

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Rozdílnost přístupů k prevenci a terapii fotbalistů a fotbalistek  
s poraněním ACL – rešeršní práce**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:  
**doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.**

Vypracoval:  
**Bc. David Leszkow**

Praha, 2024

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně. Veškeré použité zdroje a literatura jsou řádně odcitovány a uvedeny v seznamu literatury. Tato práce ani žádná její část nebyla použita pro získání jiného akademického titulu.

V Praze, dne .....

.....

Bc. David Leszkow

### **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucí diplomové práce doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. za odborné vedení, cenné rady, konstruktivní připomínky a vstřícný přístup.

## **ABSTRAKT**

**Název:** Rozdílnost přístupů k prevenci a terapii fotbalistů a fotbalistek s poraněním ACL – rešeršní práce

**Cíl:** Hlavním cílem diplomové práce je zjistit, zda existují rozdílné přístupy v prevenci a terapii poranění ACL u fotbalistů a fotbalistek.

**Metody:** Diplomová práce je zpracována jako teoretický text formou literární systematické rešerše za využití databází PubMed, Web of Science a PEDro. První část práce obsahuje aktuální stav sledované problematiky, teoretická východiska a možnosti léčby poranění ACL. Druhá část má deskriptivně-analytický charakter. Obsahuje analýzu studií zahrnutých do diplomové práce.

**Výsledky:** Po provedení rešerše vyhovovaly stanoveným kritériím 4 studie. Každá z nich se věnovala prevenci poranění, ale žádná bohužel nezkoumá fyzioterapii jako takovou. Z hodnocení studií ovšem vyplývá, že u mužů i u žen je ve fotbale využíváno stejných prevenčních programů, které dokáží snížit riziko poranění až o 50 %. Limitem rešerše je fakt, že ve většině využitých studií nebyl zkoumán vliv prevence na obě pohlaví zároveň.

**Klíčová slova:** ACL, LCA, přední zkřížený vaz, ruptura, plastika, prevence, poranění, fyzioterapie, rehabilitace, postup, ženy, muži, fotbal, zranění, kontakt, ACL injury, soccer, football, women, female, men, male, prevention, therapy, physical therapy

## **ABSTRACT**

**Title:** Differences in Approaches to Prevention and Therapy for Female and Male Football Players with ACL Injuries – A Systematic Review

**Objective:** The main aim of this thesis is to investigate whether there are different approaches to the prevention and treatment of ACL injuries in male and female football players.

**Methods:** The thesis is prepared as a theoretical text in the form of a systematic literature search using PubMed, Web of Science and PEDro databases. The first part of the thesis contains the current status of the studied issue, theoretical background and treatment options for ACL injuries. The second part is descriptive-analytical in nature. It contains an analysis of the studies included in the thesis.

**Results:** After the search, 4 studies met the criteria. Each of them focused on injury prevention, but unfortunately none of them investigated physiotherapy as such. However, the evaluation of the studies shows that both men and women use the same prevention programmes in football, which can reduce the risk of injury by up to 50 %. A limitation of the search is that most of the studies used did not examine the effect of prevention on both sexes simultaneously.

**Keywords:** ACL, LCA, přední zkřížený vaz, ruptura, plastika, prevence, poranění, fyzioterapie, rehabilitace, postup, ženy, muži, fotbal, zranění, kontakt, ACL injury, soccer, football, women, female, men, male, prevention, therapy, physical therapy

## **SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

ACL – anterior cruciate ligament

AMB – anteromedial bundle

BEAR – bridge-enhanced ACL repair

BTB – bone-to-bone štěp

DIS – dynamic intraligamentary stabilization

LCA – ligamentum cruciatum anterius

m. – musculus

mm. – muscoli

PLB – posterolateral bundle

ST-G – semitendinosus-gracilis štěp

# OBSAH

1	ÚVOD.....	4
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	5
2.1	Aktuální stav sledované problematiky .....	5
2.2	Vymezení výzkumné otázky .....	5
2.3	ACL (Anterior Crucial Ligament).....	6
2.3.1	Anatomie.....	6
2.3.2	Funkce.....	6
2.3.3	Vybrané biomechanické a fyziologické aspekty.....	7
2.3.4	Kinematika kolenního kloubu.....	8
2.3.4.1	Flexe .....	8
2.3.4.2	Extenze .....	9
2.3.4.3	Rotace .....	9
2.4	Mechanismus poranění.....	10
2.4.1	Vliv poranění na ostatní struktury kolenního kloubu .....	11
2.4.1.1	Mediální postranní vazy .....	11
2.4.1.2	Laterální postranní vazy .....	11
2.4.1.3	Mediální meniskus.....	11
2.4.1.4	Laterální meniskus.....	11
2.5	Léčba.....	12
2.5.1	Konzervativní.....	12
2.5.2	Operativní .....	12
2.5.2.1	BTB .....	13
2.5.2.2	ST-G.....	13
2.5.2.3	DIS (Dynamic Intraligamentary Stabilization) .....	14
2.5.2.4	BEAR (Bridge-Enhanced ACL Repair) .....	14

2.5.2.5	Internal Brace .....	15
2.5.2.6	Anchors Primary ACL Repair .....	15
2.5.3	Rehabilitační fyzioterapeutické postupy.....	15
2.5.3.1	Předoperační péče.....	15
2.5.3.2	Pooperační péče .....	16
2.5.3.3	Return-to-play kritéria .....	17
2.5.3.4	Využívané fyzioterapeutické metody .....	18
2.6	Epidemiologie poranění ACL .....	18
2.6.1	Ženy .....	19
2.6.2	Muži.....	19
3	METODIKA PRÁCE .....	21
3.1	Úkoly a postup práce.....	21
3.2	Metody výběru studií .....	21
3.2.1	Kritéria pro zařazení studií .....	21
3.2.2	Kritéria pro vyřazení studií .....	22
3.2.3	Cíl a výzkumná otázka.....	22
3.2.3.1	Cíl .....	22
3.2.3.2	Stanovení výzkumné otázky.....	22
3.3	Postup analýzy studií.....	22
4	VÝSLEDKY.....	24
4.1	Identifikované studie .....	24
4.1.1	Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? .....	24
4.1.2	Biomechanical Changes During a 90° Cut in Collegiate Female Soccer Players With Participation in the 11+.....	26
4.1.3	Jump performance in male and female football players.....	28



4.1.4	Prevention of severe knee injuries in men's elite football by implementing specific training modules .....	30
4.2	Souhrnná tabulka.....	34
5	DISKUSE .....	36
5.1	Diskuse k doporučením UEFA.....	36
5.2	Diskuse k shodným a rozdílným přístupům.....	37
5.3	Diskuse k efektu terapie po poranění ACL vzhledem k hodnotícím kritériím. 38	
5.4	Diskuse k aktuálně používaným preventivním metodám .....	38
5.5	Limity práce .....	39
6	ZÁVĚR.....	40
	Zdroje.....	41

# 1 ÚVOD

Poranění ACL je v současné chvíli jedno z nejčastěji se objevujících zranění kolenního kloubu ve fotbalovém prostředí. Obzvláště v ženském fotbale se v poslední 2 – 3 letech jedná o velmi rezonující téma. Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena vícero důvody současně, lze z nich však vybrat 2, z mého pohledu hlavní.

Prvním důvodem je stále narůstající popularita ženského fotbalu u veřejnosti a s tím související snaha o větší popularizaci jednotlivých týmů v rámci veřejného prostoru a sociálních sítí. Na tyto snahy navazuje větší informovanost fanoušků o změnách na soupiskách, a to i ohledně jednotlivých zranění a předpokládané doby rekonvalescence. V České republice ještě není medializace na tak vysoké úrovni, ale například v Anglii a místní WSL 1 (Women's Super League) se informace o zraněních dostávají i na stránky tištěných periodik se sportovní tematikou.

Druhým důvodem je z mého pohledu masivní nárůst počtu poranění ACL obecně. Jen mezi lety 2022 a 2023 nastalo toto poměrně těžké a dlouhodobé zranění u téměř 300 hráček. Toto číslo však odpovídá pouze týmům v profesionálních a poloprofesionálních soutěžích. Data z amatérské úrovně fotbalu nikde zaznamenávána nejsou. Důvod toho nárůstu je diskutabilní. Může se jednat například o poměrně náhlé větší tréninkové a herní zatížení hráček s nedostatkem času na dostatečnou regeneraci, opět související s popularizací sportu a snahou fotbalových funkcionářů vytvořit nové soutěže, které zaujmou fanoušky stávající, potažmo přilákají nové. Dalším z důvodů může být nedostatečná prevence poranění, obecná i specifická pro ženský sport, která by měla klást důraz na odlišnosti v anatomii, fyziologii, psychice, kineziologii, biomechanice a kinematice mezi ženami a muži.

Právě na stránku prevence jsem se zaměřil v mé diplomové práci. Jejím tématem je zkoumat, zda existuje rozdílná prevence a terapie v ženském a mužském fotbale v rámci poranění ACL, popřípadě zda je využívána.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2.1 Aktuální stav sledované problematiky

V současné době dochází po celém světě k masivní popularizaci a tím i k profesionalizaci ženských kolektivních sportů a fotbalu obzvláště. S tendencí profesionalizace a nárůstu tréninkových a zápasových dávek je bohužel spojen i nárůst evidovaných zranění u hráček. V kalendářním roce 2022 bylo zaznamenáno více než 25 přetržení předního zkříženého vazů u fotbalistek hrajících v top 5 ligách současnosti. V období od června 2022 do dubna 2023 se s tímto zraněním potýkalo 6 ze 16 nejlepších fotbalistek světa. Některé neoficiální zdroje dokonce uvádějí, ve sledovaném období od ledna 2022 do prosince 2023, 280 případů přetrženého ACL v nejvyšších ženských soutěžích (Culvin, 2023). Dle Dr. Alex Culvin (2023) se však nejedná o nárůst počtu zranění jako takový, kdy dle jejích vlastních slov: „Dříve docházelo k ruptuře ACL v podobné míře jako dnes.“. Spíše se jedná o masivní medializaci tohoto „nového“ problému.

O tomto nárůstu počtu zranění informují i mnohé světové zpravodajské servery (např. španělský deník MARCA, či americká CNN a další), nejedná se již tedy o problém, o kterém by věděla hrstka zainteresovaných osob.

Ve fotbalové přípravě na sezónu, potažmo v tréninkovém procesu existují jisté postupy, které se udržují shodně v mužských i ženských týmech. Otázkou ovšem zůstává, zda by v tréninkových jednotkách v ženském „dospělém fotbale“ nemělo dojít ke změně, která by pomáhala předcházet těmto zraněním, nebo zda by neměl být jiný postup fyzioterapie a obecně návratu po zranění. Po prostudování dostupné literatury k dané tématice nejsou patrné snahy, které by směřovaly k inovaci postupů, a to jak preventivních, tréninkových, tak i léčebných, týkající se postižení ACL u žen v nejvyšších soutěžích. Vzhledem k této skutečnosti zaměřuji svou diplomovou práci na zodpovězení si otázky: Zda se liší preventivní a terapeutické postupy u fotbalistů a fotbalistek. Zda a popřípadě jak?

### 2.2 Vymezení výzkumné otázky

Na základě aktuálního stavu sledované problematiky a vlastních zkušeností z praxe byla stanovena tato výzkumná otázka: Existuje rozdílná prevence a terapie po ruptuře ACL a následném operačním řešení u fotbalistů a fotbalistek?

## 2.3 ACL (Anterior Crucial Ligament)

### 2.3.1 Anatomie

Přední zkřížený vaz (dále ACL) je vazivovou tkání s poměrně hustou konzistencí. Úpon na femuru je tvarově srovnatelný s vertikálně umístěným půlkruhem. Samotný úpon je umístěn na postero-interiorní straně laterálního kondylu femuru, nenachází se tedy v interkondylární rýze. ACL je umístěno laterálně a jeho průběh můžeme popsat jako antero-mediální a distální směrem k tibii. Délka ACL se pohybuje v rozmezí od 22 do 41 mm a šířka od 7 do 12 mm. Tvar je nepravidelný. Tato skutečnost se dá potvrdit příčným řezem ACL, kdy dochází ke zjištění, že tvar řezu nelze popsat žádným jednoduchým geometrickým obrazcem, přičemž samotný obrazec se mění v závislosti na stupni úhlu flexe kolenního kloubu. Plocha příčného řezu se zvětšuje v proximo-distálním směru, největší plochu tedy zaujímá ACL při svém úponu na tibii a to 42 mm<sup>2</sup>. Tato skutečnost je logická vzhledem ke způsobu úponu jednotlivých vláken, vlákna se rozbíhají do tvaru vějíře a upínají se na tibii v místě fossy nacházející se antero-laterálně na mediální polovině tibiae. Některá vlákna ligamenta se také vnořují pod transversální intermeniskální ligamentum a jiná mohou být propojena se samotným laterálním meniskem (Duthon, 2006).

### 2.3.2 Funkce

Jedná se o jednu z klíčových struktur v kolenním kloubu. Způsobem, kterým spojuje femur s tibií, zabraňuje nadměrnému pohybu tibiae v translaci a rotaci. Z tohoto důvodu se také jedná o jedno z nejčastějších poranění pohybového aparátu během sportovních aktivit, při kterých dochází k nadměrnému zatížení (protažení) ACL posunem tibiae ventrálním směrem a současnou mediální rotací laterálního kondylu tibiae (Duthon, 2006).

Girgis rozdělil funkčně ACL na dvě části. Antero-mediální svazek (AMB) a postero-laterální svazek (PLB). Toto rozdělení je nejjednodušší pro pochopení funkce ACL. Do AMB spadají vlákna nejvíce anteriorní a proximální při úponu na femuru a nejvíce antero-mediální při úponu na tibii. V PLB nacházíme vlákna z postero-distální části úponu na femuru, nejvíce postero-laterální vlákna úponu na tibii. Více vláken ACL spadá do svazku PLB než do AMB (Girgis, 1975).

Při plně extendovaném kolenním kloubu běží všechna vlákna ACL paralelně při pohledu v sagitální rovině. Během flexe dochází k lehké laterální rotaci ligamenta kolem jeho

longitudinální osy. AMB část vláken se otáčí kolem dokola zbylých vláken. Tato skutečnost je způsobena rozdílným způsobem úponu vláken na tibií.

### 2.3.3 Vybrané biomechanické a fyziologické aspekty

Ligamentum cruciatum anterior (LCA nebo také ACL) poskytuje kolennímu kloubu mechanickou stabilitu a proprioceptivní zpětnou vazbu. Jeho stabilizační funkce se skládá ze 4 částí a to: brání hyperextenzi, brání ventrálnímu posunu tibiae, řídí a omezuje rotaci tibiae proti femuru (0-30°) a spolupracuje s mediálním postranním vazem na stabilizaci kolene (Cross, 1998). Ve spolupráci se zadním zkříženým vazem zajišťuje anteroposteriorní stabilitu kolene a zároveň koordinují všechny typy pohybů, které v koleni probíhají – translační, valivý a rotační (např. rotace tibiae kolem osy femuru) (Bartoníček, 1986). M. quadriceps femoris funguje během pohybu jako antagonist ACL (zvyšuje jeho napětí), naopak flexory kolene jeho napětí snižují, a tak je můžeme považovat za synergisty (Nýdrle, 1992)

Jak již bylo výše zmíněno, Girgis (1975) rozdělil vlákna ACL na dva svazky: AMB a PLB. Při plně extendovaném kolenním kloubu je jejich průběh paralelní, ale při pohybu do flexe dochází k obtáčení AMB vláken kolem vláken PLB.

Při plné extenzi kolenního kloubu je signifikantní rozdíl mezi délkou vláken AMB (34 mm) a PLB (22,5 mm), tudíž ani při pohybu nefungují oba svazky shodně, nedochází u nich k poměrné změně délky. Při pohybu do flexe dochází u AMB k jeho prodloužení a zpevnění, zatímco PLB se zkracuje a stává se volnější, jak dokázal Hollis. Stejný autor také popisuje již výše zmiňovaný nepoměr mezi změnami délky obou svazků vláken, kdy u 30° flexe dochází ke změně délky AMB o 5 % a PLB o 14 %, v 90° flexi je rozdíl ještě větší, a to změna o 12 % u AMB a 32 % u PLB. U flexe kolenního kloubu vyšší než 90° dochází ke neustálému prodlužování AMB a zároveň ke zpevnování PLB svazku, jehož pevnost dosáhne maxima při 120° flexi kolenního kloubu (Duthon, 2006)

Biomechanikou ACL se dále zabývali také Amis a Dawkins (1991), kteří ve svém výzkumu odhalili, že AMB se původně při pohybu do 30° flexe zkracuje (Hollis, 1991, popisuje pouze jeho prodlužování) a poté postupně natahuje, než dosáhne maxima své délky ve 120° flexe kolenního kloubu. Dále také popisují, že vnitřní rotace tibiae natahuje vlákna ACL více než zevní (především ve 30° flexi), ale samotná vlákna křížových vazů mají pouze sekundární vliv na rozsah pohybu tibiae do rotace.

#### 2.3.4 Kinematika kolenního kloubu

Výchozí, nebo také základní postavení kolenního kloubu je plná extenze, tedy  $0^\circ$  flexe a  $0^\circ$  hyperextenze. V tomto stavu se objevuje maximální napětí postranních vazů i vazivových struktur na dorzální straně kloubu. V rámci kloubu samotného na sebe pevně přiléhají femur a tibiae, které mezi sebou stlačují oba menisky, laterální i mediální. Jedná se o nejstabilnější polohu kolenního kloubu, která je označována jako „uzamknuté koleno“ (Čihák, 2004).

Hlavními pohyby prováděnými v kolenním kloubu, vzhledem k jedné ose, jsou flexe a extenze. Avšak nesmí se opomíjet ani pohyby rotační, kdy dochází k rotaci tibiae proti femuru. Rotace ovšem neprobíhá v rámci horizontální osy, ale pouze ve vertikální ose. Dochází k ní při pohybu do flexe – „odemykání kolene“. S ohledem na anatomickou složitost kolenního kloubu (přítomnost menisků, vazů, patelly) se i do jednoduchých pohybů jako jsou flexe a extenze přidružují pohyby ostatních struktur, které se vůči sobě navzájem také pohybují a tím je pohyb velice komplexní a složitý (Čihák, 2004).

##### 2.3.4.1 Flexe

Jedná se o původně jednoduchý pohyb v sagitální rovině. Jak již ale bylo zmíněno výše, vzhledem k anatomickým strukturám kolenního kloubu, je plná flexe kolenního kloubu výsledkem složité řady dějů. Z nulového postavení, plná extenze, je pohyb zahájen vnitřní rotací tibiae proti femuru ve vertikální ose. Počátečních  $5^\circ$  pohybu do flexe slouží k „odemknutí“ kolenního kloubu ze stabilní pozice díky uvolnění ligamentum cruciatum anterius (LCA). Vnitřní rotace tibiae pokračuje až do  $30^\circ$  flexe, osa pohybu vede z hlavice femuru do středu laterálního kondylu, ten se otáčí. Naopak mediální kondyl se pouze posouvá. V menisko femorálních kloubech probíhá valivý pohyb femuru po meniskách upevněných ligamenty na tibi. V koncové fázi pohybu do flexe dochází ke změně tvaru menisků kolem femuru a jejich posunu po tibiálním plató dorzálně, společně s kondyly. Závěrečný pohyb je v meniskotibiálním „skloubení“ a nazýváme ho pohybem posuvným, nebo také translačním. U laterálního menisku dochází k mnohem většímu posunu než u menisku mediálního.

Do flexe se zapojují také ostatní struktury kolenního kloubu. Patella klouže distálně, zkřížené vazy naopak brání nadměrnému posunu kostí mimo osu pohybu. Pokud je přítomna laxicita vaziva nebo celková nepřítomnost zkřížených vazů dochází ke změně

dráhy pohybu jednotlivých kostí, a tedy patologickému opotřebením ostatních kloubních struktur (Čihák, 2004).

Fyziologický rozsah pohybu je 130 – 160°. Posledních 20° lze však dosáhnout pouze pohybem pasivním (Janda, 1993).

#### 2.3.4.2 Extenze

Extenze je dějem opačným k flexi, jednotlivé pohyby tedy postupují v opačném sledu, než bylo popisováno výše. Pro správnou funkci kolene je důležitá závěrečná zevní rotace tibiae, díky které dochází k „uzamčení“ a stabilizaci kolene. (Čihák, 2004) Patella klouže distálně a dochází také k napětí statických stabilizátorů kolenního kloubu – zkřížené vazy, postranní vazy, kloubní pouzdro (Nýdrle, 1992). Koncovým, v tomto případě základním, postavením kolenního kloubu je 0° extenze. U některých jedinců je však přítomen zvýšený rozsah pohybu a to o 5 až 15° (Janda, 1993).

Při extendovaném koleni popisujeme a také vyšetřujeme tzv. Q-úhel. Jedná se o spojnicí 3 palpovatelných bodů: spina iliaca anterior inferior, střed patelly a tuberositas tibiae. Q-úhel je využíván k popisu valgosity kolenního kloubu, u mužů by neměl být větší než 10° a u žen větší než 15°. Spojnice bodů svírající úhel větší než 20° je považována za patologickou. V těchto případech dochází k tahu patelly laterálně a její následné dislokaci z femorálního žlábků. Ve většině případů se jedná o dysbalanci jednotlivých částí m. quadriceps femoris (osa tahu distálně a lehce mediálně) společně s ligamentum patellae (osa tahu distálně a lehce laterálně) (Nýdrle, 1992).

#### 2.3.4.3 Rotace

V případě kolenního kloubu se nejedná o rotaci jako takovou, popisovanou např. u kyčelního kloubu. Osa rotačního pohybu je vedena vertikálně. Rotaci nelze vyšetřovat v nulovém postavení kloubu, jako je tomu v naprosté většině případů, kolenní kloub musí být „odemčený“. Důvodem je napnutí stabilizátorů kolenního kloubu. Přední zkřížený vaz a laterální postranní vaz stabilizují laterální kondyl femuru, naopak zadní zkřížený vaz a mediální postranní vaz stabilizují mediální kondyl femuru. S postupnou flexí a „odemykáním“ kolene přichází možnost vyšetření rotací tibiae proti femuru. Maximální rozsah rotací lze vyšetřit mezi 45° a 90° flexe. Vzhledem k anatomickým souvislostem je pohyb laterálního menisku výrazně větší než menisku mediálního. I to je důvod častějších poranění mediálních menisků při rotačních traumatech kolenního kloubu (Bartoniček,

1986). Čihák (2004) popisuje rozsah zevní rotace tibiae 30 – 50° a vnitřní rotace 5 – 10°. V praxi se ale tyto úhly většinou nevyšetřují.

## 2.4 Mechanismus poranění

Nejčastějším mechanismem poranění ACL (natržení nebo přetržení) je kombinovaný úraz kolene s valgozitou a vnitřní rotací tibiae. Takovýto způsob zranění nastává především ve sportech, kde se vyskytují rychlé změny směru, například fotbal, házená, nebo basketbal (Domnick, 2016).

Jak je uváděno v mnoha studiích, většina poranění ACL vzniká bezkontaktním mechanismem. Videoanalýza pohybů, při kterých došlo k poranění ACL vedla autory studií k porovnání biomechaniky dolní končetiny a dopadových vzorů mezi muži a ženami (Gornitzky, 2016).

Hewett (2012) ve své studii zkoumal trojrozměrnou kinematiku a zatížení kloubů během výskoku z místa a následném dopadu u žen. U 9 sportovkyň, které následně utrpěly poranění ACL byly naměřeny větší abdukční úhly v kolenních kloubech, 2,5krát vyšší abdukční momenty kolenních kloubů a také o 20 % vyšší reakční síla při dopadu na zem. Tyto faktory byly stanoveny jako možné prediktory poranění ACL.

Pozorování zaměřená na rychlé změny směru při sportovní aktivitě odhalila přímou úměru mezi rozsahy pohybu v kyčelních kloubech ve frontální rovině, především addukce, a výsledným abdukčním momentem síly působícím na kloub kolenní. Omezená flexe kyčelního a kolenního kloubu při dopadu je dalším rizikovým faktorem, protože zatěžuje více pasivní stabilizátory kolenního kloubu než aktivní (Gornitzky, 2016).

Typickým mechanismem poranění ACL u žen je tedy, dle výše zmíněných faktorů, dopad po výskoku s částečně extendovaným a vnitřně rotovaným kyčelním kloubem; kolenní kloub téměř v maximální extenzi a valgozním postavení a vnitřně rotovaná tibiae (Gornitzky, 2016).

Hewett (2012), ale i další autoři, např. Zebis (2009), se dále ve svých studiích zaměřili nejen na postavení dolních končetin, ale také na jejich neuromuskulární aktivaci. Zebis (2009) tak odhalil, že některými z rizikových faktorů poranění ACL jsou: zvýšená aktivace m. quadriceps femoris oproti hamstringům; časná aktivace hamstringů při kontaktu chodidla se zemí a vyšší aktivace m. quadriceps femoris a m. gluteus maximus se sníženou aktivací hamstringů a mm. gastrocnemii.



Přestože je většina rizikových faktorů poranění přítomna na dolní končetině, někteří autoři naznačují, že při valgozitě kolenního kloubu může hrát roli i kinematika končetiny horní (Gornitzky, 2016).

#### 2.4.1 Vliv poranění na ostatní struktury kolenního kloubu

Vzhledem ke komplexnosti úrazového mechanismu je nutné vyšetřit i ostatní struktury kolenního kloubu. Mezi tyto struktury se řadí: postranní vazy (mediální i laterální) a menisky (mediální i laterální) (Domnick, 2016). Při porušení ACL a současném poranění dalších kloubních struktur dochází ke změně poměrů sil. To může mít za následek předčasné opotřebení kloubní chrupavky a brzký nástup artrózy (Bartoniček, 1986).

##### 2.4.1.1 Mediální postranní vazy

V každém pátém případě ruptury ACL bylo během vyšetření prokázáno i poranění mediálního postranního vazy. Nediagnostikované poranění mediálního postranního vazy způsobuje mediální nestabilitu kolenního kloubu, a to i po rekonstrukci ACL. Halinen (2006) ve své studii také potvrdil, že přetrvávající mediální instabilita kolenního kloubu zvyšuje riziko opětovného poranění ACL (Domnick, 2016).

##### 2.4.1.2 Laterální postranní vazy

Poranění laterálních postranních vazů při ruptuře ACL je poměrně vzácné. Pokud k němu však dojde, nastává stejná situace jako při poranění vazů mediálních – šance na opětovné poškození zrekonstruovaného ACL se zvyšuje (Domnick, 2016).

##### 2.4.1.3 Mediální meniskus

V 18 – 54 % případů ruptury ACL je zaznamenáno i poškození mediálního menisku kolenního kloubu. Možnou příčinou této korelace je náhlá mediální nestabilita kolenního kloubu způsobená mechanismem poranění ACL a následnou biomechanikou pohybu, při které dochází ke zvýšenému působení smykových sil a společně s mediální nestabilitou ke zvýšení tlaku na mediální meniskus. Při přetrvávající nestabilitě kolenního kloubu dochází k posunu rotační osy, kontaktních bodů a ploch působení kompresních sil. Tato skutečnost může vést k sekundárnímu poranění mediálního menisku (Domnick, 2016).

##### 2.4.1.4 Laterální meniskus

Poranění laterálního menisku je přítomno v 17 – 51 % případů. Mechanismus je stejný jako u menisku mediálního. Rizikovým faktorem je v tomto případě přítomnost kostní modřiny a pohmožděnin kosti v oblasti laterálního kondylu tibiae (Domnick, 2016).

## 2.5 Léčba

Bez ohledu na to, zda se po zranění bude postupovat konzervativní nebo operativní (chirurgickou) léčbou, pacientům se ihned doporučuje poraněnou končetinu elevovat, ledovat, stáhnout pružným obinadlem a omezit používání celé dolní končetiny (odlehčovat).

### 2.5.1 Konzervativní

Ke konzervativní léčbě se přistupuje, pokud pacienti nejsou vhodnými kandidáty k operaci. Takovými pacienty jsou lidé s přítomnými závažnými komorbiditami – např. srdeční, jaterní, ledvinové aj.; ale také pacienti, kteří si nadále již nepřejí pokračovat v namáhavých fyzických aktivitách. Tito pacienti tedy podstupují pouze rehabilitační/fyzioterapeutickou péči slouženou z prvků fyzikální terapie a posilování svalů v okolí kolenního kloubu (především m. quadriceps femoris a hamstringy) zaměřenou na zlepšení stability kolene. Bez chirurgického zákroku však koleno zůstává nadále nestabilní (oproti fyziologii) a tím náchylné k dalším poraněním.

Dlouhodobé studie prokázaly, že existuje výrazný nárůst poškození dalších struktur kolenního kloubu, především menisků a kloubní chrupavky, ve spojení s opožděnou rekonstrukcí ACL. V případech současného poškození menisků při úrazovém mechanismu s rupturou ACL dochází k rychlejšímu hojení menisků, pokud byla současně použita k chirurgická léčba vazů. Obecně platí, že třetina pacientů vhodných pro konzervativní léčbu je schopna dokončit léčebný postup bez nutnosti chirurgického zákroku. Nicméně pacienti s vysokou mírou sportovní aktivity v každodenním životě, či ve volném čase, vykazují dle dostupných studií při konzervativní léčbě ruptury ACL špatné výsledky (Siegel, 2012).

### 2.5.2 Operativní

Operativní (chirurgická) metoda léčby poranění ACL zůstává nadále metodou první volby u naprosté většiny sportovců. Samotná operace není ve všech případech úspěšná a mohou se při ní vyskytnout tyto problémy: impingement štěpu mezi kondyly femuru, přílišné protažení štěpu, neanatomické umístění femorálního a tibiálního tunelu a neúplná replikace, popřípadě porušení vkládaného štěpu na místo původního ACL – především vynechání rekonstrukce PL svazku ligamenta. 15 – 25 % pacientů nadále trpí bolestmi a nestabilitou kolenního kloubu operačním řešením navzdory (Siegel, 2012).

Během operace je často odhalena jedna část původního ACL, která je nadále uchycena v kolenním kloubu. Tu je možno odstranit nebo také zanechat na jejím původním místě. Zanechání části původního vazů v kolenním kloubu může negativně ovlivnit výsledek operace, může zhoršovat viditelnost. Toto operační selhání je popisováno v 1 – 9,8 % případů. Druhým pohledem je fakt, že některé studie prokazují rychlejší reinervaci a lepší proprioceptivní vnímání, potažmo rychlejší obnovení kinematických řetězců kolenního kloubu, pokud je původní ACL na původním místě zanechán (Siegel, 2012).

V současné době je operativní zákrok prováděn artroskopicky s využitím dvou typů autoštěpů: Bone-to-Bone (BTB/PT) nebo Semitendinosus-Gracilis (STG/HT). Použití kteréhokoliv štěpu vede k funkčně stabilnímuoleni ve více než 95 % operací, s absolutním rozdílem 3 % - 1,9 % BTB a 4,9 % ST-G (Siegel, 2012). Nebo taktéž artroskopicky bez využití štěpů jako takových a to metodami: DIS (Dynamic Intraligamentary Stabilization), BEAR (Bridge-Enhanced ACL Repair), Internal Brace a Anchors Primary ACL Repair (Malahias, 2018).

#### 2.5.2.1 BTB

Jedná se o autogenní štěp z prostřední třetiny, středního pruhu, ligamentum patellae. Ligamentum je odebráno společně s kostními bločky. Následně operatér navrtá do femuru a tibiae kanálky ve směru původního ACL, kterými nový štěp protáhne a zajistí ho rozpěrnými šrouby. V rámci hojení dochází k srůstu kostních bločků s okolní kostní tkání v předvrtaných kanálcích – zhojení tkáně by tedy mělo nastat přibližně za 6 týdnů (Hayashi, 2017).

Mezi výhody BTB štěpů patří: snadná přístupnost, dobré strukturální fixační vlastnosti a také vysoký potenciál správného zhojení (kost na kost). Mezi možné nevýhody řadíme: bolestivost přední části kolena, ztráta citlivosti v okolí kolenního kloubu, možný vznik zlomenin patelly a také kontraktura extenčního mechanismu kolenního kloubu po odebrání štěpu (Siegel, 2012).

S použitím tohoto štěpu je také v některých případech spojováno postrekonstrukční oslabení extenční složky m. quadriceps femoris. Po úplné rehabilitaci však nejsou zaznamenány rozdíly v síle m. quadriceps femoris ani po odebrání části jeho šlachy (Siegel, 2012). Někteří autoři tento štěp uvádějí jako nejvhodnější při použití u sportovců.

#### 2.5.2.2 ST-G

ST-G štěp je zařazován do možností léčby až v posledních 20 letech.

Při operaci předcházející samotné plastice ACL odebere operatér část m. semitendinosus a m. gracilis. Při odebrání štěpu nedochází k poškození extenčního aparátu kolenního kloubu jako je tomu u štěpu BTB, jeho vhojování do kosti je však o poznání delší. Studie popisují, že ke kompletnímu zhojení nově voperovaného štěpu dochází cca po 12 týdnech (Siegel, 2012).

Při rovnoměrném napětí všech 4 vláken štěpu je popisováno mnohem větší možnost tahového zatížení, než je tomu u BTB štěpu. Nevýhodou tohoto postupu je však oslabení hamstringů, které může trvat až po dobu 9 měsíců. Štěpy z hamstringů bývají také náročnější na správné odebrání z důvodu proměnlivé délky a průměru štěpu. Výzkumy potvrzují, že délka štěpu je přímo úměrná výšce jedince, nikoliv jeho BMI. Nevýhodou je také vyšší pooperační bolestivost kolenního kloubu (Siegel, 2012).

Operace není indikována u valgozních kolen a mediálních instabilit kolenního kloubu, dochází totiž k pooperačnímu oslabení hamstringů, které jsou mediální dynamické stabilizátory kolene (Dungl, 2005).

#### 2.5.2.3 DIS (Dynamic Intraligamentary Stabilization)

Jedná se o metodu, která se spoléhá na samozhojení ACL s pomocí zavedení mechanismu pro stabilizaci kolene během hojení (Eggl, 2015).

Nejprve je zavedena objímka se závitěm, z anteromediální strany tibie, s předem napnutou pružinou na požadovanou délku dle pacienta. Součástí je i stabilizační mechanismus pro uchycení pružiny na tibi. Poté je středem přetrženého ACL proveden pletený drát, který je upevněn na laterální plochu femuru pomocí „knoflíku“. Koleno je během zákroku drženo v pozici posteriorní zásuvky dříve upevněnou pružinou, která pomáhá přiblížit oba konce přerušeno ACL k sobě (Malahias, 2018).

Rekonstrukci pomocí DIS metody je možno u pacientů provádět v kratším časovém horizontu po zranění, než je tomu u transplantací ACL. Proces rekonvalescence začíná tedy o zhruba 1 měsíc dříve (Malahias, 2018)

Žádná z prováděných studií však nezkoumá metodu DIS u sportovců, pouze u běžné populace.

#### 2.5.2.4 BEAR (Bridge-Enhanced ACL Repair)

Jak již název napovídá, jedná se o metodu „přemostění“ roztrženého ACL. K tomuto úkonu jsou využity 2 typy stehů a to: No.2 Vicryl a No.2 Ethibond. Ke stehům je navíc

přidán hovězí protein a 10 ml vlastní venózní krve. V porovnání s autoštěpy při plastikách ACL je během výzkumů pozorován lepší stav hamstringů po operaci (Malahias, 2018).

Studie nebyly prováděny na sportovcích.

#### 2.5.2.5 Internal Brace

Jedná se o tzv. vnitřní ortézu, která je zavedena do oblasti ACL a pomáhá ke zhojení původní ligamentózní tkáně. Ortéza se skládá z nevstřebatelné fixační pásky, která je umístěna na fixační zařízení na laterální konec femuru, provedena skrz navrtaný femorální a tibiální tunel. Další podpora uchycení je pomocí plně vstřebatelných stehů. Vnitřní ortéza je z kolenního kloubu odstraněna po zhruba 3 měsících od prvotní operace, záleží však na postupu vyhojování ACL. Nevýhodou této metody je nutnost druhé operace pro odstranění ortézy a aplikovatelnost pouze při zachování dostatečně velké části původního ACL pacienta, jedná se však o jednu z alternativ pro řešení ruptury ACL u sportovců (Malahias, 2018).

#### 2.5.2.6 Anchors Primary ACL Repair

Metoda využitelná pouze u mikroruptur, nebo částečných ruptur ACL. K uchycení odtržených vláken se využívá steh No.2 Fiber Wire, ze kterého je vytvořena kotva připojující ligamentózní vlákna k femuru (Malahias, 2018).

Využitelnost této metody pro sportovce není známa.

### 2.5.3 Rehabilitační fyzioterapeutické postupy

Postup předoperační a pooperační péče po ruptuře ACL je zde uveden dle guidelines vypracovaných van Melickem v roce 2016. Od té doby nedošlo k jejich aktualizaci nebo vypracování dohledatelných nových postupů. Nově zveřejněné práce jsou pouze rešeršemi na téma, zda guidelines vztahující se k problematice ACL existují, či nikoliv.

#### 2.5.3.1 Předoperační péče

Nejedná se o lékaři běžně předepisovanou rehabilitační péči. Studie ale ukazují, že dosažení plné extenze poraněného kolenního kloubu před operací snižuje pravděpodobnost pooperačních komplikací, jako je např. arthrofibrosa. Dále je potřeba se v předoperační péči zaměřit na posílení m. quadriceps femoris a hamstringů. Rozdílná předoperační síla m. quadriceps femoris o 20 % a více předpovídá výrazný rozdíl pooperační síly, který může přetrvávat až 2 roky po operaci. Dle guidelines je tedy doporučeno měřit předoperační ROM kolenního kloubu do extenze a také sílu m.

quadriceps femoris a svalovou sílu hamstringů pro kompletní obraz. Součástí předoperační fyzioterapie by měla být i instruktáž pacienta ohledně chůze o berlích, pravděpodobného postupu pooperační fyzioterapie aj. (van Melick, 2016)

#### 2.5.3.2 Pooperační péče

Guidelines pooperační péče postupně upouštějí od časového postupu rehabilitace dle remodelace štěpu a více se zaměřují na pacienta jako individualitu. Více tedy zapojují funkční cíle do celého postupu. Dané cíle vycházejí z Mezinárodní klasifikace funkčnosti, disability a zdraví dle WHO. Celková pooperační rehabilitace se skládá ze tří fází (van Melick, 2016).

Hlavním využívaným postupem dnešní doby je tzv. metoda semaforu. Jedná se o poměrně novou metodu, která však zajišťuje rehabilitaci přímo uzpůsobenou pacientovi. Pacienti mohou přejít do další fáze rehabilitace pouze pokud byly splněny cíle fáze, ve které se právě nachází (červená-žlutá-zelená). Tyto cíle musí být před postupem dále potvrzeny objektivními testy. Výzkumná skupina doporučuje začít s rehabilitací ihned po operaci a pokračovat v ní následujících 9 – 12 měsíců, v závislosti na konečných cílech, Tato doba je nezbytná pro úplný návrat do práce, či plné sportovní zátěže (van Melick, 2016).

Postup se výrazně liší od protokolu prezentovaného van Grinsvenem, který uváděl 22týdenní postup rehabilitace rozdělený do 4 časově organizovaných fází. V současnosti prováděné studie dokazují, že doba potřebná pro kompletní rehabilitaci je mnohem delší, někteří pacienti nejsou schopni plné funkce kolenního kloubu ani po 22 měsících operace (van Melick, 2016).

Herbst (2015) pomocí svého nového postupu funkčního výkonnostního testování odhalil, že většina sportovců není připravena na návrat do zátěže ani po 8 měsících od operace.

Někteří autoři také vytvořili programy na domácí cvičení, pro pacienti, kteří, vzhledem k místu jejich bydliště, jsou schopni navštívit ordinaci fyzioterapeuta pouze několikrát ročně. Tyto programy však nejsou určeny pro profesionální ani polo-profesionální sportovce.

Během pooperační péče o pacienty jsou fyzioterapeutům doporučeny k použití tyto postupy:

- délka rehabilitace 9 – 12 měsíců dle cílů pacienta a postupu terapie

- okamžité (smysluplné) zatěžování dolní končetiny (neovlivňuje postup hojení štěpu, ale snižuje anteriorní bolestivost a podporuje stabilizaci kolenního kloubu)
  - pouze v případě, že se neobjevují otok, zvýšená bolest, horkost a jiné patologické příznaky
- využití kryoterapie na okamžité tlumení bolesti do jednoho týdnu od operace – nemá vliv na rozsah pohybu ani vstřebávání otoku
- izometrická cvičení m. quadriceps femoris začínat již první týden od operace
- využívat elektrostimulaci společně s ostatními terapeutickými postupy – největší účinek v prvních 2 měsících po operaci, další působení je neprůkazné
- využívat otevřené a uzavřené kinematické řetězce pro posílení m. quadriceps femoris
  - otevřené řetězce by měly být využívány až od 4. týdne po operaci v ROM kolenního kloubu do flexe 45 – 90° (záleží i na typu štěpu), s možností posilování proti odporům („added weight training“)
  - uzavřené řetězce lze využívat od 2. týdne po operaci
- zavést neuromuskulární trénink do terapie – prevence opakovaných zranění
- využívat multioborové spolupráce – lékař, fyzioterapeut, psycholog

Dle van Melicka (2016), ale i Wrighta (2015) je také nutné zapojit do celkové rehabilitace některé stresové faktory v rámci implicitního motorického učení. Jako hlavní důvod je udáván fakt, že veškerá sportovní aktivita je pro tělo stresovou situací, to by se nemělo měnit ani v rámci sportovní rehabilitace.

### 2.5.3.3 Return-to-play kritéria

Většina systematických analýz, které do svých guidelines zahrnul van Melick (2016) dochází ke stejnému závěru: chybí objektivní fyziologická kritéria, v jaké době po plastice ACL je povolen návrat ke sportovním aktivitám. Neexistuje také žádný důkaz, který by přesně stanovoval, že by některý test, potažmo baterie testů, dokázaly přesně určit sportovce s vysokým rizikem opětovného zranění.

Na základě zveřejněných guidelines, popisovaných v kapitole 2.5.3, je fyzioterapeutům doporučeno sestavit si vlastní baterii funkčních testů, které jim samotným nejvíce vyhovují. Samotná baterie by měla obsahovat testy posuzující jak kvantitativní, tak kvalitativní hodnocení pohybu, dále také testy hodnotící sílu a výskok (van Melick, 2016). Limb symmetry index (LSI) by měl u kontaktních a u sportů se změnami pohybu

dosahovat alespoň 90 %, doporučených je však LSI = 100 %. V posledních letech byly vyvinuty dva testovací moduly: Jump Landing System a Landing Error Scoring System. Stále však není zřejmé, jakou přesnou roli hraje kvalita pohybu při výskytu opakovaných zranění. Oba dva systémy jsou tedy ještě stále ve fázi testování (Gokeler, 2022).

Arundale (2018) a její tým sestavili guidelines pro poranění ACL, ve kterých se zaměřují především na důležitost využívání již dříve sestavených prevenčních programů všech poranění kolenního kloubu. Tyto programy jsou z naprosté většiny cvičebního charakteru a řadíme mezi ně specificky „fotbalové“: 11+, nebo FIFA 11.

#### 2.5.3.4 Využívané fyzioterapeutické metody

Instituce jako např. NHS, Massachusetts General Brigham Sports Medicine nebo Fowler Kennedy Sport Medicine Clinic využívají u pacientů stejná doporučení postupu rehabilitace. V prvních 2 týdnech po operaci se jedná především o postupy na snížení otoku a bolestivosti operované DK; aktivaci a posilování m. quadriceps femoris pomocí aktivního cvičení na lůžku se současnou elektrostimulací; udržení volné protažitelnosti hamstringů a lýtkových svalů a zvýšení rozsahu pohybu v kolenním kloubu do plné extenze, pasivně i aktivně. V následujících týdnech a měsících přecházejí pacienti k posilování svalů DK, mobility kloubů a propioceptivnímu cvičení, také dochází k zařazení pozic v otevřených a uzavřených kinematických řetězcích. Náročnost se postupně zvyšuje dle splnění jednotlivých protokolů pacientem (Wright, 2015).

Ve žádném z protokolů nejsou popsány využívané metody pro dosažení stanovených cílů. Záleží tedy pouze na uvážení a zkušenostech terapeuta, které zvolí.

## 2.6 Epidemiologie poranění ACL

V běžné populaci je riziko poranění ACL poměrně nízké. K nárůstu dochází u jedinců aktivně se zapojujících do kolektivních sportů, jakými jsou například právě fotbal nebo basketbal. Dle studií se poranění ACL v týmových sportech podílí na počtu zranění pouze z 5 %. Výzkumy ohledně poranění ACL jsou ve většině případů vedeny jako tzv. gender studies, tedy zkoumají, jaký vliv má pohlaví jedince na následnou pravděpodobnost poranění. Naprostá většina studií prokazuje, že ženské pohlaví je k poranění ACL více náchylné než mužské (Waldén, 2011).

Waldén (2011) také ve své rešeršní studii uvádí, že veškeré výzkumy, které se na danou genderovou problematiku zaměřují došly k závěru, že riziko poranění u žen je v rámci kolektivních sportů 2 - 3krát vyšší než u mužů. Dále také dochází k závěru, že k poranění



ACL u žen dochází v mladším věku než u mužů. Poranění ACL u žen se v naprosté většině případů stane během zápasu.

Jak uvádí Chia (2022) ve své metaanalýze, bezkontaktní poranění ACL se objevuje v průměru v 55 % případů bez rozdílu pohlaví a věku. U žen se jedná o 63% šanci, u mužů o 50 %. Metaanalýza se také zabývá rozdělením procenty bezkontaktních poranění dle jednotlivých sportů. Ve florbale dochází k poraněním nejvíce a to v 66 % zranění, následuje basketbal s 58 % a fotbal s 53 %. Chia (2022) také zkoumal poranění dle věku pacientů a dle dostupných zdrojů došel k závěru, že u dospělé populace je bezkontaktní poranění v 55 % případů u adolescentů dokonce v 68 %.

### 2.6.1 Ženy

Jak jsem již bylo uvedeno výše, ženy jsou dle dostupných studií a informací 2 – 3krát, v některých dokumentech dokonce 4 – 6krát, náchylnější k poranění ACL při kolektivních sportech. Dalšími rizikovými faktory jsou také již zmiňovaný věk, genetické predispozice, hladiny hormonů v krvi, anatomické rozdíly ve tvaru kloubu (např. menší vzdálenost mezi kondyly femuru), ale také rozdíly v biomechanice pohybu jako takového nebo také větší Q úhel. V případě fotbalu se jedná především o biomechaniku dopadu po výskoku a změny směru. Z neuromuskulárního hlediska může být taky jedním z faktorů opožděnější aktivace hamstringů při brždění a otáčení se oproti dříve aktivovanému m. quadriceps femoris (Casado, 2019).

Gornitzky (2016) provedl systematickou studii a metaanalýzu sportovců na středních a vysokých školách v USA, ve které zjistil celkovou incidenci poranění ACL u žena 0,081 na 1000 aktivit ve všech zkoumaných sportech dohromady. Fotbal byl sportem nejrizikovějším. Riziko vzniku zranění ACL bylo 1,1 % za sezónu. Ženy měly celkově vyšší míru zranění na expozici sportovní aktivitě. Dále také došel závěru, že během sportovní kariéry na středních školách, či univerzitách (v průměru 4 roky), může riziko poranění dosáhnout 5 – 10 %. Chia (2022) dle dostupných studií poukázal na fakt, že se jedná o bezkontaktní poranění s incidencí 0,06 na 1000 sportovních aktivit.

### 2.6.2 Muži

Jak uvádí Casado (2019), vliv na nižší incidenci poranění u mužů mají jak anatomické (např. užší pánev a tím menší Q úhel), hormonální (větší vyrovnanost hormonálních pochodů), tak i neuromuskulární faktory. Oproti ženám však není u mužů rizikovým faktorem valgózní postavení kolenních kloubů, ale naopak, jejich varozita (Greig, 2019).

U mužů dochází k bezkontaktnímu poranění s incidencí 0,04 na 1000 sportovních aktivit (Chia, 2022). Avšak jak uvádí Gans (2018) ve své studii, kterou prováděl mezi lety 2004 až 2014, muži jsou více náchylnější k opakovaným rupturám ACL, než je tomu u žen.

Z výše uvedeného vyplývá, že u žen se vyskytuje větší riziko poranění ACL, ať už z důvodu anatomických, hormonálních nebo neuromuskulárních. U sportovkyň je tedy doporučeno dbát na prevenci a snížení neuromuskulární nerovnováhu, jako je převažující používání celé dominantní dolní končetiny, nebo jen ipsilaterálního m. quadriceps femoris, zvýšit kondici a schopnost aktivace hamstringů, ale i správný a dostatečný nácvik obrátů a otoček (způsobují torzní poškození), a také techniku zpomalení pohybu (dopad při doskoku nebo náhlé zastavení) (Casado, 2019).

## 3 METODIKA PRÁCE

### 3.1 Úkoly a postup práce

1. Vyhledání a zpracování dostupných literárních zdrojů v souvislosti s danou problematikou
2. Stanovení cílů a vědeckých otázek
3. Stanovení kritérií pro zařazení studií
4. Volba klíčových slov pro vyhledání studií
5. Volba odborných databází pro vyhledání studií
6. Vyhledání a výběr studií dle stanovených kritérií
7. Analýza a porovnání zařazených studií
8. Vyhodnocení výsledků
9. Zodpovězení vědeckých otázek

### 3.2 Metody výběru studií

Jednotlivé studie byly vyhledány s použitím níže uvedených databází, klíčových slov, souvisejících s tématem diplomové práce, a jejich kombinací. Použity byly pouze studie dostupné v plném znění textu.

Databáze: PubMed, Web of Science, PEDro

#### 3.2.1 Kritéria pro zařazení studií

**Jazyk:** český jazyk, slovenský jazyk, anglický jazyk

**Typ studie:** klinické studie, klinicky kontrolované randomizované výzkumy, průřezové studie (cross-over studies)

**Výběr probandů:** muži a ženy ve věkovém rozmezí 16 – 40 let, kteří jsou aktivními hráči fotbalu na profesionální a poloprofesionální úrovni; probandi bez přidružených diagnóz; do výběru budou zahrnuti také probandi s opakovaným poraněním ACL a opakovanými operačními výkony (maximem jsou 3 operace ruptury ACL); operace musí být provedena artroskopicky, metodou autoštěpu, typ zvoleného štěpu není rozhodující

**Výběr diagnózy:** práce zkoumá aktivní hráčky a hráče fotbalu s diagnostikovanou rupturou ACL, která byla operativně řešena

**Prováděná fyzioterapie:** bez omezení

**Hodnocení efektu:** snížení incidence poranění, změna biomechaniky kolenního kloubu

**Datum publikování:** 2013-2023

**Původ studie:** bez omezení

**Klíčová slova:** ACL, LCA, přední zkřížený vaz, ruptura, plastika, prevence, poranění, fyzioterapie, rehabilitace, postup, ženy, muži, fotbal, zranění, kontakt, ACL injury, soccer, football, women, female, men, male, prevention, therapy, physical therapy

### 3.2.2 Kritéria pro vyřazení studií

Studie byly vyloučeny v případě, že splňovaly některý z následujících bodů:

1. probandům bylo diagnostikováno jakékoli jiné onemocnění, především vaziva a pohybového aparátu
2. poranění ACL nenastalo při aktivitách spojených s fotbalem

**Etická komise:** Na výzkum se nevztahuje nutnost žádat o souhlas etickou komisí, jelikož se jedná o práci zpracovanou formou literární rešerše.

### 3.2.3 Cíl a výzkumná otázka

#### 3.2.3.1 Cíl

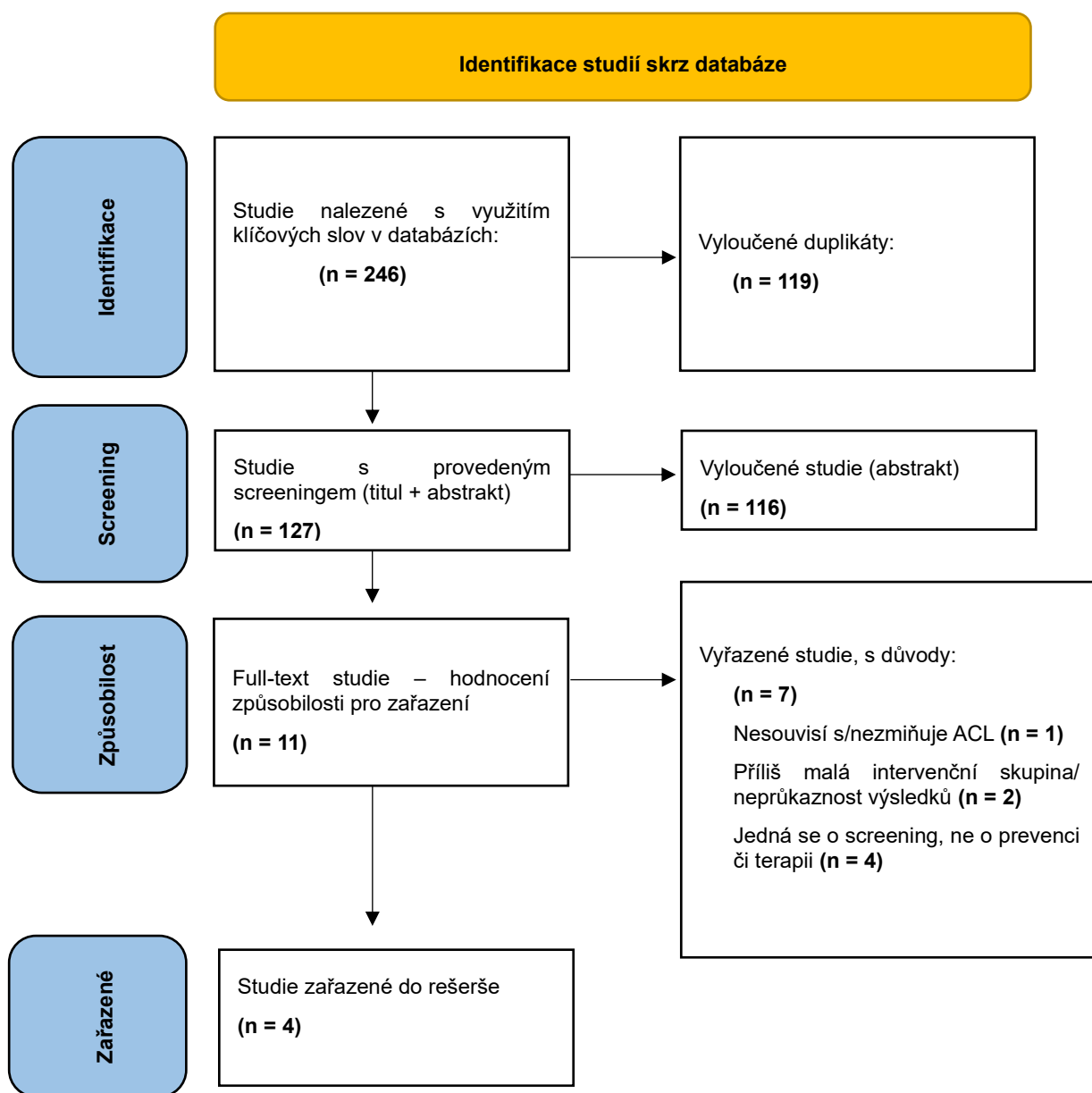
Cílem této rešeršní práce je ozřejmit, zda existuje rozdílná prevence a terapie při poranění ACL u fotbalistů a fotbalistek.

#### 3.2.3.2 Stanovení výzkumné otázky

Existuje rozdílná prevence a terapie po ruptuře ACL a následném operačním řešení u fotbalistů a fotbalistek?

### 3.3 Postup analýzy studií

Na základě klíčových slov byly vyhledány studie. Po přečtení nadpisu došlo k eliminaci duplikátů. Dále po přečtení abstraktu byly vyřazeny studie neodpovídající výše zmiňovaným kritériím pro zařazení studií. Poté po přečtení kompletně celé studie byly vyřazeny ty studie, které neodpovídaly tématu diplomové práce. Postup analýzy studií je znázorněn v následujícím PRISMA flow diagramu.



Každá z vybraných studií byla stručně popsána a následně analyzována.

Ve vybraných studiích byly hledána odpověď na předem definovanou vědeckou otázku. Hlavními body zkoumání byly: zda je rozdílná prevence a terapie poranění ACL v mužském a ženském fotbale; pokud rozdílné přístupy existují, zda jsou také využívány.

Ze všech studií zařazených do této práce byla následně vytvořena souhrnná tabulka. V té je uvedeno: autor studie, datum publikování, informace o skupině probandů, výsledky studie.

Na závěr došlo ke zhodnocení výsledků jednotlivých studií, které byly shrnuty do jednoho globálního výsledku. Tímto postupem bylo směřováno k získání odpovědi na stanovenou výzkumnou otázku.

## 4 VÝSLEDKY

Pomocí postupného vyřazování vyhledaných studií byly identifikovány 4, které jsou zařaditelné do mé diplomové práce. V dalších podkapitolách jsou všechny 4 studie stručně popsány a na závěr je uvedena souhrnná tabulka.

### 4.1 Identifikované studie

#### 4.1.1 Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players?

Studie publikovaná v roce 2017 v odborném časopise *Clinical Orthopaedics and Related Research*, jejíž autorkou je Holly J. Silvers-Granelli, se zabývá aplikováním FIFA 11+ konceptu v mužském fotbale. Základní výzkumnou otázkou, kterou si autorka a její kolektiv výzkumníků kladou je: dokáže aplikace FIFA 11+ snížit celkový počet zranění ACL v mužském vysokoškolském kompetitivním fotbale? Doplnujícími otázkami jsou: je rozdíl v počtu zranění mezi zápasem a tréninkem? Je rozdíl v počtu zranění v závislosti na pozicích hráčů, na kterých hrajou? Je rozdíl v počtu zranění mezi úrovněmi vysokoškolského fotbalu (Division I NCAA a Division II NCAA)? Je rozdíl v počtu zranění v závislosti na typu povrchu (živá tráva nebo umělý povrch)?

Studie byla prováděna na podzim roku 2012 v mužské fotbalové lize NCAA Division I a Division II. Každá instituce zaregistrovaná v těchto 2 soutěžích (N=396) byla oslovena prostřednictvím formálního dopisu, e-mailem a přímým telefonátem. Z 396 oslovených týmů 299 splňovalo potřebná kritéria. Pro účast ve výzkumu se rozhodlo 65 týmů s fotbalisty ve věku 18 – 25 let. Studie byla schválena etickou komisí Quorum institutional review board (Seattle, WA, USA).

Kritéria pro zařazení: muž, fotbalista výše zmíněných univerzitních lig, věkové rozmezí 18 – 25 let, s dobrým studijním prospěchem a z lékařského hlediska uschopněn pro účast v sezóně 2012, jehož univerzitní tým nebyl v předchozích 4 letech součástí žádného prevenčního programu. Před randomizací výzkumu počítačem byl od každého z participantů vyžadován podepsaný informovaný souhlas a od každé ze zařazených institucí zhotovena smlouva o plné spolupráci na výzkumu se všemi právy a povinnostmi.

Po randomizaci výzkumu obdržela intervenční skupina DVD obsahující FIFA 11+ prevenční program a manuál s vysvětlujícími tabulkami. Jednotlivé instituce využívaly pro registraci sportovců jednotnou webovou aplikaci *HealthAthlete*. V té byla u každého

fotbalisty uvedena data jako: každá expozice sportovní zátěži, vzniklé zranění, mechanismus úrazu a datum návratu po zranění. Všechny proměnné hodnoty byly zanášeny do systému jednou týdně jedním pověřeným fyzioterapeutem. Výzkumný tým kontroloval pravidelnost zápisu dat v průběhu sezóny. E-mail s upozorněním byl okamžitě odeslán, pokud se pověřená osoba nepřihlásila do systému po dobu 14 a více dní.

Z 65 zúčastněných týmu studii během podzimu 2012 (srpen-prosinec) dokončilo měření 61 z nich. Kontrolní skupina sestávala z 34 týmů (N = 850 sportovců, 17 Division I [425 hráčů] a 17 Division II [425 hráčů]), intervenční skupina obsahovala 27 institucí (N = 675 sportovců, 16 Division I [400 hráčů] a 11 Division II [275 hráčů]).

Během sledovaného období došlo u intervenční skupiny celkem ke 1305 vystavením sportovní aktivitě v rámci týmu (405 zápasů a 900 tréninků) s průměrnou aplikací prevence dle FIFA 11+ 2,19krát týdně. Týmy, které aplikovaly FIFA 11+ měly dle dat nižší riziko poranění ACL (1,1 %) oproti týmům z kontrolní skupiny (2,4 %), ať už se jednalo o kontaktní nebo nekontaktní mechanismus poranění. Věk zraněných sportovců byl v průměru podobný ( $20,68 \pm 1,46$  let pro kontrolní skupinu;  $20,40 \pm 1,66$  let pro intervenční skupinu). Nebyl nalezen žádný signifikantní rozdíl v počtu poranění vzniklých během tréninkových jednotek a během zápasů mezi kontrolní a intervenční skupinou. Hráčův post (role/pozice v sestavě) nevykazoval žádné rozdíly ve vztahu ke vzniklému poranění. U sportovců v Division I nebyl pozorován žádný rozdíl mezi kontrolní a intervenční skupinou, co se týče míry úrazovosti. Naopak u fotbalistů z Division II byl risk poranění mnohonásobně nižší u intervenční skupiny (1/10 sportovců oproti 9/10 sportovců). Domněnka o vlivu povrchu (živá tráva x umělý povrch) nebyla potvrzena ani jednou metodou zkoumání.

Výsledky studie ukazují, že využitím FIFA 11+ postupů u fotbalistů v univerzitním sportu je možno dosáhnout snížení incidence poranění ACL o 77 %. Autoři dále uvádějí, že samotné využití FIFA 11+ nemusí být v některých případech dostačující. A tak ho doporučují jako vhodný základ pro prevenci jako takovou, s možností dalších úprav a dalšího zkoumání pro rozdílné skupiny probandů, například ženy.

(Silvers-Granelli, 2017)

#### 4.1.2 Biomechanical Changes During a 90° Cut in Collegiate Female Soccer Players With Participation in the 11+

Celeste Dix a její tým publikovali v roce 2021 výsledky studie, která se zabývá biomechanickými změnami v kolenním kloubu u fotbalistek na univerzitní úrovni. Prevenčním programem, jehož vliv studie zkoumá je FIFA 11+ pro prevenci poranění pohybového aparátu specificky ve fotbalovém prostředí. Pro testování vlivu prevenčního programu bylo využito 90° změny směru pohybu. Samotní autoři uvádějí, že již podobné studie existují. V nichž však bylo testovacím biomechanickým prvkem zvoleno bilaterální zatížení jako např. vertical drop jump. Autoři se domnívají, že je vhodnější využít více sportovně-specifických pohybů, potažmo pohybů, ve kterých je nejvíce viditelná častá biomechanika poranění (addukce kyčle, vnitřní rotace kyčle, abdukce kolene a jeho valgozita). Ve fotbale je prudká změna směru jedním z nejvíce prováděných mechanismů. Stanovená výzkumná otázka zní: Vede participace v programu FIFA 11+ ke změnám maximálního abdukčního momentu kolenního kloubu a složek valgózního kolapsu kolene. Hypotézy autorů předpokládaly, že hráčky univerzitního fotbalu, které se účastní FIFA 11+ programu po dobu jedné sezóny, budou vykazovat větší pokles maximálních úhlů addukce kyčle, vnitřní rotace kyčle, abdukce kolene, abdukčního momentu kolene a valgozity kolene než hráčky v kontrolní skupině.

Do studie bylo zařazeno celkem 69 hráček ze 3 týmů působících v NCAA Division I a Division II univerzitních ligách fotbalu v USA. Týmy byly osloveny na základě jejich vzdálenosti od místa testování. Základním požadavkem byla ochota zúčastnit se analýzy pohybového chování a prevenčního programu 11+. Všechny účastníci se hráčky podepsaly před samotným testováním písemný informovaný souhlas, který byl schválen etickou komisí University of Delaware Institutional Review Board. Historie zranění hráček nebyla limitací pro zařazení, pokud byly schopny provést testovaný pohyb (změna směru o 90°). Dva z testovaných týmů byly využity v intervenční skupině, která plnila program 11+ jako rozcvičku před každým tréninkem a zápasem. Zbývající tým fungoval jako skupina kontrolní. Na správné provádění intervenčního programu dohlíželi trenéři a fyzioterapeuté daného týmu, kteří předem prošli školením ohledně vyžadovaných postupů, a kteří se zavázali k plnění povinností vyplývajících z designu studie výzkumnému týmu. Záznam nově vzniklých zranění prováděl pověřený fyzioterapeut a pravidelně ho odesílal autorům studie.



Prevenční program 11+ bylo stanoveno provádět minimálně 3krát týdně během předsezónní přípravy a v průběhu celé univerzitní sezóny (12 týdnů). Kontrolní skupina byla ochotna účastnit se analýzy pohybu před a po sezóně, ale participaci v 11+ tým odmítl. Před tréninky a zápasy nadále prováděli jimi zvolenou standardní rozcvičku skládající se z běhu, dynamického strečinku a přihrávkových cvičení.

Zúčastněné hráčky podstoupily 2 analýzy pohybu (před a po sezóně), při kterých prováděly unilaterální 90° změnu směru (*cutting task*), a které byly nahrávány na 8 kamer současně. K možnosti kvalitnějšího a přesnějšího měření a hodnocení výsledků také přispělo využití zátěžových desek a umístění 22 reflexních bodů na kostěné struktury testovaných. Jejich rozložení bylo provedeno pouze jedním výzkumníkem pro všechny hráčky. Hlavními pohyby, na které se analýza zaměřovala byly: maximální úhel addukce a vnitřní rotace kyčle, maximální úhel abdukce kolene. V rámci hodnocení kolapsu valgozity kolene, jako mechanismu úrazu ACL, byla použita tato rovnice: kolaps valgozity kolene = úhel addukce kyčle + úhel vnitřní rotace kyčle + (úhel abdukce kolene  $\pm$  1), přičemž (+) indikuje větší kolaps valgozity a (-) naopak menší.

Z původních 69 hráček dokončilo před i po sezónní měření pouze 46 (15 kontrolních a 31 intervenčních). Hlavním důvodem pro nezařazení do výsledných dat bylo zranění v průběhu sezóny, které nedovolilo hráčku otestovat na konci sezóny. U kontrolní skupiny byl zjištěn rozdíl v rychlosti provedení o 0,3-0,4 m/s oproti skupině intervenční u dominantní i nedominantní dolní končetiny.

Naměřená data studie částečně podporují hypotézu autorů ohledně vlivu prevence 11+ na valgózní kolaps kolen. Přestože výsledky nelze popsat jako statisticky signifikantní, pokles úhlu valgózního kolapsu kolene o 7,1° převýšil minimální zaznamenanou změnu (dříve stanovenou na 6,4°). Jednalo se však pouze o výsledky na nedominantní dolní končetině. Tento fakt naznačuje skutečnou biomechanickou změnu při využití prevence 11+, ale je potřeba provedení dalších výzkumů. Včetně zkoumání, zda tato minimální měřitelná hodnota opravdu sníží počet poranění ACL či nikoliv.

Limitací této studie je fakt, že nebyla nijak ovlivňována rychlost pohybu při provádění měření. Každá z hráček provedla změnu směru dle svého vlastního „pocitu“.

Studie prokázala, že implementace programu 11+ do každodenního režimu fotbalistek má potenciál pro klinický vliv na biomechaniku kolenního kloubu, a tím ovlivnění rizikového faktoru ruptury ACL. Autoři však také udávají, že cvičení dle 11+ je po většinu času

situováno pouze do roviny sagitální, kdežto kolaps valgózních kolen je pohybem v rovinách frontální a transferzální. V budoucnosti by tedy bylo vhodné propojit 11+ s dalšími programy zaměřujícími se i na ostatní roviny pohybu, popřípadě neuromuskulárním tréninkem, plyometrickými cvičeními a odporovou/silovou přípravou.

(Dix, 2021)

#### 4.1.3 Jump performance in male and female football players

Tento výzkum vedený Amelií J.H. Arundale se zaměřil na rozdíly mezi fotbalisty a fotbalistkami při testování skoků a dopadů. Výsledky byly publikovány v roce 2019. Hlavním „motorem“ studie byly již dříve zjištěné a popsané výrazné asymetrie *musculus quadriceps femoris* u žen, ať už se jedná o sílu nebo funkčnost, jeden rok po plastice ACL. Ty mohou a často i přispívají k druhému poranění vazů. Stejně asymetrie jsou popisovány i u mužů, jejich počet však není tak markantní. Již dříve byla sestavena měření pomocí výskoků z podřepu (tuck jump) nebo seskoků s výskokem (drop vertical jump) a s cílem odhalit rizikové faktory poranění a kontrolovat progres po rekonstrukci ACL, u mužů i u žen. Všechny studie však byly zaměřeny pouze na jedno pohlaví.

Cílem této studie bylo zkoumat rozdíly mezi fotbalisty a fotbalistkami, přiřazenými k sobě dle věku, pozice a tréninkové frekvence, testováním výskoků z podřepu (tuck jump) a seskoků s výskokem (drop vertical, jump; DVJ). Hypotéza zní: Ženy budou mít při testování vyšší skóre tuck jump (více zaznamenaných technických chyb) a zároveň větší nedostatky, jakými jsou: větší valgóza kolen při dopadu, větší asymetrie, bilaterálně větší souhyb do valgózy, vyšší pravděpodobnost maximálního abdukčního momentu a horší kontrolu pohybu kolenních kloubů, během testování DVJ než muži.

Kritéria pro zařazení byla: hráč/hráčka fotbalu, věk 16 – 25 let, bez poranění ACL ve zdravotní historii. 46 fotbalistek splnilo tyto podmínky a mohlo být zařazeno do studie. Oslovené fotbalistky byly vybrány z již dříve prováděné studie na podobné téma (Fältström, 2017). Následně byla přiřazena mužská kontrolní část dle stejných kritérií a byly vytvořeny testované páry. Zahnutí fotbalisté byli osloveni v místních fotbalových týmech. Před samotným testováním provedl každý z účastníků standardizovanou fotbalovou rozcvičku, sestávající se z běhů, 10 dřepů, 10 přitažení špičky (toe raises) a 1 minuty skákání přes švihadlo. Poté následovalo několik nacvičovacích pokusů a familiarizace s testovanými cviky. Každý z probandů prováděl vše ve vlastním oblečení

a vlastní obuvi. Studie byla schválena etickou komisí Regional Ethical Review Board, University of Linköping.

Během měření tuck jump byli účastníci natáčeni dvěma kamerami, jedna snímala rovinu frontální a druhá sagitální. Při hodnocení bylo sledováno 10 různých kritérií a každé z nich se samostatně bodovalo (0 = správné provedení, 1 = chybné provedení). Za abnormalitu je považováno, pokud konečné skóre odpovídá  $\geq 6$ . Tato hodnota je limitní pro zvýšený risk poranění ACL. Hodnocení všech účastníků měla na starosti jedna osoba z výzkumného týmu, aby se předešlo rozdílům v hodnocení a chybě lidského faktoru.

Seskok s výskokem (DVJ) byl prováděn z bedny vysoké 31 cm a každý z účastníků byl předem instruován o správném provedení. Pro zlehčení hodnocení byly vyznačeny body na dolních končetinách a to: velký trochanter, laterální kloubní štěrbina kolenního kloubu, hlavička fibuly, laterální malleolus, patelární šlacha a střed patelly. Celkem probandé prováděli 3 pokusy a každý z nich byl snímán kamerou ve frontální a sagitální rovině. Na závěr se provádělo hodnocení kvantitativní i kvalitativní. Pro kvantitativní hodnocení byl využit pouze nejhorší ze tří pokusů (představuje největší risk poranění). Hodnocení jednotlivých pokusů bylo provedeno na základě těchto kritérií: rozdílný moment seskoku opuštění dolních končetin bedny, rozdílný moment dopadu dolních končetin na podložku, neparalelnost dolních končetin při dopadu, rotace dolních končetin při dopadu, přítomnost valgózního postavení kolen při dopadu, nedodržení šířky oporné báze (šířka ramen) při dopadu a rozdíl v zatížení dolních končetin při dopadu. Každé z těchto kritérií se hodnotilo jedním bodem. Pokus, který měl na konci hodnocení nejvíce bodů byl vybrán pro kvantitativní analýzu. Ta byla provedena dvěma hodnotiteli, jedním pro každé pohlaví. Kvalitativní hodnocení provedení probíhalo na základě záběrů frontální roviny a zaměřovalo se na kvalitu kontroly kolenních kloubů na škále 0 – 2 (0 = dobrá kontrola, 1 = snížená kontrola, 2 = špatná kontrola). Jako „dobrá kontrola“ byl proband hodnocen, pokud při dopadu nedošlo k valgozitě, medio-laterálnímu pohybu a směřování kolen v rovině špiček. Snížená kontrola odpovídá mírné valgozitě a/nebo mírnému medio-laterálnímu pohybu. Špatná kontrola znamená dopad ve valgózním postavení alespoň jednoho kolenního kloubu, kolena nesměřující za špičkami a výrazný medio-laterální pohyb. Každý z provedených pokusů byl ohodnocen jedním výzkumníkem, 2 měsíce po kvantitativní analýze, a pokus s nejhorším (=nejvyšším) bodovým ohodnocením byl použit do výzkumu.

Výsledky studie naznačují existenci rozdílů v klinicky hodnocených měřeních skokových cvičení mezi fotbalisty a fotbalistkami. Ženy měly větší skóre v testovaném tuck jump, což svědčí o větším počtu technických chyb v provedení. Při testování DVJ byla u žen naměřena větší valgozita kolenních kloubů (větší valgózní pohyb) bilaterálně, avšak u mužů mělo valgózní postavení větší asymetrie. Dále nebyl zjištěn žádný rozdíl v maximálním valgózním momentu kolenních kloubů mezi pohlavími, ale z natočeného materiálu je průkazné, že testované probandky dopadají na podložku s menší flexí kyčelních kloubů a menší dorzální flexí hlezna. Z kvalitativního hodnocení DVJ vzešlo větší procento žen se špatnou kontrolou kolenních kloubů než mužů. Výsledky této studie poskytují vhled do rozdílů mezi pohlavími, které by mohly souviset s vyšším rizikem poranění ACL u žen, a s využitím klinicky proveditelných metod, ať už při prevenci poranění, či při rehabilitaci po rekonstrukci ACL. Z hodnocení tuck jump nadále vyplývá zhoršená proximální kontrola pohybů dolních končetin u žen (oslabené svaly kyčelního kloubu) a větší disproporce v síle m. quadriceps femoris a extenzorů kyčle, které autoři připisují hlavně fyziologickým a hormonálním změnám během puberty. Dvě chybná technická provedení se vyskytovala u mužů i žen v podobné míře. Jednalo se celkové zhoršení techniky provádění pohybu v průběhu 10 s (27/46 mužů, 34/46 žen) a o nedodržení dopadové šířky stojné báze – šířka ramen (22/46 mužů, 35/46 žen). V těchto případech by se mohlo jednat o chyby obecně se vyskytující u fotbalu jako takového.

Znalost výsledků této studie by měla přispět ke zlepšení spolupráce, jak v prevenčním (fyzioterapeut + kondiční trenér), tak v rehabilitačním (lékař + fyzioterapeut + kondiční trenér) týmu daných sportovců. Každý jednotlivý člen by se měl podílet na nácviku správné techniky dopadu, potažmo na synchronizaci pohybů, posílení často oslabených extenzorů kyčle a neuromuskulárním tréninku pro zlepšení proximální kontroly u žen.

(Arundale, 2020)

#### 4.1.4 Prevention of severe knee injuries in men's elite football by implementing specific training modules

Poslední ze zvolených studií je výzkum Wenera Krutsche a jeho týmu. I přes neustále rostoucí počet závažných poranění kolenního kloubu v profesionálním/poloprofesionálním fotbale neexistuje dle autorů dostatečný objem studií, které by se na tuto problematiku zaměřovaly. Autoři si tedy dali za cíl zjistit, zda speciálně přizpůsobené tréninkové moduly mohou snížit incidenci poranění kolenních

kloubů i mezi profesionálními sportovci. Studie byla prvně publikována online v roce 2019. Základní hypotézou celého výzkumu bylo, že hráči s přístupem ke speciálním prevenčním tréninkovým jednotkám vykazují nižší incidenci závažných poranění kolenních kloubů než hráči, kteří tyto tréninkové jednotky nevyužívají. Na základě vyhledávání v literatuře, preferencí trenérů a možností profesionálních týmů byly sestaveny a následně implementovány tréninkové moduly se zaměřením na prevenci poranění kolenních kloubů. Studie byla schválena etickou komisí Ethics Committee of the University of Regensburg a provedena během sezóny 2015/2016.

Jako účastníci studie byly vybrány profesionální fotbalové týmy z Bavorska. Pozvánky byly odeslány všem týmům ve 4.-7. německé lize a také profesionálním juniorským týmům. Zařazen byl do výzkumu každý hráč, jehož tým se nacházel právě v těchto úrovních profesionálního fotbalu, a který za tým odehrál alespoň jeden soutěžní zápas. Kritéria pro vyřazení byla: nevyplnění vstupního dotazníku, neodehrání alespoň jednoho soutěžního zápasu a zranění před oficiálním začátkem sezóny. Studie se zúčastnilo 62 týmů s celkem 1527 hráči. Všichni zúčastnění (hráči i trenéři) podepsali informovaný souhlas před začátkem studie. Týmy byly následně rozděleny do dvou skupin, intervenční (provádění nového tréninkového modulu) a kontrolní (vlastní obvyklý tréninkový program). Randomizace nebyla možná, rozdělení do jednotlivých skupin bylo tedy čistě založeno pouze na rozhodnutí trenéra týmu.

Před samotnou implementací postupů bylo potřeba sestavit program na základě preferencí. Z tohoto důvodu byla provedena předběžná studie s cílem prozkoumat rozdílné úhly pohledu na využívané postupy a prevenci jako takovou, ať už z pohledu hráčů, nebo z pohledu trenérů. Úprava intervenčního programu tedy nezáležela pouze na preferencích trenéra, ale kladla důraz i na preference samotných hráčů. Jako jedno z nejvýraznějších zjištění předběžné studie lze uvést fakt, že maximální přijatelné časové rozpětí jakékoliv aktivity je 12 minut. Předběžná studie také odhalila typické nedostatky v obsahu tréninku, které by mohly zabránit vážným zraněním kolena na této fotbalové úrovni – malá četnost cvičení na stabilitu trupu, balančních cvičení, stejně jako skoků a doskoků. Pro zajištění větší spolupráce na výzkumu byly jednotlivé připomínky vzaty v potaz a výzkumný tým je zahrnul do sestavy cviků.

Intervenční program se skládal z pěti vybraných modulů, které odrážely očekávání zúčastněných hráčů, trenérů, týmů a výzkumníků. Tyto moduly byly použity v tréninkových jednotkách minimálně 2krát týdně během celé sezóny. Každý z modulů

obsahoval jedno hlavní a několik alternativních cvičení se specifickými variacemi pohybů a technik, ale s co nejpodobnějším účelem. Jednotlivé moduly se zaměřovaly na: mobilitu/mobilizaci, stabilitu core, stabilitu osy dolní končetiny, skoky a nácvik dopadů (přistání) a obratnost. Následně se týmoví trenéři intervenční skupiny samostatně rozhodli, které z tréninkových modulů by rádi ve svém tréninku využili. Kontrola plnění závazků probíhala pomocí telefonátů a na požádání byla poskytnuta podpora ze strany výzkumníků. Každému z intervenčních týmů bylo předem odesláno DVD s ilustračním provedením jednotlivých cviků, dále byly poskytnuty i další informační materiály. Před začátkem sezóny proběhlo závěrečné školení od člena výzkumného týmu.

Účinek a úspěšnost nastaveného preventivního programu byly analyzovány pomocí statistik zranění každého zúčastněného týmu za celé období studie. K individuálnímu sběru dat byl využit dotazník, který vyplňoval každý hráč samostatně (např. údaje o celkové expozici fotbalu) a dále o každém novém zranění informovali výzkumný tým pověřený členové lékařské sekce jednotlivých týmů (lékaři nebo fyzioterapeuté). Jednotlivé diagnózy mohly být stanoveny pouze lékařem. Údaje o zraněních a expozici fotbalové aktivitě byl zdokumentovány a zaslány koordinátorovi studie jako zpráva za pololetí. Tato studie se zaměřovala na závažná poranění kolene, tj. ruptury ACL, PCL, MCL, LCL, poranění chrupavek a menisků, zlomeniny kolenního kloubu a luxace česky. Ostatní poranění kolene, jakými jsou např. kožní léze, pohmožděnin, podvrtnutí nebo potíže způsobené přetížením byly registrovány jako lehká poranění, ale nebyly dále hodnoceny ani zahrnuty do výsledků.

Z celkem 1527 do studie zahrnutých hráčů muselo být při hodnocení vyloučeno 397 z důvodů: neúplné hlášení o úrazech, chybějící zápasové zatížení nebo změna týmu během sezóny. Celková četnost zranění se mezi skupinami výrazně nelišila (3,27/1000 h u intervenční a 3,23/1000 h u kontrolní skupiny). Z 51 % se všechna zranění udála mezi srpnem a říjnem a z 50 % v sobotu nebo neděli (pravděpodobně zápasové zatížení). U intervenční skupiny bylo nejčastěji zaznamenáno poranění menisků (0,14/1000 h aktivity), u kontrolní se jednalo o léze MCL nebo LCL (0,30/1000 h aktivity).

Z výsledků studie vyplývá, že u intervenční skupiny došlo k výraznému snížení incidence závažných poranění kolenního kloubu oproti skupině kontrolní (0,38 vs. 0,68/1000 h aktivity). Studie tímto dokázala, že FIFA 11+ a PEP prevenční programy, ze kterých z většiny vycházela, dokáží snížit incidenci vážných poranění kolenního kloubu až o 50 %, a to i na profesionální úrovni fotbalu.

V závěru autoři zmiňují důležitost pokračování v prevenčních programech intervenčních skupin i po skončení samotného zkoumání. Poukazují na fakt, že v naprosté většině případů dojde k vyřazení zkoumané cvičení z tréninkových jednotek ihned po ukončení výzkumu, z důvodu, že nastavený program nevyhovuje, ani trenérům, ani hráčům. Proto je dle autorů nutné postavit každý prevenční program na individuálních preferencích, jako tomu bylo v této studii.

(Krutsch, 2020)

## 4.2 Souhrnná tabulka

Název studie	Autor	Datum publikace	Informace o skupině probandů	Výsledky studie
Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players?	Holly J. Silvers-Granelli	7.4.2017	Fotbalisté 18-25 let, Division I a II NCAA (výzkum v letech 2012-13), intervenční skupina podstupovala cvičení před každým tréninkem i zápasem 15-20 min, intervence: FIFA 11+	Došlo ke snížení incidence poranění ACL u intervenční skupiny.
Biomechanical Changes During a 90° Cut in Collegiate Female Soccer Players With Participation in the 11+	Celeste Dix	2.6.2021	Fotbalistky, průměrně 19,1 roku, Division I a II NCAA, 2 týmy intervenční 1 kontrolní, implementace 3x/týden v průběhu 1 sezóny (12 týdnů); intervence: 11+	Došlo ke změně biomechanického chování kolenního kloubu při využití prevenčního programu 11+, lze tedy využít jako částečnou prevenci poranění ACL.
Jump performance in male and female football players	Amelia J. H. Arundale	30.10.2019 - 2020	46 žena a 46 mužů (vytvořené dvojice na porovnání), 16-25 let, výzkum během let 2012-17, porovnání v rámci věku, herní pozice a tréninkové zátěže; bez intervence	Testování potvrdilo rozdíly biomechaniky kolenních kloubů při dopadu u mužů a u žen. Studie potvrzuje nutnost rozdílů v prevenci, popřípadě terapii mezi pohlavími.
Prevention of severe knee injuries in men's elite football	Werner Krutsch	20.9.2019 - 2020	Muži, 16-45 let, 4.-7. fotbalová liga + 1. juniorská, 998	Studie prokazuje snížení incidence závažných poranění



by implementing specific training modules			absolvovalo prevenční program, 12 min, min 2x/týden; intervence: 11+, PEP	kolenních kloubů při pravidelném využívání prevenčních programů (11+, PEP) v kombinaci s požadavky zúčastněných až o 50 %.  Také potvrzuje proveditelnost v profesionálním prostředí.
---	--	--	--	--

## 5 DISKUSE

Cílem této práce bylo ozřejmit, zda existuje rozdílná prevence a terapie u fotbalistů a fotbalistek. K tomuto cíli byla vymezena jedna výzkumná otázka: „Existuje rozdílná prevence a terapie po ruptuře ACL a následném operačním řešení u fotbalistů a fotbalistek?“. Ke zodpovězení této výzkumné otázky byla provedena literární rešerše, kde na základě stanovených kritérií bylo možné zařadit pouze 4 studie. Na základě analýzy těchto 4 studií je možné odpovědět na výzkumnou otázku: Po zhodnocení studie není doloženo, že by bylo využito rozdílných postupů u žen a u mužů. Bylo využito stejných prevenčních programů u mužů i u žen. V obou případech měly programy pozitivní prevenční efekt na počet poranění nebo omezení rizikových faktorů.

Vzhledem k tomu, že v každé studii byla použita rozdílná hodnotící kritéria a většina studií s prevencí měla pohlavně homogenní skupinu probandů, je snížena schopnost porovnat výsledky jednotlivých studií mezi sebou.

### 5.1 Diskuse k doporučením UEFA

S narůstajícím počtem zranění ACL a s větší „medializací“ tohoto problému se tímto tématem rozhodla zabývat i Evropská fotbalová asociace (UEFA). Dne 6. 12. 2023 bylo vydáno stanovisko ohledně nově sestavených výzkumných a hodnotících týmů, které by měly do léta 2024 publikovat nový konsenzus týkající se prevence a postupů managementu poranění ACL v ženském fotbale. Následně by také mělo dojít k zhotovení prevenčního programu včetně kompletních guidelines pod záštitou UEFA (UEFA, 2023).

Má práce naznačuje, že neexistují rozdílné přístupy, a proto vzhledem k doporučení UEFA je možné doufat, že se situace v ženském fotbale se zřetelem na poranění ACL v brzké dobělepší.

Z mého pohledu by v nově sestavených guidelines, specifikovaných pro ženský fotbal, měl být kladen důraz na správnou biomechaniku kolenního kloubu, obecné posílení svalů kyčelního kloubu (včetně krátkých stabilizátorů) a na intramuskulární, neuromuskulární a celkovou kinematiku a koordinaci zapojení celé dolní končetiny do prováděného pohybu. Tento můj názor vychází ze studia článků autorů: Hägglund (2013), Lindblom (2014), Dix (2020) nebo Pollard (2017).

Dále je také velice důležité pravidelné testování, ať už se jedná o testy pouze klinické nebo laboratorní (Di Paolo, 2023), kde v obou případech lze odhalit hráčky s větší

prevalencí pro vznik poranění, z pohledu aktuálního stavu organismu, ale i z pohledu dlouhodobého (Collings, 2022; Myer, 2013).

V neposlední řadě by měly být nové guidelines rozděleny na prevenci pro dospělé a prevenci pro „děti“. Protože jak uvádí např. Arundale (2019) nebo Taghizadeh Kerman (2023), rizikové faktory poranění ACL se začínají projevovat nejčastěji s nástupem puberty a větším vlivem hormonů. Je tedy nutné začít s prevencí již v dětském věku, nejen pro prevenci jako takovou, ale i pro získání správných návyků a stereotypů do dospělosti.

## 5.2 Diskuse k shodným a rozdílným přístupům

Z výsledků mého zkoumání je patrné, že co se týče terapie neexistuje, v současné době, žádný rozdíl v přístupech mezi muži a ženami. Většina terapeutických postupů je naprosto stejná a řídí se již dříve stanovenými guidelines. Všichni autoři se však ve svých publikovaných článcích zmiňují o nutnosti implementace správných postupů pro terapii po rekonstrukci ACL u žen. Ať už se jedná o větší zaměření na neuromuskulární trénink, například v podobě plyometrických nebo senzomotorických cvičení, nebo pravidelné testování svalové síly a symetrie zapojení aktivních stabilizátorů kolenního kloubu. Bohužel například terapeutické testování symetrického zapojení svalů pomocí přístroje Cybex je v současné chvíli stále ještě pro ženské fotbalové týmy finančně nedostupné. Proto je nutné více a pravidelně využívat klinické testování jako například Y-Balance Test, STAR Excursion Balance Test, DVJ a tuck jump, side hop test, změny směru s kamerovým záznamem, které jsou klinicky průkazné a dokáží poměrně spolehlivě odhalit i drobné patologie a asymetrie dolních končetin, jak uvádí Di Paolo (2023), Bulow (2019), nebo Fälström (2023). Di Paolo (2023) také uvádí přítomnost rozdílu ve výsledcích v testování v laboratoři a ve venkovním prostředí a doporučuje provádění všech testů mimo posilovnu.

Podobné výsledky vyplývají i ze zkoumání studií zaměřených na prevenci poranění ACL. V současné chvíli není stanoven ani aplikován specifický postup, který by rozlišoval mezi pohlavími. Avšak existuje velké množství studií, pro obě pohlaví, které zkoumá možný vliv určitých druhů cvičení na biomechaniku a kinematiku kolenního kloubu a tím možné ovlivnění rizikových faktorů poranění. Některé ze studií se zaměřují na posílení středu těla (core), např. Celebrini (2014), Ferri-Caruana (2020) nebo Whyte (2018). Jiné zkoumají vliv neuromuskulárního tréninku, který je více autory zmiňován jako jedna z nejdůležitějších prevencí u žen, např. Nagelli (2021), Noyes (2013) a Hägglund (2013).

Bohužel však nejde žádným způsobem dohlížet na implementaci doporučených programů a postupů v jednotlivých týmech. Je tedy pouze na odpovědnosti jednotlivce, ať už se jedná o hráčku, hráče, či trenéra, zda se bude sám informovat o nových trendech v prevenci a zařadí je do své kariéry či nikoliv.

### 5.3 Diskuse k efektu terapie po poranění ACL vzhledem k hodnotícím kritériím

Na základě prostudovaných zdrojů, které se zabývaly prevencí a terapií poranění ACL není jednoduché hodnotit efekt těchto postupů. Protože v jednotlivých výzkumech jsou k hodnocení efektu používány rozdílné hodnotící postupy. K těm patří: hodnocení biomechaniky kolenního kloubu při sportovně specifických pohybech – DVJ, tuck jump, změny směru, side hop test (Arundale, 2018; Dix, 2021; Fältström, 2023); pozorování rozdílů incidence poranění ACL a obecně kolenního kloubu (Krutsch, 2020; Silvers-Granelli, 2017; Whyte, 2018). V souvislosti s hledáním správných postupů by bylo vhodné tvořit studie, ve kterých je využito stejných hodnotících kritérií, tak aby výsledky studií byly lépe porovnatelné. Dále se žádná z mnou vyhledaných studií nezabývá rozdílnými využitelnými metodami přímo v postupu terapie, v každé studii existují pouze odkazy, na již výše zmiňované terapeutické guidelines. Ty jsou však dle mého názoru moc všeobecné.

### 5.4 Diskuse k aktuálně používaným preventivním metodám

Ze studií zařazených do mé diplomové práce vyplývá, že nejčastěji využívanými prevenčními programy jsou tyto: FIFA 11+ nebo 11+ a PEP. Oba dva byly využity k hodnocení v mnou vybraných studiích pro tuto rešerši.

PEP program (Prevent injury and Enhance Performance Program) prokázal snížení incidence primárních i sekundárních poranění ACL. Jedná se o sestavu cvičení/pohybů, které by měly nahradit jakoukoliv jinou rozcvičku před sportovní/fotbalovou aktivitou. Do sestavy jsou zařazeny cviky na: warm-up, stretching, posilování, plyometrie a sportovně specifický pohybový trénink. Pro maximální výsledky by měl být PEP program zařazen do tréninkové jednotky 2 – 3krát týdně jak uvádí Gilchrist (2008). Cviky a metody z tohoto programu byly využity ve studii, kterou publikoval Krutsch (2020), který také poukazuje na to, že nejvhodnější prevence je ta, která je složená z více prevenčních programů, a která odpovídá preferencím trenérů i samotných hráčů.

FIFA 11+ také jinak nazývaný pouze 11+ je, jak už název napovídá, prevenční program sestavený Mezinárodní fotbalovou asociací (FIFA). V tomto případě lze pomocí 11+ nahradit rozcvičku, ale lze ho také zařadit jen částečně do tréninkové jednotky. Celá sestava se skládá ze tří částí, přičemž část číslo 2 má modifikovatelnou obtížnost. Část první je uzpůsobena na 8 minut pohybu a jedná se o běžecká cvičení v nízké rychlosti. Část č. 2 zahrnuje cvičení silová, plyometrická a balanční, která jsou prováděna po dobu 10 minut. Závěrečná část je opět běžecká se zaměřením na rychlost, změny směru, výskoky a dopady. Třetí část je rozplánována na 2 minuty. Různé zdroje, jako např. Bizzini (2015) uvádějí, že je nutné provádět tuto prevenci minimálně 2krát týdně po dobu 9 týdnů, aby se dostavily první pozorovatelné výsledky. Využití 11+ jako prevenčního programu se objevilo ve výzkumech prováděných Dix (2021) a Silvers-Granelli (2017), z využitých studií pro mou diplomovou práci, a např. Sigurðsson (2022) nebo Arundale (2018) ze studií nevyužitelných. Limitem 11+ programu je poměrně dlouhá doba od jeho sestavení. Poprvé byl zveřejněn již v roce 2008.

## 5.5 Limity práce

Je nutné uvést, že jsem si vědom limitů, které má práce má. I přes to, že pomocí studií, které byly do rešerše zařazeny je možné zodpovědět mnou stanovenou výzkumnou otázkou. Je nutné brát můj výsledek s určitou rezervou, a to z důvodu nízkého počtu vyhovujících studií. Dle stanovených kritérií vyhovovaly pouze 4 studie, které sice prezentovaly výsledky získané u poměrně velkých skupin sportovců, považuji právě tento nízký počet za zásadní limit. Za další limit považuji, že ne ve všech studiích bylo pracováno s ženskými a mužskými probandy zároveň.

## 6 ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zjistit, zda existuje rozdílná prevence a terapie při poranění ACL v ženském a mužském fotbale.

První část práce byla zaměřena na teoretická východiska a aktuální stav sledované problematiky: narůstajícího počtu poranění ACL ve fotbalovém prostředí. V rámci teoretických východisek zde byly zmíněny i rozdíly mezi muži a ženami, ať už se jedná o pohled anatomie, fyziologie, biomechaniky či kinematiky pohybu; dále také rizikové faktory poranění, jejichž pozorování může sloužit i jako screeningová metoda v rámci prevence. V neposlední řadě se první část zabývala i možnostmi léčby při ruptuře ACL, konzervativní i chirurgické s jednotlivými postupy.

V druhé části práce bylo cílem vytvořit literární rešerši a získat odpověď na stanovenou výzkumnou otázku o rozdílnosti prevence a terapie v ženském a mužském fotbale. Po vyhledání studií splňujících stanovená kritéria byly všechny 4 studie analyzovány a následně byly sepsány výsledky jednotlivých výzkumů. Každá ze studií v diskusi zdůrazňuje nutnost individuálního uzpůsobení prevenčních programů s ohledem na skupinu, pro kterou má být prevenční program přínosem. Většina z nich však tuto individualizaci neprovedla a zkoumala spíše obecný přínos jednotlivých, již dříve sestavených, prevenčních programů. K individualizaci došlo v jednom případě, který se však zaměřoval pouze na mužské profesionální soutěže v Bavorsku. Na téma rozdílnosti v terapii nebylo možné vyhledat studie žádné.

Ve studiích splňujících stanovená kritéria neexistuje dohledatelná rozdílná prevence a terapie poranění ACL pro ženský a mužský fotbal. V dnešní době je využíváno stejných prevenčních a terapeutických postupů pro obě pohlaví.

## Zdroje

1. AMIS, A. A. a G. P. DAWKINS. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament. Fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume* [online]. 1991, **73-B(2)**, 260-267 [cit. 2023-08-12]. ISSN 0301-620X. Dostupné z: doi:10.1302/0301-620X.73B2.2005151
2. ARUNDALE, A. J. H., J. KVIST, M. HÄGGLUND a A. FÄLTSTRÖM. Jumping performance based on duration of rehabilitation in female football players after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2019, **27(2)**, 556-563 [cit. 2022-11-24]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/s00167-018-5154-5
3. ARUNDALE, A. J. H.; KVIST, J.; HÄGGLUND, M. a FÄLTSTRÖM, A. Jump performance in male and female football players. Online. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020, roč. 28, č. 2, s. 606-613. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05747-1>. [cit. 2024-03-30].
4. ARUNDALE, A. J. H.; SILVERS-GRANELLI, H. J.; MARMON, A.; ZARZYCKI, R.; DIX, C. et al. Changes in biomechanical knee injury risk factors across two collegiate soccer seasons using the 11+ prevention program. Online. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2018, roč. 28, č. 12, s. 2592-2603. ISSN 0905-7188. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/sms.13278>. [cit. 2024-04-12].
5. ARUNDALE, A. J.H.; BIZZINI, M.; GIORDANO, A.; HEWETT, T. E.; LOGERSTEDT, D. S. et al. Exercise-Based Knee and Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention. Online. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2018, roč. 48, č. 9, s. A1-A42. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <https://doi.org/10.2519/jospt.2018.0303>. [cit. 2024-01-30].
6. BARTONÍČEK, J., ČECH, O., SOSNA, A. Poranění vazivového aparátu kolenního kloubu. 1.vyd. Praha: Avicenum, 1986. 195s. ISBN 08-088-86
7. BIZZINI, M. a DVORAK, J. FIFA 11+: an effective programme to prevent football injuries in various player groups worldwide—a narrative review. Online. *British Journal of Sports Medicine*. 2015, roč. 49, č. 9, s. 577-579. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094765>. [cit. 2024-04-12].
8. BULOW, A.; ANDERSON, J. E.; LEITER, J. R.; MACDONALD, P. B. a PEELER, J. THE MODIFIED STAR EXCURSION BALANCE AND Y-BALANCE TEST RESULTS DIFFER WHEN ASSESSING PHYSICALLY HEALTHY ADOLESCENT FEMALES. *International journal of sports physical therapy*. 2019, roč. 14, č. 2, s. 192-203.
9. CASADO, M., R. SEIJAS, A. PÉREZ-BELLMUNT, R. NAVARRO, P. RAGAZZI a P. ALVAREZ. Epidemiology of Primary Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Men and Women. *International Journal of Sports and Exercise Medicine* [online]. 2019, 2019-03-31, **5(1)** [cit. 2023-09-08]. ISSN 24695718. Dostupné z: doi:10.23937/2469-5718/1510114

10. CELEBRINI, R. G.; ENG, J. J.; MILLER, W. C.; EKEGREN, C. L.; JOHNSTON, J. D. et al. Effect of a Novel Movement Strategy in Decreasing ACL Risk Factors in Female Adolescent Soccer Players. Online. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2014, roč. 24, č. 2, s. 134-141. ISSN 1050-642X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/JSM.000000000000014>. [cit. 2024-03-30].
11. COLLINGS, T. J.; DIAMOND, L. E.; BARRETT, R. S.; TIMMINS, R. G.; HICKEY, J. T. et al. Strength and Biomechanical Risk Factors for Noncontact ACL Injury in Elite Female Footballers: A Prospective Study. Online. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2022, roč. 54, č. 8, s. 1242-1251. ISSN 1530-0315. Dostupné z: <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002908>. [cit. 2022-12-02].
12. CROSS, M. J. Anterior cruciate ligament injuries: Treatment and Rehabilitation. Sydney, 1998. [online]. [cit.2012-01-10]. Dostupné na <http://www.sportsci.org/encyc/aclinj/aclinj.html#1>.
13. CULVIN, A. *Dr Alex Culvin: Are we asking the right questions on ACL injuries?* Online. 2023. Dostupné z: <https://fifpro.org/en/supporting-players/health-and-performance/injury-prevention-disability-long-term-effect-de-training/dr-alex-culvin-are-we-asking-the-right-questions-on-acl-injuries/>. [cit. 2023-12-13].
14. ČIHÁK, R., *Anatomie*. 2., upr. a dopl. vyd. Ilustroval Milan MED, ilustroval I. HELEKAL. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-7169-970-5.
15. DI PAOLO, S.; NIJMEIJER, E.; BRAGONZONI, L.; DINGSHOFF, E.; GOKELER, A. et al. Comparing lab and field agility kinematics in young talented female football players: Implications for ACL injury prevention. Online. *European Journal of Sport Science*. 2023, roč. 23, č. 5, s. 859-868. ISSN 1746-1391. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2064771>. [cit. 2024-03-30].
16. DIX, C.; ARUNDALE, A.; SILVERS-GRANELLI, H.; MARMON, A.; ZARZYCKI, R. et al. Biomechanical Changes During a 90° Cut in Collegiate Female Soccer Players With Participation in the 11+. Online. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2021, roč. 16, č. 3. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/001c.22146>. [cit. 2024-03-30].
17. DIX, C.; ARUNDALE, A.; SILVERS-GRANELLI, H.; MARMON, A.; ZARZYCKI, R. et al. BIOMECHANICAL MEASURES DURING TWO SPORT-SPECIFIC TASKS DIFFERENTIATE BETWEEN SOCCER PLAYERS WHO GO ON TO ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY AND THOSE WHO DO NOT: A PROSPECTIVE COHORT ANALYSIS. Online. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2020, roč. 15, č. 6, s. 928-935. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/ijspt20200928>. [cit. 2024-04-12].
18. DOMNICK, C.; RASCHKE, M. J. a HERBORT, M. Biomechanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques. Online. *World Journal of Orthopedics*. 2016, roč. 7, č. 2. ISSN 2218-5836. Dostupné z: <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i2.82>. [cit. 2023-08-12]. DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0550-8.



19. DUTHON, V. B., C. BAREA, S. ABRASSART, J. H. FASEL, D. FRITSCHY a J. MÉNÉTREY. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2006, **14**(3), 204-213 [cit. 2023-08-12]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/s00167-005-0679-9
20. EGGLI, S.; KOHLHOF, H.; ZUMSTEIN, M.; HENLE, P.; HARTEL, M. et al. Dynamic intraligamentary stabilization: novel technique for preserving the ruptured ACL. Online. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2015, roč. 23, č. 4, s. 1215-1221. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00167-014-2949-x>. [cit. 2023-11-28].
21. FÄLTSTRÖM, A.; HÄGGLUND, M. a KVIST, J. Functional Performance Among Active Female Soccer Players After Unilateral Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Compared With Knee-Healthy Controls. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. 2017, roč. 45, č. 2, s. 377-385. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546516667266>. [cit. 2024-03-30].
22. FÄLTSTRÖM, A.; HÄGGLUND, M.; HEDEVİK, H.; LINDBLÖM, H. a KVIST, J. The side hop test: Validity, reliability, and quality aspects in relation to sex, age and anterior cruciate ligament reconstruction, in soccer players. Online. *Physical Therapy in Sport*. 2023, roč. 62, s. 39-45. ISSN 1466853X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2023.05.008>. [cit. 2024-03-30].
23. FERRI-CARUANA, A., B. PRADES-INSA a P. SERRA-AÑÓ. Effects of pelvic and core strength training on biomechanical risk factors for anterior cruciate ligament injuries. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2020, **60**(8) [cit. 2022-11-24]. ISSN 00224707. Dostupné z: doi:10.23736/S0022-4707.20.10552-8
24. GANS, I.; RETZKY, J. S.; JONES, L. C. a TANAKA, M. J. Epidemiology of Recurrent Anterior Cruciate Ligament Injuries in National Collegiate Athletic Association Sports: The Injury Surveillance Program, 2004-2014. Online. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2018, roč. 6, č. 6. ISSN 2325-9671. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/2325967118777823>. [cit. 2024-01-30].
25. GILCHRIST, J.; MANDELBAUM, B. R.; MELANCON, H.; RYAN, G. W.; SILVERS, H. J. et al. A Randomized Controlled Trial to Prevent Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Collegiate Soccer Players. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. 2008, roč. 36, č. 8, s. 1476-1483. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546508318188>. [cit. 2024-04-12].
26. GIRGIS, F. G., J. L. MARSHALL a A R S Al. MONA JEM. The Cruciate Ligaments of the Knee Joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research* [online]. 1975, **106**, 216-231 [cit. 2023-08-12]. ISSN 0009-921X. Dostupné z: doi:10.1097/00003086-197501000-00033
27. GOKELER, A., B. DINGENEN a T. E. HEWETT. Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We

- in 2022? *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation* [online]. 2022, 4(1), e77-e82 [cit. 2023-09-07]. ISSN 2666061X. Dostupné z: doi:10.1016/j.asmr.2021.10.025
28. GORNITZKY, A. L., A. LOTT, J. L. YELLIN, P. D. FABRICANT, J. T. LAWRENCE a T. J. GANLEY. Sport-Specific Yearly Risk and Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears in High School Athletes. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2016, 44(10), 2716-2723 [cit. 2023-09-06]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546515617742
  29. GREIG, M. Concurrent changes in eccentric hamstring strength and knee joint kinematics induced by soccer-specific fatigue. Online. *Physical Therapy in Sport*. 2019, roč. 37, s. 21-26. ISSN 1466853X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.02.003>. [cit. 2024-01-30].
  30. HÄGGLUND, M.; ATROSHI, I.; WAGNER, P. a WALDÉN, M. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. Online. *British Journal of Sports Medicine*. 2013, roč. 47, č. 15, s. 974-979. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092644>. [cit. 2024-03-30].
  31. HAYASHI, H., D. KUROSAKA, M. SAITO, R. IKEDA, E. KIJIMA, Y. YAMASHITA a K. MARUMO. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Bone–Patellar Tendon–Bone Graft Through a Rectangular Bone Tunnel Made With a Rectangular Retro-dilator: An Operative Technique. *Arthroscopy Techniques* [online]. 2017, 6(4), e1057-e1062 [cit. 2023-09-07]. ISSN 22126287. Dostupné z: doi:10.1016/j.eats.2017.03.018
  32. HERBST, E., C. HOSER, C. HILDEBRANDT, C. RASCHNER, C. HEPPEGER, H. POINTNER a C. FINK. Functional assessments for decision-making regarding return to sports following ACL reconstruction. Part II: clinical application of a new test battery. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2015, 23(5), 1283-1291 [cit. 2023-09-07]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/s00167-015-3546-3
  33. HEWETT, T. E., G. D. MYER, K. R. FORD, M.V. PATERNO a C. E. QUATMAN. The 2012 ABJS Nicolas Andry Award: The Sequence of Prevention. *Clinical Orthopaedics & Related Research* [online]. 2012, 470(10), 2930-2940 [cit. 2023-09-06]. ISSN 0009-921X. Dostupné z: doi:10.1007/s11999-012-2440-2
  34. HOLLIS, J. M., S. TAKAI, D. J. ADAMS, S. HORIBE a S. L.-Y. WOO. The Effects of Knee Motion and External Loading on the Length of the Anterior Cruciate Ligament (ACL): A Kinematic Study. *Journal of Biomechanical Engineering* [online]. 1991, 1991-05-01, 113(2), 208-214 [cit. 2023-08-12]. ISSN 0148-0731. Dostupné z: doi:10.1115/1.2891236
  35. CHIA, L., D. DE OLIVEIRA SILVA, M. WHALAN, M. J. MCKAY, J. SULLIVAN, C. W. FULLER a E. PAPPAS. Non-contact Anterior Cruciate Ligament Injury Epidemiology in Team-Ball Sports: A Systematic Review with Meta-analysis by Sex, Age, Sport, Participation Level, and Exposure

- Type. *Sports Medicine* [online]. 2022, **52**(10), 2447-2467 [cit. 2023-09-08]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-022-01697-w
36. JANDA, V. a D. PAVLŮ. *Goniometrie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1993. Učební text (Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví). ISBN 80-7013-160-8.
  37. KRUTSCH, W.; LEHMANN, J.; JANSEN, P.; ANGELE, P.; FELLNER, B. et al. Prevention of severe knee injuries in men's elite football by implementing specific training modules. Online. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020, roč. 28, č. 2, s. 519-527. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05706-w>. [cit. 2024-03-30].
  38. LINDBLÖM, H.; WALDÉN, M.; CARLFJÖRD, S. a HÄGGLUND, M. Implementation of a neuromuscular training programme in female adolescent football: 3-year follow-up study after a randomised controlled trial. Online. *British Journal of Sports Medicine*. 2014, roč. 48, č. 19, s. 1425-1430. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093298>. [cit. 2024-04-12].
  39. MALAHIAS, M-A.; CHYTAS, D.; NAKAMURA, K.; RAOULIS, V.; YOKOTA, M. et al. A Narrative Review of Four Different New Techniques in Primary Anterior Cruciate Ligament Repair: “Back to the Future” or Another Trend? Online. *Sports Medicine - Open*. 2018, roč. 4, č. 1. ISSN 2199-1170. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0145-0>. [cit. 2023-11-28].
  40. MYER, G. D.; STROUBE, B. W.; DICESARE, C. A.; BRENT, J. L.; FORD, K. R. et al. Augmented Feedback Supports Skill Transfer and Reduces High-Risk Injury Landing Mechanics. Online. *The American Journal of Sports Medicine*. 2013, roč. 41, č. 3, s. 669-677. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0363546512472977>. [cit. 2024-04-12].
  41. NAGELLI, C. V.; WORDEMAN, S. C.; DI STASI, S.; HOFFMAN, J.; MARULLI, T. et al. Neuromuscular Training Improves Biomechanical Deficits at the Knee in Anterior Cruciate Ligament–Reconstructed Athletes. Online. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2021, roč. 31, č. 2, s. 113-119. ISSN 1050-642X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000723>. [cit. 2024-03-30].
  42. NOYES, F. R.; BARBER-WESTIN, S. D.; TUTALO SMITH, S. T. a CAMPBELL, T. A Training Program to Improve Neuromuscular and Performance Indices in Female High School Soccer Players. Online. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2013, roč. 27, č. 2, s. 340-351. ISSN 1064-8011. Dostupné z: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825423d9>. [cit. 2024-03-30].
  43. NÝDRLE, M., VESELÁ, H. Jedna kapitola ze speciální rehabilitace poranění kolenního kloubu. 1.vyd. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1992. 75s. ISBN 80-7013-128-4
  44. POLLARD, C. D.; SIGWARD, S. M. a POWERS, C. M. ACL Injury Prevention Training Results in Modification of Hip and Knee Mechanics During a Drop-Landing Task. Online. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2017, roč. 5, č.

9. ISSN 2325-9671. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/2325967117726267>. [cit. 2024-04-12].
45. SIEGEL, L., C. VANDENAKKER-ALBANESE a D. SIEGEL. Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2012, **22**(4), 349-355 [cit. 2023-09-07]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/JSM.0b013e3182580cd0
46. SIGURÐSSON, H. B.; BRIEM, K.; GRÄVARE SILBERNAGEL, K. a SNYDER-MACKLER, L. Don't Peak Too Early: Evidence for an ACL Injury Prevention Mechanism of the 11+ Program. Online. *International Journal of Sports Physical Therapy*. 2022, roč. 17, č. 5. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/001c.36524>. [cit. 2024-04-12].
47. SILVERS-GRANELLI, H. J.; BIZZINI, M.; ARUNDALE, A.; MANDELBAUM, B. R. a SNYDER-MACKLER, L. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? Online. *Clinical Orthopaedics & Related Research*. 2017, roč. 475, č. 10, s. 2447-2455. ISSN 0009-921X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s11999-017-5342-5>. [cit. 2024-03-30].
48. TAGHIZADEH KERMAN, M.; BRUNETTI, C.; YALFANI, A.; ATRI, A. E. a SFORZA, C.. The Effects of FIFA 11+ Kids Prevention Program on Kinematic Risk Factors for ACL Injury in Preadolescent Female Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. Online. *Children*. 2023, roč. 10, č. 7. ISSN 2227-9067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/children10071206>. [cit. 2024-04-12].
49. UNION OF EUROPEAN FOOTBALL ASSOCIATIONS [UEFA]. *UEFA introduces a new initiative to better understand anterior cruciate ligament (ACL) injuries*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.uefa.com/insideuefa/news/0288-19a14c25105e-ff792d3ade68-1000--uefa-introduces-a-new-initiative-to-better-understand-anteri/>. [cit. 2023-12-13].
50. VAN MELICK, N., R. E. H. VAN CINGEL, F. BROOIJMANS, C. NEETER, T. VAN TIENEN, W. HULLEGIE a M. W. G. NIJHUIS-VAN DER SANDEN. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 2016, 2016-11-28, **50**(24), 1506-1515 [cit. 2023-09-07]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: doi:10.1136/bjsports-2015-095898
51. WALDÉN, M., M. HÄGGLUND, H. MAGNUSSON a J. EKSTRAND. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2011, **19**(1), 11-19 [cit. 2022-11-24]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/s00167-010-1170-9
52. WALDÉN, M., M. HÄGGLUND, J. WERNER a J. EKSTRAND. The epidemiology of anterior cruciate ligament injury in football (soccer): a review of the literature from a gender-related perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. 2011, **19**(1), 3-10 [cit. 2023-09-06]. ISSN 0942-2056. Dostupné z: doi:10.1007/s00167-010-1172-7
53. WHYTE, E. F.; RICHTER, C.; O'CONNOR, S. a MORAN, K. A. Effects of a dynamic core stability program on the biomechanics of cutting maneuvers: A

- randomized controlled trial. Online. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2018, roč. 28, č. 2, s. 452-462. ISSN 0905-7188. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/sms.12931>. [cit. 2024-03-30].
54. WRIGHT, R. W., A. K. HAAS, J. ANDERSON, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Rehabilitation. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. 2015, 7(3), 239-243 [cit. 2022-11-24]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738113517855
55. ZEBIS, M. K., L. L. ANDERSEN, J. BENCKE, M. KJÆR a P. AAGAARD. Identification of Athletes at Future Risk of Anterior Cruciate Ligament Ruptures by Neuromuscular Screening. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 2009, 37(10), 1967-1973 [cit. 2023-09-06]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/0363546509335000