

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury

PREVENCE ZRANĚNÍ KOLENNÍHO KLOUBU U MLADÝCH SPORTOVců

Diplomová práce
(Bakalářská)

Autor: Lucie Mačáková
Studijní obor: Fyzioterapie
Vedoucí práce: MUDr. Renata Vařeková, Ph.D.
OLOMOUC 2020

Jméno a příjmení autora: Lucie Mačáková

Název bakalářské práce: Prevence zranění kolenního kloubu u mladých sportovců

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Renata Vařeková, Ph.D.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2020

Abstrakt: Bakalářská práce je věnována prevenci poranění kolenního kloubu u mladých sportovců, v období puberty a dospívání. Hlavním cílem je výpočet maximálního růstového spurtu u hráček házené a sestavení preventivního programu zahrnující speciální preventivní cviky pro sportovce. Prevence je primárně zaměřena na poranění předního zkříženého vazy, jakožto nejčastěji postiženou strukturou v oblasti kolenního kloubu. Teoretická část se zabývá faktory, které zvyšují riziko možného poranění. Dále je rozebrán vliv hormonů a fází menstruačního cyklu na poranění u žen a je popsán koncept dle Mirwalda. Jelikož je praktická část demonstrována na hráčkách házené, jsou v této části práce popsány jednotlivé hrací posty a s nimi spojená zranění. V praktické části je vypočten proporcionální věk dle Mirwalda z dat, která byla naměřena na hráčkách házené ve věkovém rozmezí 13–15 let. Dále je sestavena sada preventivních cviků, které by měly být zařazeny do tréninkové jednotky. V části zaměřené na prevenci jsou popsány další možnosti prevence zranění.

Bakalářská práce byla vytvořena v rámci grantového projektu GAČR - Accumulated effects of fatigue on neuromuscular control of the knee and injury risk in youth athletes during growth and maturation (No. 16-13750S).

Klíčová slova: kolenní kloub, prevence, ligamentum cruciatum anterius, růstový spurt

Souhlasím s půjčováním bakalářské práce v rámci knihovních služeb.

Author's first name and surname: Lucie Mačáková

Title of the master thesis: Prevention of knee joint injuries in youth athletes

Department: Department of physiotherapy

Supervisor: MUDr. Renata Vařeková, Ph.D.

The year of presentation: 2020

Abstract: The bachelor thesis deals the prevention of knee injuries in teens and young adults. The main aim is to calculate the maximum growth spurt for handball players and to compile a prevention program including special preventive exercises for athletes. Prevention is primarily focused on injuries of the anterior cruciate ligament, as the most commonly affected structure of the knee joint. The theoretical part determines with the factors that increase the risk of possible injury. Next, the influence of hormones and phase menstrual cycles on injuries in women is analyzed and Mirwald's concept is described. As the practical part is demonstrated on woman players of handball, particular game positions and injuries connected with those positions are described in this part of the thesis. In the practical part, a proportional age by Mirwald is calculated out of the data that were measured on handball players of the 13–15. Next, a set of preventive exercises, which should be introduced into the training unit, is compiled. Other prevention options are described in the section that focuses on prevention.

The bachelor thesis was created within the grant project GAČR - Accumulated effects of fatigue on neuromuscular control of the knee and injury risk in youth athletes during growth and maturation (No. 16-13750S).

Keywords: knee joint, prevention, anterior cruciate ligament, growth spurt

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

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně pod vedením MUDr. Renaty Vařekové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne

Děkuji MUDr. Renatě Vařekové, Ph.D. za čas, pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování bakalářské práce. Děkuji také grantu Kumulativní efekt únavy na neuromuskulární řízení kolene a riziko zranění u mladých sportovců během růstu a zrání, za údaje, které mi poskytl pro zpracování bakalářské práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Mgr. Janu Mayerovi za rady při závěrečných úpravách a probandce za možnost nafocení série fotografií.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	PŘEHLED POZNATKŮ	11
2.1	Anatomie kolenního kloubu	11
2.1.1	Svaly zodpovědné za pohyb kolenního kloubu.....	12
2.1.2	Stabilizátory kolenního kloubu	12
2.1.2.1	Statické stabilizátory	13
2.1.2.2	Dynamické stabilizátory	13
2.1.3	Vazy	14
2.1.4	Menisky.....	14
2.1.5	Patela	14
2.2	Biomechanika kolenního kloubu	14
2.2.1	Flexe – extenze.....	15
2.2.2	Rotace v kolenním kloubu.....	16
2.3	Poranění kolenního kloubu.....	17
2.3.1	Zlomenina pately.....	19
2.3.2	Poranění zkřížených vazů.....	19
2.3.3	Poranění kolaterálních vazů	20
2.3.4	Poranění menisků	20
2.3.5	Postižení měkkých tkání.....	21
2.4	Rizikové faktory pro poranění kolenního kloubu.....	22
2.4.1	Vliv pohlavních hormonů na LCA.....	24
2.5	Mirwald koncept.....	26
2.6	Házená	26
2.6.1	Herní pozice	27
2.6.2	Zranění v házené	29
2.7	Prevence.....	31

2.7.1	Rozcvička	32
2.7.2	Balanční trénink	34
2.7.3	Neuromuskulární trénink.....	35
2.7.4	Silový trénink	36
2.7.5	Kinesiotaping	37
2.7.6	Taping.....	38
2.7.7	Kolenní chrániče	39
2.7.8	Regenerace	39
2.7.8.1	Pasivní regenerace.....	39
2.7.8.2	Aktivní regenerace	42
2.7.9	Lékařské a sportovní prohlídky.....	44
3	CÍL	45
4	METODIKA	46
5	VÝSLEDKY	47
5.1	Výsledky proporcionálního věku dle Mirwalda	47
5.1.1	Návrh tréninkové jednotky.....	49
5.2	Sada cviků pro hráčky, které se již nenachází v rizikovém období.....	50
5.2.1	Příklady plyometrických cviků	50
5.2.2	Příklady cviků pro rozvoj svalové síly hamstringů.....	54
5.3	Sada cviků pro hráčky, které se nachází v rizikovém období	57
5.3.1	Příklady balančního cvičení	57
5.3.2	Nácvik doskoku.....	63
6	DISKUZE	64
7	ZÁVĚRY	68
8	SOUHRN.....	69
9	SUMMARY	71
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	73

11	PŘÍLOHY.....	86
11.1	Příloha 1 Informovaný souhlas.....	86
11.2	Příloha 2. Potvrzení o překladu	87

Seznam použitých zkratk

LCA - ligamentum cruciatum anterius

M - musculus

1 ÚVOD

Házená se v České republice řadí mezi velice oblíbené sporty. Jedná se o silově vytrvalostní kontaktní sport s vysokou incidencí sportovních zranění. K vysokému počtu zranění však dochází bezkontaktním mechanismem. Jednou z nejčastěji takto poraněných struktur je kolenní kloub. K poraněním často dochází již v období puberty a adolescence, kdy jsou více postiženy dívky.

Zraněním lze předcházet vhodně sestaveným preventivním programem, zaměřeným na rizikové skupiny. Do této rizikové skupiny řadíme právě mladé dívky. Preventivní program je založen na cíleném rozdělení hráček na základě jejich proporcionálního věku dle Mirwalda. Podle toho je jednotlivá hráčka zařazena do tréninkové skupiny, ve které je trénink zaměřen na prevenci aktuálního rizika.

Bakalářská práce se zabývá tvorbou preventivního programu u mladých hráček házené. Je zde zahrnut balanční trénink, silový trénink, neuromuskulární trénink, aktivní a pasivní regenerace a další možnosti prevence poranění. Tento tréninkový program lze pak na základě stanovení proporcionálního věku dle Mirwalda využít i u sportů obdobných házené, kde dochází k výraznému silovému zatížení kolenních kloubů. Mezi další rizikové sporty můžeme zařadit basketbal, volejbal, fotbal atp.

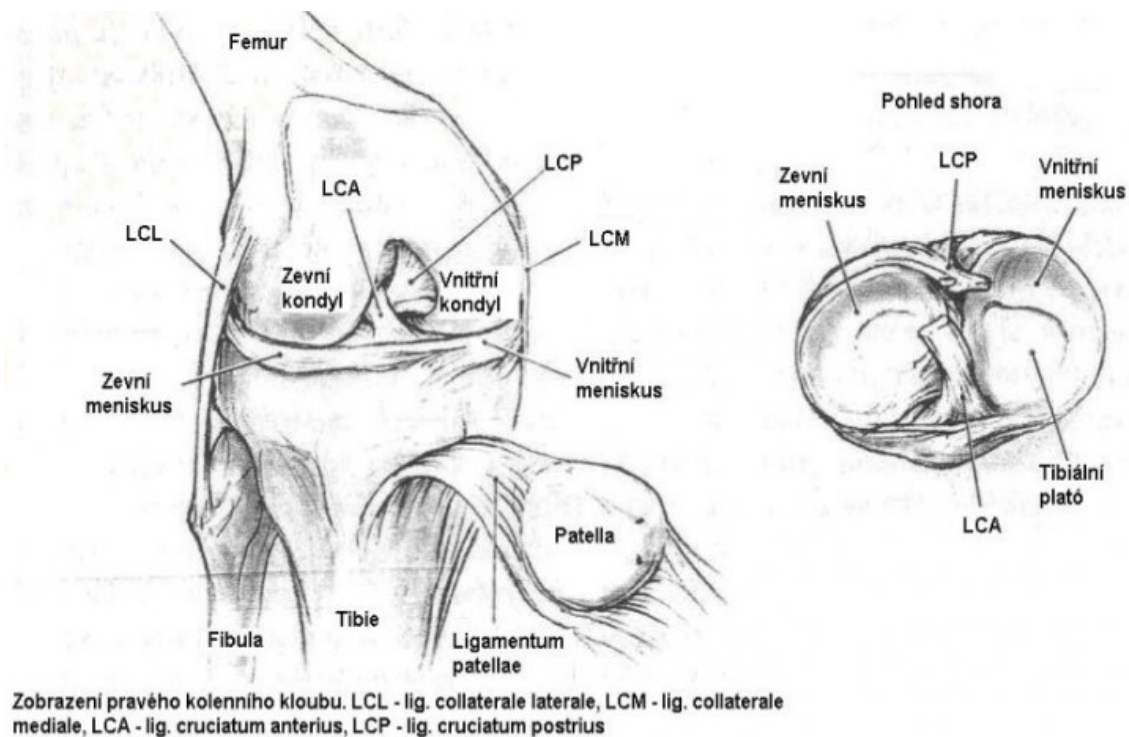
2 PŘEHLED POZNATKŮ

2.1 Anatomie kolenního kloubu

Kolenní kloub je nejsložitějším a největším kloubem v lidském těle. Na jeho stavbě (Obrázek 1) se podílejí artikulující kosti, menisky, kloubní pouzdro, burzy, vazy, svaly, nervy a cévy (Dungl, 2014). Artikulujícími kostmi jsou femur, tibia a patela, které mezi sebou vytvářejí femorotibiální kloub, dále dělen na mediální a laterální část, a femoropatelní kloub. Příslušnými menisky jsou dále odděleny na část meniskotibiální a femoromeniskální (Ditmar, 1992). Menisky kolenního kloubu jsou vloženy mezi styčné plochy femuru a tibie. Kondyly femuru zastávají funkci kloubní hlavice. Menisky spolu s dvěma kloubními plochami *facies articularis superior* kondylů tibie, fungují jako kloubní jamky. Jako další styčné plochy kostí kolenního kloubu uvádí (Čihák, 2001) *facies patellaris femoris* a *facies articularis patellae* se dvěma fasetami. Mezi kondyly femuru a tibie je kontakt prakticky v horizontální rovině.

Při stoji je tělo femuru odkloněno od vertikály, mezitímco tibia směřuje svisle distálně. Úhel, který svírají osy femuru a tibie v rozmezí $170\text{--}175^\circ$, je označován jako fyziologický abdukční úhel. Z důvodu širší pánve, a s tím související šikmější postavení femuru, je tento úhel u žen asi o 5° menší. Pro stanovení odklonu femuru se v klinické praxi používá doplňující úhel do vertikály, označovaný jako Q-úhel. Tento úhel svírá osu tahu *m. quadriceps femoris* a osu *ligamentum patellae*. U mužů by neměl překročit 10° , u žen 15° (Čihák, 2001). Promodos et al. (2008) uvádí, že rozdíl Q-úhlu mužů a žen je průměrně jen $2,3^\circ$.

Kolenní kloub je vystavován velké zátěži, umožňuje pohyblivost bérce vůči stehnu, a tím zajišťuje v souhře s kyčelním a hlezenním kloubem chůzi. Pokud je tedy kolenní kloub poškozen, nebo jakoukoliv jeho změnu doprovází bolest, je chůze značně omezena nebo nemožná (Kolář, 2009).



Obrázek 1. Přední a horní pohled na pravý kolenní kloub (Solomon, 2001)

2.1.1 Svaly zodpovědné za pohyb kolenního kloubu

- I. Hlavní flexory – m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus
- II. Pomocné flexory – m. sartorius, m. popliteus, m. gracilis, m. gastrocnemius
- III. Hlavní extenzory – m. quadriceps femoris
- IV. Vnitřní rotátory při flexi 90° v kolenním kloubu – m. gracilis, m. semitendinosus, m. semimembranosus, m. popliteus
- V. Zevní rotátory při 90° flexi v kolenním kloubu – m. abductor brevis, m. biceps femoris (Janda, 2004).

2.1.2 Stabilizátory kolenního kloubu

V jakémkoliv momentu je stabilita kolenního kloubu dána souhrou dvou stabilizačních systémů:

- I. Systém vazivových (statických, pasivních) stabilizátorů
- II. Systém svalových (dynamických, aktivních) stabilizátorů

Jakékoliv selhání této souhry vede ke vzniku příliš velkého stresu na statické stabilizátory, což se později může projevit jejich poškozením (Bartoníček, Čech & Sosna, 1986).

2.1.2.1 *Statické stabilizátory*

Základ statických stabilizátorů představuje kloubní pouzdro, které je zesíleno řadou ligament (Ditmar, 1992).

Dělí se na:

- I. Centrální stabilizátory – hlavní stabilizační struktury v sagitální rovině:
 - Přední zkřížený vaz – začíná od vnitřní plochy laterálního kondylu femuru do area intercondylaris anterior, zabraňuje posunu tibie vůči femuru ventrálním směrem
 - Zadní zkřížený vaz – vede od zevní plochy vnitřního kondylu femuru do area intercondylaris posterior, zadem kříží LCA a brání posunu tibie vůči femuru dorsálním směrem
- II. Mediální stabilizátory:
 - Mediální kolaterální vaz
 - Mediální meniskus
 - Posteromediální část kloubního pouzdra zesílená úponem m. semimembranosus
- III. Laterální stabilizátory:
 - Laterální kolaterální vaz
 - Laterální meniskus
 - Ligamentum popliteum arcuatum
 - Posterolaterální část kloubního pouzdra (Chaloupka, 2001; Nýdrle & Veselá, 1992).

Ve frontální rovině představuje hlavní stabilizační strukturu mediální kolaterální vaz na mediální straně a na straně laterální pak laterální kolaterální vaz. Stabilizační funkce těchto struktur spočívá v jejich mechanické pevnosti (Chaloupka, 2001).

2.1.2.2 *Dynamické stabilizátory*

Jsou rozděleny na:

- I. Extenzorový aparát:
 - Je tvořen m. quadriceps femoris, patelou a ligamentum patellae
- II. Mediální stabilizátory:
 - M. gastrocnemius caput mediale
 - Svaly, jejichž úpon je na pes anserinus – m. sartorius, m. gracilis a m. semitendinosus
- III. Laterální stabilizátory:

- M. popliteus
- M. biceps femoris
- M. gastrocnemius caput laterale
- Částečně je sem zavzat m. tensor fasciae latae z důvodu úponu iliotibiálního traktu na laterální kondyl femuru (Chaloupka, 2001; Nýdrle & Veselá, 1992).

Stabilizační efekt těchto struktur je ovlivňován svalovým tonem (Nýdrle & Veselá, 1992).

2.1.3 Vazy

Bartoníček & Heřt (2004) rozdělili vazy kolenního kloubu na dvě skupiny. První skupinou jsou vazy, které zasahují do kloubní dutiny, tzv. intraartikulární stabilizátory. Do této skupiny řadíme ligamenta cruciata (anterius et posterius), ligamentum meniskofemorale anterius et posterius, ligamentum transversum genus (Čihák, 2001). Druhá skupina je tvořena vazy zesilujícími povrch kloubního pouzdra, označovaných také jako vazy kapsulární. Patří sem ventrálně šlacha m. quadriceps femoris, laterálně a mediálně ligamentum collaterale tibiale et fibulare, ligamentum patellae, retinacula patellae, dorsálně ligamentum popliteum obliquum, ligamentum popliteum arcuatum (Čihák, 2001).

2.1.4 Menisky

Menisky kolenního kloubu jsou klinicky, anatomicky a funkčně nejvýznamnější ze všech menisků nacházejících se v lidských kloubech. Jejich funkcí je vyrovnávání inkongruence styčných ploch femuru a tibie. Jedná se o lamely, které jsou na obvodu složeny z hustého vaziva, jež přechází ve vazivovou chrupavku. Tvar obou menisků je srpkovitý. Pro usnadnění popisu lze menisky rozdělit na tři části – na přední roh, část střední a zadní roh (Dylevský, 2009; Kapandji, 1974).

2.1.5 Patela

Jedná se o největší sezamskou kost v lidském těle. Její funkcí je ochrana hlubších struktur kolenního kloubu a zvýšení ramena páky m. quadriceps femoris. Kloubní plochy pately jsou rozděleny na dvě konkávní fasety. Obě fasety, jak mediální, tak i větší laterální jsou rozděleny hřbetem nasedajícím na žlábek femuru. Poměr velikostí je u každého jedince jiný. Obvykle je tvar faset konvexní (Dungl, 2014; Rhee, Pavlou, Oakley, Barlow, & Haddad, 2012).

2.2 Biomechanika kolenního kloubu

Biomechanika kolenního kloubu je vzhledem k jeho komplikované stavbě vazivového aparátu velice složitá.

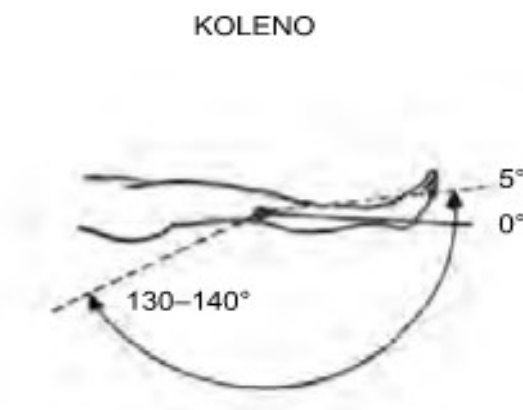
Kolenní kloub, jakožto nosný kloub dolní končetiny má dvě hlavní funkce:

- I. Mezi femurem a tibií umožňuje potřebný rozsah pohybu
- II. Zajišťuje optimální přenos tlakových sil vznikajících činností a hmotností těla

Aktivní pohyby, které lze v kolenním kloubu provést jsou flexe, extenze, vnitřní a zevní rotace bérce. Pasivním provedením (například při vyšetření) lze v kolenním kloubu dosáhnout i ostatních pohybů, jejich rozsah je ovšem velmi malý.

2.2.1 Flexe – extenze

Plná extenze je považována za základní postavení kolenního kloubu. Z tohoto postavení je možné provést malý extenční pohyb v rozsahu 5° , označován jako hyperextenze. U některých jedinců, je možné docílit až 15° extenze v kolenním kloubu v důsledku zvýšené kloubní laxicity (Kolář, 2009). Maximální možný rozsah flexe, kterého lze aktivním pohybem dosáhnout se podle různých autorů liší. Například Russe et al. (1972) udávají aktivní rozsah 130° . Oproti tomu Bartoníček et al. (1986) uvádí jako maximální možnou flexi v kolenním kloubu zhruba 160° , z toho prvních 140° je možné dosáhnout aktivním pohybem a pasivním pohybem dotáhnout zbývajících 20° . Vařeka (2002) doplňuje o rozsah pracovní, který činí pouze 120° . Dle Dunгла (2014) se rozsah aktivní flexe pohybuje v rozmezí $130\text{--}140^\circ$, extenze od 0° do 5° (Obrázek 2).



Obrázek 2. Rozsah pohybu v kolenním kloubu (Dungl, 2014)

Pojem uzamknuté koleno je stav, kdy jsou napjaty postranní vazy a všechny vazivové útvary na zadní straně kloubu, femur, tibia a menisky na sebe vzájemně pevně naléhají (Kolář, 2009).

Jako základní pohyb v kolenním kloubu je označována flexe a extenze. Nyní se však obecně uznává fakt, že během pohybu flexe – extenze, se kombinuje iniciální rotace bérce na začátku pohybu a terminální rotace na konci extenze. Celý pohyb z flexe do extenze a zpět probíhá v těchto krocích:

- I. Rotační pohyby jsou v plné extenzi z důvodu napětí téměř všech vazů takřka nemožné. Prvních 5° flexe je spojeno s vnitřní rotací tibie. Touto počáteční rotací se uvolní LCA a celý tento pohyb se označuje jako odemknuté koleno. Rozsah rotace se s postupnou flexí zvětšuje, a to hlavně do prvních 30°. Avšak rotační pohyby dosahují svého maxima zhruba mezi 45–90°.
- II. V důsledku valivého pohybu kondylů femuru po tibiálním plató se uskutečňuje flexe po počáteční rotaci, která probíhá v meniskofemorálních kloubech, tedy femur se valí po plochách tvořených tibií a menisky.
- III. Dokončení flexe je způsobeno posuvným pohybem kondylů po tibiálním plató. V terminální fázi flexe mění menisky kolem femuru svůj tvar a posunují se spolu s kondyly po tibií dozadu. Flexe kolenního kloubu se tedy dokončuje v meniskotibiálním kloubu

Při extenzi probíhá celý děj opačně, tj. začíná posuvným pohybem dopředu, na to navazuje valivý pohyb femuru po kondylech a končí závěrečnou zevní rotací tibie, která způsobí uzamknutí kolenního kloubu. Při flexi se patela pohybuje distálně, při extenzi proximálně.

K poranění menisků dochází především během flexe. Oproti tomu při postavení kolenního kloubu v extenzi, dochází většinou k rupturám vazů nebo frakturám na kloubních plochách (Kapandji, 1987).

2.2.2 Rotace v kolenním kloubu

Rozsah vnitřní rotace je přibližně 17° a zevní 21°. Jak již bylo zmíněno, samostatné rotace v kolenním kloubu jsou možné jen za současné flexe, tzn. čím větší stupeň flexe, tím větší rotační pohyb. Rotace probíhají především v meniskotibiálním skloubení, kdy dochází současně k posunu menisků. Laterální meniskus má větší rozsah posunu oproti mediálnímu menisku, který je méně pohyblivý. Proto je při násilných rotačních pohybech více ohrožen mediální meniskus.

Důležitým momentem při rotaci je průběh obou zkřížených vazů. Zatímco zadní zkřížený vaz probíhá téměř ve vertikále, sklon LCA je mnohem větší. To je také jednou z příčin umožňující při rotacích větší volnost laterálnímu kondylu femuru než kondylu mediálnímu.

Rozhodující vliv na rotační pohyb má uspořádání vazů. V rámci rotací je možné je rozdělit do tří pilířů (Bartoníček, Čech & Sosna, 1986):

- I. Centrální pilíř tvořen zkříženými vazy
- II. Mediální pilíř je tvořen postranními vazy a kloubním pouzdrem
- III. Laterální pilíř skládající se ze zevního postranního vazy a kloubního pouzdra

2.3 Poranění kolenního kloubu

K poškození kolenního kloubu dochází nejčastěji nekontaktním mechanismem. Přibližně 70 % poranění LCA je nekontaktní povahy. Pro předejití tomuto typu zranění sportovců, je důležité porozumět mechanismům, které tato zranění způsobují. V případě, že se koleno nachází v plné extenzi nebo je mírně flektováno dochází k silnému pnutí zejména posterolaterální části LCA. Minimální tenze na LCA je mezi 30–40° flexi. S přibývajícím flexí se začíná tenze zvyšovat. Okolo 90° flexe je silně napnutá zejména anteromediální část LCA (Bartoníček et al., 1986).

Nejnebezpečnějšími situacemi pro míčové sporty jsou doskočení po výskoku, například na soupeřovu nohu, doskočení do valgózního postavení, náhlé zastavení a náhlá změna směru zahrnující rotační pohyb kolene. V takových situacích se pozoruhodně zvyšují síly v rámci napětí LCA. Kromě toho může dojít k impingmentu LCA oproti laterálnímu kondylu femuru (Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr, 2005).

Většina sportovců popisuje, že ke zranění došlo při dopadnutí nohy na zem. V této pozici přidružená svalová kontrakce m. quadriceps femoris má za následek ventrální posun tibie a tím i zvýšené napětí na LCA. Vzhledem k neoptimálnímu ramenu páky nemohou ischiokrurální svaly vhodně chránit LCA proti této ventrálně směřované síle. Z důvodu udržení rovnováhy kyčelního kloubu, je m. quadriceps femoris nucen k další svalové kontrakci (Colby et al., 2000).

Dopadnutí jak do varózního či valgózního postavení dolní končetiny vytváří méně stabilní pozici pro kolenní kloub. Snížením varózního a valgózního momentu síly v koleni a kyčli při doskoku může pomoci při stabilizaci kolenního kloubu a zabránit vážnému poranění (Hewett, Stroupe, Nance & Noyes, 1996; Hewett, Lindenfeld, Riccobene & Noyes, 1999).

Při zkoumání různých prací zabývajících se nekontaktním mechanismem poranění LCA Shimokochi et al. (2008) přišli na to, že víceroviné (sagitální, frontální a transverzální) zatížení kolenního kloubu bylo primárním mechanismem poškození LCA.

Největší zátěž na LCA vzniká při zatížení kolene ve valgózním postavení v kombinaci s vnitřní rotací a kontrakce m. quadriceps femoris s nedostatečnou kokontrakcí hamstringů při plně extendovaném koleni. Tato zjištění byla posílena v samostatných retrospektivních videoanalýzách poranění LCA, které podporují dva převažující vzorce zatížení – stříhová síla tibie a poranění v důsledku „kolapsu kolenního valgu“, definovaného jako dopadnutí celé, téměř plně extendované dolní končetiny během decelerace v kombinaci valgózního postavení kolenního kloubu s vnitřní rotací kyčle, vnější rotací tibie (Boden, Dean, Feagin & Garrett, 2000; Boden, Torg, Knowles & Hewett, 2009; Quatman & Hewett, 2009).

Přední tibiální posun, při flexi v kolenním kloubu 20°–30°, je často ztotožněn jako faktor přispívající k mechanismům poranění LCA. Několik autorů však uvedlo, že izolované síly v sagitální rovině nejsou dostatečně vysoké na to, aby došlo k ruptuře LCA během sportu. Z kadaverických studií vyplývá, že kombinace sil, konkrétně zvýšením zatížení kolenního valgu, přímo vyvolá vyšší napětí na LCA než izolované pohyby a točivé momenty síly. Tyto silové kombinace jsou v souladu s mechanismem vícerovinného zatížení při zranění a jsou dostačující k počátečním mikrorupturám LCA (Shimokochi & Shultz, 2008).

Další mechanismus, při kterém dochází k nekontaktnímu poškození kolene, vyplývá ze silných kontrakcí m. quadriceps femoris během decelerace při relativně nízkých kolenních flexorových úhlech. Tento mechanismus často přispívá k vysoké míře poranění sportovkyň, zejména při snížené aktivaci hamstringů (Hewett et al., 1996; Huston & Wojtys, 1996). Ženské sportovkyně, oproti mužským protějškům, kontrahují při doskočení a v reakci na přední tibiální posun m. quadriceps femoris v mnohem větší míře než hamstringy. Ženy zároveň vykazují větší laxicitu v přední části kolene a výrazně menší sílu kolenních flexorů než muži. Ženské atletky primárně kontrahují m. quadriceps femoris jako reakci na sílu směřovanou na zadní stranu bérce, zatímco muži na tento přední tibiální posun reagují tím, že nejprve kontrahují hamstringy (Huston & Wojtys, 2000). Hamstringy jsou agonistou LCA, zatímco kontrakce m. quadriceps femoris při flexi kolenního kloubu menší jak 45° působí jako antagonist, což významně zvyšuje napětí LCA (More et al., 1993). Nkontaktní povaha naznačuje, že tato zranění jsou pravděpodobně způsobena abnormálními pohybovými vzorci, které by mohly být upraveny tréninkem.

Neuromuskulární kontrole stability kolenního kloubu jako rizikovému faktoru byla věnována zvláštní pozornost. Rozdíly mezi pohlavími v pohybových a svalových aktivačních vzorcích byly spojeny se zvýšeným rizikem poranění LCA zejména u žen (Ford, Myer & Hewett, 2003; Ford, Myer, Toms & Hewett, 2005; Hewett et al., 2005; Chappell et al., 2007; Chappell, Yu, Kirkendall & Garrett, 2002; McLean, Lipfert & Van Den Bogert, 2004).

Mnoho studií uvádí, že několik sportovních manévrů uskutečňují ženské atletky jiným mechanismem, než je tomu tak u jejich mužských protějšků. Tento mechanismus vzniká v důsledku vyšší aktivity m. quadriceps femoris oproti hamstringům. Řadíme sem doskočení po výskoku, kličky, pivotování se sníženou flexí v kyčelním i kolenním kloubu, zvýšení valgozity kolene, zvýšení vnitřní rotace v kyčli, zvýšení zevní rotace tibie a menší pohyblivost kolenního kloubu (Colby et al., 2000; Decker, Torry, Wyland, Sterett & Steadman, 2003; DeMorat, Weinhold, Blackburn, Chudik & Garrett 2004; Huston & Wojtys, 1996; Chappell et al., 2007; Chappell

et al., 2002; McLean, Huang, Su & Wandenbogert, 2004; Padua, Carcia, Arnold & Granata, 2005; Pollard, Davis & Hamill, 2004).

Právě těmto neuromuskulárním rizikovým faktorům je věnována zvýšená pozornost v preventivních programech. Různé studie poukazují na související neuromuskulární rizikové faktory u sportovců. Zvláště dominance m. quadriceps femoris, oslabené kolenní flexory, dynamické valgózní postavení v kyčlích a insuficience hlubokého stabilizačního systému. Bylo zpozorováno, že u rizikových sportovců dochází nejprve k aktivaci m. quadriceps femoris a až pak ochranných flexorů, tedy hamstringů (Alentorn-Geli et al., 2009a; Hewett, Ford, Hoogenboom & Myer, 2010; Hewett et al., 2005; Huston & Wojtys, 1996).

2.3.1 Zlomenina pately

Při nárazu dochází přímým mechanismem ke zlomeninám pately. Nepřímým mechanismem vzniká zlomenina pately při nekoordinované kontrakci m. quadriceps femoris (Šnajdauf, Trč & Cvachovec, 2002). Omezení extenze v kolenním kloubu, otok a krevní náplň kolene jsou typické příznaky pro zlomeninu pately (Pilný, 2007).

2.3.2 Poranění zkřížených vazů

Poranění zkřížených vazů vzniká obvykle jako následek velkého úsilí a bývá často spojeno s luxací kolenního kloubu. Poranění mohou být izolovaná, bez poškození dalších struktur nebo se mohou objevit jako součást komplexního poranění.

- Přední zkřížený vaz – je nejčastěji poškozen nepřímým mechanismem, při násilné vnitřní rotaci bérce a plně extendovaném kolenním kloubu (Maňák & Wondrák, 2005).

Až 80 % všech poranění LCA vzniká při sportovních úkonech bez vnějšího kontaktu s kolenním kloubem, tedy nekontaktní. Většina případů poškození LCA vzniká při špatném doskočení po výskoku (Noyes, Mooar & Matthew, 1983).

Vyšetření – přední zásuvkový test – vyšetřovaný je vleže na zádech, obě dolní končetiny pokrčené. Testovaná dolní končetina je ve 45° flexi kyčelního kloubu, 90° flexi v kolenním kloubu a neutrální pozici bérce. Terapeut lehce přisedne špičku vyšetřované nohy a oběma rukama uchopí proximální konec tibie, který tlačí ventrálně. Při zvětšeném ventrálním posunu tibie proti femuru je test pozitivní (Kolář, 2009).

- Zadní zkřížený vaz – k lézi tohoto vazů dochází nejčastěji přímým násilím, kdy při flektovaném kolenu je tibie zatlačena dozadu (Maňák & Wondrák, 2005).

Vyšetření – zadní zásuvkový test – výchozí poloha pacienta je stejná, jako u vyšetření LCA. Sledujeme zadní posun tibie proti femuru, kdy při pozitivním testu pozorujeme mírný posun horního konce tibie vůči femuru.

Vždy je nutné porovnat se zdravou končetinou. Při akutním poranění mohou být tyto testy falešně pozitivní v důsledku ochranného svalového spazmu (Kolář, 2009).

2.3.3 Poranění kolaterálních vazů

K poškození kolaterálních vazů dochází násilným mediálním nebo laterálním stresem působícím na bérec spojeným s jeho rotací.

- Tibiální kolaterální vaz, také často označovaný jako vnitřní (mediální) vaz, bývá poraněn při násilném mediálním stresu bérce, nejčastěji při femorálním úponu. Tento vaz může být poškozen izolovaně, velmi často je však k tomuto poranění přidruženo i poškození LCA a vnitřního menisku z důvodu blízkého vztahu kolaterálního vazů s kloubním pouzdrmem a úponem vnitřního menisku. Takový rozsah poranění označujeme jako „nešťastná trias“, který se klinicky projeví anteromediální nestabilitou kloubu (Maňák & Wondrák, 2005).

Vyšetření – abdukční test – pacient vleže na zádech, vyšetřující na straně postiženého kolenního kloubu. Jednou rukou terapeut uchopí dolní končetinu z vnější strany v oblasti suprakondylické krajiny a druhou rukou přidržuje bérec. Pacient musí být po celou dobu testu plně relaxovaný, vyšetřující provede abdukci bérce. To stejné provede ve 30° flexi kolenního kloubu. V tomto nastavení je nejvíce omezena stabilizační funkce LCA, z toho důvodu lépe posoudíme poškození postranních vazů. Bolestivé rozevření vnitřní kloubní štěrby indikuje pozitivní test (Kolář, 2009).

- Fibulární kolaterální vaz, též označovaný jako vnější (laterální) vaz, je poškozen nadměrným laterálním stresem působícím na bérec (Maňák & Wondrák, 2005).

Vyšetření – addukční test – výchozí poloha stejná jako u abdukčního testu. Vyšetřující zvedne extendovanou končetinu za patu do 30° flexe v kyčelním kloubu. Druhou ruku položí na vnitřní stranu suprakondylické oblasti kolenního kloubu a použije ji jako hypomochlion (opěrný bod páky). Tahem za patu terapeut provede addukci. Celý test se provede i ve 30° flexi v kolenním kloubu. Dojde-li k otevření laterální štěrby, považuje se test za pozitivní (Kolář, 2009).

2.3.4 Poranění menisků

Poranění menisků může kromě sportovních úrazů vzniknout též jako následek degenerativních změn často u profesí, kde pracovní pozice vyžaduje pokrčené dolní končetiny.

- K poškození tibiálního (vnitřního) menisku dochází, je-li u extendovaného kolene provedena prudká zevní rotace, abdukce bérce a následná flexe kolenního kloubu.
- Fibulární (zevní) meniskus bývá zpravidla poškozen při addukci, vnitřní rotaci bérce a následné flexi kolenního kloubu (Maňák & Wondrák, 2005).
- Vyšetření – Apleyův test – test slouží k diferenciaci poranění menisků od kolenních vazů.

Vyšetřovaný je v pozici na břiše s flektovaným kolenem. Terapeut provede kompresi v ose bérce a následně jeho rotaci. Bolest při vyšetření značí poškození menisků (Kolář, 2009).

Pojem „nešťastná pentáda“ vyjadřuje přerušení obou zkřížených vazů, obou menisků a laterálního postranního vazů, které je způsobeno přímým násilím působícím na vnitřní stranu extendovaného kolene.

2.3.5 Postižení měkkých tkání

K postižení měkkých tkání v oblasti kolenního kloubu dochází nejčastěji jejich přetěžováním. Typickým představitelem tohoto onemocnění je tzn. skokanské koleno, kdy dochází ke chronickému, příliš velkému namáhání šlachy m. quadriceps femoris v místě jeho úponu na tuberositas tibie. Hlavním projevem skokanského kolene je bolest, která ve většině případů vyzařuje pod patelou. Nejčastěji dochází k přetěžování této oblasti prostřednictvím výskoků a doskoků. Tímto mechanismem dochází ke vzniku otoků, zánětů a trofickým změnám vaziva (Doležalová & Pětivlas, 2011; Kobrová & Válka, 2012).

TABLE 1.

Injury Mechanisms and Exam Findings Typically Associated with Specific Knee Injuries

Injury	Mechanism/History	Exam
ACL sprain/tear	Awkward landing, knee hyperextension Knee "buckled" Immediate swelling Giving way	Lachman Pivot shift
PCL sprain/tear	Fall onto flexed knee	Posterior drawer
MCL sprain/tear	Direct blow to lateral aspect of knee, medial pain	Pain/instability on valgus stress
LCL sprain/tear	Direct blow to medial aspect of knee, lateral pain	Pain/instability on varus stress
Meniscus tear	Twisting injury with foot planted	Joint line tenderness, McMurray, Thessaly
Patella dislocation	Twisting injury with foot planted	Patellar apprehension, tender over MPFL
Physeal fracture	Direct blow to knee or axial load	Tender over physis, pain with varus/valgus stress

Abbreviations: ACL, anterior cruciate ligament; LCL, lateral collateral ligament; MCL, medial collateral ligament; MPFL, medial patellofemoral ligament; PCL, posterior cruciate ligament.

Obrázek 3. Mechanismus poranění (převzato z Finlayson, 2014)

2.4 Rizikové faktory pro poranění kolenního kloubu

Faktory přispívající ke zranění kolenního kloubu mohou být klasifikované jako vnější a vnitřní.

Mezi vnější faktory (Obrázek 4), u kterých se předpokládá, že korelují s poraněním kolenního kloubu, patří faktory související se specifickými sporty a herními posty, které se v daném sportu objevují, dále sportovní výbava (obuv), sportovní povrch, teplota.

Riziko ruptury LCA u házenkářek vzrůstá při hře na umělém povrchu, kde je vyšší koeficient tření, čímž dochází k omezení skluzu obuvi. Na dřevěném povrchu, nejčastěji parketách, je riziko podstatně nižší (Olsen, Myklebust, Engebretsen, Holme & Bahr, 2003).

- Extrinsic factors*
- Psychological factors
 - risk acceptance
 - Previous injury
 - Sports-related factors
 - type of sport
 - exposure (contact, planting, cutting, landing, stopping)
 - nature of event
 - role of opponents and teammates
 - Equipment
 - protective equipment (e.g., braces)
 - shoe/surface interface
 - Venue/supervision
 - state of floor or ground
 - safety measures
 - conduct of match
 - rules
 - referee's application of rules
 - Weather conditions
 - temperature
 - relative humidity

Obrázek 4. Vnější faktory poranění kolenního kloubu (převzato z Thacker et al., 2003)

Mezi vnitřní faktory (Obrázek 5), které by mohly být spojeny s rizikem poranění kolenního kloubu, patří věk, nezkušenost, přetrénovanost, zanedbání rozcvičky, nedoléčená poranění, nedostatečná trénovanost, snížená koncentrace, tělesná hmotnost, držení těla, laxicita vazů, postavení končetin (včetně hyperpronace), svalová únava, snížená úroveň propriocepce, struktura vazů, genetická predispozice, poměr svalové síly mezi hamstringy a m. quadriceps femoris, psychologické faktory, ženské pohlaví, zvýšený Q-úhel u sportovkyň, hladina estrogenu, ovulace (Horský & Huraj, 1987).

Snížená neuromuskulární koordinace během cutting manévru v důsledku únavy je faktor zvyšující riziko ruptury LCA. Především je pozorováno selektivní snížení neuromuskulární

koordinace u hamstringů, coby jeho klíčového synergisty (Thorlund, Michalsik, Madsen & Aagaard, 2008; Zebis et al., 2011).

Jedna z anatomických teorií souvisí s úhlem m. quadriceps femoris neboli Q-úhlem. Podle ní rozdíly v pánevní struktuře a postavení dolních končetin mohou znamenat rozdíly v počtu zranění mužů a žen (Haycock & Gillette, 1976; Zelisko, Noble & Porter, 1982).

- Intrinsic factors*
- Demographics
 - extremes of age
 - sex
 - Physical build
 - height
 - weight
 - body fat
 - Physical defects/anatomic variations
 - femoral neck anteversion
 - increased Q angle in women
 - static posture limb alignment
 - hyperpronation
 - narrow intracondylar notch
 - small ligament size
 - poor proprioception
 - joint instability
 - varying estrogen levels/ovulation
 - Physical fitness
 - low aerobic endurance/conditioning
 - fatigue
 - strength and balance between flexors and extension
 - increased flexibility of muscles/joints
 - poor sporting skill/coordination

Obrázek 5. Vnitřní faktory poranění kolenního kloubu (převzato z Thacker et al., 2003)

Horsley & Herrington (2016) řadí mezi rizikové faktory vedoucí k poranění LCA oslabený m. quadriceps femoris, slabé gluteální svaly a svaly provádějící supinaci chodidla. Jako další rizikové faktory zde zařazují přetížené hamstringy, svaly zodpovědné za addukci kyčelního kloubu a flexi trupu a sníženou dorzální flexi hlezenního kloubu.

Rizikové faktory mohou být dále rozděleny na modifikovatelné a nemodifikovatelné (Obrázek 6). Do modifikovatelných faktorů řadíme dynamický valgus kolenního kloubu, malý stupeň flexe v kyčelním i kolenním kloubu během doskočení, svalová únava, zpožděná aktivace flexorů kolenního kloubu atd. Do nemodifikovatelných rizikových faktorů patří věk (mladší 20 let), ženské pohlaví, hormonální stav (preovulační fáze bez užívání antikoncepce), pes pronatus valgus (permanentní everze nohy), infekční onemocnění atd. (Alentorn-Geli et al., 2009a; Petersen, Rosenbaum & Raschke, 2005b; Renstrom et al., 2008).

Non-modifiable risk factors	Modifiable risk factors
Age: < 20 years	Dynamic valgus
Gender: female	Low flexion of hip and knee during landing
Hormone status: preovulatory phase without contraception	Poor hip and trunk control
Sports: soccer, handball, basketball, alpine skiing	Weakness of knee flexors and hip abductors (relative to knee extensors)
Narrow intercondylar notch	Delayed activation of flexors
Generalized ligamentous laxity	Proprioceptive deficits
Pes pronatus valgus	Muscle fatigue
Synthetic floor or turf	Poor general fitness
History of muscle, tendon, knee or ankle injuries	
Infectious disease	
Poor weather conditions (outdoor sports)	

Obrázek 6. Modifikovatelné a nemodifikovatelné (převzato z Mehl et al., 2018)

Důležitou roli hraje také pohlaví sportovce, kdy ženy mají větší predispozice pro poranění kolene, a to z důvodu menší svalové síly, pevnosti vazů a hormonálních rozdílů. Sportovci mladší 20 let a převážně ženy mají výrazně vyšší riziko opětovné ruptury LCA (Dunn & Spindler, 2010; Leys, Salmon, Waller, Linklater & Pinczewski, 2012).

Engstrom et al. (1991) tvrdí, že riziko ruptury LCA je u žen až pětkrát vyšší než u mužů. Další studie dle Biena (2011) uvádí, že ženy ve středoškolském a vysokoškolském věku mají 3–4krát větší pravděpodobnost poranění LCA než muži vykonávající stejný sport. Tuto teorii Horsley & Herrington (2016) ve své studii podporují a tvrdí, že riziko ruptury LCA u ženského pohlaví je dokonce až 8násobné.

2.4.1 Vliv pohlavních hormonů na LCA

Nástup puberty má velký účinek na diferenciaci mezi chlapci a dívkami. Pohlavní rozdíly, objevující se na počátku puberty a dospívání, přispívají k rozdílům v úrazovosti mezi oběma pohlavími (Beunen & Malina, 1988; Hewett, Myer & Ford, 2004; Hewett, Myer, Ford, Paterno & Quatman, 2012). Kromě obecně známých anatomických změn nacházíme i změny pohybových vzorů.

Je obecně známo, že u dívek je menarché považováno za přesný indikátor nástupu puberty. V této souvislosti dochází ke zpomalení a následnému zastavení skeletálního růstu. Tyto faktory mají významný vliv na biomechaniku a postavení dolních končetin. Studie poukazují na neuromuskulární a biomechanické rozdíly mezi pohlavími během dospívání, přičemž dospívající sportovkyně jsou vystaveny vyššímu riziku úrazu (Ford, Van Den Bogert, Myer, Sharipo & Hewett, 2008; Quatman, Ford, Myer, Paterno & Hewett, 2008).

Z důvodu dřívějšího nástupu puberty může dojít k přetrvávání prepupertálních pohybových vzorů a anatomických znaků, z nichž některé patří mezi rizikové faktory poranění LCA (Froehle, Grannis, Sherwood & Duren, 2017).

LCA obsahuje estrogenové receptory (17 beta-estradiol). Tento estrogen má vliv na syntézu kolagenu ve smyslu inhibice a na proliferaci fibroblastů (Balachandar, Marciniak, Wall & Balachandar, 2017). Dále se podílí na syntéze proteinů důležitých pro stavbu chrupavky v proximální části LCA (Yoshida et al., 2009).

Fáze, při nichž dochází ke snížení syntézy kolagenu, předchází období se zvýšenou anteriorní laxicitou kolenního kloubu. Větší laxicita vazů a jejich snížená pevnost jsou spojovány se sníženou odolností v tahu. Těmito poznatky se potvrzuje teorie, kdy vyšší hladina estrogenu inhibuje syntézu kolagenu a sílu vazů, což vede ke zvýšenému riziku jejich poranění.

Je známo, že estrogen má nesčetné množství přímých i nepřímých účinků na ženský neuromuskulární systém. Kolísání estrogenu, relaxinu, progesteronu a jejich hormonálních derivátů může mít výrazný účinek na neuromuskulární kontrolu kolenního kloubu. Ženy prokazují změny ve svalové síle, svalové únavě i času na regeneraci během menstruačního cyklu. Sarwar et al. (1996) uvádí, že u žen, které neužívali perorální antikoncepci, došlo k výraznému nárůstu svalové síly m. quadriceps femoris, zvýšení a zrychlení unavitelnosti m. quadriceps femoris a zpomalení regenerace během ovulační fáze. Zatímco ženy užívající perorální antikoncepci tyto disability nepociťovaly. Tyto změny ve svalové síle m. quadriceps femoris by mohly významně ovlivňovat agonisto-antagonické poměry a mechaniku kolenního kloubu. Tuto teorii podporuje studie, která prokázala zvýšené riziko poranění kolenního kloubu u žen v předovulační fázi, které neužívají antikoncepci (Alentorn-Geli et al., 2009a). Další studie uvádí, že užíváním perorální antikoncepce lze snížit riziko poranění LCA až o 20 % (Gray, Gugala & Baillargeon, 2015; Rahr-Wagner, Thillemann, Mehnert, Pedersen & Lind, 2014).

Výsledky studie Adachi et al. (2008) poukazují na zjištěnou významnou statistickou souvislost mezi fází menstruačního cyklu a dobou poranění LCA. V ovulační fázi, kdy ovulaci předchází nárůst estrogenu, bylo více poranění, než se očekávalo, přičemž v luteální a folikulární fázi došlo k menšímu počtu poranění, než jaký byl předpokládán. Tyto závěry naznačily možnou důležitou roli ženského hormonálního cyklu ve výskytu nekontaktních poranění LCA u dospívajících sportovkyň. U mužů má estrogen stejný význam, tedy muži, vykazující vyšší koncentraci 17 beta-estradiolu, jsou rizikovější pro poranění LCA (Stijak et al., 2015).

V LCA byly rovněž nalezeny receptory pro relaxin, jehož vliv společně s estrogenem přispívá k všeobecné etiologii nekontaktního poranění LCA (Dragoo, Padrez, Workman & Lindsey, 2009). Ženy vykazující zvýšenou hladinu relaxinu mají až 4krát vyšší riziko poranění LCA (Herzberg et al., 2017).

2.5 Mirwald koncept

Tento koncept je založen na hodnocení růstové zralosti, která má specifické uplatnění v prevenci v období dospívání. Mezi jedinci stejného kalendářního věku je velký rozsah variability proporcionálního věku, zejména v období růstu.

Formální metodiky pro hodnocení dospívání např. kostní věk, zubní věk jsou pro mládežnické sportovní organizace či sportovní řídicí orgány finančně velice náročné a zatěžují sportovce rentgenovým zářením. Proto tento koncept využívá proporcionální věk jako přijatelné klasifikační kritérium, beroucí v potaz rozdíly, které jsou spojeny s dospíváním jako je tělesná výška, hmotnost a výška vsedě.

Růstový spurt je období maximálního růstu, který je nejčastěji používaným faktorem v dlouhodobých studiích, zabývajících se mladými sportovci a adolescenty. Poskytuje přesné měřítko maximálního růstu během dospívání. Během maximálního růstového spurtu dochází k rychlejšímu růstu dlouhých kostí, zejména femuru. Z tohoto důvodu dolní segment těla roste mnohem rychleji a je delší, než segment horní. Růst svalů za růstem kostí zaostává. To je důvodem, proč je chůze u dospívajících jedinců hůře koordinovaná. Poměr délky mezi horním a dolním segmentem se mění během dospívání a proto lze zjistit, zda se sportovec nachází v době před maximálním růstem nebo je sportovec již za období maximálního růstu.

Ukončení růstového spurtu je nejlepším ukazatelem toho, kdy zvýšit tréninkové zaměření na aerobní a silový vývoj (Mirwald, Baxter-Jones, Bailey & Beunen, 2002).

Praktická část bude demonstrována na hráčkách házené, proto v další podkapitole bude tento sport, společně s charakteristikou jednotlivých herních pozic popsán.

2.6 Házená

Házená je míčový kolektivní sport brankového typu, kdy v utkání proti sobě nastupují dvě družstva. Cílem je vstřelit více branek nežli soupeř, a proto družstvo, které dosáhlo vyššího počtu vstřelených gólů, vítězí, přičemž utkání může skončit i nerozhodným stavem. Družstvo se skládá ze šesti hráčů v poli a jednoho brankáře. Délka utkání seniorských týmů je 2x30 minut, u věkově nižších kategorií trvají zápasy podstatně kratší dobu (Tůma & Tkadlec, 2002). V případě hráček házené ve věku 13–15 let je doba utkání 2x20 minut.

Hřiště je obdélníkového tvaru dlouhé 40 metrů, široké 20 metrů, jehož součástí jsou dvě brankoviště. Branky jsou 2 metry vysoké a 3 metry široké. Hrací míč o hmotnosti 425–475 gramů a obvodu 58–60 centimetrů je povoleno házet, zastavovat, chytat, driblovat či strkat použitím hlavy,

paží, rukou, trupu, stehem a kolen. Dotyk dolní končetiny distálně od kolena s míčem není povolen, s výjimkou brankáře v brankovišti. Hráč smí držet míč maximálně 3 sekundy a udělat s ním nanejvýš 3 kroky. Aby míč zůstal delší dobu pod jeho kontrolou, je hráči umožněno využít víceúderový nepřerušovaný dribling nebo také jednoúderový.

Družstvo, zúčastňující se utkání, se musí skládat nanejvýš z 16 hráčů, kteří jsou napsáni na soupisce družstva. Na samotné hrací ploše, po zahájení utkání, se smí nacházet maximálně 7 hráčů od obou družstev, ostatní hráči jsou střídající. Kdykoli během utkání může hráč, označený jako brankář, zaujmout roli hráče v poli a naopak. Hráči na střídačce mohou kdykoliv a opakovaně během utkání nastoupit do hry, ale jen za předpokladu, že jimi střídání hráči již opustili hrací plochu.

Bránit soupeři v pohybu je povoleno tělem i rukama s pokrčenými lokty. Oproti tomu je zakázáno soupeře, držet, svírat jej nebo do něj strkat. Tyto přestupky jsou trestány progresivními tresty, jakými je žlutá karta, vyloučení na 2 minuty a v poslední řadě karta červená. Po nedovoleném zákroku, který byl spáchán při jasné gólové příležitosti, je nařízen sedmimetrový hod. Gól platí tehdy, je-li míč celým svým objemem za brankovou čarou. Místo pro provedení sedmimetrového hodu je označeno čarou na hrací ploše. Čtyři metry od brankové čáry se nachází takzvaná čára hranice brankáře, která představuje vzdálenost, na kterou se může brankář přiblížit proti střelci sedmimetrového hodu.

Na vývoj celého utkání dohlíží dva rozhodčí, kteří jsou zodpovědní za průběh utkání. Zasluhou dlouholeté historie se v České republice házená řadí mezi tradiční a velmi populární sporty (ČSH, 2016)

2.6.1 Herní pozice

Spojka

Spojka patří mezi nejdůležitější herní posty v házené. Hráč, hrající na tomto postu, řídí celou hru, proto bývá označován jako „playmaker“. Důležitými faktory pro jeho výkonnost jsou výška postavy, bezchybná technika střel a přihrávek, smysl pro herní kombinace, švihová síla paží a odrazová schopnost dolních končetin (Jančálek, Táborský & Šafaříková, 1989). S výškou postavy vzájemně souvisí i vyšší tělesná hmotnost, která hráče na postu spojky výrazně zvýhodní v útočných i obranných činnostech, kdy dominují v osobních soubojích, střelbě, blocích či držení míče. Všechny tyto jednotlivé činnosti vyžadují vysokou míru svalové síly trupu a končetin (Gorostiaga, Granados, Inabez & Izquierdo, 2005; Ibanez & Gorostiaga, 2002; Izquierdo, Häkkinen, Gonzalez-Badillo; Wallace & Cardinale, 1997).

Na spojku jsou v porovnání s jinými posty kladeny mimořádné nároky na prostorovou orientaci, tvůrčí myšlení, improvizaci a pozornost. Z těchto důvodů se na této pozici pohybují převážně zkušenější hráči s vysokou úrovní hráčských dovedností (Jančálek et al., 1989). Průměrně naběhaná vzdálenost hráče na pozici spojky za zápas je dle Branda et al. (2009) 5,3 km.

Mezi hlavní ofenzivní úkoly spojky patří střelba a především vytváření prostoru a gólových příležitostí pro sebe či své spoluhráče. K vytvoření takové situace jsou zapotřebí rychlé změny směru pohybu, navázání kontaktu s obránci soupeře, křížením s dalšími posty nebo přihrávkami. Obecně bývají spojky nejvytěžovanějšími hráči celku (Jančálek et al., 1989).

Křídlo

Hráči na pozici křídla dosahují zpravidla nejnižší tělesné výšky i hmotnosti v družstvu, avšak tyto predispozice mohou být do značné míry výhodou při realizaci specifických herních činností pro tento post (Ghobadi, Rajabi, Farzad, Bayati & Jeffreys, 2013; Krüger, Pilat, Ückert, Frech & Mooren, 2014; Sporiš, Vuleta, Vuleta Jr & Milanović 2010). Na pozici křídla není výška ani hmotnost rozhodujícím faktorem (Šibila & Pori, 2009).

Křídla se řadí mezi nejrychlejší hráče družstva, jejich hra je charakterizována sprintem do rychlých protiútoků ihned po zisku míče a jejich následným zakončením. Dle Jančálka et al. (1989) je pro křídlo nejdůležitější startovní a běžecká rychlost, dále to jsou rozvinuté koordinační schopnosti, které jsou nezbytně nutné pro zpracování míče v maximální běžecké rychlosti a odrazová schopnost dolních končetin. Při postupném útoku je hlavním úkolem křídel co nejvíce narušit obrannou formaci soupeře. Ať už jejím roztažením či naopak jejím stažením, kdy na sebe hráč zaběhnutím naváže bránícího hráče a tím vytvoří prostor pro zakončujícího spoluhráče.

Studie dle Branda et al. (2009) uvádí, že vzdálenost uběhnutá hráči na pozici křídla činí 5,1 km, což je méně v porovnání se spojky. Toto tvrzení je však v rozporu se studií od Sporiše et al. (2010), kteří uvádí, že hráči na postu křídel naběhají největší vzdálenost ze všech postů. Michalsik et al. (2013) se přiklání ke studii dle Branda et al. (2009), tedy že křídla uběhnou kratší vzdálenost, ale zároveň tvrdí, že tito hráči běží delší vzdálenost, vyšší rychlostí.

Pivot

Jeho herní činnost spočívá v narušování soupeřovy obrany, buďto zabíháním, kdy dojde k jeho uvolnění nebo navázáním na sebe obránce. Pivot se pohybuje zády či bokem k brance, v prostoru těsně u čáry brankoviště, kdy se snaží zaujmout výhodné postavení pro střelbu. Po získání míče,

nejčastěji přihrávkou od spojky, je pohyb pivota 180° rotace, přičemž zpravidla střílí v pádu (Jančálek et al., 1989). Podle Branda et al. (2009) vzdálenost uběhnutou pivotem během zápasu činí 4,8 km. Dle Sporiše et al. (2010) jsou hráči na pozici pivota nejvyšší a hmotnostně nejtěžší z celého mužstva. Mimo jiné se jedná o nejzkušenější hráče. Dle Urbana, Kandráče & Lafka (2010) jsou tyto parametry nezbytně nutné pro efektivitu soubojů v útočné i obranné části hry.

Brankář

Nejdůležitějším defenzivním úkolem brankáře je zabránit soupeři vstřelit branku. Může tak učinit vyražením či chytáním, kdy jako jediný hráč má právo využívat celé dolní končetiny (Tůma & Tkadlec, 2002).

Sporiš et al. (2010) radí brankáře mezi vyšší, starší a zkušenější hráče družstva. V porovnání s ostatními herními posty brankář za celé utkání naběhá průměrně 2760 m, což je výrazně méně, za to ale musí čelit v průměru 50 střelám za zápas, přičemž ty nejrychlejší dosahují rychlosti až 120 km/h (Brand et al., 2009).

Mezi důležité aspekty brankáře je i čtení hry, kdy při správném vyhodnocení situace, zabrání vstřelení gólu či dlouhé přihrávce protivníkovi tzv. trháku. Za brankářův nejpodstatnější ofenzivní úkol je považováno tzv. založení rychlého protiútoky, kdy při chycení soupeřovy střely hází dlouhou přihrávkou vybíhajícímu křídlu (Tůma & Tkadlec, 2002).

2.6.2 Zranění v házené

Sportovní zranění je soubor všech typů poškození organismu objevující se v souvislosti se sportovní aktivitou (Van Mechelen, Hlobil & Kemper, 1992).

Házená se řadí mezi sporty s vyšším rizikem úrazu v důsledku úmyslného plného kontaktu protihráčů a jejich střety, dále požadavky na okamžitou změnu směru pohybu, tvrdostí povrchu, třením, vznikajícím mezi obuví hráčů a povrchem podlahy (Tyrdal & Pettersen, 1998). Riziko zranění se odvíjí od výkonnostní úrovně a hracím postu. Hráči na vrcholové úrovni mají riziko zranění podstatně vyšší oproti hráčům úrovně nižších a jsou tedy postiženi častěji. Vyšší výskyt zranění nalzáme na pozici spojek, což je pravděpodobně způsobeno faktem, že tito hráči provádí nejvíce změn směru pohybu, střel, výskoků a dostávají se nejvíce do kontaktu s míčem (Caine, Harmer & Schiff, 2009; Luig & Henke, 2010; Strand, Tvedte, Engebretsen & Tegnander, 1990; Wedderkopp, Kalsoft, Lundgaard, Rosendahl & Froberg, 1997).

Kontaktní situace s protihráčem, špatný dopad po výskoku a špatné zpracování a chycení míče zařazuje Reckling et al. (2003) mezi typické situace zranění v házené. V 40 % je nejčastější příčinou úrazu kontakt s protihráčem (Dirx, Bouter & De Geus, 1992).

Muskuloskeletární aparát je největší skupinou zranění v házené, přičemž jsou nejvíce zastoupeny distenze svalů, vazů a šlach či jejich kontuze. Dle Piry et al. (2011) 80–90 % všech zranění tvoří úrazy akutní a zbytek náleží chronickým úrazům z přetížení. Bez ohledu na věk a pohlaví hráče je až v 54 % všech případů akutně postižena dolní končetina (Seil, Rupp, Tempelhof & Kohn, 1998).

Mezi častá zranění patří hlezenní kloub, otřes mozku, poranění pletence ramenního, v této práci nebudou více rozebrány. Poranění kolenního kloubu je řazeno mezi velmi časté a zároveň nejzávažnější zranění. Podle Mollera et al. (2012) je po hlezenním kloubu, kloub kolenní nejčastěji akutně poraněným, a to až ve 20 % případů.

Mezi nejzávažnější poranění kolenního kloubu patří ruptura předního zkříženého vazů, jenž vyžaduje rekonstrukci vazů a dlouhodobější intenzivní rehabilitaci v rozmezí 6 měsíců až 1 roku (Myklebust & Bahr, 2005).

Jak již bylo výše zmíněno, k rupturám dochází zejména v důsledku dvou bezkontaktních mechanismů. V házené k ní nejčastěji dochází při klíčce nebo rychlé změně směru pohybu, tzv. střížný mechanismus kolenního kloubu. Druhý mechanismus vzniká při dopadu na jednu dolní končetinu po střelbě ve výskoku, přičemž dojde k valgozitě kolenního kloubu a zevní rotaci tibie při současné extenzi kolene (Bencke et al., 2013; Myklebust & Bahr, 2005; Strand et al., 1990). U hráčů házené je pak typickým představitelem onemocnění měkkých tkání z přetížení kolenního kloubu skokanské koleno (Lian, Engebretsen & Bahr, 2005).

Bylo také zdokumentováno, že hráčky házené mladšího věku jsou nejnáchylnější ke vzniku léze LCA (Bencke et al., 2013; Reckling, Zantop & Petersen, 2003). Dle Petersena et al. (2016) 7–24 % sportovců po rekonstrukci LCA utrpěli rupturu LCA na druhém kolenním kloubu. Dle Horsleye & Herringtona (2016) dochází u přibližně 25 % sportovců k opětovnému přetržení LCA v následujících dvou letech od první ruptury.

Giroto, Hespanho Junior, Gomes & Lopes (2017) ve své kohortové studii uvádí, že během dvou hlavních brazilských šampionátů v házené, kterého se zúčastnilo 21 elitních házenkářských týmů s celkovým počtem 339 sportovkyň, došlo ke 312 zraněním. Nejvíce postiženými oblastmi byly kolenní a hlezenní kloub, a to až u 201 sportovkyň.

2.7 Prevence

Většina preventivních programů orientovaná na poranění kolenního kloubu zaujímá komplexní přístup, cílený na dynamické neuromuskulární a proprioceptivní deficity. Hlavní záměr těchto programů spočívá v prevenci bezkontaktních mechanismů úrazů, jako jsou techniky výskoku a doskoku, zlepšení pohybových vzorů při pivotování, kličkách a rychlém změnu pohybu. Propriocepce je velice důležitá pro neuromuskulární kontrolu dolních končetin, zejména při špatném doskoku a kličce (Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg & Cholewicki, 2007).

Neuromuskulární tréninkové programy jsou navrženy tak, aby zvyšovaly stabilitu kloubů, zlepšovaly statestézii a rozvíjely ochranné kloubní reflexy, které by zabránily poranění. Proprioceptivní trénink je určen ke zlepšení koordinace a rovnováhy ve více rovinách pohybu při poruchách posturální kontroly. Cvičení zahrnující výskoky, dopady a náhlé změny směru různé intenzity se nazývají plyometrická cvičení (Padua & Marshall, 2006).

Studie prokázaly důležitost komplexního přístupu k neuromuskulárnímu tréninku, který zahrnuje plyometrický trénink, posilování a zlepšení koordinace s cílem úspěšně snížit výskyt poranění LCA (Gilchrist et al., 2008; Hewett et al., 1996; Mandelbaum et al., 2005; Petersen et al., 2005a).

Neuromuskulární a biomechanické deficity v oblasti trupu a na dolních končetinách během sportovně specifických úkolů byly označeny jako primární rizikové faktory pro poranění LCA (Herman et al., 2009). V literatuře se objevuje konsenzus, kdy neuromuskulární dysbalance m. quadriceps femoris, svalů dolních končetin a trupu zvyšují riziko poranění sportovců (Ford, Myer & Hewett, 2003; Hewett et al., 1996; Hewett, Paterno & Myer, 2002; Hewett et al., 2012).

Studie dle Ladenhaufa, Graziana & Marxe (2013) poukazuje na to, že prvním a zásadním úkolem před uskutečněním specifických tréninkových programů je určení rizikových skupin. Výsledky naznačují, že celkové neuromuskulární tréninkové sady prováděné v prepubertálních a raných pubertálních stádiích mohou uměle vyvolat neuromuskulární spurt a mají potenciál snížit riziko poranění v souvislosti se sportem u mladých sportovců (Hewett, Lindenfeld, Riccobene & Noyes, 1999; Myer et al. 2009; Quatman et al., 2008). Z tohoto důvodu by prevence poranění měla být zahájena již v prepubertálním období (Hewett et al., 2012).

Existují také důkazy, že správné načasování preventivních programů má vliv na účinnost snižování rizika poranění LCA. Zařazení preventivních cviků do tréninků v předsezonním období vykazuje výrazně vyšší efekt než jeho provádění pouze v soutěžním období (Donnell-Fink et al., 2015). Další vlivy na účinnost preventivních programů by mohly být prokázány v rámci délky trvání, četnosti a dodržování. Čím delší je doba trvání programu, tj. 20 minut, a čím častěji je

program prováděn, tj. třikrát týdně, tím větší je účinek (Soligard et al. 2008; Sugimoto, Myer, Foss & Hewett, 2014). Zároveň je ale třeba mít na paměti dodržení dostatečných odstupů mezi jednotlivými tréninkovými jednotkami. Tedy zachovat prostor pro regeneraci, aby nedošlo k nadměrné dózi zátěže, a tím i možného přetížení organismu.

Preventivní opatření, taktéž označována jako protiopatření, jsou jednou z metod dohledu a možnosti kontrolování rizika zranění a jsou zavedena s úmyslem snížit výskyt a závažnost zranění. Jedním z nejčastěji doporučovaných protiopatření pro sportovní úrazy je vhodné zahřátí, tedy rozcvička (Hedrick, 1992). Popisu rozcvičky bude věnována následující podkapitola.

2.7.1 Rozcvička

Pojem sportovní rozcvička je definován jako období přípravného cvičení s cílem zvýšit následné soutěžní nebo tréninkové výkony. Při prověřování nejúčelnějšího rozcvičování pro sportovce před daným výkonem, Safran et al. (1989) dospěli k závěru, že nejvhodnější rozcvička se skládá ze tří různých částí. Tyto tři části zahrnují:

1. Období aerobního cvičení ke zvýšení tělesné teploty
2. Období sportovního protahování za účelem protažení svalů, které budou zatěžovány při následném výkonu
3. Období činnosti zahrnující pohyby podobné pohybům, které budou prováděny při následném výkonu

Výhodou preventivních programů ve formě rozcvičky jsou minimální časové požadavky a praktičnost, protože jsou nákladově efektivní a lze je provádět v terénu s minimálními potřebami na vybavení. Tyto faktory mohou vést k vyšší snaze o zařazení zahřívací části před fyzickou zátěží (Alentorn-Geli et al., 2009b).

Pět studií zkoumalo účinky rozcvičky na riziko poranění. Tři z těchto studií zjistilo, že zahřátí před fyzickou aktivitou významně snížilo riziko poranění, zatímco zbývající dvě studie (Pope, Herbert, Kirwan & Graham, 2000; Van Mechelen, Hlobil, Kemper, Voorn & de Jongh, 1993) došly k závěru, že zahřátí riziko zranění významně nesnižuje. Studie, které zjistily, že rozcvička před fyzickou aktivitou snížila riziko zranění, prováděly výzkum na hráčích házené (Bixler & Jones, 1992; Wedderkopp et al., 1999) a amerického fotbalu (Olsen et al., 2005).

Jedna ze studií na hráčích házené, vedená Bixlerem & Jonesem (1992), zkoumala účinnost rozcvičky pro prevenci zranění kolenního kloubu a kloubu hlezenního. Zjistili, že intervenční skupina utrpěla výrazně nižší počet zranění (0,5 na 1000 hracích hodin) než kontrolní skupina (0,9 zranění na 1000 hracích hodin).

Zbývající studie házené došla k závěru, že rozcvičkou byl počet traumatických zranění i zranění z přetížení v intervenční skupině výrazně nižší než v kontrolní skupině. Rozdíl v podílu zraněných hráčů mezi skupinami byl 80 % během zápasů a 71% během tréninku. Navíc po úpravě doby vystavení fyzické námaze, měli hráči v kontrolní skupině 5,9krát vyšší pravděpodobnost poranění, než hráči ve skupině s rozcvičkou (Wedderkopp et al., 1999). Autoři dospěli k závěru, že strukturovaný zahřívací program snížil výskyt poranění kolenního a hlezenního kloubu nejméně o 50 %.

V rámci metaanalýz a systematických recenzí bylo zjištěno, že specifickým programem pro zahřátí organismu lze výrazně snížit riziko poranění kolenního kloubu a ruptury LCA (Donnell-Fink et al., 2015; Grimm, Jacobs, Kim, Denney & Shea, 2015; Hewett, Ford & Myer, 2006; Soligard et al., 2008; Sugomito et al., 2014; Zazulak, Hewett, Reeves, Goldberg & Cholewicki, 2007). Z metaanalýzi, kterou provedli Donnell-Fink et al. (2015) vyplývá, že preventivní zahřívací program může snížit zranění kolenního kloubu obecně o 26,9 % a konkrétně rupturu LCA o 50,7 %.

Preventivní zahřívací program FIFA 11+

Tento preventivní program vytvořený mezinárodní federací fotbalových asociací je kompletní zahřívací program, původně určený pro hráče fotbalu cílený na snížení možného poranění. Spočívá v tréninku založeném na fyzickém cvičení, který se zaměřuje na stabilizační funkci svalů, neuromuskulární kontrolu, excentrický trénink stehenních svalů, balanční a plyometrický trénink a koordinaci (Soligard et al., 2008). Délka zahřívacího programu je cca 20 minut a je navržen tak, aby byl prováděn dvakrát týdně. FIFA 11+ se skládá z 15 cviků rozdělených do tří samostatných složek. První část (8 minut) jsou běžecká cvičení, která zahrnují změny směru, zpomalení, správnou techniku dopadu a cutting manévr. Druhá část (10 minut) je věnována silovým, plyometrickým a balančním cvikům se zaměřením na propiocepci, excentrickou kontrolu pohybu a hluboký stabilizační systém. Poslední část (2 minuty) jsou opět běžecká, tentokrát vysokorychlostní cvičení se změnami směru. Pro každou část tohoto programu existují 3 úrovně, které zvyšují obtížnost každého příslušného cviku. To umožňuje jak individuální, tak i týmový postup v průběhu soutěžního období (Bizzini, Junge & Dvorak, 2013).

Účinky preventivního programu FIFA 11+ na snížení úrazovosti byly objasněné v různých sportovních odvětvích, jako je fotbal a basketbal (Longo, Loppini, Berton, Marinozzi, Maffulli & Denaro, 2012; Owoeye, Akinbo, Tella & Olawale, 2014). V dalších studiích, ve kterých byl použit preventivní program FIFA 11+ nebo prvky s podobnými vlastnostmi jako FIFA 11+, došlo k významnému snížení rizika zranění u hráčů fotbalu a házené (Gomes Neto, Conceição, de Lima

Brasileiro, de Sousa, Carvalho & de Jesus; 2017; Olsen et al., 2005). V souladu s tím Steib, Zahn, Eulenburg, Pfeifer & Zech (2016) zjistili, že neuromuskulární tréninkový program, zahrnující balanční, skokové a silové komponenty, měl příznivé účinky při měření dynamické rovnováhy u hráček házené, což snižuje možné riziko zranění.

Dvanáctitýdenní tréninkový program Oliana, Teixeira, Lary, Balka & Fagundese (2017) byl prováděn 21 amaterskými hráčkami házené ve věkovém rozmezí 11–14 let. Sportovkyně byly rozděleny do dvou tréninkových skupin. Intervenční skupina, složená z dívek, které k normálnímu tréninku házené přidaly navíc cvičení podle programu FIFA 11+ a kontrolní skupina, kde se sportovkyně účastnily pouze tréninku házené. Obě skupiny byly hodnoceny před začátkem a po konci výzkumu, kdy jim byla pomocí izokinetického dynamometru změřena svalová síla svalů kolenního kloubu. Posturální rovnováha byla hodnocena pomocí počítačové dynamické posturografie, sensorického organizačního testu a analýzy sensorických systémů. Intervenční skupina prováděla program FIFA 11+ dvakrát týdně, přičemž relace trvala v průměru 40 minut v průběhu 12 týdnů. Výsledky výzkumu prokazují zlepšení posturální rovnováhy v intervenční skupině a isokinetickou sílu svalů kolenního kloubu u obou skupin.

Pravidelným prováděním programu FIFA 11+ mohou sportovci snížit riziko zranění kolenního kloubu o 30 % a riziko vážnějších poranění, mezi které řadíme zranění LCA až o 50 %. Tento program je vhodný jak pro hráče mužského, tak i ženského pohlaví, děti i rozhodčí (Bizzini et al., 2013).

2.7.2 Balanční trénink

Propriocepce (aferentní informace o pozici kloubu) představuje sensorický zdroj informací, který umožňuje neuromuskulární kontrolu kloubů. Nervový systém má schopnost zaznamenávat změny vznikající ve svalech a uvnitř těla pohybem a svalovou činností. Propriocepce je tvořena mechanoreceptory Golgiho tělíska a svalového vřetenka. Tyto mechanoreceptory se nacházejí ve svalech, šlachách, kloubech, kloubních pouzdrech, vazech a kůži. V kolenním kloubu tento mechanismus upravuje interakci mezi extenzory a flexory, která je klíčová pro vyvážení „stresu“ na LCA. Díky balančnímu tréninku může být tato interakce trénována a zlepšována (Lephart & Riemann, 2000).

Caraffa, Cerulli, Progetti, Aisa & Rizzo (1996) uskutečnili studii, které se zúčastnilo 300 mužských fotbalistů a došli k závěru výrazného snížení rizika poranění LCA zásluhou balančního tréninku na labilních plochách.

Wedderkopp et al. (1999) analyzovali intervenční program určený pro mladistvé házenkářky zahrnující cvičení na balančních plochách i posilování svalů ve sportovně specifických vzorcích. Výsledek této studie prokázal, že uplatněním tohoto preventivního programu došlo k poklesu poranění až o 78 %. Aby bylo možné ověřit preventivní účinek balančního tréninku, porovnála další studie Wedderkoppa, Kaltofta, Holma & Froberga (2003) dva různé preventivní programy na 16 ženských házenkářských týmech. Kontrolní skupina prováděla standardizovaná posilovací cvičení. Druhá skupina prováděla kombinaci posilovacího cvičení a cvičení na balančních plochách. Bylo zjištěno, že výskyt zranění byl snížen na 6,9 zranění na 1000 hracích hodin v kontrolní skupině a na 2,4 zranění na 1000 hracích hodin ve skupině druhé.

2.7.3 Neuromuskulární trénink

Sportovci s vysokým rizikem pro poranění LCA se vyznačují svalovou dominancí m. quadriceps femoris. Několik studií prokázalo, že rychlá aktivace hamstringů jako reakce antagonisty, pomáhá chránit kolenní kloub před nadměrným ventrálním posunem tibie, a tím i potencionálním zraněním (Aune, Ekeland & Nordsletten, 1995; Barrata et al., 1988).

Mnoho autorů zdůrazňuje význam rovnováhy antagonistických svalů při účasti na fyzické námaze. Svalová dysbalance kolenního kloubu nebo jiného tělesného segmentu může vést k nedostatečné kontrole pohybu.

Hewett et al. (1996) poukazovali na to, že pomocí specifického skokového tréninku lze zvýšit aktivaci hamstringů a gluteálních svalů, a proto lze snížit i možnou silovou nerovnováhu mezi m. quadriceps femoris a hamstringy. V této souvislosti je důležité, aby během doskočení byl kyčelní i kolenní kloub v 90° flexi. Na základě těchto poznatků byl zaveden vzdělávací program „Cincinnati Sportsmetric Training Program“. Tento preventivní program testoval 1263 sportovců z různých sportovních odvětví (fotbal, basketbal, volejbal). Skládal se z různých skokových cviků s rostoucí obtížností. Sportovci byli rozděleni do dvou skupin, jedna tréninková, která trénovala doskočení a druhá kontrolní, bez nácviku doskočení. Z celkových 1263 sportovců utrpěli zranění pouze dva sportovci tréninkové skupiny ve srovnání s deseti zraněnými sportovci skupiny kontrolní. Relativní výskyt pro zranění v tréninkové skupině byl 0,12 a 0,43 v kontrolní skupině (Hewett et al. 1996; Hewett et al. 1999).

Jones & Knapik (1999) ve své studii uvádí, že kontralaterální dysbalance svalové síly hamstringů vyšší než 15 % zvyšuje riziko zranění až 2,6krát. Na základě toho byla do předtréninkové zahřívací části zařazena skokanská cvičení a jsou vhodná zejména pro sportovní disciplíny s opakovanými skokovými úkoly (Mandelbaum et al., 2005; Myklebust et al. 2003; Olsen et al., 2005; Petersen et al., 2002; Petersen et al., 2005a).

2.7.4 Silový trénink

Vzhledem k zásadní roli svalové nerovnováhy v případě dynamického valgózního postavení, a s tím souvisejícím rizikem ruptury LCA, byla silová cvičení začleněna do mnoha preventivních programů. Zaměřují se především na kolenní flexory, kyčelní abduktory a stabilizátory trupu (Donnell-Fink et al., 2015; Hewett, Ford, Hoogenboom & Myer, 2010). Trénink svalové síly lze provádět v tělocvičně nebo posilovně pomocí základních posilovacích strojů. Pro lepší integraci tréninku svalové síly byla do rozcvičky zařazena dynamická cvičení. Typickými silovými cviky pro prevenci zranění LCA jsou tzv. russian hamstrings nebo také nordic hamstring curl, které aktivují zadní svalový řetězec jak koncentricky (při pohybu nahoru), tak excentricky (při pohybu dolů).

Excentrická cvičení jsou v prvoligových klubech hodnocena jako nejdůležitější cviky v preventivních programech poranění LCA. Vše nasvědčuje tomu, že excentrická cvičení proti odporu mohou zabránit zranění tím, že zlepši schopnost svalu absorbovat větší množství energie před tím, než dojde k jeho selhání (McCall et al., 2015).

Trénink flexorů kolenního kloubu v nestabilním prostředí, např. na velkém míči představuje další z možností posílení jak zadních stehenních svalů, tak i stabilizátorů trupu a kyčelních kloubů. Dále jsou do preventivních programů zranění LCA zahrnuty i cviky izolovaně posilující rotátory kyčelního kloubu (Hewett et al., 2010).

Výsledky studie Bencke et al. (2013) zdůrazňují důležitost zařazení preventivního programu se záměrem zvýšení aktivity mediálních hamstringů pro snížení nadměrné a tudíž i nežádoucí zevní rotace tibie a valgózního stresu a zvýšení svalové aktivity stabilizátorů kyčelního kloubu.

Silový trénink dle metaanalýzy Lauersena, Bertelsena & Andersena (2014) dokáže snížit počet akutních zranění až o jednu třetinu a zranění z přetížení dokonce o polovinu. Pro rozvoj silových schopností používáme tzv. metodotvorné činitele, do kterých zařazujeme velikost odporu, rychlost provedení pohybu, počet opakování, způsob a délku odpočinku (Jansa & Dovalil, 2007). Podle druhu silové kontrakce jsou silové schopnosti rozděleny na statické a dynamické. Složka dynamické síly se dělí na sílu výbušnou, vytrvalostní, maximální a rychlostní. Pro házenou je nejdůležitější síla výbušná, také označována jako síla explozivní, kdy dochází k vyvíjení maximální síly proti nízkému odporu v minimálním časovém intervalu. Tato síla je nezbytně nutná při provádění rychlých pohybů, jako je sprint, změna směru pohybu, výskok a tzv. cutting manévr (Perič & Dovalil, 2010; Tůma & Tkadlec, 2002). Dle Pastuchy (2014) je výbušná síla geneticky podmíněna ze 75 %.

Pro rozvoj výbušné síly se nejčastěji využívají plyometrická cvičení, což je metoda založená na principu svalového předpětí, čehož je dosaženo kinetickou energií břemena nebo vlastní tělesnou

hmotností. Bezprostředně po excentrické kontrakci následuje kontrakce koncentrická. Jako u každého cvičení a posilování je i zde nutné dbát na bezpečnost a správné provedení techniky, poněvadž prudké pohyby mohou zapříčinit poranění svalově-šlachového aparátu (Grasgruber & Cacek, 2008; Tůma & Tkadlec, 2002).

Před samotným začátkem plyometrického tréninku je zapotřebí řádného zahřátí, rozcvičení a protažení. Vhodný strečink u tohoto způsobu posilování je strečink dynamický. Pro zahřátí a rozcvičení se využívá např. skoky přes švihadlo, jako jeden z tzv. přípravných plyometrických cviků.

Výsledky studie Irmishera et al. (2004) poukazují, že nízkoobjemový plyometrický tréninkový program může zlepšit mechaniku doskoku, která napomáhá prevenci zranění kolenního kloubu. Nízká časová náročnost, nízká intenzita a objem programu jej činí kompatibilním pro jednotlivce s různou úrovní kondice a skokových schopností.

2.7.5 Kinesiotaping

Kinesiotaping je moderní metoda, která se využívá ke zmírnění bolesti svalů a kloubů, k rychlejšímu odeznění otoku i lepší funkci svalů a šlach. Únava, bolest a otok vznikají jako reakce na zánětlivé pochody a mikrotraumatizaci danou přetížením svalu způsobeným nadměrnou zátěží. Kinesiotape je vhodným prvkem prevence vzniku poranění především při sportu, zejména v oblasti přetížených svalů a také funguje jako podpora svalů oslabených (Doležalová & Pětivlas, 2011).

Správnou aplikací kinesiotapu na postiženou část, aktivujeme reflexní odpověď organismu s cílem odstranit patologické změny, tímto umožníme pohybovému aparátu návrat k funkčnímu stavu. Použitím kinesiotapu dojde k podráždění kožních receptorů, centrální nervové soustavy a skrze elastické vlastnosti kinesiotapu dospějeme terapeutického efektu (Kobrová & Válka, 2012).

Jedním z hlavních terapeutických efektů, který kinesiotape přináší je regulace svalového tonu a podpora svalů, což má za následek zkvalitnění svalové kontrakce. Při přetížení dynamické složky stabilizace kolenního kloubu, tedy svalů, dojde použitím kinesiotapu k inhibici vedoucí k redukci únavy. Mezi další důležité terapeutické efekty řadíme korekci kloubní funkce, především změnou špatně vytvořeného pohybového vzorce nebo zvýšením stability v kolenním kloubu a zlepšení celkového rozsahu pohybu (Flandera, 2012; Kobrová & Válka, 2012).

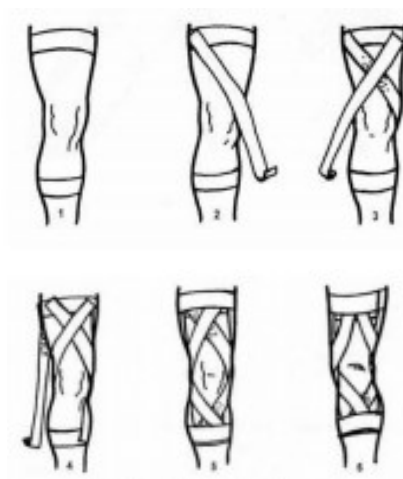
Mezi nejčastěji tejpované oblasti patří třísla, ramena, kolena, bedra, zápěstí. Nejvhodnější doba pro aplikaci kinesiotapu je 24 hodin před výkonem. Aby došlo k co nejlepšímu přilnutí tapu, měla by být pokožka odmaštěná a bez ochlupení. Pokud tyto zásady nebudou dodrženy, hrozí při opocení kůže hráče odlepení kinesiotapu.

Kinesiotaping má oproti fixačnímu tapingu nebo ortézování řadu výhod. Dosahuje maximálního terapeutického efektu, eliminuje bolest, urychluje hojení postižených tkání, je možné jej využívat společně s vodoléčbou, elektroterapií, akupunkturou apod., poměrně snadné osvojení si techniky tapování, délka použití je až několika denní na rozdíl od fixačního tapu (Flandera, 2012; Kobrová & Válka, 2012).

2.7.6 Taping

V dnešní době je taping běžně užívanou metodou prevence. Název je odvozen z anglického slova „tape“, tedy páska, která představuje základní používaný materiál. Tento materiál musí splňovat určité nároky např. kvalita adheze, snadná manipulace - trhání pásky příčně i podélně a v neposlední řadě hypoalergizující lepicí vrstva (Flandera, 2012).

Metoda tapingu je používána především u sportovců, u nichž se objevuje nepřiměřená staticko-dynamická zátěž a může dojít k poranění. Tělesná hmotnost je přímo úměrná zátěži na statickou složku stabilizace, tudíž čím je sportovec těžší, dochází k většímu zatěžování kloubních vazů a rychleji dochází k jejich opotřebení. Ze složky dynamické stabilizace jsou nejvíce zatěžovány svaly. Pro ochranu před poškozením kolenního kloubu používáme pásky pro zpevnění míst, kde předpokládáme výskyt větší zátěže (Zeman, 1994). Výchozí poloha pro zpevnění kolenního kloubu páskami je dle Zemana (1994) mírná semiflexe asi 20°. Pásky jsou vedeny šikmo ze stehna na bérce, kdy kopírují orientaci postranních vazů a příčně zpevňovány kruhovými páskami (Obrázek 7).



Obrázek 7. Základní taping kolenního kloubu (převzato z Flandera, 2012)

Flandera (2012) popsal 3 výhody používání tapingu – technické, indikační a psychické. Do technických výhod řadíme již samotné vlastnosti materiálu, snadné osvojení technik tapingu a nízké

nároky na pomocné prostředky. Psychické přínosy vycházejí ze zkušeností těch, kteří taping pravidelně využívají a potvrzují, že taping jim dodává pocit jistoty a odbourává strach. Indikační možnosti využití tapingu jsou jak formou prevence, léčby, tak i rehabilitace.

2.7.7 Kolenní chrániče

V dnešní době čím dál více sportovců nosí kolenní chrániče s vidinou předejití zranění. Efekt ortézy na snížení rizika úrazu je těžce hodnotitelný. Závisí na konstrukci ortézy, fyzické kondici a dynamických pohybových vlastnostech sportovce, typu obuvi a podmínkách prostředí, jako je například povrch. Některé studie potvrdily pozitivní efekt kolenních chráničů na minimalizaci poranění kolenního kloubu a kotníku (Albright, Saterbak & Stokes, 1995; Sitler et al., 1990).

2.7.8 Regenerace

Regenerace je brána jako přirozená vlastnost organismu, dojde-li však ke zvýšené zátěži, je potřeba ji zkvalitnit a podpořit (Pilný, 2007). Mentálním a fyzickým výkonem dochází k zatěžování lidského organismu. To se projevuje únavou, kterou je dříve či později třeba odstranit. Regenerace je dělena na složku aktivní a pasivní, které se navzájem doplňují. Aktivní složka regenerace se provádí cíleně k urychlení zotavení a prevenci úrazů zapojením svalů, které byly namáhány. Pasivní regenerací rozumíme samotnou aktivitu organismu bez vnějšího zásahu, patří sem např. spánek, masáže, koupel nebo dokonce i pobyt na slunci (Pastucha, 2014).

Pro zlepšení výkonu a zkvalitnění regenerace, by se každý sportovec, ať už rekreační, tak i profesionální, měl řídit obecnými zásadami: dostatečná kvalita i kvantita spánku, duševní hygiena, nutričně vyvážená strava, optimální nastavení a dávkování tréninků (Pastucha, 2014).

2.7.8.1 Pasivní regenerace

Spánek

Spánek je základní metodou pasivní regenerace, která slouží k udržení správné funkčnosti mozku, a tím i celého organismu. Za optimální délku spánku se považuje asi 8 hodin, delší či naopak kratší spánek se považuje za nevhodný. Mimo délku spánku je důležitá i jeho kvalita. Sportovci spí v průměru déle jak 8 hodin denně, mají dle Milewského et al. (2014) snížené riziko poranění.

Nedostatek spánku vede ke špatnému výkonu, ke snížené motivaci a snížení kognitivních procesů, což má za následek zhoršení pozornosti a koncentrace a vede ke zvýšené úrovni vnímání únavy a bolesti (Halson, 2014). Je zcela zřejmé, že spánek je pro sportovce velice důležitý tím, že tělu poskytuje možnost zotavit se z tréninku a připravit jej na další sportovní aktivitu. Pro psychologické (schopnost učit se, motivace a paměť) a fyziologické (metabolismus) zotavení, studie obecně doporučují 7–9 hodin spánku (Calder, 2003; Halson, 2008). Vzdělávání sportovců

o příznivém dopadu spánku by mělo být realizováno kondičními trenéry a fyzioterapeuty za účelem maximální regenerace podpořené konzistentní délkou spánku a spacími návyky (Marshall & Turner, 2016).

Sauna

Sauna je další často využívanou regenerační metodou. V suché sauně, kdy se teplota pohybuje kolem 80–90°C, dochází k odplavování nahromaděných zplodin metabolismu a zvýšené látkové výměně, což je způsobeno dostatečným zahřátím organismu. Sauna může být využita pro zotavení ze sportovního výkonu. Lee, Ishibashi, Shimomura & Katsuura (2012) zjistili, že jak celková tak i parní sauna při teplotě 40°C, vyvolaly rychlejší regeneraci unavených svalů. Další pozitivní dopad sauny je zvýšení vytrvalostního výkonu subelitních běžců, kdy po každém tréninku navštěvovali tři týdny saunu.

Jiná běžná metoda regenerace je sprchování. K urychlení regenerace využívá tato metoda teplotní rozdíl, kdy střídáním teplé a studené vody je podporována krevní cirkulace, čímž zajistí vyplavení metabolických zplodin. Dalšími možnostmi jsou šlapací koupele, podvodní masáže, vodní stříky atd. (Pilný, 2007).

Do dvou hodin po výkonu je možné využít celkovou koupel. Přidáním éterických přísad se zvýší relaxační efekt koupele. Teplota vody by se měla pohybovat v rozmezí 35–38°C a celková koupel trvat cca 20 minut (Pilný, 2007). Pokud bychom chtěli působit i na hlubší svalové struktury a tkáň, lze toho dosáhnout přidáním mechanických účinků v podobě trysek, hovoříme tedy o vířivé koupeli, teplota se zde pohybuje v rozmezí 36–38°C.

Kryoterapie

Poděbradský (1998) radí kryoterapii do negativní termoterapie, kdy teplota dosahuje cca 0°C a méně. Jedná se o neinvazivní léčebnou metodu, při níž je organismus po krátký časový interval vystaven extrémně nízkým teplotám. Z tohoto důvodu je nezbytné dodržovat zásady aplikace a dávkování, které jsou vždy individuální. Aplikován je suchý mráz, jenž způsobí fyziologickou reakci organismu (Poděbradský & Vařeka, 2009). Negativní termoterapie má za následek inhibici bolesti z důvodu okamžitého analgetického účinku. Kryoterapie se dělí na celkovou a lokální.

Celková kryoterapie je využívána z důvodů zvýšení hladiny hormonů tlumící zánětlivé reakce, dále regenerace ztuhlého svalstva a odstranění bolesti pohybového aparátu. Existují dvě možnosti aplikace celkové kryoterapie. První alternativou je ledová lázeň, druhá z možností je speciálně upravená kryokomora, v níž se teplota pohybuje okolo -110°C až -130°C a je

zprostředkována kapalným dusíkem. Pozitivní efekt kryokomory na lidské tělo spočívá v ochlazení celého povrchu těla, které následně vyústí v periferní hyperémii, čímž je zrychlený metabolismus a hojivý efekt organismu.

Hlavním cílem lokální kryoterapie je okamžitý analgetický účinek lokalizovaných bolestí pohybového aparátu. K tomuto účinku dochází po aplikaci ledového obkladu nebo aplikací řízeného proudu ledové páry zkapalněného dusíku, dosahující teploty až -150°C (Forýtková & Hrazdila, 2012; Poděbradský & Vařeka, 2009; Zimmer, 2003).

Nejen, že je při otužování a ledování zlepšena imunita, je také zrychlena regenerace, při které se více vyplavují endorfiny a dopamin. Sportovci jsou více odolní vůči stresu, neboť jedním z benefitů kryoterapie je i zvýšená senzitivita na stresové hormony, tedy kortizol a adrenokortikotropin (Forýtková & Hrazdila, 2012; Poděbradský & Vařeka, 2009).

Masáž

Pravděpodobně nejvíce užívanou metodou pasivní regenerace je masáž. Původ tohoto slova pochází z řeckého slova *massó*, což v překladu znamená hníst či mačkat. Existuje několik druhů masáží a každý obsahuje soubor vybraných hmatů, které zajišťují odstranění únavy. Za pomoci různých hmatů, jejich pořadím, směrem a intenzitou lze dosáhnout odlišných účinků. U sportovců je vhodná především masáž sportovní. Účinky sportovní masáže – kromě odstranění únavy sem řadíme např. mechanický účinek (podpora návratu žilní krve a mízy z periferie do oběhového systému), biomechanický účinek (viditelné zčervenání kůže, způsobené rozšířením dlouhých cév a vlasečnic), reflexní účinek (nastupující neprodleně v místech, která jsou vzdálená od místa dráždění díky odstředivé dráze reflexního oblouku). Všechny uvedené typy účinků probíhají při masáži současně, popřípadě střídavě. Prostřednictvím sportovní masáže je možné sportovce fyzicky i psychicky připravit na výkon nebo naopak po zátěži zrychlit regeneraci měkkých tkání a zklidnit organismus (Hošková & Majorová, 2015).

Existuje několik druhů sportovních masáží:

- Přípravná masáž – celková masáž, prováděna především hnětením svalstva.
- Pohotovostní masáž – realizuje se krátce před startem utkání k připravení sportovce na maximální výkon. Velkou roli zde hraje psychické předstartovní rozpoložení sportovce, kdy masáž můžeme využít jako povzbuzující či uklidňující.
- Masáž odstraňující únavu – provádí se po náročných výkonech. Optimálně by masáž měla trvat déle jak 40 minut a měla by mít celkový charakter. Po tomto typu masáže by neměla následovat žádná náročná aktivita.

- Masáž mezi výkony – využívá se v případě déletrvajících soutěží, kdy je mezi utkáními přestávka, např. turnaje. Kombinuje se zde masáž odstraňující únavu a pohotovostní masáž s výjimkou úplného uvolnění sportovce (Hošková & Majorová, 2015).

Sportovní masáž byla používána po staletí ve snaze předcházet a léčit zranění. Masáž je posuzována, jako prostředek pro zvýšení svalové relaxace, snížení svalového napětí a bolestivost, podporuje proces hojení a následně zlepšuje sportovní výkon. Masáži jsou též přiřazovány uklidňující, sedativní, ale i povzbuzující efekty. Masáž může být účinným způsobem, jak zabránit akutním zraněním způsobeným abnormálními tkáňovými podmínkami a chronickým zraněním způsobeným přetížením. Právě díky těmto benefitům řadíme masáž do účelných způsobů, jak zvýšit výkon a zabránit zranění sportovců, kteří své svaly intenzivně používají (Benjamin & Lamp, 2005; Hemmings, 2000a; Hemmings, 2000b; Hemmings, Smith, Graydon & Dyson, 2000).

2.7.8.2 Aktivní regenerace

Aktivní regenerací jsou myšleny vhodně zvolené činnosti, které jsou uskutečněny bezprostředně po skončení sportovního výkonu. Do těchto aktivit patří strečink, doplňkové sporty a kompenzační cvičení. Podle času se aktivní regenerace dělí na časnou a pozdní. Časná regenerace probíhá současně se sportovním výkonem nebo ihned po jeho skončení. Pozdní se uskutečňuje v určitém období zvýšeného zatížení. Během regenerace dochází k obnově fyzických i psychických sil, a to formou uvolnění, uklidnění či kompenzace. Vhodně zvolenou regenerací odstraňujeme nejen únavu, ale také nám napomáhá zlepšit sportovní výkon (Bursová, 2005).

Strečink

Strečink, jinými slovy protahování je důležitým prvkem prevence a regenerace u aktivních sportovců. Jelikož každá pohybová aktivita vykazuje své specifické požadavky na pohyblivost, tak pravidelným protahováním dochází k udržení optimálního rozsahu pohyblivosti v kloubech. Kvalitním strečinkem dochází k rychlejší regeneraci namožených svalů. Tím se výrazně sníží riziko poranění. V případě nesouladu, hypermobilitě či hypomobilitě, je riziko poranění podstatně vyšší (Bursová, 2005).

Obecnými přínosy strečinku jsou snížení svalového tonu, zlepšení svalové regenerace a celková relaxace organismu po zátěži a zmenšení svalové bolesti při zátěži (Kalish, 1996). Principem strečinku je dle Bursové (2005) protažení svalů, a tím ovlivnění jejich pružnosti, délky, kloubní pohyblivosti i napětí. Existují čtyři formy strečinku využívaných ve sportech: strečink statický, dynamický, pasivní a aktivní.

Statický strečink

Používanější formou je statický strečink, který je doporučen vykonávat po ukončení zátěže. Uskutečněním statického strečinku do 30 minut po zátěži je jeho účinnost až 80 %, 1–2 hodiny od skončení zátěže 20–30 % a 5–6 hodin po zátěži je účinnost pouhých 5 % (Kalish, 1996). Jeho podstatou je při dané poloze protáhnout sval do jeho krajní polohy. Pro dosažení této polohy je vhodné vykonávat pohyb plynule, pomalu a s výdrží přibližně 15–30 sekund doprovázenou prohloubeným výdechem. Protahování by nemělo způsobovat větší bolest. Přílišná koncentrace sportovce na jednotlivé svalové partie vede ke ztrátě kvalitativního i kvantitativního účinku strečinku, z tohoto důvodu se doporučuje během protahování odvést svou pozornost jinam. (Bursová, 2005; Kalish, 1996). Výhoda statického strečinku je v jeho jednoduchosti v provedení cviků.

Dynamický strečink

Dynamický strečink je charakterizovaný určitými pohyby, obsaženými v běžných sportovních aktivitách například výskoky, rotace, odrazy, vrhy, atd. K protahování dochází bez statické výdrže v krajní poloze, jako tomu bylo u statického strečinku. Rozvoj flexibility je u této formy strečinku minimální. Výhodou dynamického strečinku je okamžitá aktivace svalových skupin, z toho důvodu se tento typ strečinku využívá jako forma rozcvičení před sportovním výkonem, avšak vždy po dostatečném zahřátí organismu (Bursová, 2005; Kalish, 1996). Dle Haníka & Vlacha (2008) pravidelným protahováním dochází k pozitivnímu ovlivnění nejen svalů, ale zároveň i šlach a vazů.

Pasivní strečink

Nejúčinnější metodu protahování představuje pasivní strečink. Protahování je prováděno jinou osobou a je vhodné nejen pro sportovce, kteří se nemohou zbavit svalové ztuhlosti. Pasivní strečink by měla provádět dostatečně zkušená osoba, aby se předešlo možnému poranění. Nezbytnou součástí je komunikace mezi sportovcem a protahujícím, řízená pocity atleta. Opět je pohyb prováděn pomalu, plynule s postupným zvyšováním síly (Kalish, 1996).

Aktivní strečink

Poslední metodou strečinku je strečink aktivní, který je založený na cíleném zapojení svalové skupiny. Protahování je možné docílit volní technikou nebo proti odporu. Tato metoda je založená na agonicko-antagonickém principu. Jestliže se kontrahuje agonista, dojde k automatickému protahování antagonisty (Kalish, 1996).

Doplňkové sporty

Doplňkové sporty představují aktivitu odlišnou od primárního sportovního zaměření sportovce. Do této skupiny se řadí plavání, cyklistika, bruslení, atd. Prováděním doplňkových sportů dojde především k narušení tréninkového procesu a stereotypních pohybů typickými pro daný sport. Mají však příznivé účinky i na psychiku sportovce (Kalish, 1996).

Kompenzační cvičení

Při správném postupu a pravidelném provádění patří kompenzační cviky mezi nejspolehlivější a neúčinnější formy k odstranění svalových dysbalancí a vadných pohybových stereotypů. Jedná se o soubor základních cviků v různých polohách, které lze ztěžovat pomocí náčiní. Podstatou kompenzačního cvičení je posilovat svaly fázické, náchylnější k oslabení, a protahovat svaly posturální, mající tendenci ke zkrácení (Bursová, 2005).

2.7.9 Lékařské a sportovní prohlídky

Pravidelné preventivní lékařské prohlídky slouží k tomu, aby nám sdělily, zda je organismus sportovce připraven nejen klinicky, ale i funkčně na tréninkovou zátěž. Jejich hlavním cílem je včasné odhalení zdravotních problémů, které by v budoucnu mohly ohrozit zdraví sportovce. Ve Spojených státech existuje zákon, který nařizuje každoroční vyšetření mladých sportovců během jejich školních let. V České republice jsou sportovní prohlídky povinné pro všechny registrované sportovce, kteří se jim musí podrobit každoročně, nejlépe v období 4–6 týdnů před zahájením sezóny (Tvrzník & Soumar, 2012). Výsledky z preventivních vyšetření ukazují, že výskyt úrazů narůstá se stoupající délkou sportovního zapojení. Samotnou prohlídku je možno rozdělit na tři části. První část obsahuje anamnézu, druhá část zahrnuje vyšetření držení těla, poslech srdce, krevní tlak, výška a hmotnost vyšetřovaného. Třetí část je zátěžová, prováděná většinou ve formě spiroergometrie nebo jen ergometrie (Reeser & Bahr, 2017; Šrámek & Zlesáková, 1981).

Rozhodčí, před začátkem každého utkání, má právo nahlédnout na výsledky sportovní prohlídky jednotlivých hráčů družstva. Pokud je družstvo nemá k dispozici nebo některý z hráčů prošel prohlídkou, která je starší více jak 1 rok, je rozhodčí povinnen danému hráči zakázat participaci v utkání (ČSH, 2016).

3 CÍL

Hlavním cílem bakalářské práce je výpočet maximálního růstového spurtu u hráček házené a sestavení preventivního programu zahrnující speciální preventivní cviky pro sportovce.

Dílčí cíle

-vytvoření sady preventivních cviků pro skupinu hráček v rizikovém období maximálního růstu (období puberty).

-vytvoření preventivní sady pro skupinu hráček v období po ukončení maximálního růstu (období adolescence).

4 METODIKA

Měření pro bakalářskou práci se uskutečnilo v říjnu 2017. Před začátkem výzkumu bylo osloveno 28 hráček házené ve věkovém rozmezí 13–15 let. Z důvodů nepřítomnosti 4 probandek byl konečný počet stanovený na 24 sportovkyň. Každé hráčce byla zjištěna hmotnost, tělesná výška a výška vsedě. Hmotnost se měřila pomocí přístroje InBody 270. Tělesná výška byla měřena ve stoji, kdy antropometr byl přiložen na nejvyšší místo temene a spuštěn kolmo k zemi. Výška vsedě se měřila při sedícím probandovi. Antropometr byl opět přiložen na nejvyšší místo temene a spuštěn kolmo k lavičce, na které proband seděl.

Na základě somatometrických parametrů, byl konceptem dle Mirwalda vypočítán růstový spurt a interval ± 1 rok brán jako rizikové období z hlediska zranění.

Na základě tohoto dělení byly sportovkyně rozděleny do dvou skupin. První skupina spadala do rizikového období z hlediska zranění, druhá skupina spadala již do období po ukončení růstového spurtu. Dále byla vytvořena speciální sada kompenzačních cviků, která má část společnou pro obě skupiny, zahrnující balanční cvičení, strečink a nácvik doskoku. Pro druhou skupinu, která již nespádala do rizikového období, byla sada doplněna cviky pro rozvoj svalové, výbušnosti a dynamické síly.

Růstový spurt byl vypočítán konceptem dle Mirwalda (Mirwald et al., 2002).

Bakalářská práce byla vytvořena v rámci grantu GAČR - Accumulated effects of fatigue on neuromuscular control of the knee and injury risk in youth athletes during growth and maturation (No. 16-13750S).

Etická komise schválila výzkum v rámci schvalování projektu GAČR

5 VÝSLEDKY

Praktická část této bakalářské práce vychází z dat, která byla naměřena v GAČR Kumulativní efekt únavy na neuromuskulární řízení kolene a riziko zranění u mladých sportovců během růstu a zrání. Měření se uskutečnilo v říjnu 2017, kdy se zúčastnilo 24 probandek ve věkovém rozmezí 13–15 let. Každé hráčce byla změřena hmotnost, tělesná výška a výška vsedě. Z těchto údajů byl později vypočítán růstový spurt, který nám napověděl, zda se sportovkyně nachází v rizikovém období růstového spurtu nebo již spadají do období po ukončení růstu (Tabulka 1).

5.1 Výsledky proporcionálního věku dle Mirwalda

Hráčky, jejichž výsledky se pohybují v rozmezí -1 až 1 řadíme do rizikové skupiny. Probandky, které mají výpočet měření > -1 , ještě do proporcionálního věku nedospěly. Oproti tomu hráčky, které mají výsledky výpočtu měření > 1 řadíme do skupiny, která již proporcionálním věkem prošla, a tedy riziko zranění je u nich nižší.

	Maximální růstový spurt	Interval od maximálního růstového spurtu
Probandka 1	13,36	0,67
Probandka 2	13,88	-0,15
Probandka 3	13,20	-0,08
Probandka 4	13,88	-0,07
Probandka 5	14,13	0,39
Probandka 6	13,64	0,35
Probandka 7	13,14	-0,16
Probandka 8	13,16	1,12
Probandka 9	13,76	-0,29
Probandka 10	15,44	-0,50
Probandka 11	13,92	0,89
Probandka 12	13,72	-0,24
Probandka 13	13,93	-0,08
Probandka 14	14,57	0,37
Probandka 15	13,15	1,88
Probandka 16	14,06	0,08
Probandka 17	13,07	1,28
Probandka 18	14,04	1,74
Probandka 19	13,77	1,98
Probandka 20	14,53	0,65
Probandka 21	13,78	1,40
Probandka 22	13,60	0,79
Probandka 23	13,62	-0,48
Probandka 24	13,84	-0,12

Tabulka 1. Výsledky proporcionálního věku dle Mirwalda

Legenda: červená - probandky nacházející se v maximálním růstovém spurtu zařazeny do rizikové skupiny;
modrá – probandky již za nejrizikovějším obdobím pro poranění, zařazeny do skupiny nerizikové

Z výše uvedé tabulky je patrné, že 75 % probandek (červeně) se nachází v období maximálního růstového spurtu a jsou tedy nej náchylnější ke zranění. Zbýlých 25 % probandek (modře) jsou již za nejrizikovějším obdobím, proto tato skupina může do svého tréninku navíc přidat i silový a plyometrický trénink.

U všech cviků obecně dbáme na jejich správně provedení, tedy optimální biomechanické nastavení kloubů. Zejména se soustředíme na centraci kloubů dolních končetin. Pomocí tohoto nastavení se snažíme vyvarovat nejčastějším chybám v provedení cviků, mezi něž patří valgózní nastavení kolenních/hlezenních kloubů, hyperlordóza bederní páteře, kyfotizace postury, hyperextenze krčního úseku páteře, nekoordinovaná synkinéza horních končetin, nesprávné rozložení hmotnosti těla. Cviky vždy provádíme na obě dolní končetiny.

5.1.1 Návrh tréninkové jednotky

Každý sportovní trénink by měl začít řádnou rozcvičkou. Zahřátí je vhodné provést formou hry, například různé druhy honiček, trvající ± 10–15 minut. Poté by měl proběhnout dynamický strečink, po kterém by měl následovat nácvik správného doskoku. Rozcvička slouží k zahřátí, protažení a aktivaci svalů, které před hlavní částí tréninku připraví zatěžované svaly. Další fáze tréninku by měla být orientována na preventivní cvičení, kdy se sportovec dokáže ještě plně soustředit na správné provedení cviků. Balanční typ cvičení je vhodný pro celý tým. Silový a plyometrický jen pro skupinu, která se už nenachází v rizikovém období pro zranění.

Dále by měla následovat hlavní část tréninku, která se zaměřuje buď na cvičení zaměřená na individuální rozvoj sportovkyně, nebo nácviku týmové obrany či postupného útoku. Jako další přichází na řadu hra, kdy se sportovkyně rozdělí do dvou týmů a budou proti sobě hrát, a kde si proti sobě zkusí nacvičené signály již v rychlejším tempu. Celý trénink by měl být zakončen statickým strečinkem.

Do mimozápasových či mimotréninkových dní je vhodné zařadit doplňkové sporty a některé další prvky z aktivní či pasivní regenerace.

5.2 Sada cviků pro hráčky, které se již nenachází v rizikovém období

5.2.1 Příklady plyometrických cviků

Dřep s výskokem

Probandka začíná v podřepu, akumuluje veškerou energii (excentrická fáze), odráží se a vyskakuje (fáze koncentrická). Při pohybu si pomáhá současným souhybem oběma horními končetinami (Obrázek 8). Cvik lze ztížit přidáním zátěže v podobě medicinbalu, činek či zátěžové vesty. Tento cvik je vhodný na nácvik správného dopadu a zlepšení výskoku.

Chyby v provedení - probandka je při dřepu na špičkách, po doskočení je kolenní kloub ve valgózním postavení



Obrázek 8a, 8b, 8c. Dřep s výskokem

Skoky přes překážky

Tento cvik slouží pro zlepšení výskoku a nácvičku správného dopadu. Překážky umístíme v dostatečné vzdálenosti od sebe a probandka se snaží bez zastavení jednu po druhé přeskociť (Obrázek 9). Probandka si opět může pomáhat souhybem horních končetin.

Cvik je možné ztížit přidáním zátěže (medicinbal, zátěžová vesta), skákáním po jedné noze nebo zvýšit laťku překážky.

Chyby v provedení – kolenní kloub je při doskočení ve valgózním postavení (Obrázek 9d), doskočení není provázeno flexí v kyčelním a kolenním kloubu

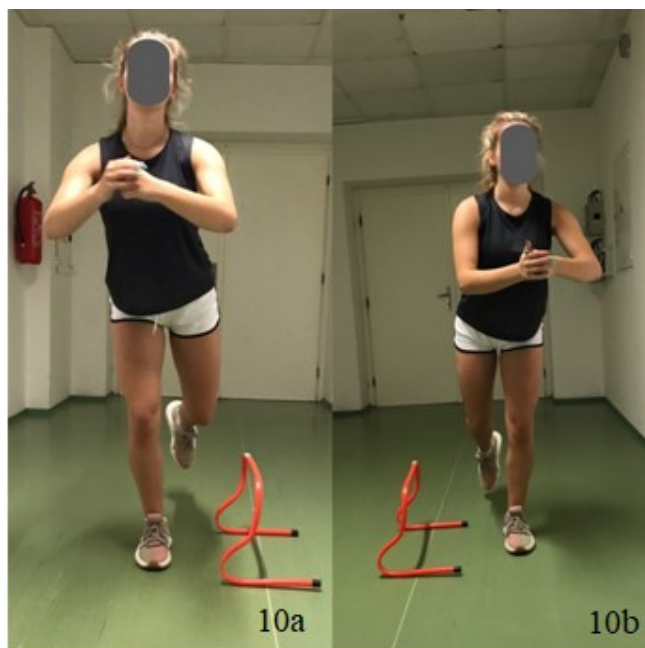


Obrázek 9a, 9b, 9c, 9d. Skoky přes překážky

Boční přeskok jednož

K provedení tohoto cviku si můžeme zvolit jakoukoliv překážku s libovolnou výškou. Proband si stoupne bokem k překážce, kterou jednou dolní končetinou přeskochí (Obrázek 10). Opět si může pomoci souhybem horních končetin. Zjednodušení cviku představuje boční přeskok oběma dolními končetinami.(Obrázek 10).

Chyby v provedení – kolenní klouby se po doskočení nachází ve valgózním postavení



Obrázek 10a, 10b. Boční přeskok jednož

Výskok jednoož

Probandka se postaví před nebo bokem k lavičce a položí si na ní jednu dolní končetinu (Obrázek 11). V koncentrické části se s co největším úsilím odrazí z nohy položené na lavičce a provede výskok. Noha, která je na podlaze plní pouze stabilizační úlohu, odrážet by se proto neměla. V tomto případě si opět může pomoci souhybem horních končetin.

Chyby v provedení – kolenní kloub ve valgózním postavení



Obrázek 11a 11b. Výskok jednoož

5.2.2 Příklady cviků pro rozvoj svalové síly hamstringů

Russian hamstring neboli nordic hamstring curl

Tento cvik se provádí ve vzpřímeném kleku. Terapeut přidržuje dolní končetiny probanda za distální část bérců (Obrázek 12). Probandka provádí pomalé spouštění trupu a pánve v ose směrem k podložce, kdy se snaží o pomalý kontrolovaný pohyb. Tím je docíleno excentrické kontrakce hamstringů.



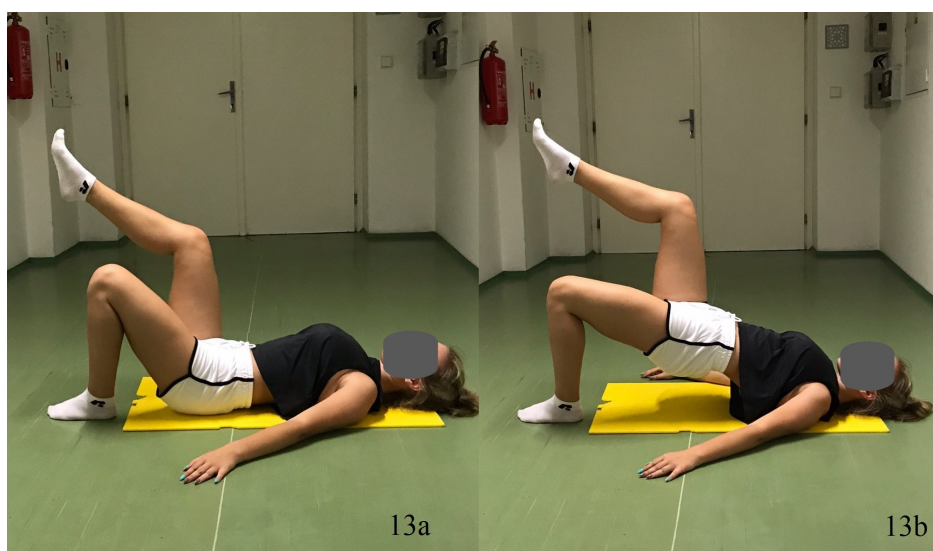
Obrázek 12. Russian hamstring neboli nordic hamstring curl

Mostění na jedné dolní končetině

Výchozí polohou pro tento cvik je leh pokrčmo na zádech (Obrázek 13). Probandka pokrčí jednu dolní končetinu a druhou dolní končetinu nadzvedne nad podložku. Nyní provede mostění, také označováno jako hip thrust. V horní pozici setrvá 2–3 sekundy.

Lehčí variantou tohoto cviku je nadzvednutí pánve s oběma dolními končetinami na podložce, kdy se v horní pozici probandka snaží o izometrickou kontrakci gluteálních svalů.

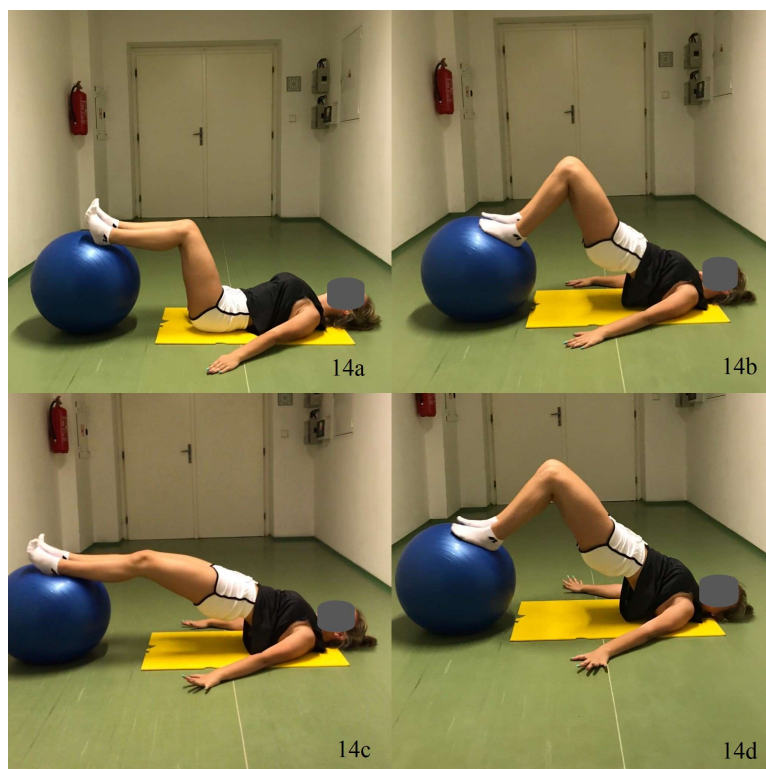
Chyby v provedení – koleno se dostává při provedení za špičku



Obrázek 13a, 13b. Mostění na jedné dolní končetině

Cviky pro rozvoj svalové síly hamstringů na míči

Základní postavení pro provedení tohoto cviku je lež na zádech (Obrázek 14). Probandka si pod paty vloží gymball. Provedení cviku vypadá tak, že proband nadzvedne pánev a snaží se míč přiblížit k tělu za pomoci dolních končetin. Poté natáhne dolní končetiny za stále nadzvednuté pánve a opět míč přiblíží k tělu. Modifikací a ztížením tohoto cviku je ve formě překřížených horních končetin položených na hrudi.



Obrázek 14a, 14b, 14c, 14d. Cviky pro rozvoj svalové síly hamstringů na míči

Zbýlých 18 hráček se nachází v rizikovém období pro poranění kolenního kloubu. Tomu byla přizpůsobena tréninková jednotka, která zahrnuje trénink na balančních plochách a nácvik správného dopadu.

5.3 Sada cviků pro hráčky, které se nachází v rizikovém období

Tato sada cviků je určena především pro hráčky nacházející v maximálním růstovém období, ale je vhodná i pro hráčky ze skupiny nerizikové.

5.3.1 Příklady balančního cvičení

Ke cvičení tohoto typu používáme balanční plochy.

Stoj obou dolních končetin na labilní ploše

Cílem tohoto cviku je udržení rovnováhy na nestabilní ploše. Na obrázku 15a máme ukázkou chybného postavení dolních končetin, kdy se kolenní klouby nachází ve valgózním postavení. Obrázek 15b nám demonstruje správné provedení cviku. Cvik lze modifikovat ve dvojicích, kdy si navzájem přihrávají míčem.



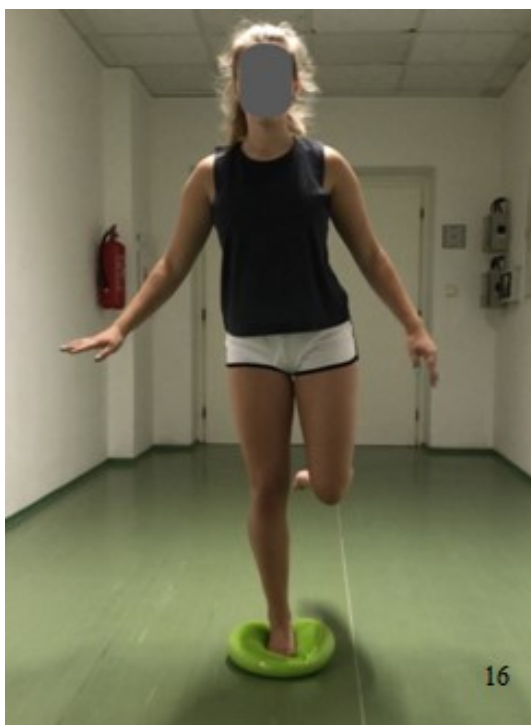
Obrázek 15a, 15b. Stoj obou dolních končetin na labilní ploše

Stoj jedné dolní končetiny na čočce

Probandka se postaví jednou dolní končetinou na balanční čočku (Obrázek 16). Cílem tohoto cviku je udržení rovnováhy. Pro modifikaci cviku je možné si ve dvojicích házet míčem.

Chyby v provedení – kolenní kloub ve valgózním postavení, proband není schopen stát na jedné dolní končetině

Pokud je tento cvik ze začátku příliš těžký, může oběma dolními končetinami stát na podlaze. Jednou dolní končetinou nakročí na nestabilní plochu, pokrčí dolní končetinu a vrátí se zase zpět do původní pozice.



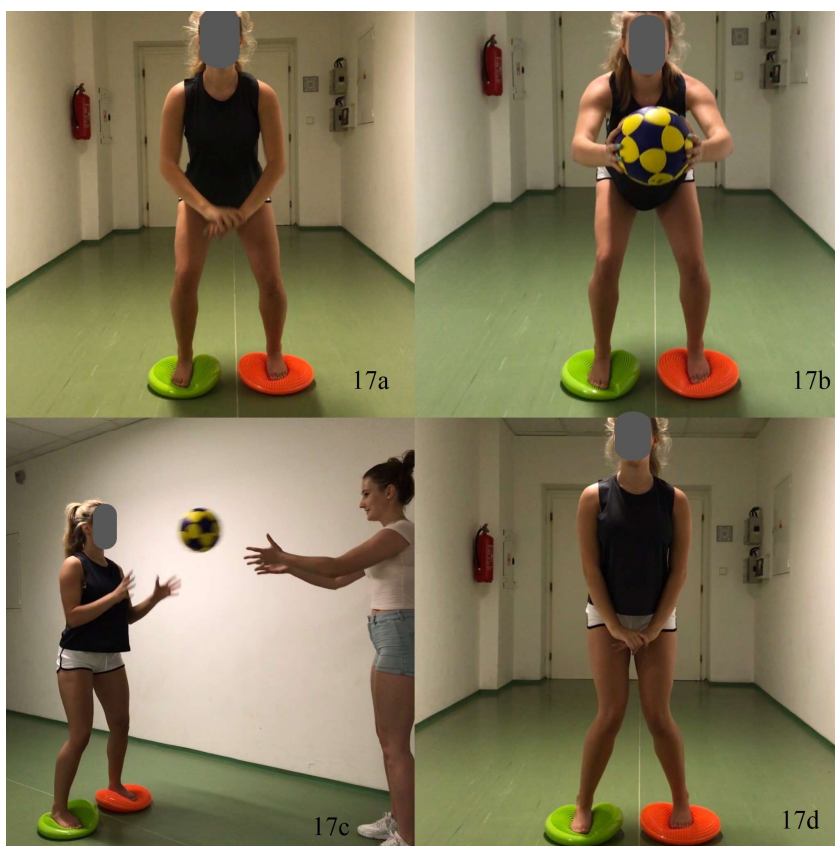
Obrázek 16. Stoj jedné dolní končetiny na čočce

Stoj na dvou labilních plochách

Při tomto cviku vyzveme probandku ke stoji na dvou balančních plochách zároveň (Obrázek 17).

Opět sledujeme postavení dolních končetin. (Obrázek 17d) nám zobrazuje chybné provedení cviku, kdy se kolenní klouby nachází ve valgóznám postavení.

Pro ztížení cviku je možné probanda rozptýlit přihrávkami (Obrázek 17c).



Obrázek 17a, 17b, 17c, 17d. Stoj na dvou labilních plochách

Přenos hmotnosti

Při tomto cviku je důležitý přenos tělesné hmotnosti z jedné dolní končetiny na druhou (Obrázek 18). Sledujeme přitom postavení celé dolní končetiny, zejména kolenního kloubu. Modifikací tohoto cviku je provedení mírného podřepu na zatížené končetině.

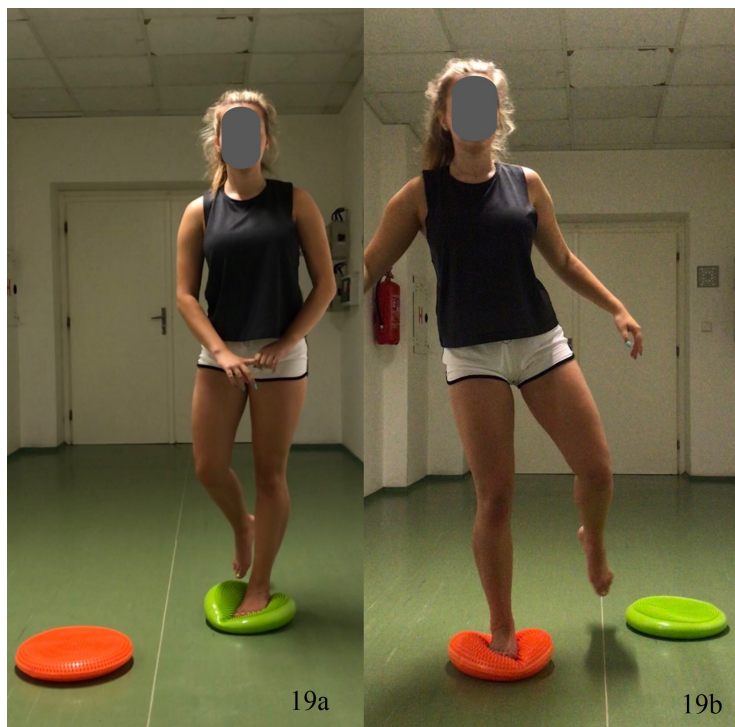
Chyby v provedení – kolenní kloub ve valgózním postavení.



Obrázek 18a, 18b. Přenos hmotnosti

Skok z jedné čocky na druhou

Probandka stojí na jedné balanční ploše a jejím cílem je přeskočit na druhou (Obrázek 19). Tento cvik řadíme mezi ty náročnější, proto je doporučeno jej provádět u zkušenějších sportovců, kteří předchozí cviky zvládají bez sebemenších problémů. U tohoto cviku dbáme na správné postavení dolní končetiny



Obrázek 19a, 19b. Skok z jedné čocky na druhou

Stabilizace na jedné dolní končetině

Tento cvik můžeme též nazvat „holubička“, kdy probandku vyzveme ke stoju na nestabilní ploše jednou dolní končetinou s tím, že druhou dolní končetinu natáhne za sebe (Obrázek 20). Při tomto cviku posuzujeme postavení stojné dolní končetiny. Kdy správné provedení je hlezenní, kolenní kloub a kyčelní kloub jsou centrovány. Tento cvik patří opět k těm složitějším, proto ho mohou vykonávat zkušenější sportovci, kterým předchozí cviky již nedělaly sebemenší problém.

Chyby v provedení – valgózní postavení kolenního kloubu



Obrázek 20. Stabilizace na jedné dolní končetině

5.3.2 Návnik doskoku

Návnik správného doskoku je vždy součástí plyometrického cvičení (Obrázek 21). Pomocí zvýšení místa seskoku lze postupně zvyšovat náročnost cviků (Obrázek 21a). Náročnost lze také zvýšit přidáním rotace těla během letové fáze skoku (Obrázek 21b). Vrcholem obtížnosti je dopad na jednu dolní končetinu s rotací těla (Obrázek 21c). Návnik této dovednosti je pro hráčky házené nezbytný, jelikož tímto mechanismem dochází často k úrazům.

Chyby v provedení – doskočení není provázeno flexí v kyčelním a kolenním kloubu, valgózní postavení kolenních kloubů



Obrázek 21a, 21b, 21c. Návnik doskoku a jeho modifikace

6 DISKUZE

Bylo provedeno mnoho studií zabývajících se prevencí zranění kolenního kloubu. Jelikož je toto téma aktuální již u mladých sportovců, je důležité přijít na ucelený způsob, jak riziko možného poranění co nejvíce snížit. Každá studie pohlíží na tuto problematiku z jiného úhlu. Některé se více zabývají ovlivnitelnými faktory, další zase hormonálními vlivy a jednotlivými fázemi menstruačního cyklu.

Mnoho studií se ve vybraných přístupech prevence zranění kolenního kloubu shodují, ačkoli některé se v názorech rozcházejí. To je dáno zejména aktuálností poznatků spojenou s rokem vydání studie, kdy v moderní době mají vědci širší škálu možností pro cílené a podrobnější vyšetření, než vědci v minulých desetiletích. Dosud není vytvořený žádný ucelený náhled na tuto problematiku, která je v dnešní době stále velice aktuální.

Jelikož ve vědeckých kruzích neexistuje zcela jednotný pohled na tuto problematiku, je otázka tvorby preventivního programu značně komplikovaná. Žádné práce zabývající se touto problematikou se doposud neshodly na přesných parametrech, na jejichž základě by mohl být vytvořen komplexní preventivní program pro prevenci zranění kolenního kloubu u sportovců v období puberty a adolescence.

Hned několik studií se zabývá hodnocením úspěšnosti preventivních programů, které by měly vést ke snížení výskytu poranění (Gilchrist et al., 2008; Hewett et al., 1996; Mandelbaum et al., 2005; Petersen et al., 2005a). Většina ze studií se však zabývá jen vybranými metodami prevence. V některých ze studií se zabývají pouze účinky balančního tréninku (Caraffa et al., 1996; Wedderkopp et al., 2003), v jiných zase jen tréninku silového (Donnell-Fink et al., 2015; Hewett, Ford, Hoogenboom & Myer, 2010).

Řada autorů se shoduje v nekontaktní povaze pro poranění kolenního kloubu, kdy nejnebezpečnějším mechanismem v kontaktním sportu je doskočení po předchozím výskoku (Boden et al., 2000; Boden et al., 2009; Quatman & Hewett, 2009; Shimokochi et al., 2008). Dalším mechanismem pro nekontaktní povahu poranění kolenního kloubu jsou silné kontrakce m. quadriceps femoris oproti hamstringům, kdy ventrálně působící síla je příliš velká a dojde k poškození kolenního kloubu (Hewett et al., 1996; Huston & Wojtys, 1996). Jinými slovy mnoho studií se shoduje na tom, že dominance m. quadriceps femoris, oslabené flexory kolenního kloubu, dynamické valgózní postavení v kyčelních kloubech a insuficience hlubokého stabilizačního systému patří mezi rizikové faktory pro poranění kolenního kloubu (Hewett et al., 1996; Huston & Wojtys, 1996; Olsen et al., 2005). Oproti tomu Horsley & Herrington (2016) řadí mezi rizikové

faktory vedoucí k poranění LCA oslabený m. quadriceps femoris, slabé gluteální svaly a svaly provádějící supinaci chodidla. Jako další rizikové faktory zde zařazují přetížené hamstringy, svaly zodpovědné za addukci kyčelního kloubu a flexi trupu a sníženou dorzální flexi hlezenního kloubu. Z výše uvedeného nám vyplývá, jak důležitou roli v prevenci poranění kolenního kloubu hraje rovnováha ventrodorsální rovnováhy.

Mnoho autorů se shoduje v tom, že ženské pohlaví má větší predispozice pro poranění kolenního kloubu. Studie dle Engstroma et al. (1991) uvádí až pětikrát vyšší riziko poranění kolenního kloubu postihující ženy než muže. Studie dle Biena (2011) popisuje riziko 3–4 krát větší u ženských atletek. Tyto studie Horsley & Herrington (2016) podporují a dodávají, že výsledek jejich studie prokázal až 8krát častější poranění kolenního kloubu u žen.

Poranění kolenního kloubu, nejčastěji LCA, patří v rámci rehabilitace mezi ty časově náročnější, uvádí se 6 měsíců až 1 rok (Myklebust & Bahr, 2005). Dále je alarmující, že 7–21 % pacientů po rekonstrukci LCA, utrpí rupturu kontralaterálního LCA (Petersen et al., 2016). Sportovkyně mladší 20 let mají významně vyšší riziko opakované ruptury, též označované jako re-ruptury LCA (Dunn & Spindler, 2010; Ley et al., 2012). Poranění kolenního kloubu často „odepíše“ sportovce v tom lepším případě do konce sezóny. V tom horším scénáři při opakovaných zraněních kolenního kloubu to může vést až k ukončení sportovní kariéry. U mladých sportovců bohužel v příliš útlém věku.

Z těchto výše uvedených důvodů je nezbytně nutné vytvořit komplexní preventivní program, který bude zahrnovat více složek v rámci preventivního programu, můžeme snížit riziko vzniku poranění kolenního kloubu na minimum. Účinnost jednotlivých složek prevence a jejich vzájemná interakce je prokázána několika studiemi. Například dle Wedderkoppa et al. (2003), kdy byly hráčky házené rozděleny do dvou skupin. První skupina, kontrolní, prováděla pouze standardizovaná posilovací cvičení. Zatímco skupina druhá, tréninková, kombinovala posilovací cvičení se cviky na balančních plochách. Výsledkem této studie bylo snížení výskytu poranění na 6,9 zranění na 1000 hracích hodin v kontrolní skupině, která měla pouze silový trénink. Hráčkám v tréninkové skupině se výskyt poranění snížil na 2,4 zranění na 1000 hracích hodin díky kombinaci silového a balančního tréninku. Celkový rozdíl dělá tedy 4,5 zranění na 1000 hracích hodin pouhým začleněním balančního tréninku. Z těchto výsledků vyplývá, že kombinací všech složek prevence, můžeme snížit riziko vzniku poranění kolenního kloubu.

Ze souhrnu poznatků, které byly pro práci shromážděny, lze vyvodit, že před zahájením jakékoliv sportovní činnosti je zapotřebí správné a kvalitní rozcvičky. Dle Křištofiče (2007), který nazývá zahřátí rušnou částí, má rozcvička zajistit zahřátí a prokrvení těla sportovce. Během této

fáze, se organismus sportovce připraví na nadcházející fyzickou i psychickou námahu. Pět studií zkoumalo účinek rozcvičky na snížení výskytu poranění. Tři z těchto studií došlo k závěru, že rozcvička před sportovní aktivitou významně snížila riziko poranění (Bixler & Jones, 1992; Olsen et al., 2005; Wedderkopp et al., 1999). Zbývající dvě studie popisují, že zahřívací část nijak významně riziko vzniku zranění nesnižuje (Pope et al., 2000; Van Mechelen et al., 1993). Autoři Bixler & Jones (1992) se však shodují, že uspořádaný zahřívací program, mající tzv. hlavu a patu, sníží výskyt poranění kolenního kloubu nejméně o 50 %.

Házená, jakožto velice oblíbený sport nejen v České republice je zastoupena všemi věkovými kategoriemi. Každý herní post má svou specifickou charakteristikum která byla popsána v podkapitole 2.7. Je tak třeba zohlednit odlišnou fyzickou zátěž jednotlivých hracích postů, které jsou v průběhu tréninkových i herních situacích vystaveni. Zároveň je zapotřebí přistupovat ke každému sportovci individuálně, jelikož má každý jinou anatomickou stavbu těla. Především u sportovců v období puberty a adolescence je nutné zjistit proporcionální věk, abychom věděli, zda se daný sportovec již nachází v období nejrychlejšího růstového spurtu, což je zároveň i období největšího rizika pro poranění kolenního kloubu. S preventivními programy by se mělo začít již v brzkém věku, z důvodu zamezení vzniku špatných pohybových stereotypů, které by později mohly přispět ke zranění kolenního kloubu. V případě již vzniklého nesprávného pohybového stereotypu docílit jeho fixace.

Každá tréninková jednotka by měla sestávat z chronologicky uspořádaných částí logicky na sebe navazujících. Začátek tréninku by měl být odstartován kvalitní rozcvičkou, která nám, jak již bylo zmíněno, připraví organismus na fyzickou zátěž. Po zahřátí by měly následovat právě preventivní cvičení. Zařazení preventivních cviků do první poloviny tréninkové jednotky má své důvody tj. nízká únava centrální nervové soustavy, lepší automatizace pohybů, vyšší úroveň neuromuskulární aktivity a větší soustředěnost sportovců. V rámci rizikovosti poranění kolenního kloubu spojené s maximálním růstovým spurtem by balanční cvičení a nácvik správného dopadu měli absolvovat především sportovci ze skupiny, která se nachází v nejrizikovějším období pro poranění kolenního kloubu. Tuto sadu preventivních cviků mohou však vykonávat i sportovci, kteří se již v rizikovém období nenachází. Silový a plyometrický trénink je vhodný pouze pro sportovce, kteří ukončili období maximálního růstu a riziko pro zranění kolenního kloubu je nižší. Tato část tréninku by měla trvat ± 20 minut, po které by měla následovat fáze zaměřená na specifická cvičení, rozvíjející talent atleta v daném sportu. Může se jednat jak o individuální činnosti, kdy do házené zařazujeme především přihrávky, střelbu na bránu nebo v případě brankáře rychlost reakce

a dlouhé, přesné přihrávky, tak týmovou činnost, která se zaměřuje na sebranost v obraně i postupném útoku. Ke konci tréninkové jednotky by se měl provést statický strečink.

Olian et al. (2017) prováděl dvanáctitýdenní výzkum na mladých hráčkách házené ve věkovém rozmezí 11–14 let. Hlavním cílem bylo zjistit preventivní účinky programu FIFA 11+, který mimo balanční cviky a nácvik doskočení, zahrnuje i silovou a plyometrickou sadu cviků. To je ovšem v rozporu s konceptem dle Mirwalda, který uvádí, že mladí sportovci nezávazně na pohlaví, kteří jsou v období maximálního růstového spurtu, a tedy v nejrizikovějším období pro poranění kolenního kloubu, by plyometrická a silová cvičení provádět neměli.

Na závěr bych chtěla vyjádřit svůj postřeh, jakožto bývalé hráčky hrající na vrcholové úrovni. V posledních letech se setkáváme s častým poraněním mladých sportovců. Problém můžeme hledat ve sportovních klubech, kde se neklade dostatečný důraz na prevenci zranění jejich svěřenců. Často týmy postrádají fyzioterapeuty či kondiční trenéry. A pokud se v týmu tito specialisté objevují (často jde o týmy hrající nejvyšší soutěže), zaměřují svou práci na dospělé sportovce a mladí sportovci jsou opomíjeni. Pokud preventivní programy pro sportovce v období puberty a adolescence mají mít nějaký úspěch, je potřeba dbát na finanční zabezpečení těchto odborníků i pro mladší sportovce či rozšířit edukaci trenérů mládeže o tyto poznatky.

7 ZÁVĚRY

Závěrem můžeme říci, že z celkového počtu 24 probandek 75 % spadalo do období maximálního růstu a 25 % do ukončení maximálního růstu. Na základě tohoto členění byla sestavena speciální sada kompenzačních cvičení určená pro obě dvě skupiny, která zahrnovala 6 cviků balančních, 1 cvik i s jeho modifikacemi na dopadnutí. Dále tato sada byla doplněna o cviky jen pro skupinu po ukončení růstu a to 3 cviky silového tréninku na posílení hamstringů a 5 plyometrických cviků na rozvoj výbušné a dynamické síly.

Pro účinnost těchto preventivních programů je zapotřebí, aby sportovci dodržovali jejich pravidelnost a správné provedení. Je doporučeno k preventivním cvičením přidat i některé prvky z aktivní či pasivní regenerace.

8 SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá možnostmi prevence zranění kolenního kloubu sportovců. Jelikož dospívání patří k nejrizikovějšímu období pro poranění, je tato práce zaměřená na mladé sportovce. Tímto kritickým obdobím se podrobněji zabývá koncept dle Mirwalda, který vytvořil rovnici pro výpočet proporcionálního věku, tedy období maximálního růstového spurtu. Rovnice zahrnuje tři somatické rozměry (výška, výška vsedě a hmotnost), chronologický věk a jejich následnou interakci.

Poranění kolenního kloubu patří mezi časté sportovní úrazy. Kolenní kloub je druhým nejčastěji akutně poraněným kloubem v házené, a to až ve 20 % případů. Nejčastěji poškozenou strukturou je LCA. Na jeho poškození se podílí mnoho vnějších i vnitřních faktorů, ale také modifikovatelných a nemodifikovatelných. 7–21 % sportovců po rekonstrukci LCA utrpělo rupturu kontralaterálního LCA.

V posledních letech se setkáváme s poraněním kolenních kloubů u čím dál více mladších sportovců, kdy ženské sportovkyně jsou zraněny častěji než muži. To potvrzuje také fakt, kdy hráčky házené, které jsou mladšího věku, jsou nejnáchylnější ke vzniku léze LCA. Jedním z důvodů, proč jsou ženské sportovkyně postiženy častěji než jejich mužské protějšky, je menstruační cyklus a s ním spojené hormonální změny.

Mezi obecné rizikové faktory pro poranění kolenního kloubu řadíme neuromuskulární deficit, poruchu posturální stability, insuficienci stabilizátorů dolních končetin a trupu.

Z těchto výše uvedených důvodů je velice důležité zařadit preventivní programy, které by měly být součástí nejen sezonní přípravy, ale též předsezonní, a tím účinně snížit riziko možného poranění. Aby byl preventivní program u mladých sportovců co nejúčinnější, je důležité znát období jejich maximálního růstového spurtu, tedy období nejvyššího rizika poranění.

V preventivních programech můžeme nalézt trénink plyometrický, silový, balanční či neuromuskulární, dále sem řadíme i nácvik správného doskoku po výskoku. Důležitou roli v prevenci zranění hraje rozcvička, sportovci často podceňovaná. Nelze opomenout ani adekvátní způsob regenerace sportovců po pohybové zátěži. Do této kategorie řadíme jak aktivní, tak i pasivní regeneraci. Všechny tyto komponenty tréninku se jeví jako klinicky velmi přínosné a měly by se navzájem doplňovat.

Cílem této bakalářské práce bylo sestavení vhodného preventivního programu pro hráčky házené, které se nacházejí v období puberty a adolescence. Házenkárky byly rozděleny do dvou tréninkových skupin dle jejich rizikovosti vzniku poranění kolenního kloubu založených na výpočtu

a výsledcích proporcionálního věku. Na základě toho byla vytvořena sada cviků, které je vhodné zařadit do tréninku.

9 SUMMARY

The bachelor thesis deals with the possibilities of prevention of knee injuries of athletes. As adolescence is one of the most risky periods for injuries, this work is focused on young athletes. This critical period is dealt with in more detail in the concept according to Mirwald, who created an equation for calculating the proportional age, ie the period of maximum growth spurt. The equation includes three somatic dimensions (height, sitting height and weight), chronological age and their subsequent interaction.

Knee injuries are a common sports injury. The knee joint is the second most commonly acutely injured joint in handball, in up to 20 % of cases. The most commonly damaged structure is LCA. Many external and internal factors contribute to its damage, but also modifiable and non-modifiable. 7–21 % of athletes suffered rupture of contralateral LCA after LCA reconstruction. In recent years, we have encountered knee injuries in more and more younger athletes, where female athletes are more often injured than men. This is also confirmed by the fact that female handball players who are younger are most prone to developing LCA lesions. One of the reasons why female athletes are affected more often than their male counterparts is the menstrual cycle and the associated hormonal changes.

General risk factors for knee joint injuries include neuromuscular deficiency, impaired postural instability, insufficiency of lower limb and torso stabilizers. For these reasons mentioned above, it is very important to include prevention programs, which should be part not only of seasonal preparation, but also pre-seasonal, and thus effectively reduce the risk of possible injury. In order for the prevention program to be as effective as possible for young athletes, it is important to know the period of their maximum growth spurt, ie the period of the highest risk of injury.

In the preventive programs we can find plyometric, strength, balance or neuromuscular training, we also include training of the correct landing after the jump. An important role in injury prevention is played by warming up, often underestimated by athletes. An adequate way of regenerating of athletes after physical activity cannot be neglected either. We include both active and passive regeneration in this category. All these components of the training appear to be clinically very beneficial and should complement each other.

The aim of this bachelor thesis was to compile a suitable preventive program for handball players who are in the period of puberty and adolescence. Female handball players were divided into two training groups according to their risk of knee injuries based on the calculation and results

of proportional age. Based on this, a set of exercises, which should be included in the training, was created.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adachi, N., Nawata, K., Maeta, M., & Kurozawa, Y. (2007). Relationship of the menstrual cycle phase to anterior cruciate ligament injuries in teenaged female athletes. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 128(5), 473–478.
- Albright, J. P., Saterbak, A., & Stokes, J. (1995). Use of knee braces in sport. *Sports Medicine*, 20(5), 281-301.
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009a). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17(7), 705–729.
- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009b). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 17(8), 859-879.
- Aune, A. K., Ekeland, A., & Nordsletten, L. (1995). Effect of quadriceps or hamstring contraction on the anterior shear force to anterior cruciate ligament failure: An in vivo study in the rat. *Acta orthopaedica Scandinavica*, 66(3), 261-265.
- Balachandar, V., Marciniak, J. L., Wall, O., & Balachandar, C. (2017). Effects of the menstrual cycle on lower-limb biomechanics, neuromuscular control, and anterior cruciate ligament injury risk: a systematic review. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 7(1), 136.
- Baratta, R., Solomonow, M., Zhou, B. H., Letson, D., Chuinard, R., & D'ambrosia, R. (1988). Muscular coactivation: the role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. *The American journal of sports medicine*, 16(2), 113-122.
- Bartoníček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Maxdorf.
- Bencke, J., Curtis, D., Krogshede, C., Jensen, L. K., Bandholm, T., & Zebis, M. K. (2013). Biomechanical evaluation of the side-cutting manoeuvre associated with ACL injury in young female handball players. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 21(8), 1876-1881.
- Benjamin, P. J., & Lamp, S. P. (2005). *Understanding sports massage*. Human Kinetics 10%.
- Beunen, G., & Malina, R. M. (1988). Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. *Exercise and sport sciences reviews*, 16(1), 503-540.
- Bien, D. P. (2011). Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 271-285.

- Bixler, B., & Jones, R. L. (1992). High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine. *Family Practice Research Journal*, 12(2), 131-139.
- Bizzini, M., Junge, A., & Dvorak, J. (2013). Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *British journal of sports medicine*, 47(12), 803-806.
- Boden, B. P., Dean, G. S., Feagin, J. A., & Garrett, W. E. (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23(6), 573-578.
- Boden, B. P., Torg, J. S., Knowles, S. B., & Hewett, T. E. (2009). Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. *The American journal of sports medicine*, 37(2), 252-259.
- Brand, H., Heuberger, M., Petersen, K., Lemmel, U., Kurrat, H., Pfänder, J., ... & Späte, D. (2009). Rahmen-trainingskonzeption des deutschen Handballbundes für die Ausbildung und Förderung von Nachwuchsspielern. Philippka Sportverlag.
- Bursová, M. (2005). *Kompenzační cvičení*. Grada Publishing as.
- Caine, D. J., Harmer, P. A., & Schiff, M. A. (Eds.). (2009). *Epidemiology of injury in olympic sports* (Vol. 16). John Wiley & Sons.
- Calder, A. (2003). Recovery strategies for sports performance. *USOC Olympic Coach E-Magazine*, 15(3), 8-11.
- Caraffa, A., Cerulli, G., Proietti, M., Aisa, G., & Rizzo, A. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 4(1), 19-21.
- Colby, S., Francisco, A., Bing, Y., Kirkendall, D., Finch, M., & Garrett, W. (2000). Electromyographic and kinematic analysis of cutting maneuvers: implications for anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 28(2), 234-240.
- Čech, O., Sosna, A., & Bartoníček, J. (1986). *Poranění vazivového aparátu kolenního kloubu*. Avicenum.
- Český svaz házené. (2016). *Pravidla házené: platná od 1. července 2016*. Český svaz házené.
- Čihák, R. (2001). *Anatomie* (2., upr. a dopl. vyd., Vol. 1). Grada.
- Decker, M. J., Torry, M. R., Wyland, D. J., Sterett, W. I., & Steadman, J. R. (2003). Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical biomechanics*, 18(7), 662-669.
- DeMorat, G., Weinhold, P., Blackburn, T., Chudik, S., & Garrett, W. (2004). Aggressive quadriceps loading can induce noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 32(2), 477-483.

- Dirx, M., Bouter, L. M., & De Geus, G. H. (1992). Aetiology of handball injuries: a case--control study. *British journal of sports medicine*, 26(3), 121-124.
- Ditmar, R. (1992). *Instability kolenního kloubu*. Univerzita Palackého.
- Doležalová, R., & Pětivlas, T. (2011). *Kinesiotaping pro sportovce: sportujeme bez bolesti*. Grada.
- Donnell-Fink, L. A., Klara, K., Collins, J. E., Yang, H. Y., Goczalk, M. G., Katz, J. N., & Losina, E. (2015). Effectiveness of knee injury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: a meta-analysis. *PloS one*, 10(12).
- Dragoo, J. L., Padrez, K., Workman, R., & Lindsey, D. P. (2009). The effect of relaxin on the female anterior cruciate ligament: Analysis of mechanical properties in an animal model. *The Knee*, 16(1), 69-72.
- Dungl, P. (2014). *Ortopedie* (2., přeprac. a dopl. vyd.). Grada.
- Dunn, W. R., Spindler, K. P., & Moon Consortium. (2010). Predictors of Activity Level 2 Years After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR) A Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) ACLR Cohort Study. *The American journal of sports medicine*, 38(10), 2040-2050.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Grada.
- Engström, B., Johansson, C., & Tornkvist, H. (1991). Soccer injuries among elite female players. *The American journal of sports medicine*, 19(4), 372-375.
- Finlayson, C. (2014). Knee injuries in the young athlete. *Pediatric Annals*, 43(12), e282-e290.
- Flandera, S. (2012). *Tejpování pevnými a pružnými tejpky: prevence a korekce poruch pohybového aparátu: příručka pro maséry a fyzioterapeuty*. Poznání.
- Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(10), 1745-1750.
- Ford, K. R., Myer, G. D., Toms, H. E., & Hewett, T. E. (2005). Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(1), 124-129.
- Ford, K. R., Van den Bogert, J., Myer, G. D., Shapiro, R., & Hewett, T. E. (2008). The effects of age and skill level on knee musculature co-contraction during functional activities: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 42(7), 561-566.
- Forýtková, L., & Hrazdira, I. (2012). *Chlad, který léčí, kryoterapie*. Biofyzikální ústav Lékařské fakulty MU v Brně.
- Froehle, A. W., Grannis, K. A., Sherwood, R. J., & Duren, D. L. (2017). Relationships between age at menarche, walking gait base of support, and stance phase frontal plane knee biomechanics in adolescent girls. *PM&R*, 9(5), 444-454.

- Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of world-class elite handball players according to the playing position: reports from men's handball world championship 2013. *Journal of human kinetics*, 39(1), 213-220.
- Gilchrist, J., Mandelbaum, B. R., Melancon, H., Ryan, G. W., Silvers, H. J., Griffin, L. Y., ... & Dvorak, J. (2008). A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *The American journal of sports medicine*, 36(8), 1476-1483.
- Giroto, N., Hespanhol Junior, L. C., Gomes, M. R. C., & Lopes, A. D. (2017). Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(2), 195-202.
- Gomes Neto, M., Conceição, C. S., de Lima Brasileiro, A. J. A., de Sousa, C. S., Carvalho, V. O., & de Jesus, F. L. A. (2017). Effects of the FIFA 11 training program on injury prevention and performance in football players: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 31(5), 651-659.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibanez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International journal of sports medicine*, 26(03), 225-232.
- Grasgruber, P., & Cacek, J. (2008). *Sportovní geny*. Computer press.
- Gray, A. M., Gugala, Z., & Baillargeon, J. G. (2016). Effects of oral contraceptive use on anterior cruciate ligament injury epidemiology. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(4), 648-654.
- Grimm, N. L., Jacobs Jr, J. C., Kim, J., Denney, B. S., & Shea, K. G. (2015). Anterior cruciate ligament and knee injury prevention programs for soccer players: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of sports medicine*, 43(8), 2049-2056.
- Halson, S. L. (2008). Nutrition, sleep and recovery. *European Journal of sport science*, 8(2), 119-126.
- Halson, S. L. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Medicine*, 44(1), 13-23.
- Haník, Z., & Vlach, J. (2008). *Volejbal*. 1. vyd. Olympia
- Haycock, C. E., & Gillette, J. V. (1976). Susceptibility of women athletes to injury: myths vs reality. *Jama*, 236(2), 163-165.
- Hedrick, A. (1992). Exercise physiology: physiological responses to warm-up. *Strength & Conditioning Journal*, 14(5), 25-27.
- Hemmings, B., Smith, M., Graydon, J., & Dyson, R. (2000). Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *British journal of sports medicine*, 34(2), 109-114.

- Hemmings, B. (2000a). Psychological and immunological effects of massage after sport. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 7(12), 516-519.
- Hemmings, B. (2000b). Sports massage and psychological regeneration. *British Journal of Therapy and Rehabilitation*, 7(4), 184-188.
- Herman, D. C., Oñate, J. A., Weinhold, P. S., Guskiewicz, K. M., Garrett, W. E., Yu, B., & Padua, D. A. (2009). The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. *The American journal of sports medicine*, 37(7), 1301-1308.
- Herzberg, S. D., Motu'apuaka, M. L., Lambert, W., Fu, R., Brady, J., & Guise, J. M. (2017). The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: a systematic review and meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(7), 1-10.
- Hewett, T. E., Stroupe, A. L., Nance, T. A., & Noyes, F. R. (1996). Plyometric training in female athletes: decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American journal of sports medicine*, 24(6), 765-773.
- 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.
- Hewett, T. E., Paterno, M. V., & Myer, G. D. (2002). Strategies for enhancing proprioception and neuromuscular control of the knee. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 402, 76-94.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2004). Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *JBJS*, 86(8), 1601-1608.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt Jr, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., ... & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501.
- Hewett, T. E., Ford, K. R., & Myer, G. D. (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *The American journal of sports medicine*, 34(3), 490-498.
- Hewett, T. E., Ford, K. R., Hoogenboom, B. J., & Myer, G. D. (2010). Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations-update 2010. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 5(4), 234.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Paterno, M. V., & Quatman, C. E. (2012). The 2012 ABJS Nicolas Andry Award: The sequence of prevention: a systematic approach to prevent anterior cruciate ligament injury. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 470(10), 2930-2940.

- Horský, I., & Huraj, E. (1987). *Úrazy pri telesnej výchove a športe*. Osveta.
- Horsley, I., & Herrington, L. (2016). Preventing and managing anterior cruciate ligament (ACL) injury. *Co-Kinetic Journal*, 68, 12-16.
- Hošková, B., Majorová, S., & Nováková, P. (2015). *Masáž a regenerace ve sportu*. Charles University in Prague, Karolinum Press.
- Huston, L. J., & Wojtys, E. M. (1996). Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *The American journal of sports medicine*, 24(4), 427-436.
- Chaloupka, R., Roubalová, J., Krbec, M., Nýdrle, M., Jančíková, V., & Kříž, V. (2001). *Vybrané kapitoly z LTV v ortopedii a traumatologii*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Chappell, J. D., Yu, B., Kirkendall, D. T., & Garrett, W. E. (2002). A comparison of knee kinetics between male and female recreational athletes in stop-jump tasks. *The American journal of sports medicine*, 30(2), 261-267.
- Chappell, J. D., Creighton, R. A., Giuliani, C., Yu, B., & Garrett, W. E. (2007). Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump: risks for noncontact anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 35(2), 235-241.
- Irmischer, B. S., Harris, C., Pfeiffer, R. P., DeBeliso, M. A., Adams, K. J., & Shea, K. G. (2004). Effects of a knee ligament injury prevention exercise program on impact forces in women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 703-707.
- Izquierdo, M., Häkkinen, K., Gonzalez-Badillo, J. J., Ibanez, J., & Gorostiaga, E. M. (2002). Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *European journal of applied physiology*, 87(3), 264-271.
- Jančálek, S., Táborský, F., & Šafaříková, J. (1989). *Házená. (Teorie a didaktika)*. SPN.
- Janda, V. (2004). *Svalové funkční testy*. Grada Publishing as.
- Jansa, P., & Dovalil, J. (2007). *Sportovní příprava: vybrané teoretické obory, stručné dějiny tělesné výchovy a sportu, základy pedagogiky a psychologie sportu, fyziologie sportu, sportovní trénink, sport zdravotně postižených, sport a doping, úrazy ve sportu a první pomoc, základy sportovní regenerace a rehabilitace, sportovní management*. Q-art.
- Jones, B. H., & Knapik, J. J. (1999). Physical training and exercise-related injuries. *Sports medicine*, 27(2), 111-125.
- Kalish, S. (1996). *Your Child's Fitness: Practical advice for parents*. Human Kinetics Publishers.
- Kapandji, I. A. (1987). *The physiology of the Joints: Lower limb (Volume 2)*. Ediburgh: Churchill Livingstone.
- Kobrová, J., & Válka, R. (2012). *Terapeutické využití kinesio tapu*. Grada.

- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.
- Krištofič, J. (2007). *Kondiční trénink-207 cvičení s medicinbaly, expandery a aerobary*. Grada Publishing as.
- Krüger, K., Pilat, C., Ückert, K., Frech, T., & Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 117-125.
- Lauersen, J. B., Bertelsen, D. M., & Andersen, L. B. (2014). The effectiveness of exercise interventions to prevent sports injuries: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*, 48(11), 871-877.
- Lee, S., Ishibashi, S., Shimomura, Y., & Katsuura, T. (2012). Physiological functions of the effects of the different bathing method on recovery from local muscle fatigue. *Journal of physiological anthropology*, 31(1), 26.
- Lephart, S. M., & Riemann, B. L. (2001). The role of mechanoreceptors in functional joint stability. *Prevention of Noncontact ACL Injuries*, YL Griffin (Ed.). Rosemont, IL: American Academy of Orthopaedic Surgeons, 45-52.
- Leys, T., Salmon, L., Waller, A., Linklater, J., & Pinczewski, L. (2012). Clinical results and risk factors for reinjury 15 years after anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective study of hamstring and patellar tendon grafts. *The American journal of sports medicine*, 40(3), 595-605.
- Lian, Ø. B., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2005). Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 561-567.
- Longo, U. G., Loppini, M., Berton, A., Marinozzi, A., Maffulli, N., & Denaro, V. (2012). The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: a cluster randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 40(5), 996-1005.
- Luig, P., & Henke, T. (2010). Injury prevention in team handball compilation and evaluation of prevention measures in European countries. *Injury prevention*, 16(Suppl 1), A224-A224.
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., ... & Garrett Jr, W. (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine*, 33(7), 1003-1010.
- Maňák, P., & Wondrák, E. (2005). *Traumatologie: repetitorium pro studující lékařství*. Univerzita Palackého.
- Marshall, G. J., & Turner, A. N. (2016). The importance of sleep for athletic performance. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1), 61-67.

- McCall, A., Carling, C., Davison, M., Nedelec, M., Le Gall, F., Berthoin, S., & Dupont, G. (2015). Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British journal of sports medicine*, *49*(9), 583-589.
- McLean, S. G., Lipfert, S. W., & Van Den Bogert, A. J. (2004). Effect of gender and defensive opponent on the biomechanics of sidestep cutting. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *36*(6), 1008-1016.
- McLean, S. G., Huang, X., Su, A., & Van Den Bogert, A. J. (2004). Sagittal plane biomechanics cannot injure the ACL during sidestep cutting. *Clinical biomechanics*, *19*(8), 828-838.
- Mehl, J., Diermeier, T., Herbst, E., Imhoff, A. B., Stoffels, T., Zantop, T., ... & Achtnich, A. (2018). Evidence-based concepts for prevention of knee and ACL injuries. 2017 guidelines of the ligament committee of the German Knee Society (DKG). *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, *138*(1), 51-61.
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *International Journal of Sports Medicine*, *34*(07), 590-599.
- Milewski, M. D., Skaggs, D. L., Bishop, G. A., Pace, J. L., Ibrahim, D. A., Wren, T. A., & Barzdukas, A. (2014). Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, *34*(2), 129-133.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*, *34*(4), 689-694.
- Moller, M., Attermann, J., Myklebust, G., & Wedderkopp, N. (2012). Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. *Br J Sports Med*, *46*(7), 531-537.
- More, R. C., Karras, B. T., Neiman, R., Fritschy, D., Woo, S. L., & Daniel, D. M. (1993). Hamstrings—an anterior cruciate ligament protagonist: an in vitro study. *The American journal of sports medicine*, *21*(2), 231-237.
- Myer, G. D., Ford, K. R., Foss, K. D. B., Liu, C., Nick, T. G., & Hewett, T. E. (2009). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clinical journal of sport medicine*, *19*(1), 3-8.
- Myklebust, G., Maehlum, S., Holm, I., & Bahr, R. (1998). A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *8*(3), 149-153.

- Myklebust, G., Engebretsen, L., Brækken, I. H., Skjølberg, A., Olsen, O. E., & 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.
- Myklebust, G., & Bahr, R. (2005). Return to play guidelines after anterior cruciate ligament surgery. *British journal of sports medicine*, 39(3), 127-131.
- Noyes, F. R., Matthews, D. S., Mooar, P. A., & Grood, E. S. (1983). The symptomatic ACL deficient knee: Parts 1 and 2. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 65(2), 154-173.
- Nýdrle, M., & Veselá, H. (1992). *Jedna kapitola ze speciální rehabilitace. Poranění kolenního kloubu*. Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.
- Oliano, V. J., Teixeira, L. P., Lara, S., Balk, R. D. S., & Fagundes, S. G. (2017). Effect of FIFA 11+ in addition to conventional handball training on balance and isokinetic strength. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 19(4), 406-415.
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2003). Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(5), 299-304.
- Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2005). Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 330(7489), 449.
- Owoeye, O. B., Akinbo, S. R., Tella, B. A., & Olawale, O. A. (2014). Efficacy of the FIFA 11+ warm-up programme in male youth football: a cluster randomised controlled trial. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 321.
- Padua, D. A., Carcia, C. R., Arnold, B. L., & Granata, K. P. (2005). Gender differences in leg stiffness and stiffness recruitment strategy during two-legged hopping. *Journal of motor behavior*, 37(2), 111-126.
- Padua, D. A., & Marshall, S. W. (2006). Evidence supporting ACL-injury-prevention exercise programs: a review of the literature. *International Journal of Athletic Therapy and Training*, 11(2), 11-23.
- Pastucha, D. (2014). *Tělovýchovné lékařství: vybrané kapitoly*. Grada.
- Perič, T., & Dovalil, J. (2010). *Sportovní trénink*. Grada.
- Petersen, W., Zantop, T., Steensen, M., Hypa, A., Wessolowski, T., & Hassenpflug, J. (2002). Prävention von Verletzungen der unteren Extremität im Handball: Erste Ergebnisse des Kieler Handball-Verletzungs-Präventionsprogrammes. *Sportverletzung: Sportschaden*, 16(03), 122-126.
- Petersen, W., Braun, C., Bock, W., Schmidt, K., Weimann, A., Drescher, W., ... & Zantop, T. (2005a). 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(9), 614-621.
- Petersen, W., Rosenbaum, D., & Raschke, M. (2005b). Rupturen des vorderen Kreuzbandes bei weiblichen Athleten. Teil 1: Epidemiologie, Verletzungsmechanismen und Ursachen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56(6).
- Petersen, W., Stöhr, A., Ellermann, A., Achtnich, A., Müller, P. E., Stoffels, T., ... & Jung, T. (2016). Wiederkehr zum Sport nach VKB-Rekonstruktion. *OUP*, 5(03), 166-167.
- Pilný, J. (2007). *Prevence úrazů pro sportovce: taping: popis zranění, první pomoc, léčba, rehabilitace*. Grada Publishing as.
- Piry, H., Fallahi, A., Kordi, R., Rajabi, R., Rahimi, M., & Yosefi, M. (2011). Handball injuries in elite Asian players. *World Applied Sciences Journal*, 14(10), 1559-1564.
- Poděbradský, J., & Vařeka, I. (1998). *Fyzikální terapie* (Vol. 1). Grada.
- Pollard, C. D., Davis, I. M., & Hamill, J. (2004). Influence of gender on hip and knee mechanics during a randomly cued cutting maneuver. *Clinical Biomechanics*, 19(10), 1022-1031.
- Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., & Graham, B. J. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(2), 271.
- Prodromos, C. C., Fu, F. H., Howell, S. M., Johnson, D. H., & Lawhorn, K. (2008). Controversies in soft-tissue anterior cruciate ligament reconstruction: grafts, bundles, tunnels, fixation, and harvest. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 16(7), 376-384.
- Quatman, C. E., Ford, K. R., Myer, G. D., Paterno, M. V., & Hewett, T. E. (2008). The effects of gender and pubertal status on generalized joint laxity in young athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 257-263.
- Quatman, C. E., & Hewett, T. E. (2009). The anterior cruciate ligament injury controversy: is “valgus collapse” a sex-specific mechanism?. *British journal of sports medicine*, 43(5), 328-335.
- Rahr-Wagner, L., Thillemann, T. M., Mehnert, F., Pedersen, A. B., & Lind, M. (2014). Is the use of oral contraceptives associated with operatively treated anterior cruciate ligament injury? A case-control study from the Danish Knee Ligament Reconstruction Registry. *The American journal of sports medicine*, 42(12), 2897-2905.
- Reckling, C., Zantop, T., & Petersen, W. (2003). Epidemiologie von handballverletzungen im jugendalter. *Sportverletzung: Sportschaden*, 17(03), 112-117.
- Reeser, J. C., & Bahr, R. (Eds.). (2017). *Handbook of sports medicine and science, Volleyball*. John Wiley & Sons.

- Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., ... & Mandelbaum, B. (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British journal of sports medicine*, 42(6), 394-412.
- Rhee, S. J., Pavlou, G., Oakley, J., Barlow, D., & Haddad, F. (2012). Modern management of patellar instability. *International orthopaedics*, 36(12), 2447-2456.
- Russe, O., Gerhardt, J. J., & King, P. S. (1972). *An atlas of examination, standard measurements and diagnosis in orthopedics and traumatology*. H. Huber.
- Safran, M. R., Seaber, A. V., & Garrett, W. E. (1989). Warm-up and muscular injury prevention an update. *Sports Medicine*, 8(4), 239-249.
- Sarwar, R., Niclos, B. B., & Rutherford, O. M. (1996). Changes in muscle strength, relaxation rate and fatiguability during the human menstrual cycle. *The Journal of physiology*, 493(1), 267-272.
- Seil, R., Rupp, S., Tempelhof, S., & Kohn, D. (1998). Sports injuries in team handball. *The American journal of sports medicine*, 26(5), 681-687.
- Shimokochi, Y., & Shultz, S. J. (2008). Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *Journal of athletic training*, 43(4), 396-408.
- Sitler, M., Ryan, C. J., Hopkinson, L. W., Wheeler, L. J., Santomier, J., Kolb, L. R., & Polley, C. D. (1990). The efficacy of a prophylactic knee brace to reduce knee injuries in football: a prospective, randomized study at West Point. *The American journal of sports medicine*, 18(3), 310-315.
- Soligard, T., Myklebust, G., Steffen, K., Holme, I., Silvers, H., Bizzini, M., ... & Andersen, T. E. (2008). Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 338, 95-99.
- Sporiš, G., Vuleta, D., Vuleta Jr, D., & Milanović, D. (2010). Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players. *Collegium antropologicum*, 34(3), 1009-1014.
- Stanley, J., Halliday, A., D'Auria, S., Buchheit, M., & Leicht, A. S. (2015). Effect of sauna-based heat acclimation on plasma volume and heart rate variability. *European journal of applied physiology*, 115(4), 785-794.
- Steib, S., Zahn, P., zu Eulenburg, C., Pfeifer, K., & Zech, A. (2016). Time-dependent postural control adaptations following a neuromuscular warm-up in female handball players: a randomized controlled trial. *BMC sports science, medicine and rehabilitation*, 8(1), 1-7.
- Stijak, L., Kadija, M., Djulejić, V., Aksić, M., Petronijević, N., Aleksić, D., ... & Filipović, B. (2015). The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament ruptures in males. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 23(12), 3578-3584.

- Strand, T., Tvedte, R., Engebretsen, L., & Tegnander, A. (1990). Anterior cruciate ligament injuries in handball playing. Mechanisms and incidence of injuries. *Tidsskrift for den Norske laegeforening: tidsskrift for praktisk medicin, ny raekke*, 110(17), 2222-2225.
- Sugimoto, D., Myer, G. D., Foss, K. D. B., & Hewett, T. E. (2014). Dosage effects of neuromuscular training intervention to reduce anterior cruciate ligament injuries in female athletes: meta-and subgroup analyses. *Sports Medicine*, 44(4), 551-562.
- Šibila, M., & Pori, P. (2009). Position-related differences in selected morphological body characteristics of top-level handball players. *Collegium antropologicum*, 33(4), 1079-1086.
- Šnajdauf, J., Trč, T., & Cvachovec, K. (2002). *Dětská traumatologie*. Galén.
- Šrámek, P., & Zlesáková, K. (1981). Tělovýchovné lékařství pro posluchače tělesné výchovy, 1. Vyd. *Praha: Státní pedagogické nakladatelství*.
- Thompson, T. R., Andrish, J. T., & Bergfeld, J. A. (1982). A prospective study of preparticipation sports examinations of 2670 young athletes: method and results. *Cleve Clin Q*, 49(4), 225-33.
- Thorlund, J. B., Michalsik, L. B., Madsen, K., & Aagaard, P. (2008). Acute fatigue-induced changes in muscle mechanical properties and neuromuscular activity in elite handball players following a handball match. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(4), 462-472.
- Tůma, M., & Tkadlec, J. (2002). *Házená*. Grada.
- Tvrzník, A., Soumar, L., & Soulek, I. (2012). *Běhání*. Grada.
- Tyrdal, S., & Pettersen, O. J. (1998). The effect of strength training on 'handball goalie's elbow'-a prospective uncontrolled clinical trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8(1), 33-41.
- Urban, F., Kandráč, R., & Lafko, V. (2010). Antropometrický profil slovenských reprezentantov do 20 rokov v hádzanej. *Telesná výchova a sport*, 20(4), 37-40.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. *Sports medicine*, 14(2), 82-99.
- Van Mechelen, W., Hlobil, H., Kemper, H. C., Voorn, W. J., & de Jongh, H. R. (1993). Prevention of running injuries by warm-up, cool-down, and stretching exercises. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(5), 711-719.
- Vařeka, I. (2002). Posturální stabilita (II. část): Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 122-129.
- Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., & Van Mechelen, W. (2004). The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *The American journal of sports medicine*, 32(6), 1385-1393.

- Vilikus, Z., Brandejský, P., & Novotný, V. (2004). *Tělovýchovné lékařství*. Karolinum.
- Wallace, M. B., & Cardinale, M. (1997). Conditioning for team handball. *Strength & Conditioning Journal*, 19(6), 7-12.
- Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., & Froberg, K. (1997). Injuries in young female players in European team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 7(6), 342-347.
- Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., & Froberg, K. (1999). Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 9(1), 41-47.
- Wedderkopp, N., Kaltoft, M., Holm, R., & Froberg, K. (2003). Comparison of two intervention programmes in young female players in European handball—with and without ankle disc. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(6), 371-375.
- Wojtys, E. M., & Huston, L. J. (2000). Longitudinal effects of anterior cruciate ligament injury and patellar tendon autograft reconstruction on neuromuscular performance. *The American journal of sports medicine*, 28(3), 336-344.
- Yoshida, A., Morihara, T., Kajikawa, Y., Arai, Y., Oshima, Y., Kubo, T., ... & Kawata, M. (2009). In vivo effects of ovarian steroid hormones on the expressions of estrogen receptors and the composition of extracellular matrix in the anterior cruciate ligament in rats. *Connective tissue research*, 50(2), 121-131.
- Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). The effects of core proprioception on knee injury: a prospective biomechanical-epidemiological study. *The American journal of sports medicine*, 35(3), 368-373.
- Zebis, M. K., Bencke, J., Andersen, L. L., Alkjaer, T., Suetta, C., Mortensen, P., ... & Aagaard, P. (2011). Acute fatigue impairs neuromuscular activity of anterior cruciate ligament-agonist muscles in female team handball players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 21(6), 833-840.
- Zelisko, J. A., Noble, H. B., & Porter, M. (1982). A comparison of men's and women's professional basketball injuries. *The American journal of sports medicine*, 10(5), 297-299.
- Zeman, M. (2013). *Základy fyzikální terapie*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta.
- Zimmer, K. (2003). General cryotherapy in sport medicine. *Sport Wyczynowy*, 41(5/6), 43-49.

11 PŘÍLOHY

11.1 Příloha 1 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Bakalářská práce: prevence zranění kolenního kloubu u mladých sportovců

Autor: Lucie Mačáková

1. Souhlasím s vyšetřením pro účely bakalářské práce.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cílech práce, o vyšetřovacích a terapeutických postupech, které budu absolvovat. Jsem plně srozuměn(a), že se jedná o neinvazivní postupy.
3. Beru na vědomí, že prováděné vyšetření je výzkumnou činností.
4. Souhlasím s tím, že moje účast na bakalářské práci je zcela dobrovolná.
5. Při zveřejnění kazuistiky vyšetřovaného pacienta budou osobní data uchována s plnou ochrannou důvěrností dle platných zákonů ČR. Pro výzkumné a vědecké účely mohou být osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (tzn. anonymní data – pod číselným kódem) nebo s mým výslovným souhlasem. Porozuměl(a) jsem tomu, že moje osobní identifikační údaje nebudou nikde uveřejněny.
6. Souhlasím s tím, že nebudu proti použití výsledků mého vyšetření.

Datum:

Podpis účastníka:

Datum:

Podpis vyšetřujícího fyzioterapeuta:

11.2 Příloha 2. Potvrzení o překladu

POTVRZENÍ O ODBORNÉM PŘEKLADU ABSTRAKTU A SOUHRNU DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: Lucie Mačáková

Studijní obor: Fyzioterapie

Ročník: 3. bakalářský

Akademický rok: 2019/2020

Název diplomové práce: Prevence zranění kolenního kloubu

Abstrakt a souhrn byly odborně přeloženy do anglického jazyka.

