – přihrávek. Měření probíhalo před zahájením preventivního programu a po 12 týdnech. Reaktivní síla se hodnotila pomocí reaktivního silového indexu (RSI), který byl vypočítán z dat získaných testem 5 vertikálních skoků z místa.

Výsledky Mann-Whitney U testu (vnitroskupinové porovnání) prokázaly statisticky významné změny RSI pouze u experimentální skupiny ( $p = 0,02$ ,  $r = 0,50$ , střední efekt). Wilcoxonův párový test (meziskupinové porovnání) prokázal statisticky významný rozdíl RSI po absolvování tréninkového programu ( $p = 0,05$ ,  $r = 0,56$ , velký efekt). Z výsledků studie lze usuzovat, že preventivní program KneeRugbyWomen zlepšuje neuromuskulární řízení kolenního kloubu hráček při pohybech využívajících cyklu protažení a zkrácení svalu a snižuje riziko zranění LCA.

**Klíčová slova:** zranění, prevence, reaktivní silový index, kolenní kloub, ženy.

Diplomová práce byla zpracována s podporou vědeckého grantu IGA\_FTK\_2021\_008 (Vliv programu KneeRugbyWomen na indikátory rizika zranění kolenního kloubu u ragbistek starších 15 let).

Souhlasím s půjčováním závěrečné písemné práce v rámci knihovních služeb.

## **Bibliographical identification**

**Author's first name and surname:** Bc. Michaela Rajnochová

**Title of the master thesis:** Influence of the KneeRugbyWomen training program on the reactive strength index in women of the amateur rugby team.

**Department:** Department of sport

**Supervisor:** prof. PaedDr. Michal Lehnert, Dr.

**The year of presentation:** 2022

### **Abstract:**

Injuries in sports have been a long-discussed topic and the risk of injury needs to be constantly minimized. The aim of the thesis was to verify the influence of the KneeRugbyWomen training program on the reactive strength index in amateur female rugby players older than 15 years. This program includes a comprehensive set of exercises that include balance exercises, plyometric exercises and strength training with an elastic band. The research group was divided into experimental ( $n = 12$ ) and control group ( $n = 12$ ). The experimental group completed a 12-week program, which they practiced twice a week for 10 minutes. The control group did the same warm-up, but practiced game skills in its program. The measurement took place before the start of the prevention program and after 12 weeks. The reactive strength was evaluated using the reactive strength index (RSI), which was calculated from the data obtained by the 5 vertical jumps test.

Mann-Whitney U test results (intragroup comparison) showed statistically significant changes in RSI only in the experimental group ( $p = 0.02$ ,  $r = 0.50$ , mean effect). The Wilcoxon paired test (intergroup comparison) showed a statistically significant difference in RSI after the training program ( $p = 0.05$ ,  $r = 0.56$ , large effect) using a stretch-shortening cycle of the muscle and reduces the risk of injury to the LCA.

**Key words:** injuries, prevention, reactive strength index, knee joint, women.

The diploma thesis was supported by the research grant IGA\_FTK\_2021\_008 (Influence of the KneeRugbyWomen program on indicators of the risk of knee injuries in rugby players older than 15 years).

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením prof. PaedDr. Michala Lehnerta Dr., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci, dne 25.4. 2022

.....

Michaela Rajnochová

Děkuji prof. PaedDr. Michalu Lehnertovi, Dr. za vynaložený čas, cenné rady a pomoc při zpracování diplomové práce.

## SEZNAM ZKRATEK

CNS – centrální nervová soustava

HSS – hluboký stabilizační systém

KIPP – program prevence poranění kolene

KLIP – knee ligament injury prevention training program

LCA – přední zkřížený vaz, anterior cruciate ligament

SSC – stretch-shortening cycle

RU – rugby union

RL – rugby league

RSI – reaktivní silový index

### ***Jednotky***

m – metr

s – sekunda

ms – milisekunda



1 ÚVOD .....	11
2 PŘEHLED POZNATKŮ .....	13
2.1. Ragby .....	13
2.2. Zranění kolenního kloubu .....	15
2.2.1. Faktory ovlivňující zranění .....	17
2.3. Rozdíly mezi muži a ženami v souvislosti se zvýšeným výskytem zranění .....	18
2.3.1. Anatomické faktory.....	19
2.3.2. Nervosvalové faktory .....	19
2.3.3. Flexibilita .....	20
2.3.4. Psychické aspekty .....	20
2.3.5. Další aspekty ovlivňující riziko zranění.....	21
2.3.6. Reaktivní silový index .....	22
2.4. Funkční anatomie svalového aparátu .....	24
2.4.1. Struktura svalového vlákna.....	24
2.4.2. Princip svalového stahu .....	26
2.4.3. Typy svalové kontrakce .....	26
2.4.4. Typy svalových vláken .....	27
2.4.5. Svalová bolest .....	28
2.4.6. Svalové dysbalance .....	29
2.4.7. Hluboký stabilizační systém .....	30
2.5. Funkční anatomie kolenního kloubu.....	31
2.5.1. Svaly kolenního kloubu .....	32
2.5.2. Vazy kolenního kloubu .....	33
2.5.3. Kloubní pouzdro .....	33
2.5.4. Menisky.....	33
2.5.5. Patela – čéška .....	34

2.5.6. Burzy kolenního kloubu.....	34
2.5.7. Nervy a cévy .....	34
2.6. Preventivní programy.....	35
2.6.1. Balanční cvičení.....	36
2.6.2. Plyometrická cvičení.....	36
3 CÍLE A HYPOTÉZY .....	38
3.1. Hlavní cíl.....	38
3.2. Hypotéza 1. ....	38
3.3. Úkoly práce .....	38
4 METODIKA .....	39
4.1. Výzkumný soubor .....	39
4.2. Design studie.....	40
4.3. Metody a organizace sběru dat.....	41
4.4. Program KneeRugbyWomen .....	41
4.5. Statické vyhodnocení dat .....	43
5 VÝSLEDKY PRÁCE .....	44
6 DISKUSE.....	45
7 ZÁVĚRY .....	50
8 SOUHRN .....	51
9 SUMMARY .....	52
10 REFERENČNÍ SEZNAM.....	53
11 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	61
12 SEZNAM TABULEK.....	62
13 PŘÍLOHY .....	63
Příloha 1. ....	63
Příloha 2. ....	64
Příloha 3. ....	65

## 1 ÚVOD

Ragby jako kolektivní a kontaktní sport patří mezi sporty, kde dochází k velkému výskytu mnohých zranění, ať už se jedná o patnáctkové ragby (patnáct hráčů), ragby třináctkové (třináct hráčů) či sedmičkového ragby (sedm hráčů). Ve hře, kdy dochází k mnohým kontaktům mezi hráči, dochází k mnoha zraněním způsobeným kontaktem. Zranění ve sportu sebou nese spoustu komplikací. Sportovci mohou být vážnějšími zraněními ovlivněni v následném pokračování své kariéry. Měl by tak být kladen důraz na předcházení a vyvarování se těmto nepříjemným situacím. Při vzniku zranění v jakémkoli sportu a následnému výpadku z tréninkového procesu dochází k procesu detréningu, který vede ke snižování sportovcovy fyzické kondice a nastává v organismu desadaptace. V kolektivních sportech může výpadek jednoho sportovce ovlivnit všechny členy týmu, jelikož každý jedinec tvoří nedílnou součást kompletního soukolí.

Při dlouhodobém tréninku je potřeba aby byly zařazovány preventivní a kompenzační cvičení či programy, aby se tak působilo proti vzniku funkčních poruch či zranění, která mohou vzniknout v průběhu hry. Preventivní a kompenzační cvičení vzhledem k úrazovosti jsou ve sportovním odvětví dlouhodobě diskutované téma. Při ragby dochází k menším zranění (odřeniny), ale také k větším zraněním (zlomeniny, úrazy končetin). V rámci prevence zranění existuje široké spektrum cvičení, která mohou být při tréninku využita. Jedná se například o cvičení protahovací, posilovací nebo také balanční.

Při stavbě ať už krátkodobých či dlouhodobých tréninkových procesů je potřeba přihlížet k morfologicko-funkčním rozdílům mezi muži a ženami. Ženy oproti mužům mají jinou stavbu těla, poměr zastoupení tukové a svalové složky, rozdílné těžiště těla, menší plicní kapacitu a mnoho dalších. Někteří autoři poukazují, že porozumění těmto rozdílům při stavbě tréninkových plánů může vést ke zvýšení výkonnosti, a právě ke snížení výskytu zranění. Tato práce je zaměřena na testování reaktivního silového indexu, který se projevuje jako vhodný indikátor rizika zranění ve sportu.

KneeRugbyWomen je tréninkový program, který byl sestaven tak, aby snížil riziko vzniku zranění a ověřil vliv programu na reaktivní silový index. Proběhl dvanáctitýdenní program, který absolvovala 24členná skupinka amatérských hráček ragby starších 15 let, která byla průběžně testována. V tomto programu byla zařazena následující cvičení: posilovací cvičení, plyometrické cvičení, balanční cvičení a cvičení

s posilovací gumou (u většiny těchto cviků byl posilován i hluboký stabilizační systém – HSS).

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1. Ragby

Ragby patří mezi míčové, kolektivní a kontaktní sporty. Jde částečně o typ fotbalu, kdy hráč může běžet s míčem v rukou. Okolo roku 1823 hráli studenti fotbal, kdy jeden student vzal míč do rukou a nesl ho k bráně. Takto se popisuje prvopočátek ragby. Pravidla hry pak byla schválena roku 1871. Ragby se dále dělí podle Tůmy a Haitmana (2017) na:

- ragby union (RU) (patnáctkové – patnáct hráčů, sedmičkové – sedm hráčů),  
hrací doba 2x40 minut, branky ve tvaru H, hřiště maximálně o rozměrech 100x70 m, přestávka maximálně 15 minut,
- ragby league (RL) (třináctkové – třináct hráčů),
- sedmičkové ragby (sedm hráčů) – „olympijské ragby“, hrací doba 2x7 minut, přestávka maximálně 2 minuty,
- existují i další varianty jako například desítkové ragby, plážové ragby nebo ragby pro vozíčkáře.

Hlavní rozdíly mezi ragby union a ragby league:

- v RU za položení míče za brankovou čáru uděluje 5 bodů v RL pouze čtyři,
- kop ze hry v RU za tři body, v RL za jeden bod,
- trestný kop v RU za pět bodů, v RL za dva body,
- střídání: RU „fotbalový model“, RL „hokejový model“.

Česká ragbyová unie byla založena roku 1926. Cílem tohoto sportu je dopravení míče do soupeřova brankoviště a tam jej položit. Hráči oproti fotbalu jej mohou nést v ruce, běžet s ním, kopat do něj, přihrávat si, ale nesmí míč hodit dopředu. Kontakt nastává tehdy, kdy soupeř může útočit na hráče jen v situaci, pokud má míč a tím se jej snaží o něj připravit. Průběh hry jako ve fotbale řídí jeden hlavní rozhodčí a dva pomezní. Cílem je dosáhnout co nejvíce bodů. Ragby se po celém světě věnuje přes tři miliony lidí od 6 do 60 let (Tůma & Haitman, 2017).

*Bodování v ragby (RU), (Tůma & Haitman, 2017):*

- pětka – položení – 5 bodů,
- trestná pětka – 5 bodů,

- branka po pětce – 2 body,
- branka z trestného kopu – 3 body,
- branka kopem z odrazu – 3 body.

*Herní situace, (Tůma & Haitman, 2017):*

- mlýn,
- aut,
- trestný nebo volný kop,
- složení,
- ruck,
- maul.

*Pozice v ragby:*

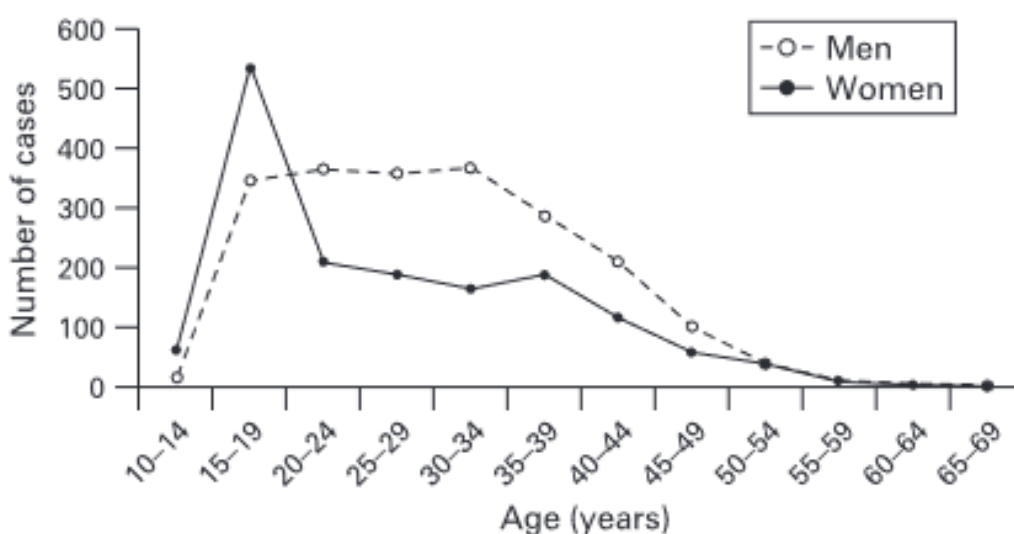
- levý pilíř,
- mlynář,
- pravý pilíř,
- pravý rváček,
- vazač,
- mlýnová spojka,
- útoková spojka,
- levé křídlo,
- levá druhá řada,
- pravá druhá řada,
- levý rváček,
- levá tříčtvrťka,
- pravá tříčtvrťka,
- pravé křídlo,
- zadák.

## 2.2. Zranění kolenního kloubu

Zranění jakéhokoli charakteru vyřadí sportovce z tréninkového i soutěžního cyklu v období několika dní, týdnů či let. Jsou však i zranění, která v životě sportovce mohou být důvodem k předčasnému ukončení sportovní kariéry. Waldén et al. (2015) rozděluje zranění na kontaktní a nekontaktní poranění. Nekontaktním zraněním se dále zabývá tato práce.

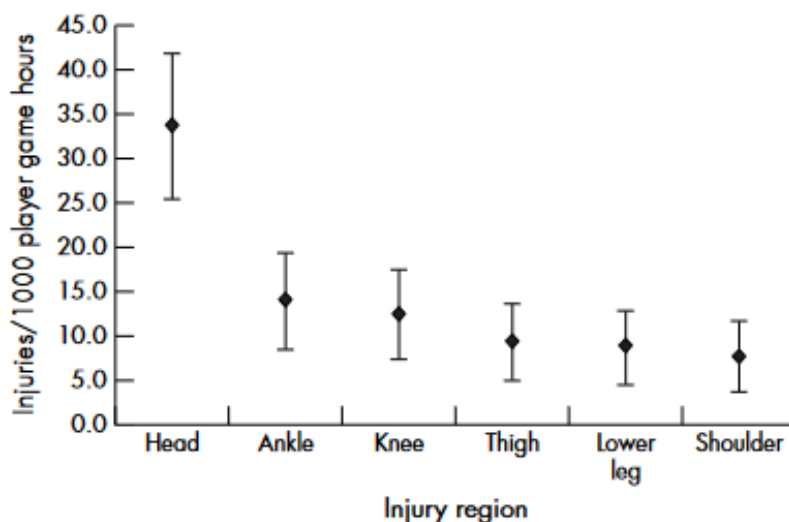
Při ragby dochází k menším zraněním, jako jsou například odřeniny různých částí těla, ale také k problematictějším zraněním, které mohou být například zlomeniny či úrazy dolních končetin (klouby, menisky, zkřížené či postranní vazy), otřesy mozku a ve výjimečných případech i míchy, které bývají katastrofální, toto potvrzuje (McIntosh, 2005). Večeřová et al. (2011) poukazuje na vznik poranění kloubů (nejčastěji kotníků a kolen) a také na bolestivost v oblasti páteře při sportovních hrách. Pro optimální fyzickou přípravu je potřeba, aby dlouhodobý tréninkový plán obsahoval prevenci, rozvoj a stabilizaci silových schopností, jelikož silový trénink aktivně přispívá k výkonu a udržování silových schopností sportovce a snižuje tak riziko zranění (Perič & Dovalil, 2010).

Lehnert et al. (2017) a Lehnert et al. (2014) potvrzují, že u žen může docházet k vyššímu výskytu zranění právě v oblasti kolene a může být vyvíjen vyšší tlak na křížové vazy. Na Obrázku 1 můžeme vidět, že nejvíce zranění kolenního kloubu (podle norského registru) dochází u žen, a to ve věku od 15 do 19 let (Renstrom et al., 2008).



Obrázek 1. Rozdělení pacientů v norském registru o úrazech kolene podle věku a pohlaví (Renstrom et al., 2008).

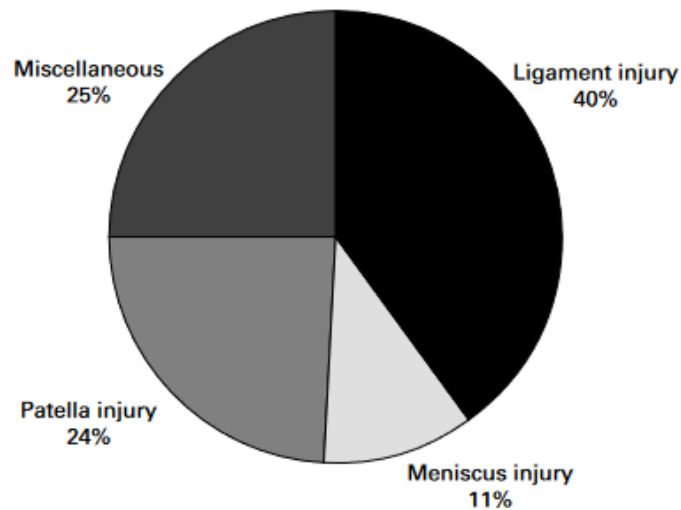
Best, McIntosh a Savage (2005) se zabývali výskytem zranění ve světovém poháru ragby v roce 2003. Výsledky studie prokázaly, že během 48 zápasů bylo zaznamenáno 189 zranění, které odpovídají 97,9 zraněním na 1000 herních hodin hráče. Obrázek 2 znázorňuje nejčastější výskyt zranění na 1000 herních hodin. Z obrázku vyplývá, že mezi nejčastější zranění dochází v oblasti hlavy, kotníku a kolene.



Obrázek 2. Výskyt zranění na 1000 herních hodin (Best et al., 2005).

Jakoet a Noakes (1997) se ve starší studii zabývali také výskytem zranění v přípravných, soutěžních a finálových zápasů, kde došli k závěrům, že 70 zranění vzniklo během turnaje, z toho 58 byly přípravné zápasy (30 zranění na 1000 herních hodin hráče); ze 7 finálových zápasů bylo 43 na 1000 herních hodin; 30 % zranění byly kolenní vazy, 27 % tržné rány, 14 % namožené svaly; dolní končetina čítala celkem 42 % všech úrazů, horní končetina 29 % a obličej 17 %; jeden hráč utrpěl paralyzující poranění míchy a poranění krku se vyskytovalo 4,6 % na 1000 herních hodin hráče. Targett (1998) prováděl výzkum u novozélandského profesionálního týmu ragby při sezonní soutěži Rugby Super 12, kdy uvádí, že celkový počet zranění byl 120 na 1000 herních hodin hráče a vážná zranění byla 45 na 1000 herních hodin. McIntosh, McCrory, Finch a Wolfe (2010) uvádí, že z 1841 zranění utrpělo 1159 hráčů, které sledovali během dvou sezon 554 zranění, bylo v oblasti hlavy, obličej a krku; z 234 zranění bylo 199 otřesů mozku; 96 zranění krku a 224 zranění obličej. Bollen (2000) uvedl, že mezi nejrizikovější sporty, při kterých vznikají různá zranění, se řadí fotbal a ragby. Obrázek 3 znázorňuje klasifikaci 1833 zranění v oblasti kolene.





Obrázek 3. Klasifikace 1833 zranění kolene (Bollen, 2000).

Hughes a Watkins (2006); Knowles (2010); Malinzak, Colby, Kirkendall, Yu a Garrett (2001) poukazují na celkovou vyšší míru zranitelnosti u mužů, ale potvrzují, že jsou ženy náchylnější 6-8krát více na bezkontaktní úrazy LCA než muži. Knowles (2010) také potvrzuje, že je možné ovlivnit míru úrazovosti snížením rizikových faktorů a věnováním pozornosti dalšímu zkoumání preventivních programů. Sallis, Jones, Sunshine, Smith a Simon (2001), prováděli výzkum výskytu zranění mezi muži a ženami na univerzitní úrovni. Výzkumu se účastnilo 3 767 probandů a z toho bylo potvrzeno 1874 zranění v návaznosti na sportovní aktivitu. Z celkového počtu zranění se 54,3 % týkalo mužů a 47,7 % žen. Tudíž závěrem bylo, že není významný rozdíl v porovnání zranění mezi muži a ženami (Sallis et al., 2001). K nekontaktnímu poranění LCA dochází v 70-80 % případů. Nejčastěji k těmto poraněním dochází při dopadu nebo při zpomalování pohybu (Acevedo, Rivera-Vega, Miranda, & Micheo (2014).

### 2.2.1. Faktory ovlivňující zranění

Faktorů, které ovlivňují riziko vzniku poranění je spousta. Je potřeba porozumět faktorům, stavbě a funkci kolene či struktuře hry, aby se mohlo zraněním co nejvíce zabránit. Faktory ovlivňující zranění rozdělujeme na vnitřní a vnější (McIntosh, 2005).

#### *Vnější faktory*

Mezi vnější faktory můžeme řadit například povrch hrací plochy, enviromentální podmínky, soupeře, spoluhráče či rozhodčí. McIntosh (2005) uvádí, že mezi rizikové faktory vzniku zranění mohou být například špatná technika řešení herní situace nebo také nesoulad v porovnání hráčů a jednotlivých týmů.

### *Vnitřní faktory*

K těmto faktorům řadíme například podle Renstroma et al., (2008), (dále kap. 2.3):

- individuální připravenost sportovce,
- anatomické faktory (špatné držení těla, postavení dolních končetin – kyčel, koleno, kotník),
- nervosvalové faktory
- hormony (estrogen, progesteron, testosteron, fáze menstruačního cyklu).

U hráčů můžeme tyto faktory ovlivnit pomocí správného tréninku a doplňujících tréninkových jednotek (například kompenzační nebo regenerační).

### **2.3. Rozdíly mezi muži a ženami v souvislosti se zvýšeným výskytem zranění**

Z předcházející kapitoly vyplývá, že jsou ženy náchylnější ke vzniku nekontaktního poranění LCA než muži (Hughes & Watkins, 2006; Knowles, 2010; Malinzak et al., 2001). Zranění ovlivňuje několik faktorů, ať už vnějších nebo vnitřních. Jak bylo uvedeno již výše, mezi tyto faktory řadí Renstrom et al. (2008) anatomické faktory, neuromuskulární a hormonální. Ardern, Kvist a Webster (2016) přidává dále k těmto faktorům také psychický aspekt, který ovlivňuje průběh rekonvalescence a sportovcův návrat zpět ke sportu. Je důležité k těmto faktorům přidat také flexibilitu, která ovlivňuje pohyblivost a při jejím zanedbávání může také dojít ke vzniku zranění (Jebavý, Hojka, & Kaplan, 2014; Striano, 2017). Alter (1999) ve své publikaci uvádí důležitost strečinku a jeho význam pro organismus. Dále se budeme zabývat podrobněji všemi těmito faktory, které ovlivňují vznik zranění.

Všeobecně trénink žen vychází ze stejných principů, je však důležité dbát na odlišnosti nejen fyzické, ale také například psychické. Do pubertálního věku jsou ve výkonnosti obou pohlaví minimální rozdíly. Zlom nastává s příchodem puberty, kdy se u obou pohlaví rozvíjí zvýšená produkce pohlavních hormonů (Lehnert et al., 2014; Sanborn & Jankowski, 1994). Botek et al., (2017) uvádí, že znalosti v oblasti řízení, optimalizace a individualizace tréninkového zatěžování žen je v tréninkovém procesu nezbytná. Pravidelná pohybová aktivita je doporučována u žen i jako prevence při vzniku osteoporózy (úbytek kostní tkáně), která se zrychluje v období menopauzy (pokles estrogenu).

### **2.3.1. Anatomické faktory**

Tyto faktory zkoumané v závislosti na riziku poranění LCA zahrnují geometrii kolenního kloubu, laxnost kolenního kloubu, složení těla a strukturální zarovnání dolních končetin. Většina rozdílů, které jsou zodpovědné za tyto anatomické charakteristiky, se liší podle pohlaví, což naznačuje, že rizikové faktory nemusí být stejné pro muže a ženy. Ve srovnání s muži mají ženy menší LCA podle délky, plochy průřezu, objemu a hustoty kolagenních vláken (Schultz et al., 2015).

LCA funguje primárně jako statický stabilizátor, odolává hyperextenzi, přední translaci tibie a rotačním pohybům. Dále také odolává varozním a valgozním pohybům ve všech stupních flexe. Dalšími z možných vzniků poranění LCA je směr sklonu tibie a ligamentózní laxita (Acevedo et al., 2014). Podle Rameshe, Von Arx, Azzopardi a Schranz (2005) vede k predispozici poranění vazů také laxnost kloubů a potvrzuje, že 70 % případů poranění LCA tvoří právě poranění nekontaktní.

Acevedo (2014) a Schultz et al. (2015) doplňují vysoké BMI jako určitou míru rizika vzniku poranění LCA a také zvýšená svalová únava napomáhá ke špatné biomechanice, která vede ke zvýšení rizika zranění.

### **2.3.2. Nervosvalové faktory**

Je potřeba také zdůraznit, že horší nervosvalová kontrola může být příčinou horší dynamické stability kolenního kloubu a tím může přispívat k vyššímu výskytu zranění. Neuromuskulární kontrola kolenního kloubu je zabezpečována pomocí flexorů a extenzorů kolenního kloubu (kap. 2.5.), u kterých je potřeba aby poměr těchto sil byl v rovnováze. Dále se na dynamické stabilitě podílejí také vazy, šlachy, kloubní pouzdro a kosti. Voskanian (2013) uvádí, že jsou ženy vystaveny 3,5krát většímu riziku zranění nekontaktního poranění LCA oproti mužům, a to v důsledku neuromuskulárních adaptací a biomechanice, která souvisí s technikou dopadů. Poukazuje také na svalovou sílu, která je jedním z faktorů určujících stabilitu kolenního kloubu. Dle Aceveda et al. (2014) jsou neuromuskulární a biomechanické faktory modifikovatelné, jelikož zahrnují rozdíly v biomechanice dopadů a otáčení. Mezi neuromuskulární rizikové faktory řadí Schultz et al. (2015) také velikost svalové aktivace a produkci síly. Bylo také prokázáno, že dívky při dopadu ze skoku a při otáčení provádějí pohyby s menší flexí kolene a kyčle, zvýšenou valgozitou kolena, vnitřní rotací kyčle, vnější rotací holenní kosti a vysokou aktivitou čtyřhlavého svalu ve vztahu k hamstringům (Acevedo et al., 2014).

### 2.3.3. Flexibilita

V oblasti pohyblivosti dosahují ženy lepších výsledků například pomocí anatomických předpokladů (Botek et al., 2017; Lehnert et al., 2014; Novotná et al., 2006). Rozvoj flexibility je jedním z několika nástrojů prevence proti vzniku zranění a je ve sportu hojně využíván. Flexibilitu rozvíjíme pomocí strečinkových cvičení. Mezi techniky strečinku řadíme statický strečink – protažení svalu a udržení v krajní poloze, dynamický strečink – skoky, švihy či kroužení, které vede k zvýšení rozsahu pohybu; pasivní strečink – technika využívající vnější sílu či dopomoc, aktivní strečink – protahování svalů bez vnější dopomoci (Alter, 1999). Při strečinku je potřeba dbát na správnou techniku cvičení, protože jedině tak bude jeho pozitivní přínos možný v průběhu tréninkového procesu. Kromě správné techniky cvičení je také potřeba klást důraz, aby před každým strečinkem předcházelo důkladné rozehrání organismu. Nedostatečné rozehrání může mít za následek, natržení či jiné poškození svalových vláken (Jebavý, Hojka & Kaplan, 2014; Striano, 2017).

Pozitivní přínos strečinku (Alter, 1999):

- nacvičování různých pohybových dovedností,
- prohloubení duševní a tělesné relaxace,
- prohloubení pohybového vnímání,
- strečink snižuje nebezpečí úrazů,
- strečink může snížit pravděpodobnost onemocnění páteře,
- při strečinku může docházet ke snížení bolesti svalů,
- strečink může snížit bolestivost menstruace u sportujících žen,
- strečink snižuje svalové napětí.

### 2.3.4. Psychické aspekty

Psychika člověka je vysoce individuální a mnohdy i komplikovaná. Ovlivňuje ji spousta faktorů z běžného i sportovního života a je utvářena prakticky již od narození, například v jakém prostředí vyrůstáme. Osobnost člověka charakterizuje mnoho osobnostních vlastností (Perič & Dovalil, 2010). Ardern, Kvist a Webster (2016) poukazují, že psychika sportovce ovlivňuje jeho výkonnost, v případě zranění i jeho léčbu a popřípadě i návrat zpět ke sportu. Z běžného života si můžeme všimnout mnoha rozdílů v mentálním myšlení mezi muži a ženami.

Podle Lehnerta et al., (2014), můžeme naznačit některé odlišnosti:

- ženy jsou komunikativnější,
- role tréninku v systému hodnot není u žen tak vysoko jako u mužů,
- ženy jsou citlivější,
- změny nálad mohou nastat z „nepochopitelné“ příčiny,
- ženy bývají méně agresivní,
- ženy jsou citlivější na změny tělesné hmotnosti, tělesných tvarů či vzhledu.

### **2.3.5. Další aspekty ovlivňující riziko zranění**

Vrcholové sportovkyně jakožto ženy jsou vystavovány riziku vzniku amenorey (poruchy menstruačního cyklu), které mohou mít negativní vliv na ženský organismus. V ženském organismu se vlivem menstruačního cyklu mohou objevovat výkyvy pohlavních hormonů. Při menstruaci či kolísání pohlavních hormonů může docházet ke zvýšenému riziku zranění LCA (Acevedo et al., 2014). Renstrom et al. (2008) uvádí, že v LCA se nachází estrogenové a progesteronové hormonální receptory, které mohou mít vliv při poranění LCA. Některé studie, zabývající se vznikem zranění v období menstruace ukázaly, že většina poranění LCA u žen zřejmě dochází v časně a pozdní folikulární preovulační fázi, naopak další studie prokázaly zvýšený výskyt během luteální (postovulační) fázi a také během menstruace (Beynon et al., 2006; Ruedl et al., 2009; Slaughterbeck et al., 2002). Podle Aceveda et al. (2014) v tuto chvíli neexistuje jasná odpověď na roli hormonů a sportovní účasti na zranění LCA. Hormonální antikoncepce, která se ženami využívá především proti těhotenství, napomáhá k pravidelnému menstruačnímu cyklu. Nejzávažnějším důsledkem amenorey je předpoklad pro vznik předčasné osteoporózy. Botek et al., (2017) uvádí, že příčinou vzniku těchto poruch je soulad vysokého energetického výdeje a nízké % tělesného tuku k neadekvátnímu kalorickému příjmu. U žen všeobecně se více vyskytují poruchy příjmu potravy, které mohou vést až ke vzniku anorexie či bulimie. Ženy se s těmito problémy často potýkají ve sportovních disciplínách spojených s udržováním tělesné hmotnosti či s požadavky na nízkou tělesnou hmotnost, mezi které patří například gymnastika, krasobruslení nebo balet. Mezi negativní důsledky poruch příjmů potravy se řadí ztráta vody, pokles svalové síly, slabost organismu, nepravidelná menstruace či její ztráta a také poškození orgánů.

### 2.3.6. Reaktivní silový index

Základní svalová funkce je definována jako cyklus protažení a zkrácení tzv. Stretch-shortening cycle (SSC), kdy dochází nejprve k excentrické kontrakci a následně ke koncentrické kontrakci. SSC je využíváno například při běhu, změně směru, výskoku (Nicole, Avela & Komi, 2006). Reaktivní síla je schopnost využít protažení a následné zkrácení svalu do 250 ms od zahájení a podstatou je plyometrická svalová kontrakce. Dále ji lze charakterizovat jako schopnost vytvořit co největší silový impuls v SSC (Lehnert et al., 2014; Zahradník & Korvas, 2017). Velikost této síly je podmíněna maximální a rychlou silou, a právě také elasticitou svalu. Podle Turnera a Jeffreyse (2010) je SSC nezbytný pro široké spektrum sportovních pohybů, kdy jeho výkon závisí na efektivním využití při dané sportovní dovednosti, proto se také plyometrie zařazuje do tréninkových cyklů s cílem zlepšit používání SSC. Voskianian (2013) poukazuje na svalovou sílu, kterou řadí k faktorům určujícím stabilitu kolenního kloubu. Dle Aceveda et al. (2014) jsou neuromuskulární a biomechanické faktory modifikovatelné, jelikož zahrnují rozdíly v biomechanice dopadů a otáčení. Mezi neuromuskulární rizikové faktory dle Shultze et al. (2015) patří velikost svalové aktivity a produkci síly. Nárůst síly v důsledku SSC se vysvětluje jako schopnost ukládání a následné využití elastické energie (Laffaye et al., 2016). Hodnotit neuromuskulární řízení kolenního kloubu je možné pomocí RSI a tuhosti dolních končetin. Reaktivní síla je indikátorem nervosvalových mechanismů důležitých pro dynamickou stabilitu kolena (nervosvalovou kontrolu) při SSC (Nicole et al., 2006). Lephart, Pincivero, Giraido a Fu (1997) uvádí, že neuromuskulární kontrola je nezbytná pro funkční stabilitu kteréhokoli kloubu a změna propriocepce a kinestézie má přímý vliv na funkční stabilitu kloubu.

RSI je indikátorem reaktivní síly a reaktivní síla je indikátorem nervosvalových mechanismů důležitých pro dynamickou stabilitu kolena (nervosvalovou kontrolu) při SSC (Nicole et al., 2006). Dynamická stabilita kolenního kloubu se řadí k ovlivnitelným faktorům, které mohou být pozitivně usměrňovány prostřednictvím právě preventivních tréninkových programů. RSI bývá také často využíván pro testování sportovní výkonnosti (Flanagan, Ebben & Jensen, 2007; Suchomel, Sole, Bailey, Grazer, & Beckham, 2015). RSI lze využít k monitorování stresu na svalově-šlachovém komplexu při SSC (Young, 1995). Změny reaktivní síly mohou být také ovlivněny únavou organismu (Strniště et al., 2019). RSI se ukazuje jako vhodný indikátor nejen

rizika zranění, ale ukazuje se i jeho spojitost s výkonovou složkou (Lloyd, Oliver, Hughes, & Williams, 2009). Flanagan et al., (2007) poukazuje na vysokou reliabilitu měření RSI a zmiňuje jeho častější využívání při testování.

## 2.4. Funkční anatomie svalového aparátu

Kosti a svalstvo v lidském organismu představuje podpůrně-pohybový systém, který zapříčiňuje veškerou možnost pohybu (například běh, chůze, skákání). Biomechanické, biologické a patofyziologické vlastnosti jednotlivých systémů podpůrně-pohybového aparátu i chování systémů jako celku určují fyziologické a anatomické vlastnosti tkání, ze kterých je pohybový systém složen. Na stavbě tohoto pohybového systému se podílejí nejvíce tkáně pojivové, svalové a nervové (Dostálová & Sigmund, 2017).

Podle Botka et al. (2017) jsou pohyby výsledkem souhry mezi kosterním svalstvem a centrálním nervovým systémem (CNS). Pohyb těla nastane v případě, když se svaly smrští a tím vytvoří změnu polohy kostí v kloubech. Některé klouby umožňují jen v jedné rovině (koleno, loket), kdežto například kyčel a rameno dovolují rozsah pohybu ve více směrech (Sharkey & Gaskill, 2019).

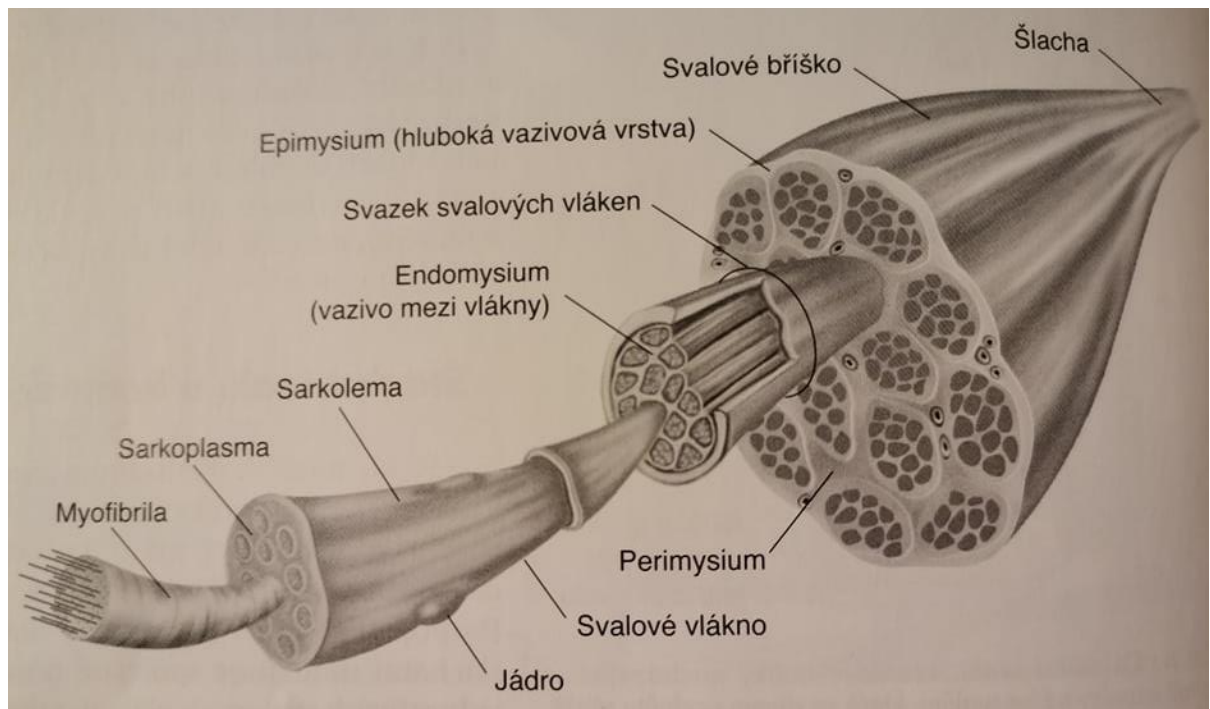
### 2.4.1. Struktura svalového vlákna

Průřez svalovým vláknem znázorňuje Obrázek 4. Povrch svalového vlákna se nazývá sarkolema a její vnitřní prostor tvoří sarkoplazma, která obsahuje například mitochondrie, sarkoplazmatické retikulum, myoglobin a další (Botek et al., 2017). Ve svalových vláknech se nacházejí také myofibrily (nikotinové útvary) obsahující proteiny, které se posouvají jeden po druhém a společně s nervovým signálem uzpůsobují kontrakci (Sharkey & Gaskill, 2019).

Svaly dále dělíme podle typu (Přidalová & Riegerová, 2008):

- Hladká svalovina – myofibrily této svaloviny nemají sarkomery, mají velkou roztažitelnost, kontrakce jsou pomalejší. Tento druh svaloviny můžeme například ve stěnách střev, průdušnic, močového měchýře, vejcovodů, dělohy. Tyto svaly nelze ovládat vůlí.
- Příčně pruhovaná svalovina – začíná a upíná se na kostře, obsahují satelitní buňky, které mohou částečně nahradit poškozený sval, je tvořen 75 % vody a 25 % organických a anorganických látek.
- Srdeční svaloviny – je směsí znaků hladkého i příčně pruhovaného svalstva, vegetativní nervy mohou srdeční činnost zrychlovat nebo zpomalovat.





Obrázek 4. Stavba kosterního svalu (Sharkey & Gaskill, 2019).

### 2.4.2. Princip svalového stahu

Aby došlo ke zmíněné kontraktilitě (stažlivosti), je potřeba aby byl na tělo vyvinut určitý podnět (stresor), na který bude organismus reagovat. Svalová kontrakce je soubor ucelených dějů. V případě, že některý z dějů je přerušen nebo popřípadě vynechán znamená, že svalová kontrakce nemůže proběhnout.

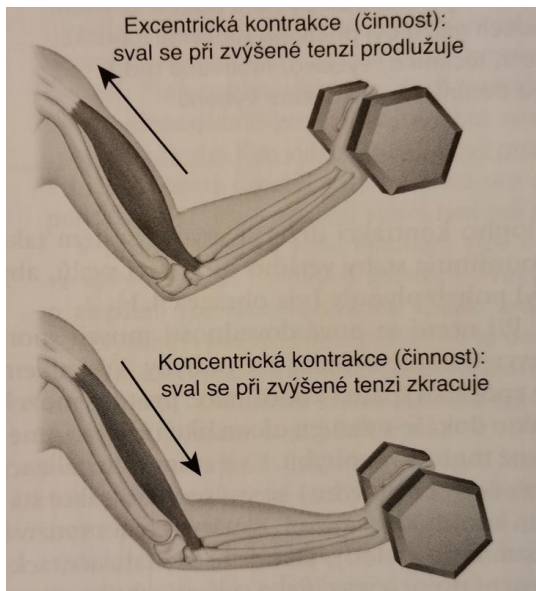
CNS je řidič a koordinátor pohybu. Centrum volní motoriky (úmyslné), se nachází v šedé mozkové kůře – motor cortex v gyrus praecentralis frontálního laloku (Přidalová & Riegerová, 2008). Akční potenciál z CNS postupuje pomocí pyramidových drah k výkonnému svaly. Signál pak pomocí motoneuronů dorazí k svalovým vláknům. Důležitou součástí tohoto systému je nervosvalová ploténka, která přenáší akční potenciál z nervového vlákna na svalové. V motoneuronu se nachází určitý mediátor (acetylcholin), který přenáší chemickou cestou elektrický signál z nervu na sval. Dojde k vyplavení  $Ca^{2+}$  a odkrytí vazebního místa na aktinu, kam se zasune myozinová hlava. Dále pak pomocí svalových proteinů aktinu a myozinu dochází ke svalové kontrakci. Hlava myozinu se váže na aktin, dojde k zalomení myozinového krčku, kdy se tímto způsobem zasouvá mezi aktinové molekuly, sarkomera se zkracuje a dochází ke svalovému stahu (Botek et al., 2017).

### 2.4.3. Typy svalové kontrakce

Na základě počtu a velikosti zapojených motorických jednotek se odvíjí síla svalové kontrakce (Sharkey & Gaskill, 2019). Motorická jednotka je soubor svalových vláken inervovaných jedním motoneuronem. Existují malé jednotky do 10 vláken, které ovládají jemné pohyby – například okohybné svaly, a velké jednotky, které mají až 1000 jednotek a ty ovládají velké pohyby – například stehenní svaly (Botek et al. 2017).

*Izometrická kontrakce* je kontrakcí statickou, kdy dochází ke zvýšení svalového tonu, ale nemění se délka svalu (například výdrž ve shybu, sjezdové lyžování). Dalším typem je dynamická svalová kontrakce, kdy může docházet k prodlužování nebo zkracování svalu. Tuto kontrakci dělíme na excentrickou a koncentrickou. *Excentrická svalová kontrakce* jinak nazývána také jako „brzdivá“, je kontrakce, kdy dochází k prodlužování svalu. Při této kontrakci dochází také k akumulaci elastické energie, která může být využita v případě, že na ni bude navazovat kontrakce koncentrická bez poklesu svalového napětí. Cvičení, která osahují tyto dvě kontrakce po sobě navazující se nazývají plyometrická. Při *koncentrické kontrakci* dochází

k opačnému procesu, ke zkrácení svalu (například bicepsový zdvih). Jinak nazývána také „překonávající“, kdy při pohybové činnosti je překonávána gravitace či externí odpor (Botek et al., 2017; Lehnert et al., 2014; Sharkey & Gaskill, 2019). Obrázek 5 znázorňuje excentrickou a koncentrickou svalovou kontrakci.



Obrázek 5. Svalové kontrakce (Sharkey & Gaskill, 2019).

#### 2.4.4. Typy svalových vláken

Svaly v lidském organismu jsou dány genetickou dědičností, jak v počtu svalových vláken, tak i v poměru typů. V lidském těle existují tři typy svalových vláken (typ I, typ IIa, a typ IIb), které se liší svými vlastnostmi a jejich poměr hraje roli při vytrvalostních nebo rychlostně-silových disciplínách. Dále se rozlišují svaly tonické a fázické, které se naopak liší svou funkcí.

Svaly podle funkce:

- Tonické svaly – mají vyšší práh dráždivosti, jsou silnější a pracují neustále. Mají sklon ke zkracování, proto je potřeba tyto svaly protahovat. Příklady svalů tonických: vzpřimovač páteře, zdvihač lopatky, horní část trapézového svalu, velký a malý prsní sval, čtyřhranný sval, sval bedrokyčlostehenní, přímý sval stehenní, trojhlavý sval lýtkový a zadní stehenní svaly (Dostálová & Sigmund, 2017; Jarkovská & Jarkovská, 2016).
- Fázické svaly – jsou rychleji unavitelné, mají horší cévní zásobení a pomalu regenerují. Mají tendenci k ochabnutí, proto je potřeba tyto svaly

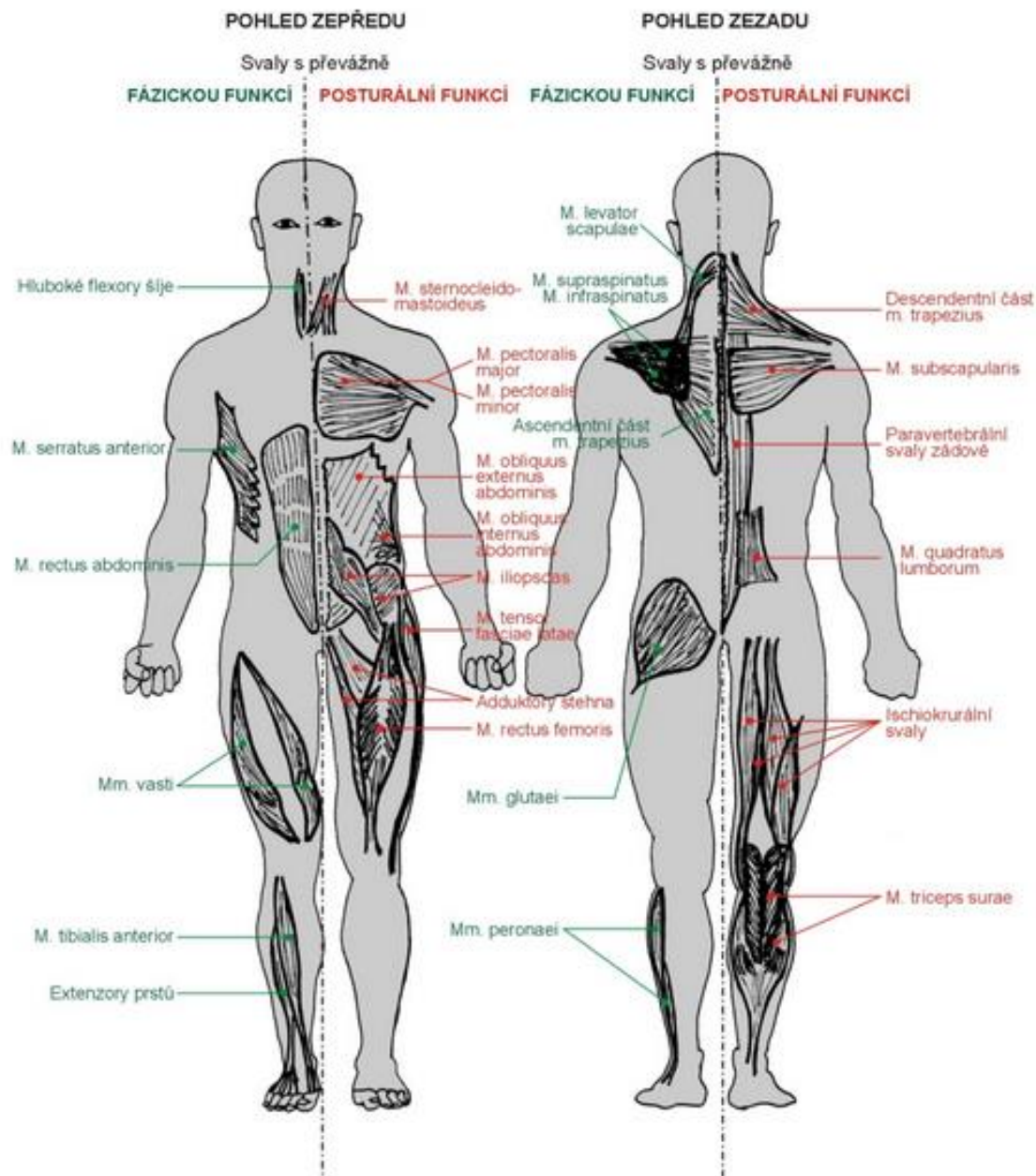
posilovat. Příklady fázických svalů: flexory šíje, sval podhřebenový, sval deltový, přední pilovitý sval, přímý břišní sval, hýžďové svaly, čtyřhlavý stehenní sval a přední sval holenní (Dostálová & Sigmund, 2017; Jarkovská & Jarkovská, 2016), (Obrázek 6).

Další tři typy svalových vláken, se převážně liší v cyklu kontrakce a relaxace, které pak hrají roli při zapojování a ovlivňují tak vytrvalostní či rychlostně-silový výkon.

- Typ I – červená, pomalá oxidativní – SO – obsahují vysoké množství myoglobinu, mají tedy vysokou oxidativní kapacitu, jsou méně unavitelná, větší počet mitochondrií, nižší práh dráždivosti, pomalé vedení vzruchu, tyto vlákna nemají sklon k hypertrofii. Vlákna typu I jsou důležitá ve vytrvalostních disciplínách.
- Typ IIa – rychlá oxidativní – přechodný typ, mezistupeň mezi červenými a bílými svalovými vlákny.
- Typ IIb – bílá, rychlá glykolytická – FG – zaměřují se na rychlý či silový pohyb, mají sklon k hypertrofii, jsou vysoce unavitelná, menší počet mitochondrií, vyšší práh dráždivosti. Tyto vlákna jsou důležitá pro rychlostně-silové disciplíny (Botek et, al., 2017; Lehnert et. al., 2014a; Sharkey & Gaskill, 2019;).

#### **2.4.5. Svalová bolest**

Existují dva hlavní typy svalové bolesti, které dělíme podle délky trvání na krátkodobou a dlouhodobou. Krátkodobá bolestivost se projevuje během intenzivní pohybové práce anebo krátce po ní. Tato bolestivost je pravděpodobně způsobená acidobazickou nerovnováhou a nahromaděním odpadních metabolitů, které může doprovázet mírný otok. Tato bolest by však měla v řádech několika hodin odeznít. Dlouhodobá bolest, která se objevuje později a může přetrvávat několik dní, se nazývá „opožděná svalová bolest“. Je způsobena mikroskopickými trhlinami ve svalech a vyplavení látek z vláken svalu, které dráždí nervová zakončení a vyvolávají zánětlivou reakci, která může bránit v další fyzické aktivitě (Sharkey & Gaskill, 2019).



Obrázek 6. Vybrané svaly s posturální a fázickou funkcí (Lehnert et al. 2014).

#### 2.4.6. Svalové dysbalance

Svaly lidského těla jsou rozloženy tak, aby vždy proti posturálním (tonickým) svalům ležely na opačné straně těla svaly fázické. Důležité pak je, jak společně pracují. Pokud posturální svaly budou silnější na jedné straně těla než fázické, vznikne svalová nerovnováha = dysbalance/hypokinéza. Tyto dysbalance jsou pak počátkem pro vznik chorob zad, kloubů či končetin. Nejčastější poruchou se udává vadné držení těla, které se projevuje kulatými zády, velkým prohnutím v bedrech, vysazenými hýžděmi, předsunutým držením hlavy a plochými zády (Jarkovská & Jarkovská, 2016; Novotná, Čechovská, & Bunc, 2006).

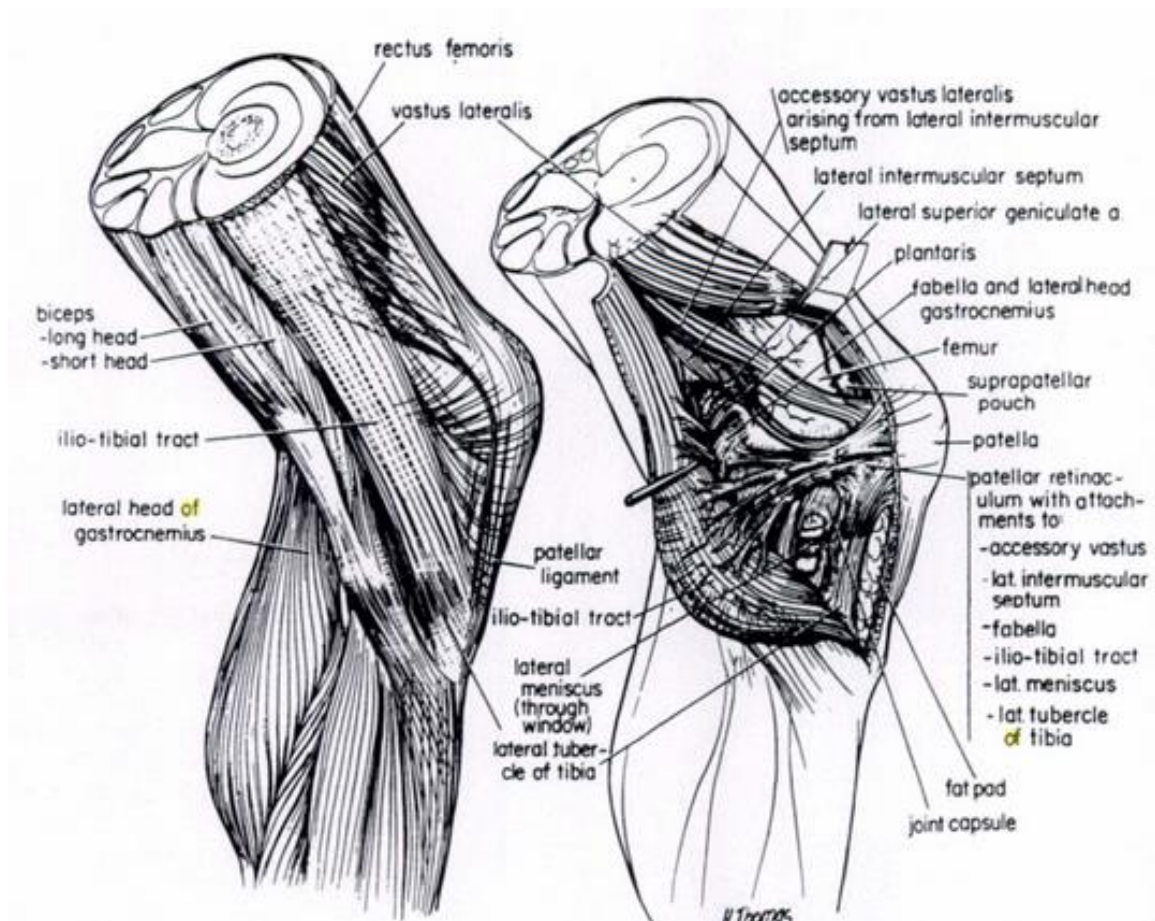
Při svalové dysbalanci jsou přetěžovány svaly, které se snaží vykompenzovat nedostatečnou pohyblivost svalů, které jsou omezovány (zkrácené či ochablé). Dostálová a Sigmund (2017) uvádí příčiny vedoucí ke svalovým dysbalancím, kterými jsou malá aktivita, nedostatečné zatěžování, přetížení, chronické přetěžování a asymetrické zatěžování bez dostatečné kompenzace pohybového aparátu. Svalová nerovnováha je začínajícím stádiem, která může přerůst v závažnější poruchy hybného systému. Nedáváme-li těmto dysbalancím dostatečnou míru pozornosti, mohou se dále prohlubovat a být i nevratné. Dále mohou tyto problémy být limitujícím faktorem, které nedovolí sportovci podávat maximální výkon. Mezi klinické syndromy podle Dostálové a Sigmunda (2017) řadíme horní zkřížený syndrom (svalová nerovnováha v oblasti šíje a ramenním pletence), dolní zkřížený syndrom (svalová nerovnováha v oblasti pánve), vrstvový syndrom (nerovnováha mezi oblastmi hypermobilitními a oblastmi se zvýšeným napětím a tuhostí), hypomobilita (snížený rozsah pohybu v kloubu, doprovázen vyšším klidovým napětím), hypermobilita (nepatří k poruše vzniklé z poruch hybného systému, jde o vrozený stav organismu s větší kloubní vůlí a nižším napětím kosterních svalů).

#### **2.4.7. Hluboký stabilizační systém**

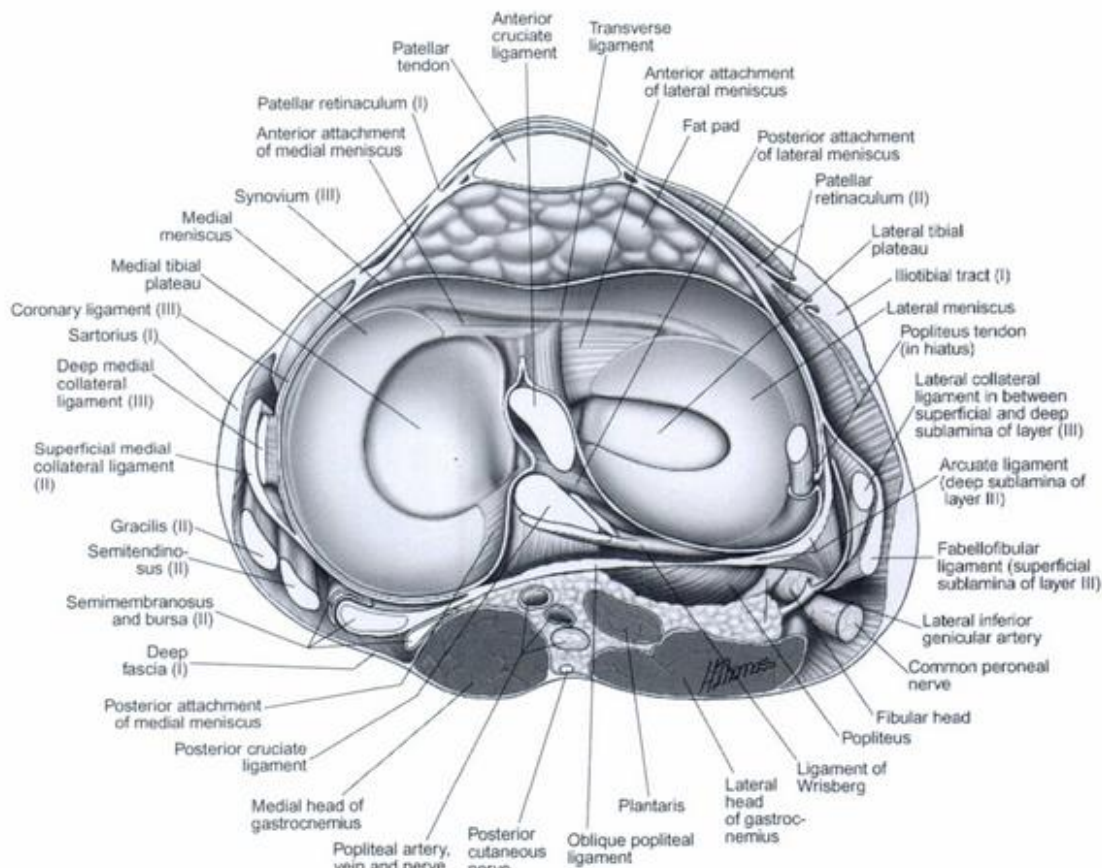
HSS je také označován jako střed těla „core“. Tento střed těla je tvořen svaly trupu, svaly pánevního dna a kyčlí, bederními svaly, hrudní a krční páteře (Jarkovská & Jarkovská, 2016; Striano, 2017). Tyto svaly nám zabezpečují vzpřímené držení těla, zapojení svalů do stabilizace páteře je automatické, svaly pracují nepřetržitě při jakékoli aktivitě – sed, stoj, běh, chůze (Kolář & Lewit, 2005). Jarkovská a Jarkovská (2016) popisují úlohu svalstva HSS tak, že se musí aktivovat před začátkem jakéhokoli pohybu. Pokud totiž nastane v tomto svalovém systému nerovnováha, přeberou tuto funkci svaly povrchové, které ale neodkážou zaopatřit správné nastavení v jednotlivých kloubech páteře, tudíž vznikne svalové napětí, které vede k bolestem zad či ke změnám v oblasti páteře.

## 2.5. Funkční anatomie kolenního kloubu

Kolenní kloub se řadí mezi klouby složené (válcový a kladkový kloub), složený z femuru, tibie a pately. Styčné plochy mezi kostmi vyrovnávají menisky (vnitřní, vnější), které jsou tvořeny vazivovou tkání, která přechází ve vazivovou chrupavku. Patela (čéška), se nachází v úponové šlaše a je od kosti oddělena tukovými polštářky. Na horní části kolenního kloubu nalezneme dva hrboly kosti holenní a na spodní části kolenního kloubu se nachází kloubní plocha pro kondyly kosti stehenní. Stabilizátory kolenního kloubu můžeme rozdělit na statické (vazy a menisky) a dynamické (svaly a fascie). Turner a Jeffreys (2010) zdůrazňuje důležitost elastických vlastností šlach, které jsou důležité při tvorbě energie a následném využití. Dále se v kolenním kloubu nacházejí burzy, cévy, kloubní pouzdro, nervy, synoviální membrána (Čihák, 2011). Obrázek 7 zobrazuje anatomii mediální a laterální strany kolene. Průřez kolene (Obrázek 8) znázorňující mediální a laterální vrstvy, pohled shora.



Obrázek 7. Anatomie mediální a laterální strany kolene (Callaghan, Rosenberg, Rubash, Simonian, & Wickiewicz, 2003).



Obrázek 8. Průřez kolene znázorňující mediální a laterální vrstvy, pohled shora (Callaghan et al., 2003).

### 2.5.1. Svaly kolenního kloubu

Hlavními pohyby v koleni jsou flexe a extenze. Svaly kolene můžeme tedy rozdělit na flexory a extenzory. Jediným extenzorem je čtyřhlavý sval stehenní (musculus quadriceps femoris) a jeho hlavy (Přidalová & Riegerová, 2008):

- m. rectus femoris – přímá stehenní hlava,
- m. vastus intermedius – střední široká hlava,
- m. vastus medialis – vnitřní široká hlava,
- m. vastus lateralis – vnější široká hlava.

Flexory kolenního kloubu (Přidalová & Riegerová, 2008):

- m. biceps femoris (dvojhlavý sval stehenní), m. semimembranosus (poloblanitý sval) a m. semitendinosus (pološlašitý sval) – hamstringy,
- m. gracilis – štíhlý sval,
- m. sartorius – krejčovský sval,



- m. gastrocnemius (dvojhlavý lýtkový sval), m. popliteus (zákolenní sval) – svaly bérce,
- m. gastrocnemius - (caput mediale, caput laterale),
- m. biceps femoris (caput longum – dlouhá hlava, caput breve – krátká hlava).

### 2.5.2. Vazy kolenního kloubu

Podle Janury (2011) vazy stabilizují kloub, v limitujících situacích vymezují pohyblivost kloubu a podílejí se na spojení kostí.

Kolenní kloub zesiluje několik vazů (Dylevský, 2009):

- ligamentum collaterale tibiale – vnitřní postranní vaz,
- lig. collaterale fibulare – zevní postranní vaz,
- lig. cruciata genus – nitrokloubní zkřížený vaz,
- lig. cruciatum anterius – přední zkřížený vaz,
- lig. cruciatum posterius – zadní zkřížený vaz.

### 2.5.3. Kloubní pouzdro

Kloubní pouzdro je ve přední části vychlípeno pod patelu – čtyřhlavý stehenní sval. Čtyřhlavý stehenní sval je největší sval, který se v lidském těle nachází. Je tedy extenzorem kolenního kloubu, dále se také podílí na flexi kyčelního kloubu a řadí se také k posturálním svalům – zajišťují vzpřímené držení těla (Dylevský, 2009). Nad tímto vychlípením se nachází burza, která s ním splývá. Další tukový polštář (Hoffovo těleso), je uloženo pod čéškou (Přidalová & Riegerová, 2008).

### 2.5.4. Menisky

Menisky vnitřní a vnější (meniskus medialis a meniskus lateralis), které jsou tvořeny vazivovou tkání, vyrovnávají nerovnosti styčných ploch mezi kostmi a tvoří „nárazníkový systém“, sloužící k tlumení nárazů. Menisky se mezi sebou liší tvarem i velikostí. Vnitřní meniskus je poloměsíčitý a jeho cípy se upínají na interkodylární plochu. Meniskus je pevně fixován ve třech částech a je tudíž méně pohyblivý. Vzhledem k jeho menší pohyblivosti bývá právě tento meniskus více poškozen a to z 95 % případů poškození menisku (Dylevský, 2009). Meniskus vnější má kruhový tvar a je tedy více pohyblivý. Jeho přední cíp se upíná v blízkosti předního zkříženého vazů. Zadní cíp je upevněn na zadní interkodylární plochu. Při poškození menisku se jeho části chirurgicky odstraňují, jelikož by jeho ulomené části mohly

blokovat pohyb. Meniskus upravený chirurgickým zákrokem může částečně regenerovat, i když není už stoprocentní náhradou. Vytvoření nového menisku bývá v období 7-12 měsíců a vzniká postupnou přeměnou speciálních buněk synoviální výstelky kloubu (Dylevský, 2009).

### 2.5.5. Patela – česka

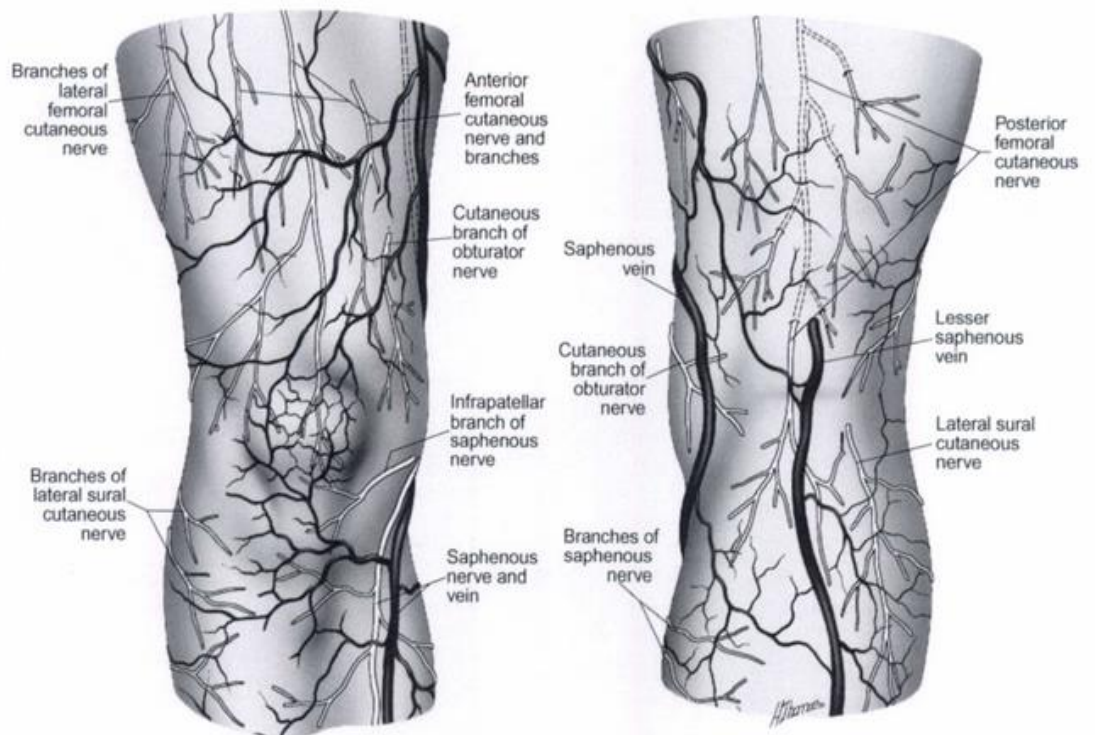
Patela se nachází v patelární ploše femuru. Patela je sezamská kost, která je umístěna v úponové šlaše čtyřhlavého stehenního svalu. Od holenní kosti je oddělena tukovými polštářky. Osifikace pately probíhá mezi 3 a 5 rokem. Při špatné osifikaci může dojít k rozdělení a vzniknou dvě samostatné kosti (Dylevský, 2009).

### 2.5.6. Burzy kolenního kloubu

Burza je tíhový váček, který je naplněný tekutinou a nachází se v místech zatížení nebo pod šlachami, kde snižují tlak a tření, aby docházelo k plnohodnotnému a lehkému pohybu kloubu. Burzy obsahují synoviální membránu a synovii (Čihák, 2011).

### 2.5.7. Nervy a cévy

Kolenní kloub je bohatý na cévní zásobení, které přichází z větších i menších artérií. Inervace kolene je zabezpečena z velkých nervových kmenů (Callaghan et al, 2003). Inervaci kolenního kloubu znázorňuje Obrázek 9.



Obrázek 9. Inervace kolene (Callaghan et al, 2003).

## 2.6. Preventivní programy

Preventivní programy by měly být nedílnou součástí sportovní přípravy. Dai, Herman, Liu, Garret a Yu (2011) se zabývali různými tréninkovými programy, které měli za cíl snížit riziko zranění LCA, a potvrdili, že mnoho tréninkových programů vykazuje pozitivní vliv na pohybové stereotypy dolních končetin, a tak snižují riziko vzniku úrazů LCA. Doporučují proto, aby preventivní programy byly trenéry zařazovány do tréninkové přípravy s cílem snižovat riziko zranění. Správně sestavený tréninkový program může snižovat riziko zranění až o jednu třetinu. Tyto programy bývají často zařazovány v tréninku do zahřívací části (Kirkendall, 2013). Základem preventivních či kompenzačních sad cvičení je dodržování didaktických zásad. Při jejím dodržování se tyto cvičení mohou stát nejspolehlivější možností prevence a také nejúčinnějším prostředkem, jak případně již vzniklou poruchu hybného systému odstranit (Bursová, 2005). Perič a Dovalil (2010) doplňuje, že při zařazování kompenzačních cvičení do tréninkového procesu pomáhá předcházet negativním vlivům specificky zaměřeného tréninku a tím také předcházet i mnoha špatným zdravotním dopadům. Sharkey a Gaskill (2019) uvádí, že správně postavený trénink může zabránit ztrátě mnoha hodin strávených na hřišti.

Autoři se shodují, že pozitivních výsledků bylo dosaženo nejčastěji pomocí preventivních programů, které obsahovaly balanční cvičení, koordinační cvičení, silové a posilovací cvičení, agility a správné nácviky dopadů při cvičení (Benjaminse & Otten, 2011; De Ste Croix et al., 2018; Irmischer et al., 2004; LaBella, 2011; Mandelbaum et al., 2005; Myklebust et al., 2003; O'Brien & Finch, 2015, Petersen et al., 2005; Voskanian, 2013). Tato cvičení pozitivně ovlivňují nervosvalové mechanismy, které jsou důležité pro funkční stabilitu kolene a upravují také špatné pohybové stereotypy. Délka trvání programu se u autorů liší v rozmezí 9-16 týdnů, popřípadě i po celou dobu trvání herní sezony, doba cvičení v rozmezí 10-20 minut při frekvenci cvičení 2-3x týdně (Benjaminse & Otten, 2011; De Ste Croix et al., 2018; Irmischer et al., 2004; LaBella, 2011; Mandelbaum et al., 2005; Myklebust et al., 2003; O'Brien & Finch, 2015, Petersen et al., 2005; Voskanian, 2013). Voskanian (2013) doplňuje, že by preventivní programy u žen měly být uplatňovány již před pubertou, aby bylo zabráněno učení se špatné technice při dopadech; při cvičení by neměl chybět trenérský dohled, aby byla zaručena správná technika cvičení a v poslední řadě také, aby cvičení částečně zvyšovalo sportovcovu výkonnost.

Myklebust et al. (2003) ověřovali ve třech sezonách u norských hráček házené neuromuskulární tréninkový program. Program obsahoval pět fází v době trvání 15 minut. Cvičení obsažená v programu byla balančního charakteru a také specifické cvičení na trénink dopadů. Závěrem této práce je, že vhodným specifickým neuromuskulárním tréninkem je možné snížit riziko poranění LCA. Petersen et al. (2005) také potvrzuje vhodnost neuromuskulárního a proprioceptivního tréninku jako prevenci zranění kolene a kotníku, jelikož prováděli kontrolní studii u ženských evropských házenkářek. Myklebust et al. (2003) tímto také naznačuje vhodnost zařazení balančních cvičení do preventivního tréninkového programu, kdy balanční část programu obsahuje i náš program.

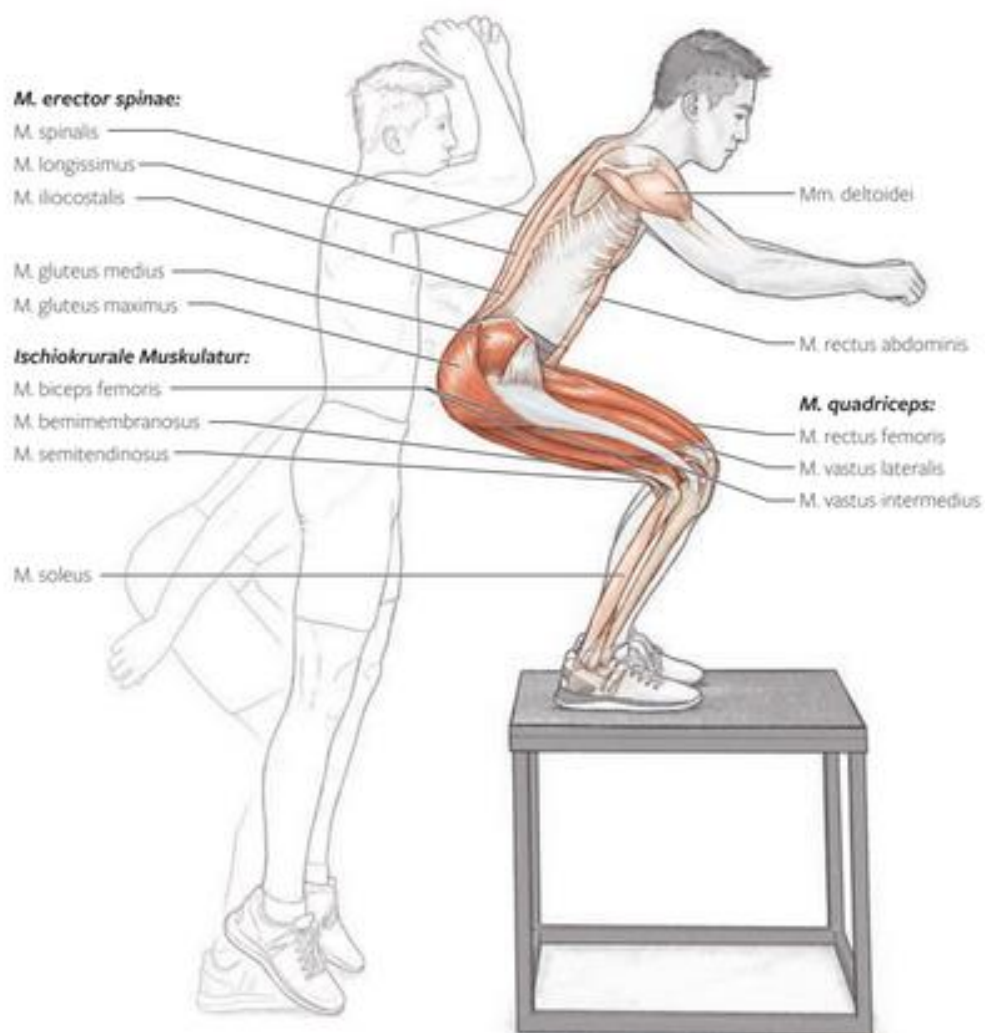
### **2.6.1. Balanční cvičení**

Balanční cvičení je charakterizováno jako udržení statické či dynamické rovnováhy na různých balančních podložkách. Mezi balanční cvičení řadíme také rovnovážné cvičení například na jedné noze. Večeřová et al. (2011) popisuje, že při cvičení balančních cviků dochází také k posilování HSS. Pro tyto cvičení platí, stejně jako pro většinu ostatních, důležitost správné techniky cvičení, aby docházelo k posilování svalových skupin, na které je cvičení zaměřeno. Nejčastější náčiní, které se při těchto cvičích využívá, patří: balanční polokoule – bosu, kolébka, čočka, dvojčočka, velký gymnastický míč. Podle Večeřové et al. (2011) jsou pozitivními výsledky balančních cvičení v oblasti rovnováhy či orientace v prostoru a dále se také promítají v řešení herních situací, kde hrozí riziko zranění.

### **2.6.2. Plyometrická cvičení**

Plyometrická cvičení se využívají při rozvoji rychlé síly, ale i pro prevenci zranění (Lehnert et al., 2014). Plyometrická cvičení se také označují jako „skoková“ cvičení. Jejím principem je natažení a zkrácení svalu (jako například u skoku). Podle Flanagan et al. (2007) je základem skokových cvičení co nejkratší kontakt chodidla s podložkou. Jinak se dá tato metoda cvičení popsat také jako vyvinutí co největší síly za co nejkratší dobu. Tato cvičení se využívají v tréninkovém procesu za účelem rozvoje maximální a výbušné síly. Úkolem plyometrických cvičení je rozvoj rychlých svalových vláken a zlepšení nervosvalové aktivity (Hanes & Kennelly, 2018). Mezi nejčastěji využívané plyometrické cvičení řadíme skoky, vrhy, hody a odrazy s protipohybem.

Jedním z plyometrických cvičení patří například výskok na vyvýšenou podložku či bednu. Zapojení svalů při tomto druhu cviku znázorňuje Obrázek 10.



Obrázek 10. Výskok na bednu ze statického postoje (Hanes & Kennelly, 2018).

### **3 CÍLE A HYPOTÉZY**

#### **3.1. Hlavní cíl**

Cílem práce je ověřit vliv tréninkového programu KneeRugbyWomen na reaktivní silový index jako indikátor neuromuskulárního řízení kolenního kloubu při SSC u amatérských ragbistek starších 15 let.

#### **3.2. Hypotéza 1.**

Program KneeRugbyWomen zvyšuje u ragbistek starších 15 let reaktivní silový index.

#### *Kritéria pro potvrzení hypotézy:*

Hypotéza bude potvrzena, pokud dojde po absolvování 12 týdenního tréninkového programu k signifikantnímu nárůstu RSI ( $p < 0,05$ ) u experimentální skupiny.

#### **3.3. Úkoly práce**

- Shromáždit odborné poznatky z oblasti výskytu zranění LCA ve sportu, rizikových faktorů, prevence zranění a poznatků z oblasti RSI jako indikátoru reaktivní síly dolních končetin.
- Provést analýzu a syntézu odborných poznatků.
- Aplikovat program KneeRugbyWomen u experimentální skupiny.
- Provést vstupní a výstupní měření RSI za účelem ověření vlivu programu KneeRugbyWomen.
- Ze získaných poznatků a dat pomocí měření vyhodnotit vliv programu KneeRugbyWomen na reaktivní silový index.

## **4 METODIKA**

### **4.1. Výzkumný soubor**

Výzkumným souborem byly amatérské ragbistky z České republiky starších 15 let. 24 hráček bylo rozděleno pomocí blokové randomizace na experimentální (12 hráček) a kontrolní (12 hráček) skupinu. Antropometrické charakteristiky (věk, tělesná výška, tělesná hmotnost) hráček obou skupin jsou uvedeny v tabulkách 2 a 3. Experimentální skupina aplikovala po dobu 12 týdnů dvakrát týdně po 10 minutách preventivní program KneeRugbyWomen. Kontrolní skupina absolvovala stejné rozcvičení s obsahem rozvoje herních dovedností (tj. nácviku přihrávek, které bývají součástí tréninkových jednotek). Výzkumný soubor absolvoval dvě testování (před tréninkovou intervencí a po 12 týdnech).

V případě absolvování nedostatečného počtu tréninkových jednotek, zranění či jiných aspektů způsobujících absenci v tréninku nebo při testování byly tyto hráčky z testování vyřazeny (minimální docházka 80 %). Hráčky byly dopředu instruovány tak, aby den před testováním neprováděly fyzickou aktivitu

Výzkum podléhal schválení etické komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci pod číslem 23/2021 (Příloha č. 3).

Před zahájením výzkumu byly všechny hráčky a jejich zákonní zástupci seznámeni s cílem a významem testování a souhlasili s použitím výzkumných dat pro výzkumné účely. Byl vytvořen informovaný souhlas pro nezletilé, který byl podepsán jejich zákonným zástupcem (příloha 1) i pro zletilé hráčky, které jej podepsaly samy (příloha 2).

Před začátkem testování bylo prováděno měření antropometrických ukazatelů (Tabulka 1, 2). Tělesná hmotnost byla měřena pomocí přístroje InBody770 (MedSystem, Česká republika). Tělesná výška byla měřena ve stoje pomocí A-226 Anthropometer (Trystom, CR).

Tabulka 1. Antropometrické údaje – experimentální skupina.

Experimentální skupina						
	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
Věk	12	20,05	17,90	15,83	28,43	4,43
Výška (cm)	12	166,75	167,50	158,00	171,00	4,46
Váha (kg)	12	64,65	63,65	56,00	76,00	6,44

Tabulka 2. Antropometrické údaje – kontrolní skupina.

Kontrolní skupina						
	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
Věk	12	20,04	18,10	14,61	29,44	4,88
Výška (cm)	12	166,83	169,00	154,00	176,00	7,30
Váha (kg)	12	69,83	66,70	55,00	98,50	12,84

#### 4.2. Design studie

Diplomová práce je součástí projektu IGA\_FTK\_2021\_008 Vliv programu KneeRugbyWomen na indikátory rizika zranění kolenního kloubu u ragbistek starších 15 let. Výzkum měl charakter jednofaktorového experimentu. Jako nezávislá proměnná byl zvolen program KneeRugbyWomen, jako závisle proměnná RSI, který byl vypočten z výsledků testu 5 maximálních vertikálních skoků z místa.

Výzkumný soubor byl rozdělen na experimentální a kontrolní skupinu. Experimentální skupina (12 hráček) absolvovala tréninkový program KneeRugbyWomen po rozvičení v době trvání 10 minut. Kontrolní skupina (12 hráček) absolvovala stejné rozvičení, po kterém následoval rozvoj dovedností (přihrávky, které jsou součástí každé tréninkové jednotky). Hráčky absolvovaly dvě testování v období od června do srpna 2021. Reaktivní silový index byl vypočítán na základě výsledků testu pěti opakovaných vertikálních skoků. Preventivní program KneeRugbyWomen sportovkyně cvičily v období dvanácti týdnů 2x týdně po dobu 10 minut vždy po rozvičení. Tento výzkumný soubor obsahoval dvě testování. Ragbistky podstoupily testování v období před začátkem



tréninkového programu a po 12 týdnech. Hráčky vždy 48 hodin před testováním neměly větší silovou zátěž.

### **4.3. Metody a organizace sběru dat**

Hodnocení reaktivní síly pomocí testu 5 maximálních vertikálních skoků bylo součástí projektu IGA\_FTK\_2021\_008 „Vliv programu KneeRugbyWomen na indikátory rizika zranění kolenního kloubu u ragbistek starších 15 let“. V rámci uvedeného projektu byly hodnoceny také další indikátory rizika zranění – tuhost dolních končetin (test dvacetiskok snožmo), valgozita kolenního kloubu a flexe v kolenním kloubu (vertikální výskok s protipohybem jednož) a agilita (505 agility test). Před tréninkovým programem a před zahájením testování byl zjištěn zdravotní stav a předcházelo měření antropometrických údajů.

#### *Test 5 maximálních vertikálních skoků z místa*

Všechny sportovkyně na začátku testování absolvovaly stejné zahřátí, rozcvičení statické i dynamické, které je běžnou součástí jejich tréninkových jednotek. RSI byl stanoven pomocí testu 5 maximálních vertikálních skoků z místa a vypočten jako poměr výšky skoku (mm) a doby kontaktu s podložkou (ms) (Flanagan, & Comyns, 2008). Výsledkem testu je průměr ze všech testovaných pokusů.

Při testu byly hráčky vyzvány k zaujetí stoje tak, aby byla jejich tělesná hmotnost rozložena rovnoměrně na obě dolní končetiny. Poté na pokyn provedly pět maximálních výskoků se snahou minimalizovat dobu kontaktu a flexi kolen při odrazu a maximalizovat výšku skoku. Při skocích se ragbistky dívaly směrem dopředu a měly ruce v bok, aby nedocházelo k zapojení horních končetin. Po posledním doskoku hráčky zůstaly vzpřímeně stát na kontaktní plošině (Dalleau, Belli, Viale, Lacour & Bourdin, 2004). Ragbistky provedly tři pokusy, mezi kterými měly vždy dvě minuty pauzu. Pro další analýzu byl použit pokus s nejvyšší průměrnou hodnotou (nezapočítával se první skok každého pokusu, jelikož se jednalo o skok s protipohybem). Testování probíhalo pomocí měřicího přístroje Optojump Next (Microgate, Bolzano, Italy). Pro testování byly využity prostory a zařízení fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

### **4.4. Program KneeRugbyWomen**

Preventivní program byl zařazen do úvodní části tréninkové jednotky v době trvání 10 minut, s frekvencí cvičení 2x týdně a s délkou trvání 12 týdnů. Tento program tvoří tři část – balanční část, silová část (cvičení s posilovací gumou) a plyometrická část. Program obsahuje také čtyři úrovně provedení, aby mohlo dojít k individuálnímu

přizpůsobení pro všechny hráčky podle jejich aktuální dosažené sportovní výkonnosti. Tak jako při všech preventivních programech, byl i tento navržen tak, aby nedocházelo ke vzniku svalových dysbalancí. Seznam cviků, dobu cvičení a všechny úrovně programu znázorňuje Tabulka 3. Všechny hráčky včetně trenérů byli seznámeni s preventivním programem a obdrželi písemné informace o programu. Trenéři následně kontrolovali správnou techniku cvičení.

*Tabulka 3. Program KneeRugbyWomen.*

Typ Cvičení	Doba trvání	Úroveň 1	Úroveň 2	Úroveň 3	Úroveň 4
Balanční cvičení	30 s obě končetiny	Skrčit přednožmo	Podřep přednožit dolů	Podřep postupně přednožovat a zanožovat	Podřep postupně přednožovat, zanožovat a unožovat
	30 s obě končetiny	Výpady	Výpady s rotací trupu	Výpady s váhou předklonmo	Výpady s váhou předklonmo a rotací trupu
Silová cvičení	1 min, případně 30 s obě končetiny	Most na lopatkách	Most na lopatkách s rezistenční gumou nad koleny	Most na lopatkách na jedné noze	Most na lopatkách s posunem chodidel (walking bridge)
	30 s obě končetiny	Laterální zvedání nohy vleže naboku	Škeble	Laterální zvedání nohou s rezistenční gumou	Škeble s rezistenční gumou
	30 s	Podřep do výponu	Podřep do výponu s rezistenční gumou nad koleny		
Plyometrická cvičení	30 s	Skoky snožmo dopředu a dozadu			
	30 s	Laterální skoky jednož			
	15 s obě končetiny	Laterální skoky jednož s rotací			
	30 s	Laterální skoky jednož křížmo			
	15 s obě končetiny	Poskoky jednož dopředu a dozadu			

*Poznámka.* Unilaterální cvičení probíhá v součtu obou končetin stejnou dobu cvičení bilaterálního.

#### **4.5. Statické vyhodnocení dat**

Pro statistickou analýzu byl využit software Statistica 12 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, USA). Normalita dat byla ověřena pomocí Kolmogorov-Smirnov testu. V popisné statistice byl využit medián, průměr a směrodatná odchylka. Vnitroskupinové posouzení hodnot bylo provedeno pomocí Wilcoxonova párového testu pro neparametrická data. Pro meziskupinové posouzení byl využit Mann-Whitneyův U Test. Hladina významnosti byla určena pro všechny testy  $p \leq 0,05$ . Věcná významnost byla posouzena koeficientem  $r$ , malý efekt ( $0,1 < r < 0,3$ ), střední efekt ( $0,3 < r < 0,5$ ) a velký efekt ( $r > 0,5$ ) (Pallant, 2011).

## 5 VÝSLEDKY PRÁCE

Vstupní a výstupní hodnoty měření RSI jsou uvedeny v Tabulkách 4 a 5.

Tabulka 4. Experimentální skupina – popisné statistiky před a po tréninkové intervenci.

Experimentální skupina – popisné statistiky						
	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
RSI 1	12	0,66	0,58	0,35	1,27	0,28
RSI 2	12	0,84	0,86	0,58	1,15	0,19

Tabulka 5. Kontrolní skupina – popisné statistiky před a po tréninkové intervenci.

Kontrolní skupina – popisné statistiky						
	N platných	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Směrodatná odchylka
RSI 1	12	0,59	0,63	0,29	0,95	0,22
RSI 2	12	0,62	0,59	0,44	0,92	0,14

Porovnání RSI před tréninkovou intervencí pomocí Wilcoxonova párového testu neukázalo na významné rozdíly RSI mezi hráčkami experimentální a kontrolní skupiny ( $p > 0,5$ ). Porovnání RSI po tréninkové intervenci potvrdilo významné rozdíly RSI mezi hráčkami experimentální a kontrolní skupiny ( $p = 0,05$ ,  $r = 0,56$ ; velký efekt). Po absolvování tréninkového programu KneeRugbyWomen ukázaly výsledky Mann – Whitney U testu na významnou změnu RSI ( $p = 0,02$ ,  $r = 0,50$ ; střední efekt) u hráček experimentální skupiny.

## 6 DISKUSE

Poranění v týmových a míčových sportech bývají velmi četná a mají řadu negativních dopadů na organismus, přičemž mezi nejzávažnější zranění patří zranění LCA (O'Brien & Finch, 2014). Z přehledu poznatků je zřejmé, že ragby se řadí ke sportům s největší úrazovostí. Většina autorů se shoduje, že ženy jsou náchylnější na nekontaktní poranění LCA než muži, kterými si také zabývá naše práce. Dále také ve svých studiích autoři uvádějí, že kolenní kloub patří k nejčastěji zraněným částem těla (Best, McIntosh, & Savage, 2005; Jakoet & Noakes, 1997). Zranění v oblasti sportu ovlivňuje spousta faktorů, které dělíme na vnější – obuv, povrch, enviromentální podmínky a vnitřní – anatomické, neuromuskulární, hormonální a individuální výkonnost sportovce. Z dostupných informací vyplývá, že je nedostatek studií zabývajících se účinností preventivních tréninkových programů v týmových sportech u žen, včetně minima studií v ragby, proto jsme se rozhodli ověřit efekt preventivního programu na vybraný vnitřní, modifikovatelný rizikový faktor zranění LCA právě v ragby.

Důležitou roli v oblasti zranění LCA, kterým se zabývá tato práce, hraje stabilita kolenního kloubu, na které se podílejí flexory a extenzory (viz kap. 2.5.). Stabilita kolena podle Liu-Ambrose (2003) v terminální extenzi je velice důležitá, zvláště pro sportovce, jejichž pohyby zahrnují intenzivní změny směru, skoky či rychlé zpomalení (mezi tyto sporty patří také ragby). Dále také Liu-Ambrose (2003) tvrdí, že po poranění LCA je snížena funkční stabilita kloubu a také, že neuromuskulární trénink může snížit riziko poranění LCA. Autoři Acevedo et al., (2014) a Voskarian, (2013) uvádí, že dynamická stabilita kolenního kloubu se řadí k rizikovým faktorům, které mohou být ovlivnitelné. Jiní autoři poukazují na pozitivní výsledky změn dynamické stability kolenního kloubu, kterých bylo dosaženo nejčastěji pomocí preventivních programů, které obsahovaly balanční cvičení, koordináční cvičení, silové a posilovací cvičení, agility a správné nácviky dopadů při cvičení (Benjaminse & Otten, 2011; De Ste Croix et al., 2018; Irmischer et al., 2004; LaBella, 2011; Mandelbaum et al., 2005; Myklebust et al., 2003; O'Brien & Finch, 2015, Petersen et al., 2005; Voskarian, 2013). Tyto studie podporují také naši volbu obsahu preventivního tréninkového programu, do kterého jsme zvolili plyometrická cvičení, posilovací a balanční cvičení.

Podle výsledků naší studie byl prokázán pozitivní vliv programu KneeRugbyWomen na RSI jako indikátor neuromuskulárního řízení kolenního kloubu při SSC, které je pro stabilitu kolenního kloubu klíčové. Hypotéza 1, že program KneeRugbyWomen zvyšuje u ragbistek starších 15 let RSI, byla potvrzena. Porovnání

RSI před tréninkovou intervencí neukázalo na významné rozdíly RSI mezi hráčkami experimentální a kontrolní skupiny ( $p > 0,5$ ). Porovnání RSI po tréninkové intervenci potvrdilo významné rozdíly RSI mezi experimentální a kontrolní skupinou ( $p = 0,05$ ,  $r = 0,56$ ; velký efekt). Po absolvování tréninkového programu KneeRugbyWomen ukázaly výsledky na významnou změnu RSI ( $p = 0,02$ ,  $r = 0,50$ ; střední efekt) u hráček experimentální skupiny. Z výsledků naší studie lze usuzovat, že preventivní program KneeRugbyWomen zlepšuje neuromuskulární řízení kolenního kloubu při pohybech využívajících SSC a snižuje riziko zranění LCA. Zjištění studie, že u hráček došlo po absolvování tréninkové intervence ke zlepšení reaktivní síly, může mít pozitivní význam na riziko zranění LCA hráček při sportovních pohybech, neboť nedostatečné funkce neuromuskulárního řízení kolenního kloubu, na které může ukazovat nízká hodnota RSI může mít za následek zvýšené riziko vzniku zranění.

RSI jako možný indikátor rizika zranění využil Flanagan a Comyns (2008) ve své práci, ve které popisují testování třech skoků z vyvýšené podložky, která má různé velikosti. V případě, že se s rostoucí výškou podložky dokáže sportovec udržet nebo případně zvýšit RSI a doba kontaktu se zemí poukáže na rychlý výkon SSC, předpokládá se, že schopnost sportovcovy reaktivní síly je dostatečná. V případě, že dojde při zvyšující se podložce k poklesu RSI nebo dojde k překročení rychlého SSC, může tato situace znamenat zvýšené riziko zranění pro daného sportovce. Se zvyšující se výškou podložky se podle Flanagan a Comynse (2008) zvyšuje také úroveň nervové excitace, která nastává před zahájením excentricko-koncentrické kontrakce a její zlepšuje svalovou akci při kontaktu se zemí. Z toho vyplývá, že pokles RSI může zvyšovat riziko vzniku zranění a naopak. Tato práce sice využila jiné formy testování RSI, avšak potvrdila výsledky při poklesu či zvyšování RSI a to, že tento indikátor hodnocení dynamické stability kolenního kloubu může poukazovat na zvyšující či snižující se riziko vzniku zranění. Tato práce se tedy shoduje s naší prací ve volbě indikátoru rizika zranění, kterým je právě již zmiňované RSI.

Dále se budeme zabývat porovnáním různých preventivních programů, které měli pozitivní vliv na dynamickou stabilitu kolenního kloubu a tím i snížení možného rizika vzniku zranění. Jeffreys, De Ste Croix, Lloyd, Oliver a Hughes (2019) testovali na ragbyových hráčích plyometrický program, při kterém využili testování RSI (které bylo součástí měření i u naší studie) a tuhost dolních končetin. Této studie se zúčastnilo 29 vysokoškolských hráčů ragby, kteří byli rozděleni do třech skupin:

1. kontrolní skupina, 2. vysoko objemová skupina (absolvovala vysoko objemový plyometrický trénink), 3. nízko objemová skupina (absolvovala nízko objemový plyometrický trénink). Tento plyometrický program trval v období 6 týdnů a byl zařazen mezi běžné tréninkové jednotky. Plyometrický program obsahoval různé formy skokových cvičení. Kontrolní skupina absolvovala oproti 2. a 3. skupině běžný klubový kondiční trénink. Výsledky studie ukázaly, že došlo k významnému interakčnímu účinku u měření RSI ( $p \leq 0,05$ ). 2. a 3. skupina poukazovala na významné rozdíly oproti kontrolní skupině, avšak při porovnání 2. a 3. skupiny nebyl zjištěn významný rozdíl. Z výsledku tedy lze usuzovat, že plyometrický trénink pozitivně ovlivňuje dynamickou stabilitu kolenního kloubu a může snižovat riziko vzniku poranění.

Dále jsme porovnávali náš preventivní tréninkový program s programy využitými v jiných studiích s významným tréninkovým efektem v oblasti frekvence provádění programu, délky jeho trvání a také složení jeho obsahu. Tyto studie však nebyly aplikovány pouze v ragby, ale v různých sportovních disciplínách. Irmischer et al. (2004) testovali preventivní program „KLIP“ (knee ligament injury prevention training program) jako prevenci zranění kolenního kloubu u sportujících žen. Program absolvovalo 32 subjektů rozdělených na experimentální a kontrolní skupinu. „KLIP“ obsahoval plyometrická cvičení, která byly zakomponována do tréninkových jednotek dvakrát týdně po dvaceti minutách v délce trvání devíti týdnů. Program měl čtyři úrovně. První tři úrovně trvaly vždy dva týdny a poslední čtvrtá část trvala čtyři týdny. Výsledky studie ukázaly, že „KLIP“ program může zlepšit techniku provádění plyometrických cvičení a tím účinně pomáhat snižovat riziko nekontaktního poranění LCA. Při porovnání s naším preventivním programem se KLIP shoduje v intervalu cvičení 2x týdně, avšak je rozdíl v časovém trvání jednotlivých cvičení (10 minut KneeRugbyWomen a 20 minut KLIP) a také v délce trvání programů (naš 12 týdnů, KLIP 9 týdnů). Tréninkový program KLIP však obsahoval pouze plyometrická cvičení, která tvoří také část našeho tréninkového programu.

Větší podobnosti v obsahu preventivním programem nalezneme u De Ste Croix et al. (2018), kteří ve své studii ověřovali šestnácti týdenní tréninkový program u 125 mladých fotbalistek. Probandky byly rozděleny na tréninkovou a kontrolní skupinu a poté také na skupinu s vyšším rizikem úrazovosti a na skupinu s nižším rizikem úrazovosti. Tréninková skupina oproti kontrolní vykazovala pozitivní účinky. To se také potvrdilo při rozdělení na skupiny hráček s vysokým rizikem a nízkým rizikem, kdy skupina s vyšším rizikem zranění dosáhla větších zlepšení. Tento program obsahoval

dynamické zahřátí, plyometrické cvičení, rychlostní a obratnostní cvičení, posilovací a balanční cvičení. Frekvence cvičení tohoto programu byla oproti našemu programu 3x týdně a v dvojnásobné délce trvání, a to 20 minut a také oproti našim 12 týdnům tato studie trvala 16 týdnů.

Mandelbaum et al. (2005) testovali v dvouletém výzkumu u mladých fotbalistek ve věku 14-18 let neuromuskulární a proprioceptivní preventivní program, který trval vždy celou sezonu. V roce 2000 se zúčastnilo 1041 probandek a závěrem bylo, že došlo k 88% poklesu zranění LCA oproti kontrolní skupině. V roce 2001 se zúčastnilo výzkumu 844 probandek a výsledkem bylo 74% pokles výskytu zranění LCA oproti kontrolní skupině. Program se v obou letech skládal z kombinace strečinku, posilování, plyometrie a specifickou formu agility, kterou byla nahrazena tradiční rozcvička (celková doba trvání 20 minut), kontrolní skupina prováděla rozcvičení navržené trenérem. I tato studie potvrzuje vhodnost kombinace posilování, plyometrie a agility při snižování rizika vzniku zranění. S naší prací se však shoduje pouze v posilovacích a plyometrických cvičeních. Velmi podstatně se však od našeho programu liší v trvání cvičení v tréninkové jednotce (10 minut a 20 minut) a v celkové době intervence, kdy oproti 12 týdnům tento program trval celou sezonu.

LaBella et al. (2011) se zkoumali účinky neuromuskulárního zahřívacího programu, který je také známý jako „KIPP“ program prevence poranění kolene. KIPPU se zúčastnilo 1492 sportovců a 90 trenérů. Program obsahoval plyometrická cvičení, rovnováhu, posilování, agility a instrukce, jak zabránit špatné technice při dopadu u skokových cvičení. Program probíhal v období 13 týdnů, při frekvenci cvičení 3x týdně. Výsledkem studie bylo až 56% snížení nekontaktního poranění LCA u experimentální skupiny oproti skupině kontrolní. Při porovnání této studie s naší, je délka programu 13 týdnů, která se tolik neliší od našeho 12týdenního programu, frekvence cvičení je větší, a to 3x týdně. I studie LaBella et al. (2011) poukazuje na podobnost při volbě obsahu cvičení, které jsou tak jako v naší studii plyometrie, posilování a balanční cvičení.

Benjaminse a Otten (2011) se řadí k dalším autorům, které potvrzují vhodnost složení našeho tréninkového programu, protože se také zabývali porovnáváním různých preventivních programů a z jejich výsledků vyplývá, že většina těchto programů obsahuje kombinaci balančních, koordinačních, silových, plyometrických a agility cvičení. Také O'Brien a Finch (2015) potvrzují vhodnou skladbu našeho preventivního programu,



jelikož uvádějí mezi nejvhodnější cvičení v preventivních programech cvičení rovnovážná, posilovací a plyometrická.

### **Limity práce**

#### *Počet probandů*

Limitem se ukazuje celkový nízký počet hráček, jelikož experimentální i kontrolní skupina obsahovala pouze 12 ragbistek. Bylo by vhodné ověřit výzkum na větším počtu probandů. Na techniku prováděných cvičení má vliv mj. flexibilita jednotlivých probandů. Každý sportovec má jiné rozsahové možnosti, které mohou ovlivňovat kvalitu cvičení programu. V naší studii však flexibilita nebyla hodnocena.

## 7 ZÁVĚRY

- U amatérských hráček ragby starších 15 let došlo po absolvování tréninkového programu KneeRugbyWomen u experimentální skupiny k signifikantnímu zvýšení RSI.
- Byl prokázán pozitivní vliv programu KneeRugbyWomen na RSI jako indikátor neuromuskulárního řízení kolenního kloubu při SSC. Hypotéza 1, že program KneeRugbyWomen zvyšuje u ragbistek starších 15 let reaktivní silový index, byla potvrzena.
- Z výsledků studie lze usuzovat, že preventivní program KneeRugbyWomen zlepšuje neuromuskulární řízení kolenního kloubu při pohybech využívajících cyklu protažení a zkrácení svalu a snižuje riziko zranění LCA.
- Vzhledem k nízkému počtu hráček by bylo vhodné zjištění studie ověřit u většího souboru hráček ragby, eventuálně u hráček mladších kategorií.

## 8 SOUHRN

Cílem práce bylo ověřit vliv tréninkového programu KneeRugbyWomen na reaktivní silový index jako indikátor neuromuskulárního řízení kolenního kloubu při SSC u amatérských ragbistek starších 15 let. Při psaní diplomové práce jsem vycházela z české i zahraniční literatury, která je k dispozici v knihovně FTK UP v Olomouci. Zbylé publikace (články, výzkumy), jsem vyhledávala přes elektronické databáze.

V přehledu poznatků jsem se zabývala krátkou charakteristikou ragby, shromážděním informací v oblasti zranění kolenního kloubu a s ním i existujícího rizika, rozdílů mezi muži a ženami v souvislosti se vznikem zranění, funkční anatomii svalového aparátu, kolenního kloubu, všeobecnou důležitostí preventivních programů. Z přehledu poznatku jasně vyplývá, že ragby se řadí ke sportům s největší úrazovostí. Dále také, že kolenní kloub bývá nejčastější zraněnou částí těla a že ženy jsou náchylnější k nekontaktnímu poranění LCA více než muži.

Studie se zúčastnily amatérské ragbistky z České republiky starších 15 let. 24 hráček bylo rozděleno experimentální (12 hráček) a kontrolní (12 hráček) skupinu. Experimentální skupina aplikovala po dobu 12 týdnů dvakrát týdně po 10 minutách preventivní program KneeRugbyWomen. Kontrolní skupina absolvovala stejné rozcvičení s obsahem rozvoje herních dovedností (tj. nácviku přihrávek, který bývají součástí tréninkových jednotek). Výzkumný soubor absolvoval dvě testování (před tréninkovou intervencí a po 12 týdnech). Reaktivní síla byla hodnocena pomocí reaktivního silového indexu, který byl vypočítán na základě testu 5 vertikálních skoků.

Výsledky ukázaly, že po absolvování tréninkového programu KneeRugbyWomen došlo u hráček experimentální skupiny k významné změně RSI. Porovnání RSI po tréninkové intervenci potvrdilo významné rozdíly RSI mezi hráčkami experimentální a kontrolní skupiny. Hypotéza 1, že program KneeRugbyWomen zvyšuje u ragbistek starších 15 let reaktivní silový index, byla potvrzena. Z výsledků studie lze usuzovat, že preventivní program KneeRugbyWomen zlepšuje neuromuskulární řízení kolenního kloubu a tím snižuje riziko zranění LCA.

## **9 SUMMARY**

The aim of the study was to verify the influence of the KneeRugbyWomen training program on the reactive strength index as an indicator of neuromuscular knee joint management in SSC in amateur rugby players older than 15 years.

When writing my diploma thesis, I based on Czech and foreign literature, which is available in the library of FTK UP in Olomouc. I searched for the remaining publications (articles, research) via electronic databases.

In the overview, I dealt with a brief description of rugby, gathering information on knee injuries and the existing risk, differences between men and women in connection with injuries, functional anatomy of the musculoskeletal system, knee joint, the general importance of prevention programs. The overview clearly shows that rugby is one of the sports with the highest accident rates. Furthermore, the knee joint is the most common injured part of the body and women are more prone to non-contact LCA injury than men.

Amateur rugby players from the Czech Republic older than 15 years took part in the study. The 24 players were divided into an experimental (12 players) and a control (12 players) group. The experimental group applied the KneeRugbyWomen prevention program twice a week for 10 minutes twice a week. The control group underwent the same warm-up with the content of the development of game skills (ie the practice of passes, which are usually part of the training units). The research group underwent two tests (before the training intervention and after 12 weeks). The reactive strength was evaluated using a reactive strength index, which was calculated on the basis of a test of 5 vertical jumps.

The results showed that after completing the KneeRugbyWomen training program, the players of the experimental group had a significant change in RSI. The comparison of RSI after the training intervention confirmed significant differences in RSI between the players of the experimental and control groups. Hypothesis 1 that the KneeRugbyWomen program increases the reactive strength index in rugby players over the age of 15 has been confirmed. The results of the study suggest that the KneeRugbyWomen prevention program improves neuromuscular control of the knee joint and thus reduces the risk of ACL injury.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Acevedo, R. J., Rivera-Vega, A., Miranda, G., & Micheo, W. (2014). Anterior cruciate ligament injury. Identification of risk factors and prevention strategies. *Current Sports Medicine*, 13(3), 186–191. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000053>
- Alter, M. J. (1999). *Strečink: 311 protahovacích cviků pro 41 sportů*. Praha: Grada Publishing.
- Ardern, C. L., Kvist, J., & Webster, K. E. (2016). Psychological aspect of anterior cruciate ligament injuries. *Operative Techniques in Sports Medicine*, 20(1), 77–83. <https://doi.org/10.1053/j.otsm.2015.09.006>
- Benjaminse, A., & Otten, E. (2011). ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 19, 622–627.
- Best, J. P., McIntosh, A. S., & Savage, T. N. (2005). Rugby World Cup 2003 injury surveillance proje ct. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 812–817. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.016402>
- Beynnon, B. D., Johnson, R. J., Braun, S., Sargent, M., Bernstein, I. M., Skelly, J. M., & Vacek, P. M. (2006). The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(5), 757–764. [10.1177/0363546505282624](https://doi.org/10.1177/0363546505282624)
- Bollen, S. (2000). Epidemiology of knee injuries: diagnosis and triage. *British Journal of Sports Medicine*, 34(3), 227–228. <https://doi.org/10.1136/bjism.34.3.227-a>
- Botek M., Neuls F., Klimešová I., & Vyhnánek J. (2017). *Fyziologie pro tělovýchovné obory*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení: uvolňovací – posilovací – protahovací*. Praha: Grada Publishing.
- Callaghan, J. J., Rosenberg, A. G., Rubash, H. E., Simonian, P. T., & Wickiewicz, T. L. (2003). *Knee*. USA: Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.

- Condello, G., Minganti, C., Lupo, C., Benvenuti, C., Pacini, D., & Tessitore, A. (2013). Evaluation of change-of-direction movements in young rugby players. *The International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 52–56. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.1.52>
- Čihák, R. (2011). *Anatomie. Třetí, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada.
- Dai, B., Herman, D., Liu, H., Garrett, W. E., & Yu, B. (2011). Prevention of ACL injury, part II: Effects of ACL injury prevention programs on neuromuscular risk factors and Injury Rate. *Research in Sports Medicine*, 20(3-4), 198–222. <https://doi.org/10.1080/15438627.2012.680987>
- De Ste Croix, M., Hughes, J., Ayala, F., Taylor, L., & Datson, N. (2018). Efficacy of injury prevention training is greater for high-risk vs low-risk elite female youth soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(13), 3271–3280. <https://doi.org/10.1177/0363546518795677>
- Dostálová, I., & Sigmund, M. (2017). *Pohybový systém: anatomie, diagnostika, cvičení, masáže*. Olomouc: Poznání.
- Dylevský, I. (2009). *Funkční anatomie*. Praha: Grada publishing.
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The use of contact time and the reactive strength index to optimize fast stretch-shortening cycle training. *Strength & Conditioning Journal*, 30(5), 32–38. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318187e25b>
- Flanagan, E. P., Ebben, W. P., & Jensen, R. L. (2007). Reliability of the reactive strength index and time to stabilization during depth jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(5), 1677–1682. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318182034b>
- Hanes, D., & Kennelly, S. (2018). *Plyometrie Anatomie: Der vollständig illustrierte Ratgeber für die Entwicklung explosiver Kraft*. Stiebner Verlag GmbH.

- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(6), 699–706. <https://doi.org/10.1177/03635465990270060301>
- Hughes, G., & Watkins, J. (2006). A risk-factor model for anterior cruciate ligament injury. *Sports Medicine*, 36, 411–428.
- Irmischer, B. S., Harris, Ch., Pfeiffer, R. P., DeBeliso, M. A., Adams, K. J., & Shea, K. (2004). Effect of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 703–707.
- Jakoet, I., & Noakes, T. D. (1997). A high rate of injury during the 1995 Rugby World Cup. *South African Medical Journal*, 87, 45–47.
- Janura, M. (2011). *Biomechanika II*. Ostrava: Ostravská univerzita.
- Jarkovská, H., & Jarkovská, M. (2016). *Posilování s vlastním tělem: 494krát jinak*. Praha: Grada publishing.
- Jebavý, R., Hojka, V., & Kaplan, A. (2014). *Rozcvičení ve sportu*. Praha: Grada publishing.
- Jeffreys, M. A., De Ste Croix, M., Lloyd, R. S., Oliver, J. H., Hughes, J. D. (2019). The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 139–145. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001907>
- Kirkendall, D. K. (2011). *Fotbalový trénink. Rozvoj síly, rychlosti a obratnosti na anatomických základech*. Praha: Grada Publishing.
- Knowles, S. B. (2010). Is there an injury epidemic in girls' sports? *British Journal of Sports Medicine*, 44, 38–44.
- Kolář, P., & Lewit, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, 5, 270–275.
- LaBella, R., C., Huxford, R., M., Grissom, J., Kim, K.-Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools. *Archives of Pediatrics Adolescent Medicine*,

165(11), 1033–1040.

- Laffaye, G., Choukou, M. A., Benguigui, N., & Padulo, J. (2016). Age- and gender-related development of stretch shortening cycle during a sub-maximal hopping task. *Biology of Sport*, 33, 29–35. <https://doi.org/10.5604/20831862.1180169>
- Lehnert, M., Kudláček, M., Háp, P., Bělka, J., Neuls, F., Ješina, O., ... Šťastný, P. (2014). *Sportovní trénink I*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., ... Neuls, F. (2014 a). *Kondiční trénink*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Lehnert, M., Hůlka, K., Xaverová, Z., Maixnerová, E., Milichová, P., & Reich, P. (2017). Změny svalových a nervosvalových funkcí u adolescentních basketbalistů U17 a U19 po absolvování specifického únavového protokolu. *Studia Kinanthropologica*, 18(1), 19–32.
- Lehnert, M., Croix, M., Šťastný, P., Maixnerová, E., Zaatar, A., Botek, M., ... Lipinska, P. (2019). *The influence of fatigue on injury risk in male youth soccer*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraido J. L. & Fu, F. H. (1997). The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 25(1), 130–137. <https://doi.org/10.1177/036354659702500126>
- Liu-Ambrose, T. (2003). The anterior cruciate ligament and functional stability of the knee joint. *British Columbia Medical Journal*, 45(10), 495–499.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2009). Reliability and validity of field-based measures of leg stiffness and reactive strength index in youths. *Journal of Sports Sciences*, 27, 1565–1573.
- Malinzak, R. A., Colby, S. M., Kirkendall, D. T., Yu, B., & Garrett, W. E. (2001). A comparison of knee joint motion patterns between men and women in selected athletic tasks. *Clinical Biomechanics*, 16(5), 438–445.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... Garrett, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes.



- The American Journal of Sports Medicine*, 33(7), 1003–1010.  
<https://doi.org/10.1177/0363546504272261>
- McIntosh, S., A. (2005). Rugby injuries. *Medicine and sport science*, 49, 120–139.  
<https://doi.org/10.1159/000085394>
- McIntosh, S. A., McCrory, P., Finch, C. F., & Wolfe, R. (2010). Head, face and neck injury in youth rugby: incidence and risk factors. *British Journal of Sports Medicine*, 44, 188–193. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.041400>
- Myklebust, G., Engebretse, L., Braekken, H., I., Skjolberg, A., Olsen, E., O., & Bahr, R. (2003). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13(2), 71–78.
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle. *Sports Medicine*, 36, 977–999.
- Novotná, V., Čechovská, I., & Bunc, V. (2006). *FIT programy pro ženy*. Praha: Grada publishing.
- O'Brien, & Finch (2014). The implementation of musculoskeletal injury-prevention exercise programmes in team ball sports: A systematic review employing the RE-AIM framework. *Sports Medicine*, 44, 1305–1318.
- O'Brien, & Finch (2015). Injury prevention exercise programmes in professional youth soccer: understanding the perceptions of programme deliverers. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2, 3–9. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2015-000075>
- Pallant, J. (2011). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using the SPSS program*. Berkshire: Allen & Unwin.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Praha: Grada publishing.

- Petersen, W., Braun, Ch., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., ... Zantop, T. (2005). A controlled prospective case control study of a prevention training program in female team handball players: the German experience. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 125(614).
- Pfeiffer, R. P., Shea, K. G., Roberts, D., Grandstrand, S., & Bond, L. (2006). Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 88(8), 1769–1774. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00616>
- Přidalová, M., & Riegerová, J. (2008). *Funkční anatomie I*. Olomouc: Hanex.
- Ramesh, R., Von Arx, O., Azzopardi, T., & Schranz, P. J. (2005). The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 87(6), 800–803. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B6.15833>
- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynnon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., ... Wojtys, E. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine*, 42, 394–412.
- Ruedl, G., Ploner, P., Linortner, I., Schranz, A., Fink, Ch., Sommersacher, R., ... Burtscher, M. (2009). Are oral contraceptive use and menstrual cycle phase related to anterior cruciate ligament injury risk in female recreational skiers? *Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy*, 17(9), 1065–1069. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0786-0>
- Sallis, R. E., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G. & Simon L. (2001). Comparing sports injuries in men and women. *International Journal of Sports Medicine*, 22(6), 420–423. <https://doi.org/10.1055/s-2001-16246>
- Sanborn, C. F., & Jankowski, C. M. (1994). Physiologic considerations for women in sport. *Clinics in Sports Medicine*, 13(2), 315–327.
- Schultz, S. J., Schmitz, R. J., Benjaminse, A., Collins, M., Ford, K., & Kulas, A. S. (2015). ACL research retreat VII: An update on anterior cruciate ligament. Injury risk factors identification, screening and prevention. *Journal of Athletic Training*, 50(10), 1706–1093. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.10.06>

- Sharkey, B. J., & Gaskill, S. E. (2019). *Fyziologie sportu pro trenéry*. Praha: Mladá fronta.
- Slauterbeck, J. R., Fuzie, S. F., Smith, M. P., Clark, R. J., Tom Xu, K., Starch, D. W., & Hardy, D. M. (2002). The menstrual cycle, sex hormones, and anterior cruciate ligament injury. *Journal of Athletic Training*, 37(3), 275–278.
- Striano, P., (2017). *Cvičení pro zdravá záda – anatomie*. Brno: CPress.
- Strniště, M., Hůlka, K., Lehnert, M., Maixnerová, E., Vařeková, R., & Lazecká, Š. (2019). Neuromuscular control of the knee joint during basketball season in male youth players. *Acta Gymnica*, 49 (3), 125–131. <https://doi.org/10.5507/ag.2019.011>
- Suchomel, T. J., Sole, C. J., Bailey, C. A., Grazer, J. L., & Beckham, G. K. (2015). A comparison of reactive strength index-modified between six U.S. Collegiate athletic teams. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1310–1316. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000761>
- Targett S. G. (1998). Injuries in professional rugby union. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 8(4), 280–285.
- Turner, A. N., & Jeffereys, I. (2010). The stretch-shortening cycle: proposed mechanism and methods for enhancement. *Strenght and Conditioning Journal*, 32(4), 87–99. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181e928f9>
- Tůma, T., & Haitman, M. (2017). *Pravidla ragby*.
- Večeřová, V., et al. (2011). *Prevence zranění v míčových hrách – využití moderního náčiní*. Brno: Masarykova univerzita.
- Voskanian, N. (2013). ACL injury prevention in female athletes: review of the literature and practical considerations in implementing an ACL prevention program. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 6(2), 158–163. <https://doi.org/10.1007/s12178-013-9158-y>
- Walden, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, T. E., Faul, O., & Häggglund, M. (2015). Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 1452–1460. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>

Zahradník, D., & Korvas, P. (2017). *Základy sportovního tréninku*. Brno: Masarykova Univerzita.

## 11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Rozdělení pacientů v norském registru o úrazech kolene podle věku a pohlaví (Renstrom et al., 2008).....	15
Obrázek 2. Výskyt zranění na 1000 herních hodin (Best et al., 2005). ....	16
Obrázek 3. Klasifikace 1833 zranění kolene (Bollen, 2000). ....	17
Obrázek 4. Stavba kosterního svalu (Sharkey & Gaskill, 2019). ....	25
Obrázek 5. Svalové kontrakce (Sharkey & Gaskill, 2019). ....	27
Obrázek 6. Vybrané svaly s posturální a fázičnou funkcí (Lehnert et al. 2014). 29	
Obrázek 7. Anatomie mediální a laterální strany kolene (Callaghan, Rosenberg, Rubash, Simonian, & Wickiewicz, 2003).....	31
Obrázek 8. Průřez kolene znázorňující mediální a laterální vrstvy, pohled shora (Callaghan et al., 2003). ....	32
Obrázek 9. Inervace kolene (Callaghan et al, 2003). ....	34
Obrázek 10. Výskok na bednu ze statického postoje (Hanes & Kennelly, 2018). .....	37

## 12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Antropometrické údaje – experimentální skupina. ....	40
Tabulka 2. Antropometrické údaje – kontrolní skupina. ....	40
Tabulka 3. Program KneeRugbyWomen. ....	42
Tabulka 4. Eexperimentální skupina – popisné statistiky před a po tréninkové intervenci.....	44
Tabulka 5. Kontrolní skupina – popisné statistiky před a po tréninkové intervenci.....	44

## 13 PŘÍLOHY

### Příloha 1.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI-FAKULTA TĚLESNÉ  
KULTURY

#### Informovaný souhlas pro nezletilé účastníky studie

#### Vliv programu KneeRugbyWomen na rizikové faktory zranění kolenního kloubu u ragbistek starších 15 let

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný (á) souhlasím s účastí mé dcery ve studii.
2. Byl (a) jsem podrobně informován (a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se od mé dcery očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Porozuměl (a) jsem tomu, moje dcera může kdykoliv svou účast přerušit či odstoupit a že účast ve studii je dobrovolná.
3. Při zařazení do studie budou data mé dcery uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Pro výzkumné a vědecké účely mohou být údaje mé dcery poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
4. Porozuměl (a) jsem tomu, že jméno mé dcery se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis zákonného zástupce:

Datum:

Podpis řešitele pověřeného touto studií:

Datum:

## **Příloha 2.**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI-FAKULTA TĚLESNÉ  
KULTURY  
*Informovaný souhlas*

**Vliv programu KneeRugbyWomen na rizikové faktory zranění kolenního  
kloubu u ragbistek starších 15 let**

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaná souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byla jsem podrobně informována o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Porozuměla jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
3. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
4. Porozuměla jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Datum:

Podpis řešitele pověřeného touto studií:

Datum:



### Příloha 3.



Fakulta  
tělesné kultury

#### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.  
Mgr. Filip Neuis, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
prof. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
doc. Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 17.12.2020 byl projekt základního výzkumu

**Autor /hlavní řešitel/:** Mgr. Ondřej Sikora  
**Spoluřešitelé:** doc. PaedDr. Michal Lehnert, Bc. Tereza Nořková,  
Bc. Libor Polách, Bc. Michaela Rajnochová

s názvem: **Vliv programu KneeRugbyWomen na indikátory rizika zranění  
kolenního kloubu u ragbistek starších 15 let**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **23/2021**

dne: **12. 1. 2021**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory**  
s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro výzkum zahrnující  
lidské účastníky.

**Řešitelé projektu splnili podmínky nutné k získání souhlasu etické  
komise.**

za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 656 909  
www.ftk.upol.cz

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury  
Komise etická  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc