

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Michal Vrbík**

**Preventivní vyšetření sportovců v ČR a  
porovnání tělesných parametrů u sportovců  
odlišných sportovních disciplín**

**Bakalářská práce**

Praha 2019

Autor práce: **Michal Vrbík**

Vedoucí práce: **MUDr. Kryštof Slabý**

Oponent práce: **MUDr. Jan Pokorný**

Datum obhajoby: **2019**

## **Bibliografický záznam**

VRBÍK, Michal. Preventivní vyšetření sportovců v ČR a porovnání tělesných parametrů u sportovců odlišných sportovních disciplín. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2019. 93 s. Vedoucí bakalářské práce MUDr. Kryštof Slabý.

## **Abstrakt**

Cílem práce je zmapovat rozsah a obsah povinných preventivních vyšetření sportovců v ČR. Obsah povinného vyšetření bude zkoumán z pohledu prevence závažného poškození kardiovaskulárního, respiračního a dalších systémů. Podrobně se zaměřím na odchylky pohybového aparátu, které mohou zvyšovat riziko akutních zranění či poškození z přetížení. Dále pro modelový sport, v mém případě fotbal, popíši na základě literatury ukázkový fenotyp sportovce s důrazem na odchylky potenciálně vedoucí k poškození hybného systému včetně specifických sportovních zranění. Součástí práce bude i kasuistika vyšetření sportovce provozujícího fotbal a zhodnocení jeho fenotypu v porovnání s literaturou.

## **Klíčová slova**

Sportovní prohlídka, vyšetření, rizikové faktory pro zranění, prevence poškození

## **Abstract**

The aim of this work is to document the content and extent of preventive checkups of sportsmen in Czech republic. The content of obligatory checkups will be examined upon its impact on preventing serious injuries of the movement apparatus as well as diseases of circulatory system and other internal systems.

I am going to describe typical abnormalities of myoskeletal apparatus which may increase the possibility of acquiring acute or overuse injury.

Consecutively an exemplary phenotype of a sportsmen will be presented. I chose fotball and I will describe the typicall aberrations which potentially lead to trauma of the movements apparatus including typical injuries.

The work will also contain a case report of examination of footballer. I will then compare the findings with the typical phenotype of footballist described in literature.

## **Keywords**

Preparticipation evaluation, screening, risk factors for injury, prevention of damage

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně pod vedením MUDr. Kryštofa Slabého, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 12. 8 2019

Michal Vrbík

## **Poděkování**

Rád bych velice poděkoval vedoucímu své bakalářské práce MUDr. Kryštofu Slabému za odborné vedení, konzultace, cenné rady a podporu, bez nichž by nebylo vypracování tématu možné.

Dále děkuji MUDr. Vojtěchu Illingerovi za ukázkou preventivní sportovní prohlídky včetně doplňujících vyšetření v praxi, Ing. Zdeňku Smrčkovi za rešeršní služby a pacientovi, se kterým se mi výborně spolupracovalo a ochotně podstoupil sportovní prohlídku a vyšetření fyzioterapeutem.

Na závěr děkuji Haně Ruferové za podporu a jazykovou korekturu.

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>9</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK</b> .....	<b>7</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1 PREVENTIVNÍ VYŠETŘENÍ SPORTOVců</b> .....	<b>10</b>
1.1 CÍLE PREVENTIVNÍHO VYŠETŘENÍ SPORTOVců .....	11
1.2 OBSAH PREVENTIVNÍHO VYŠETŘENÍ SPORTOVců .....	12
1.2.1 Anamnestické údaje.....	12
1.2.2 Fyzikální vyšetření.....	13
1.2.3 Klidové EKG .....	13
1.2.4 Komplexní fenotyp sportovního srdce jako adaptace na tělesnou zátěž .....	15
1.2.5 Ergometrie a zátěžová elektrokardiografie .....	16
1.2.6 Antropometrické vyšetření .....	17
1.2.7 Výstup vyšetření .....	18
1.2.8 Načasování preventivní prohlídky .....	19
1.3 PREVENCE POŠKOZENÍ JEDNOTLIVÝCH ORGÁNOVÝCH SOUSTAV .....	20
1.3.1 Prevence kardiovaskulárního poškození .....	20
1.3.2 Náhlá srdeční smrt .....	21
1.3.3 Prevence poškození myoskeletálního aparátu.....	24
1.3.4 Prevence poškození dalších orgánových systémů .....	25
<b>2 ODCHYLKY POHYBOVÉHO APARÁTU ZVYŠUJÍCÍ RIZIKO ZRANĚNÍ</b> .....	<b>26</b>
2.1 ÚVOD .....	26
2.1.1 Rizikové faktory pro zranění a poškození z přetížení .....	27
2.1.2 Určení rizikových faktorů .....	29
2.2 PORANĚNÍ HLAVY, PÁTEŘE A MÍCHY .....	31
2.2.1 Pasivní stabilita krční páteře .....	31
2.2.2 Aktivní stabilita krční páteře.....	31
2.2.3 Poranění hlavy, krční páteře a míchy.....	31
2.2.4 Vliv síly svalů krční páteře na komoci mozku .....	32
2.2.5 Bolesti beder .....	33
2.3 SVALOVÁ ZRANĚNÍ .....	34
2.3.1 Poranění m. quadriceps femoris.....	35
2.3.2 Poranění hamstringů .....	35
2.3.3 Poranění adduktorů u hráčů ledního hokeje.....	37
2.4 PORANĚNÍ KLOUBŮ, LIGAMENT A FASCIÍ .....	38
2.4.1 Úvod .....	38
2.4.2 Rameno .....	38
2.4.3 Bolest třísla .....	42
2.4.4 Syndrom iliotibiálního traktu .....	44
2.4.5 Poranění kolene .....	45
2.4.6 Tendinopatie lig. patellae.....	48
2.4.7 Medialní tibiální syndrom.....	51
2.4.8 Tendinopathie achillovy šlachy .....	51
2.4.9 Poranění hlezna.....	52
2.4.10 Plantární fascitida .....	53
2.5 FRAKTURY A JEJICH RIZIKOVÉ FAKTORY .....	54
2.5.1 Úvod .....	54
2.5.2 Obecné rizikové faktory .....	54
2.5.3 Únavová zlomenina žeber.....	55
2.5.4 Únavová zlomenina holenní kosti.....	55
2.5.5 Zlomenina zánártních kůstek .....	56
2.6 FOTBALOVÁ ZRANĚNÍ .....	57
2.6.1 Úvod .....	57
2.6.2 Typický fenotyp fotbalisty.....	58

<b>3</b>	<b>SPECIÁLNÍ ČÁST PRÁCE-KAZUISTIKA .....</b>	<b>63</b>
3.1	METODIKA PRÁCE .....	63
3.2	ANAMNÉZA .....	63
3.3	FYZIKÁLNÍ VYŠETŘENÍ: .....	64
3.4	SPIROMETRIE .....	65
3.5	SPIROERGOMETRIE .....	65
3.6	KLIDOVÉ EKG .....	66
3.7	ZÁTĚŽOVÉ EKG .....	66
3.8	ULTRAZVUK .....	67
3.9	ECHOKARDIOGRAFIE .....	68
3.10	ASPEKCE .....	68
3.10.1	Vyšetření zepředu .....	68
3.10.2	Vyšetření z boku .....	69
3.10.3	Vyšetření zezadu .....	69
3.11	PALPACE .....	69
3.12	CHŮZE .....	70
3.13	DÉLKY A OBVODY DKK .....	70
3.14	GONIOMETRIE .....	71
3.15	SPECIFICKÉ TESTY .....	71
3.16	FUNCTIONAL MOVEMENT SCREEN (FMS) .....	72
3.17	VYHODNOCENÍ FMS .....	74
3.18	ZHODNOCENÍ VYŠETŘENÍ .....	74
3.19	POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VYŠETŘENÍ S LITERATUROU .....	74
	<b>DISKUZE .....</b>	<b>76</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERENČNÍ SEZNAM .....</b>	<b>79</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK .....</b>	<b>91</b>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

AHA:	Americká kardiologická společnost
ACL:	přední křížový vaz
BMI:	index tělesné hmotnosti
BSA:	velikost tělesného povrchu [m <sup>2</sup> ]
CMP:	cévní mozková příhoda
DKK:	dolní končetiny
ECHO:	echokardiografie
EKG:	elektrokardiografie
HKK:	horní končetiny
CHOPN:	chronická obstrukční plicní nemoc
ICHS:	ischemická choroba srdeční
ITBS:	syndrom iliotibiálního traktu
KVO:	kardiovaskulární onemocnění
KVS:	kardiovaskulární screening
LDK:	levá dolní končetina
lig.:	ligamentum
LK:	levá komora
OI:	overuse injury, tedy poškození z přetížení
PA:	pohybová aktivita
PDK:	pravá dolní končetina
PFP:	patellofemorální bolestivý syndrom
PK:	pravá komora
PPE:	preparticipační vyšetření
PT:	tendinopatie patellárního vazů
RK:	ramenní kloub
RCI:	trojúhelníkový prostor ohraničený šlachou podlopatkového svalu, nadhřebenového svalu a zobákovitým výběžkem

ROM:	rozsah pohybu v kloubu
RR:	relativní riziko
RTG:	rentgenový snímek
SCD:	náhlá srdeční smrt
SF:	únavová zlomenina
TF:	tepová frekvence
LTFA:	přední talofibulární vaz
TFmax:	maximální tepová frekvence
TK:	krevní tlak
TrP:	spoušťový bod
VO2max:	maximální spotřeba kyslíku [ $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$ ]
VSV:	vrozené srdeční vady

# ÚVOD

Existuje široká škála poškození zdraví sportovce prováděnou sportovní aktivitou. Od fatálních (náhlá smrt), přes nefatální poškození řady orgánových soustav, až po přechodné obtíže bez trvalých nebo dlouhodobých následků. Výsledkem jsou pak zdravotní komplikace, snížená participace na sportu a obecně snížená kvalita života sportovce.

Proto je tedy ideální těmto stavům předcházet, místo spoléhat se pouze na léčbu následků.

Mnoho z rizikových faktorů lze diagnostikovat ještě v asymptomatickém období. Pokud je potenciální či probíhající patologie odhalena včas, je intervence úspěšnější, levnější a pro sportovce i méně traumatizující. Velká část z nich je odstranitelná vhodnou terapií, kompenzací, či je možné se působení rizikového faktoru vyhnout případnou avoidancí. Včasná detekce rizikových faktorů je jedním z účelů preventivního vyšetření sportovce.

# 1 PREVENTIVNÍ VYŠETŘENÍ SPORTOVců

Mnoho tradičních sportovních institucí jako jsou vysoké školy nebo profesionální sportovní týmy vyžadují v běžné praxi preventivní sportovní prohlídku. Z pohledu institucí jde především o snahu, aby se sportovních aktivit, které organizují, neúčastnili vysoce rizikovní jedinci. I když by primárním cílem mělo být umožnit adekvátní pohyb co největšímu množství osob tak, aby měl co nejlepší vliv na jejich zdraví. Smyslem prohlídek je včasné odhalení rizikových faktorů a zvolení optimální intervence v závislosti na specifických sportovních požadavcích daného sportu a zdravotního stavu sportovce. Tato vyšetření nemají za cíl vyřadit sportovce ze sportovní aktivity, pokud to není nezbytně nutné. Jejich cílem je snížit morbiditu a mortalitu během participace na sportu. (1)

Byla provedena studie o způsobilosti pro kompetitivní sporty. Vyšetřeno bylo 318 dívek a 415 chlapců z šestnácti různých sportů. Průměrný věk chlapců a dívek byl 12 let. Ze sportu bylo dočasně vyloučeno 5,6 % probandů. Trvalé zamítnutí způsobilosti se však týkalo pouze tří sportovců. Trvalá vyloučení ze sportu jsou tedy vzácná, na rozdíl od doporučení na terapii a prevenci týkající se především pohybového aparátu. Zajímavým zjištěním také bylo, že v 52 případech byl stanovitelný nález na RTG snímku. Mezi nálezy byla například spondylolistéza a další, což je poměrně překvapivé zjištění v takto nízkém věku. (2)

V průběhu sportovní prohlídky mohou být dle uvážení lékaře v závislosti na nálezů indikována doplňující vyšetření. Literatura udává, že doplňující vyšetření v důsledku abnormálního nálezů v průběhu preparticipačního vyšetření dále podstoupí mezi 3,2 % až 13,9 % sportovců. (3)

V konečném výsledku je kvůli závažnému zdravotnímu nálezů v průběhu PPE vyloučeno ze sportovní aktivity mezi 0,3-1,3 % sportovců. (3) Na tomto údajů se shodují i další práce například Young et al. udává, že ve skupině vysokoškolských sportovců PPE vyřadí ve méně než 1 % sportovců. (1)

Účelem preventivního vyšetření u těchto sportovců je zejména posoudit adekvátnost aktuální a zamýšlené sportovní aktivity ve vztahu ke zdravotnímu stavu a očekávanému vývoji základního onemocnění a z toho plynoucích zdravotních rizik, včetně zhoršení základního onemocnění. (4)

Preventivní sportovní prohlídka je tedy běžně požadovaným lékařským vyšetřením jak pro amatérské, tak profesionální sportovce všech věkových skupin. Hlavním cílem je maximalizovat zdraví sportovců a předcházet zdravotním komplikacím. (5)

Ačkoliv se studie neshodují na tom, do jaké míry PPE snižuje morbiditu a mortalitu během participace při sportu. PPE může odhalit stavy predisponující sportovce ke zranění či nemoci a někdy je schopné nabídnout strategie jak předcházet rizikům či zraněním. (3)

PPE bylo primárně zavedeno pro screening a prevenci fatálních komplikací při sportu. Toto vyšetření může však přinášet i další benefity jakými je mimo jiné prevence akutních i chronických myoskeletálních poranění díky screeningu rizikových faktorů pro budoucí zranění a vhodné terapeutické intervenci. (6)

## **1.1 Cíle preventivního vyšetření sportovců**

Mezi hlavní cíle PPE patří zjištění zdravotního stavu a odhalení případných poruch, které by se mohly stát zdravotním rizikem při provádění sportu, zejména funkčních poruch hybného systému. Dále slouží pro stanovení tělesné zdatnosti a některých tělesných vlastností. Zjištěné hodnoty slouží k posouzení, zda odpovídají zamýšlenému typu a intenzitě sportovního tréninku. Sportovní svazy a trenéři často porovnávají výkonost sportovců z jednoho týmu. Někteří sportovci mají ve smlouvách stanovené, jakých výkonnostních parametrů musí během sportovní sezóny dosahovat i přesto, že korelace mezi hodnotami dosaženými při zátěžovém vyšetření a vlastním sportovním výkonem není zcela jasná. (7)

Důležité je též doporučení takových pohybových aktivit a sportovních odvětví, které mají pozitivní vliv na upevnění zdraví. Vedou ke zvýšení tělesné zdatnosti a zlepšují zdravotní stav. Dále upevňují sebedůvěru a podporují psychickou regeneraci. (7)

Obzvláště důležité je to v dětském věku, kdy je třeba vybrat vhodnou sportovní disciplínu, která dítě nejen baví, ale je pro něj vhodná i z hlediska zdravotního stavu a predispozic. Je přinejmenším nešťastné, když je nutné měnit druh sportu po měsících až letech intenzivního tréninku například proto, že jedinec je přirozeně hypomobilní a má limitovaný rozsah pohybu v kyčlích a dělá balet. Všechny tyto faktory je nutné brát

v potaz již při výběru vhodné sportovní aktivity a v případě nejistoty se poradit s odborníkem.

## **1.2 Obsah preventivního vyšetření sportovců**

### ***1.2.1 Anamnestické údaje***

Každé vyšetření má obsahovat podrobnou anamnézu. Kromě obvyklé osobní a rodinné anamnézy, se dotazujeme na případy náhlého úmrtí v rodině při pohybové aktivitě. Zjišťujeme úroveň PA, intenzitu a počet tréninkových jednotek a četnost soutěží. Vhodné je tázat se též na dosavadní výsledky sportovní činnosti, které napoví o výkonnostní úrovni sportovce. Pokud je vyšetřovaný aktivní, ptáme se na jeho každodenní pohybový režim a jiné volnočasové aktivity. Otázky jsou také zaměřeny na symptomy limitující zátěž, jako jsou prekolapsové či kolapsové stavy, bolest na hrudi při námaze, neadekvátní dušnost či arytmie. (7) Podrobnější vyšetření je nezbytné u osob s anamnézou zranění pohybového aparátu. (5)

Anamnéza má být odebrána a posouzena na začátku každé prohlídky. Lékařský rozhovor odhalí více než 75 % klinicky významných nálezů a je považován za nejcennější nástroj sloužící k odhalení rizikových faktorů. (8)

Pro usnadnění PPE existují různé dotazníky, např. dotazník dle Lausannských doporučení pro sportovce pod 35 let věku, který obsahuje systém otázek pro odhalení rodinné a osobní anamnézy, která by mohla zvýšit riziko SCD nebo vést k závažnému poškození zdraví při sportovním výkonu. (7) AHA doporučuje pro screening kongenitálních KVO u mladých sportovců 14 bodový kontrolní seznam, který doporučuje, na co se soustředit v osobní a rodinné anamnéze a při fyzikálním vyšetření. (9)

Podrobná anamnéza je tedy nedílnou součástí PPE a napomáhá k odhalení rizikových jedinců se zdravotními komplikacemi, které jsou potenciálně nebezpečné pro účast při sportu, zvyšují riziko zranění či jinak limitují sportovní výkon a měla by být doplněna o další otázky oproti běžné anamnéze. Samotná anamnéza může podle některých autorů odhalit podstatnou část zdravotních obtíží 88 % a až 67 % problémů pohybového aparátu. (10)

Na druhou stranu některé práce udávají, že samotná anamnéza či anamnéza doplněná fyzikálním vyšetřením nemá a ani nemůže mít samostatně dostatečnou senzitivitu a specifitu, a proto je důležité ji doplnit o další součásti PPE či jiná specializovaná vyšetření.

### **1.2.2 Fyzikální vyšetření**

Fyzikální vyšetření je zaměřené na posouzení zdravotního stavu jednotlivých orgánových systémů s důrazem na kardiovaskulární a myoskeletální systém. (5)

Zahrnuje pečlivou auskultaci kardiorepiračního systému, kdy se hodnotí srdeční ozvy a případný srdeční šelest, posuzuje se také femorální puls pro vyloučení koarktace aorty a dalších patologií. Hodnotí se respirační systém a zaměřujeme se i na anatomické a funkční poruchy hybného aparátu. Dále se zaměřujeme na poruchy růstu či proporcionality eventuálně na známky Marfanova syndromu. V případě závažnější poruchy pohybového ústrojí je vhodná konzultace se specialistou (ortoped, rehabilitační lékař či fyzioterapeut). Součástí fyzikálního vyšetření je měření krevního tlaku vsedě a v případě potřeby vleže či vestoje. Důležité je zvolit manžetu o adekvátní šířce. (7)

Myoskeletální screening je též součástí PPE a skládá se z obecného vyšetření pohybového aparátu, kloubně specifických vyšetření, funkčních testů a nakonec sportovně specifických testů. Případné nálezy musí být hodnoceny v kontextu sportovní aktivity, které se jedinec věnuje a vztahy na úroveň maturace a sportovního výkonu.

Pozornost věnujeme také vyšetření zraku, včetně využití optotypů. Myopie a jiné poruchy očního ústrojí vyžadují pozornost odborníka zvláště u kontaktních sportů, které jsou spojeny s otřesy a sportů se zvýšenými nároky na zrak (motoristické sporty, střelba). Případné nálezy jako anisokorii, nystagmus a další, které jsou suspektní z neurologického postižení, je vhodné konzultovat s neurologem. (7)

Zorný perimetr se vyšetřuje konfrontačně či přístrojově. Pro vyšetření zrakové ostrosti se užívají Snellovy tabule, dále se používají Ishiharovy tabulky k určení barvocitu. Důležité je vždy vyšetřit obě oči. Testování je vhodné podstoupit s korektivními pomůckami (brýle, kontaktní čočky), které hráč používá při sportu. (11) Vyšetření zraku je důležitou součástí a případné nedidiagnostikované poruchy mohou vést k úrazům při sportu či zhoršení vady.

### **1.2.3 Klidové EKG**

V České republice se v souladu s doporučením Evropské kardiologické společnosti používá kromě anamnestického dotazníku a fyzikálního vyšetření ještě standartní 12 svodové klidové EKG. (12)

Provedení klidového EKG se doporučuje u mužů nad 40 let a u žen nad 50 let celosvětově.

Doporučuje se i u starších neaktivních osob nebo u osob s více než dvěma rizikovými faktory, a sice u mužů po 45 roce a u žen po padesátém roce života před zahájením zejména intenzivních řízených programů preventivních PA. (7)

Vzhledem ke sportovní adaptaci a tzv. atletickému srdci viz dále, by při použití standardních EKG kritérií pro běžnou populaci u sportovců docházelo k vysokému množství falešně pozitivních nálezů. Používají se proto tedy odlišná standardizovaná kritéria (poslední International criteria-Drezner/Sharma BJSM 2017) (13)



### ***1.2.4 Komplexní fenotyp sportovního srdce jako adaptace na tělesnou zátěž***

Utomi v review a metaanalýze zjistil, že všechny strukturální parametry LK, PK a průměr levé síně byly větší u sportovců, než u kontrolní skupiny nespportujících. Adaptace na vytrvalostní a odporový trénink, se odlišovala pouze u end- diastolického průměru a objemu LK, který je vyšší u vytrvalostních než u silových sportů. (14) Pro to, jak vypadá výsledná remodelace myokardu, je klíčová sportovní disciplína, tréninkový objem, etnická příslušnost, BSA, pohlaví a věk. (14; 15; 16) Je dobře známo, že pokud je myokard vystaven intenzivní objemové či tlakové zátěži po dostatečně dlouhou dobu podstupuje strukturální a funkční adaptaci. Při hodnocení změn myokardu je třeba hodnotit srdce jako celek a nesoustředit se pouze na LK. (17)

Baggish et al. a další pozorovali koncentrickou remodelaci myokardu po 3 až 6 měsících odporového tréninku. (17; 18)

Nadále platí, že jedinci trénující vytrvalostně, či v kombinaci se sporty s vysokou dynamickou či statickou složkou mají větší rozměry srdečních oddílů než nespportující populace (a než čistě silově sportující), což je částečně dané velikostí (výška, BSA) v některých sportech, ale platí to i po indexaci rozměrů na BSA. Zvětšení srdečních oddílů je na horní hranici normálního rozpětí nebo těsně nad ní (LK a síň, PK, méně i pravá síň), ale ne v pásmu jasné patologie. Naproti tomu rozměry aorty se významně neliší. Vzhledem k většímu cirkulujícímu objemu často dochází k dilataci dolní duté žíly, ale bez dalších známek doprovázejících plicní hypertensi.

Adaptace na silovou aktivitu jako takovou (bez dalších vlivů jako genetická predispozice, VSV či probíhající onemocnění) vede k daleko menším změnám – koncentrické remodelaci spíše než hypertrofii, u některých k mírně horší diastolické funkci LK, ale obvykle k žádným dalším změnám.

Komplexní pochopení srdeční struktury a funkce v různorodé sportovní populaci je tedy zásadní pro odlišení normálního nálezu sportovního srdce a již patologie na EKG a ECHO. (17)

V důsledku strukturální a funkční adaptace myokardu na zátěž, ke které dochází u sportovců, nastávají i změny v elektrické aktivitě myokardu. Tyto změny se projevují odlišnostmi na EKG. Pro kliniky je velmi důležité, být schopný rozlišit, které změny vznikají jako sportovní adaptace v důsledku tréninku, a které jsou již známkami onemocnění. (19)

Pro usnadnění interpretace a posouzení adekvátnosti EKG změn ve vztahu k zátěži u konkrétního sportovce existují pro klinické lékaře kritéria pro hodnocení EKG abnormalit u sportovců, která jsou průběžně aktualizována a kromě obecných doporučení jsou pro některé sporty k dispozici i doporučení věnující se podrobněji konkrétním disciplínám mimo jiné cyklistice či basketbalu, rozdílným etnikům a věkovým skupinám. (20)

### ***1.2.5 Ergometrie a zátěžová elektrokardiografie***

Ergometrie je nejčastěji užívána k odhalení onemocnění srdce, nejčastěji ischemie myokardu. Diagnostický přínos velmi závisí na pravděpodobnosti onemocnění již v období před vlastním testem (předtestová pravděpodobnost). Nevýhodou je, poměrně častá falešná pozitivita u asymptomatických jedinců, která může vést k indikování četných přídatných vyšetření (např. angiografie) pro vyloučení patologie. Klasická meta-analýza udává 68% senzitivitu a specificitu pod 80 % pro odhalení ischemie. Test by tedy měl být určen především pro symptomatické pacienty nebo jedince se zvýšeným rizikem cévních onemocnění. (21) Zátěžový test dále může sloužit pro zhodnocení odpovědi krevního tlaku na tělesnou zátěž, detekovat poruchu srdečního rytmu při zátěži nebo pomoci odhalit a zhodnotit další příznaky nastávající v průběhu fyzické aktivity. Velkým přínosem je hodnocení fyzické zdatnosti a případného zlepšení po sportovním tréninku. Výhodou je též porovnání výkonnosti s ostatními. (21)

Zátěžový test různého typu podle druhu sportu se pak provádí v indikovaných případech u vrcholových sportovců. (7) Do této skupiny patří jedinci vykonávající vrcholový sport na úrovni státní sportovní reprezentace, nebo ti, co se na obdobnou sportovní aktivitu připravují jako členové rezortního sportovního centra, sportovního centra mládeže nebo obdobného zařízení pro přípravu mládeže. Dále pak všichni, kteří se věnují tzv. zdravotně náročným sportovním disciplínám, bez ohledu na úroveň soutěže, více viz. příloha č. 1 k vyhlášce č. 391/2013 Sb. (22)

Zátěžový test lze provádět různými protokoly buď s kontinuálním zvyšováním zátěže až do maximálního možného úsilí nebo protokolem s více stupni zátěže, které volíme nejčastěji v tříminutových intervalech či podle potřeby. (7)

Součástí ergometrie je také zátěžové EKG, které nabývá na významu, pokud je prováděno v modifikaci napodobující podmínky sportovního tréninku či maximálního zatížení při závodě. (7) Umožňuje pak hodnotit srdeční akci v situaci, která se mnohem více blíží stavu při sportovní aktivitě, než při klidovém EKG a má tedy vyšší výpovědní hodnotu. Důležité je vždy nález na zátěžovém EKG hodnotit ve vztahu k EKG klidovému.

### ***1.2.6 Antropometrické vyšetření***

Antropometrické vyšetření slouží k posouzení tělesného složení. Klíčovými prvky antropometrie jsou výška, váha, BMI, obvody měřené v pase, bocích a končetinách a měření tloušťky kožní řasy prostřednictvím kaliperu. Antropometrie je důležitá, protože poskytuje údaje užívané jako diagnostická kritéria pro obezitu, která významně zvyšuje riziko kardiovaskulárních onemocnění, hypertenze, diabetes mellitus a mnoha dalších. Dalším využitím je posouzení adekvátnosti výživy u dětí a těhotných. Navíc může být antropometrické vyšetření základem pro hodnocení vývoje zdatnosti. (23)

Antropometrické vyšetření má význam především u dětí před zahájením sportovního tréninku. Hodnotí se současný výchozí stav a odchylky od běžného populačního vývoje podle růstových a hmotnostních percentilových grafů, BMI (hmotnost v kg/druhá mocnina výšky v metrech) je třeba u dětí hodnotit odlišně než u dospělých, a to pomocí percentilových grafů. Tento systém umožňuje posuzovat, zda se mladý sportovec vyvíjí přiměřeně i při intenzivní zátěži. Pro relevantní závěr, je však třeba dlouhodobějšího sledování. (7)

U dospělých sportovců má význam sledování tělesné hmotnosti, jejíž větší změny mohou v případě úbytku ukazovat na probíhající latentní onemocnění nebo při vyloučení náhlého poklesu výkonnosti na nevhodný způsob života. Zvýšení hmotnosti svědčí o neadekvátním příjmu potravy. (7)

### ***1.2.7 Výstup vyšetření***

Zdraví sportovci obdrží formální posouzení způsobilosti k účasti na sportu. Při opodstatněných nálezech, může být také stanovena dočasná nezpůsobilost až do doby úspěšného absolvování specifické léčby, testů nebo rehabilitační péče. Další z možností je stanovení trvalé nezpůsobilosti pro určité skupiny sportů či sport jako celek. Sporty mohou být klasifikovány jako kolizní, kontaktní či nekontaktní. Další možností je dělení dle fyzické intenzity a charakteru zátěže. (5)

V případě potřeby je součástí výstupu PPE plán další léčebné intervence a indikace specializovaných vyšetření.

Pokud byl proveden zátěžový test, je v závěru zhodnocení tělesné zdatnosti a uvedeno, zda byl ukončen pro celkovou fyziologickou únavu, či pro jinou příčinu limitující dosažení maximální zátěže. Dále se hodnotí zátěžové EKG, akcelerace tepové frekvence v zátěži a maximální dosažená tepová frekvence. Zdatnost se hodnotí mimo jiné dle dosaženého VO<sub>2</sub>max a při interpretaci je porovnána s referenčními hodnotami vztaženými na věk a pohlaví. Pokud je hodnotitelný anaerobní práh, je možné doporučit orientační rozsahy tepové frekvence pro trénink, je však vždy nezbytné vzít v potaz, při jakém zátěžovém vyšetření bylo dosaženo maximální tepové frekvence. Maximální dosažená tepová frekvence se bude lišit v závislosti na tom, zda byl zátěžový test proveden na běhátku, biciklovém ergometru či sportovně specifickém trenažeru.

Hodnotí se též reakce krevního tlaku při tělesné zátěži. Naměřené hodnoty krevního tlaku v zátěži interpretujeme dle norem v závislosti na věku, pohlaví, intenzitě a typu zátěže (statická či dynamická). (7) Existuje obecně přijímané tvrzení, že hypertonická reakce na zátěž je slabým prognostickým ukazatelem závažné srdeční dysfunkce. Nicméně nedávné meta- analýzy docházejí k poněkud odlišnému závěru. Nepřiměřený vzestup tlaku při submaximální zátěži zvyšuje četnost kardiiovaskulárních příhod a mortalitu, To vše nezávisle na hodnotách klidového krevního tlaku. Obecně proto platí (zejména u prehypertoniců), že jedinci s hypertonickou reakcí na zátěž mají vyšší riziko a dokonce je možné, že ve skutečnosti mají nediodagnostikovanou hypertenzi. Jejich prognóza v delším časovém horizontu je horší než u pacientů bez hypertonické reakce na zátěž. (24)

Nejsou data na to, že by zátěžová hypertonická reakce u nehypertonika (nediabetika bez orgánových komplikací) měla být indikací k antihypertenzní terapii u závodního sportovce. I vzhledem k potenciálním nežádoucím účinkům antihypertensiv, tedy není nasazena medikace. Jedinec je však dlouhodobě sledován.

### ***1.2.8 Načasování preventivní prohlídky***

Navzdory běžné praxi se většina autorů shoduje na tom, že by mělo vyšetření proběhnout nejméně 6 týdnů před začátkem sezóny, aby byl čas na případná doplňková vyšetření, léčbu a rehabilitaci před účastí na sportu. (25) V praxi to velice komplikuje velmi dlouhá objednávací doba, takže 6 týdnů před zahájením sezóny často nestačí.

Z hlediska interpretace a hodnocení výsledků, je důležité, aby opakovaná preventivní vyšetření probíhala ve stejné části sportovní sezóny. Pokud tomu tak není, obtížně se porovnávají aktuální výsledky s těmi předchozími.

## 1.3 Prevence poškození jednotlivých orgánových soustav

### 1.3.1 Prevence kardiovaskulárního poškození

Přiměřená pravidelná PA má celou řadu zdravotních benefitů. Ani sportovci však nejsou imunní vůči kardiovaskulárním nemocem. Sportovní aktivita zvyšuje požadavky na srdeční činnost což přináší i jistá rizika. (26)

Hlavní náplní preventivních prohlídek je prevence fatálních komplikací, jako je náhlá srdeční smrt, které se podrobněji věnuji v dalším textu práce a dalších onemocnění kardiovaskulárního systému.

Kardiovaskulární screening u sportovců je vyžadován a rutinně prováděn před účastí ve sportu. Časná detekce rizikových jedinců je nezbytná, pro zahájení vhodné léčby, režimových opatření a případné restrikce od PA. Představa o optimální strategii KVS se liší. Centrem kontroverze je klidové EKG a jeho senzitivita, specifita a cost-efektivita. AHA nedoporučuje klidové EKG plošně u nerizikových jedinců jako součást preventivní sportovní prohlídky, zatímco Evropská kardiologická společnost doporučuje. (12) Důvody proč tomu tak je, jsou nad rámec tohoto textu. Důležité je však zmínit, že v České republice se řídíme doporučeními Evropské kardiologické společnosti a stanoviskem České společnosti tělovýchovného lékařství, které klidové EKG do standartní PPE zahrnují.

Zátěž může urychlit rozvoj zděděné predispozice ke kardiomyopatii, což bylo potvrzeno jak na myších modelech, tak u lidí s desmosomální mutací. Desmosomální mutace v kombinaci se zátěží se manifestuje rychlejším rozvojem arytmogenní kardiomyopatie pravé komory, která vede kromě arytmií také k dysfunkci pravé komory. Což u sportovců s neadekvátním, zejména vysokoobjemovým dynamickým tréninkem může vyústit v nutnost transplantace srdce či smrt. (27; 28)

Data ukazují, že dlouhodobá intenzivní zátěž může být schopna sama o sobě indukovat fibrotickou remodelaci a to především u pravé komory. Dat je málo a není zcela jasné, zda fibrotickou remodelaci indukuje i u jedinců bez prokazatelné genetické predispozice. Či zda se nejedná o jedince s genetickou predispozicí, kterou zatím nejsme schopni diagnostikovat. (21)

PA a především neadekvátní silová zátěž mohou zhoršit kardiovaskulární poškození, o to více pokud je praktikována během probíhajícího KVO např. myokarditidy, hypertrofie LK, chlopenních vad či aortopatií. Intenzivní PA zatěžuje

myokard a má negativní vliv na léčbu KVO. Což v důsledku může vést k progresi poškození kardiovaskulárního aparátu. Příkladem jsou klinická pozorování, která odhalila velké subepikardiální fibrotické regiony, pravěpodobně nejčastěji zapříčiněné jizvením v následku prodělané (a nevhodně léčené) myokarditidy. (21)

Vzhledem k výše uvedenému existují KVO, jejichž průběh může být zhoršen PA, je pravidelný KVS nedílnou součástí PPE.

Z hlediska oběhového systému jsou vysoce rizikovými skupinami sportovci věnující se nejnáročnějším disciplínám z hlediska zatížení oběhu a to především cyklisté, veslaři, maratonci a další sporty vyžadující velký srdeční výdej. Druhou obsáhlou skupinou jsou sportovci věnující se silovým disciplínám, kdy je oběh enormně tlakově zatížen. Příkladem je vzpírání, silový trojboj nebo strongman.

Kromě průběžného KVS existuje celá řada indikací ke kardiovaskulárnímu vyšetření. Mezi která patří mimo jiné zhoršení již známého KVO, či zdravotního stavu obecně, některá infekční onemocnění, předoperační vyšetření či provádění vysoce rizikových činností. (21)

### ***1.3.2 Náhlá srdeční smrt***

Mezi hlavní cíle PPE patří prevence náhlé srdeční smrti u sportovců.

SCD spojená se sportem je definována jako neočekávané umrtí, které nastane během, či krátce po zátěži (s variabilním časovým odstupem až do 24hodin v závislosti na zdroji), pokud je doloženo svědkem či nastane u jedince, který byl jinak považovaný za zdravého. Někdo započítává do incidence i jedince, kteří prodělali potenciálně fatální srdeční příhodu a přežili díky včasné defibrilaci. (21) Pro správné určení incidence je důležitá shodná definice SCD. Dále přesný popis okolností smrti ve vztahu k PA včetně její obvyklé intenzity. Diagnóza SCD má být potvrzena pitvou a post mortem genetickým vyšetřením, má být doplněno také vyšetření na doping a návykové látky. (29) Některé práce popisují vysokou míru přítomnosti alkoholu, až 4 z 10 obětí SCD a dalších návykových látek (hlavně konopí a kokaine). (30; 31) To může být vysvětleno tím, že alkohol má zaprvé potenciálně arytmogenní účinek a za druhé zhoršuje či oddaluje subjektivní vnímání obtíží.

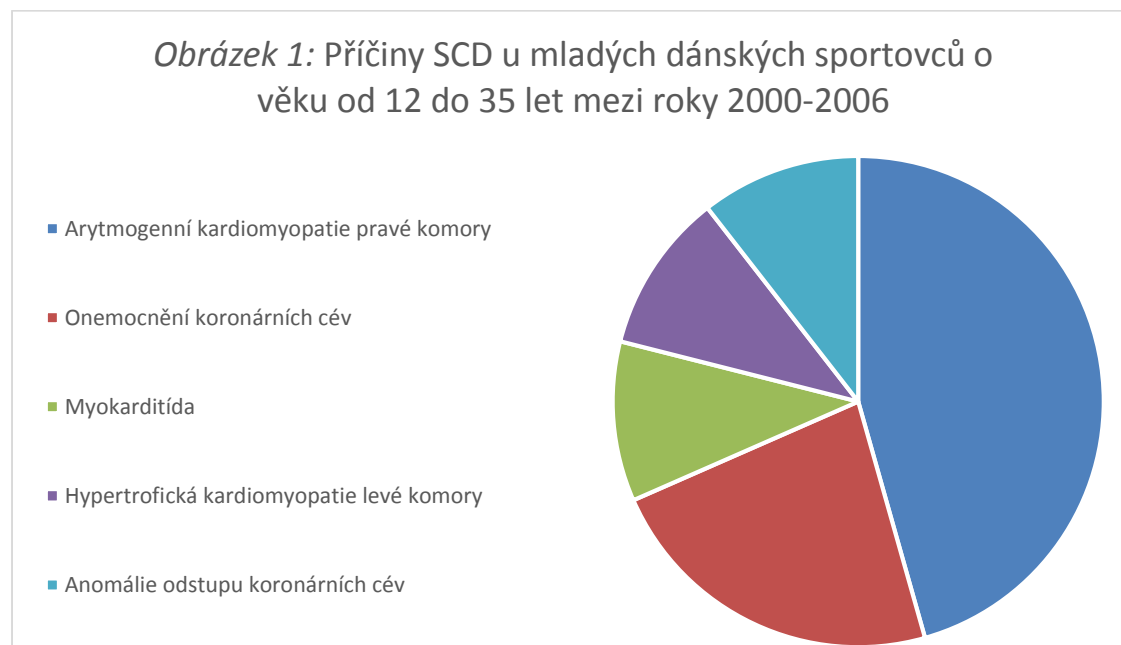
Celková incidence ve skupině sportovců mezi 12-35 roky se pohybuje 0,5-2 úmrtí na 100 000 sportovců za rok. Incidence je vysoce závislá na pohlaví, ženy bývají postiženy 2-25krát méně často než muži z důvodů, které nejsou dobře známy. Výskyt se postupně zvyšuje s věkem a je 5-10 vyšší u starších 35 let, ve srovnání se skupinou pod 35 let. Jsou jisté populace s výrazně vyšším rizikem, mezi které patří sportovci afroamerického etnika a basketbalisté, u kterých jsou pozitivně selektováni jedinci s Marfanovým syndromem pro svoji vysokou výšku a disproporční délku končetin. (21)

Tato úmrtí poutají velkou pozornost veřejnosti a to především proto, že oběťmi jsou často mladí sportovci. Široká veřejnost obecně vnímá mladé sportovce jako nejzdravější část populace. Jako příčinu SCD u sportovců bylo identifikováno více než 20 různých srdečních patologií.

Náhlá srdeční smrt při sportu je nejčastěji způsobena skrytě probíhajícím srdečním onemocněním viz obrázek 1. (32)

Velkou část tvoří příhody způsobené maligní tachyarytmií, často komorovou fibrilací nebo komorovou tachykardií. Ta nastává u jedinců, kteří trpí arytmogenními onemocněními jako jsou hypertrofická či arytmogenní kardiomyopatie nebo různými formami kánapatií. Corrado et al. uvádí, že intenzivní zátěž a účast v soutěži může být spouštěčem komorové tachykardie u predisponovaných jedinců. (33)

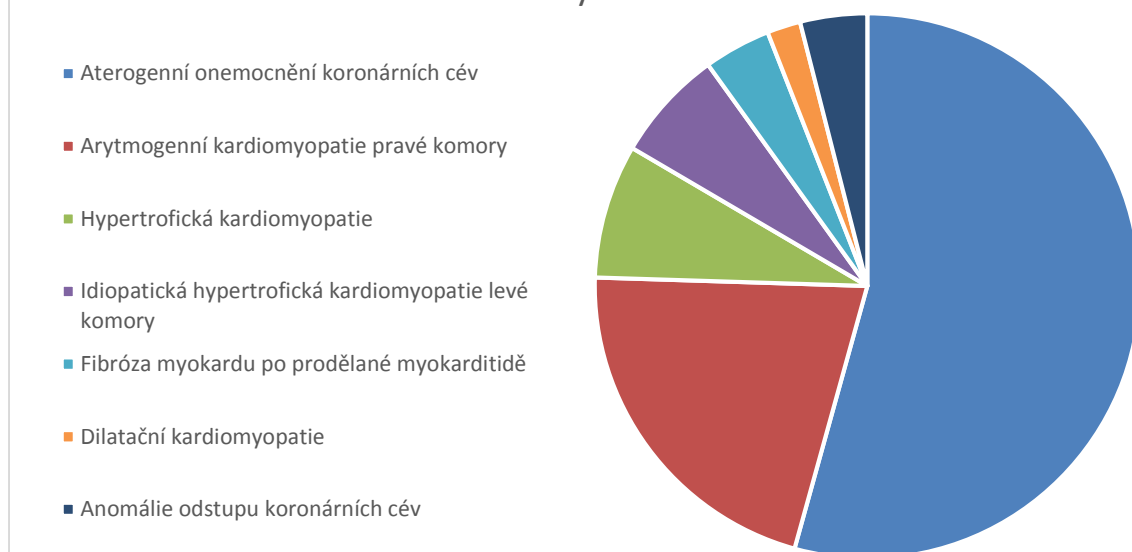
Literatura není jednotná, co se týče poměrného zastoupení příčin SCD, jelikož se četnost onemocnění liší v závislosti na věkové skupině (především mladší či starší 35 let), pohlaví, sportovní disciplíny a zeměpisné lokace studované populace.



Zdroj: (34)



Obrázek 2: Příčiny SCD ze Španělska ve věkové skupině 11-65 let za roky 1995-2001



Zdroj: (35)

U sportovců starších 35 let je nejčastější příčinou SCD aterosklerotické onemocnění koronárních cév, vedoucí k infarktu myokardu. Oproti tomu u sportovců mladších než 35 let tvoří hlavní podíl dědičná KVO, především hypertrofická kardiomyopatie a v endemických oblastech (region Venetto v Itálii) také arytmogenní kardiomyopatie PK. Následkem těchto závažných srdečních patologií dochází k elektrické nestabilitě srdce, což může vyústit ve fatální komorové fibrilace či tachykardie. Ty jsou nejčastější bezprostřední příčinou SCD. (36)

Skutečná sensitivita a specificita PPE není známa. Nedávné retrospektivní studie nasvědčují, že sensitivita PPE bez EKG a dalších vyšetření k odhalení KVO vedoucích k SCD je nízká v rozsahu 2.5–6 %, při přidání EKG, zátěžového testu a případně ECHO byla senzitivita až 50% při započítání onemocnění (např. myokarditidy), která vznikla až po provedení PPE.

Baggish et al. vyšetřili 510 vysokoškolských sportovců a 2.2 % z nich měli závažné srdeční abnormality. Přidání EKG zdvojnásobilo sensitivitu vyšetření v porovnání se samotným fyzikálním vyšetřením a anamnézou. Senzitivita vzrostla z 45.5 % na 90.9 %, zároveň se však snížila specifická vyšetření a navýšil se počet falešně pozitivních nálezů z původních 5.5 % na 16.9 %. (37) Naproti tomu za použití mezinárodních kritérií pro hodnocení EKG u sportovců z roku 2017, bylo při vyšetření skupiny 70 vrcholových cyklistů dosaženo falešné pozitivivity 9,3 %. (20) Za užití o trochu starších mezinárodních Seattle kritérií bylo dokonce dosaženo pouhých 4.2 % falešně pozitivních nálezů za udržení stejné specifické vyšetření. (38)

Lze shrnout, že při správném provedení je PPE velice efektivním nástrojem z hlediska prevence kardiovaskulárního poškození

### ***1.3.3 Prevence poškození myoskeletálního aparátu***

Kompletní vyšetření pohybového aparátu zahrnuje podrobné zhodnocení předchozích zranění včetně úrazových mechanismů, závažnosti, léčby a jakéhokoli přetrvávajícího funkčního deficitu. Postižená oblast by měla být detailně fyzikálně vyšetřena, jelikož předchozí zranění nebo chirurgický zákrok zvyšují riziko, že se zranění bude opakovat. (11)

DuRant et al. uvádí, že 31 % sportovců s předchozím zraněním kolene prodělá v následující sezóně další zranění kolene, závažné natolik, aby vyřadilo sportovce z minimálně jedné soutěže či utkání. (39) To může vypovídat o nedostatečné rehabilitaci, která bývá jednou z nejčastějších příčin opakování zranění. Ve sportovním prostředí je velký tlak ze strany sportovních klubů, trenérů a často i hráčů samotných o co nejrychlejší návrat do hry. To bohužel často vede k nedostatečné době na rekonvalescenci, a tudíž výrazně zvyšuje riziko dalšího poranění.

Sportovní zranění můžeme dělit na akutní úrazy a poškození z přetížení v závislosti na úrazovém mechanismu a počátku obtíží. Akutní úraz nastává náhle a mívá jasnou příčinu nebo počátek. OI se naopak začínají projevovat postupně a míra poškození tkání je různá. Ve většině případů jsou zpočátku po různě dlouhou dobu asymptomatická. Pokud však není odstraněna vyvolávající příčina, dojde k akumulaci poškození tkáně, které již vyústí v klinické příznaky. (40)

Je důležité rozlišit příčinu zranění. Především, zda se jedná o akutní úraz do té doby v jinak zdravém regionu nebo jde o důsledek dlouhodobého OI, které vedlo k akutní manifestaci. Správné určení etiologie je zásadní pro vhodnou léčebnou intervenci a zabránění rekurence obtíží. (40)

#### ***1.3.4 Prevence poškození dalších orgánových systémů***

Kromě kardiovaskulárního, respiračního a myoskeletálního aparátu může vzniknout poškození i všech ostatních orgánových systémů. Například poškození nervového systému traumaty včetně komoce, lézí periferních nervů a míchy, útlakových syndromů vzniklých při sportu a mnoha dalších. Dále k úrazům orofaciální krajiny, poškození sluchového ústrojí přes traumata dutiny břišní a poškození parenchymatózních orgánů. Pobytem v extrémním prostředí může dojít k specifickým zdravotním komplikacím jako je horská nemoc, omrzliny či barotrauma. Při příliš velké zátěži či nedostatečné době na regeneraci může dojít k přetrénování, které se negativně projeví na celé řadě systémů. Neadekvátní zátěž také u určitých jedinců vede ke změnám tělesného složení, anémii a vzácně k většinou reverzibilnímu poškození ledvin.

## **2 ODCHYLKY POHYBOVÉHO APARÁTU ZVYŠUJÍCÍ RIZIKO ZRANĚNÍ**

### **2.1 Úvod**

Dostupná literatura zabývající se problematikou rizikových faktorů pro vznik sportovních zranění není dle mého názoru dostatečně komplexní ani systematická, a to i přes velký počet publikací vydaných na toto téma. Prevence a management sportovních zranění má být prováděn na základě nejlepší dostupné evidence based medicíny avšak orientace a správná interpretace informací z odborné literatury je značně složitá a zjištěné poznatky jsou často neaplikovatelné pro využití v klinické praxi.

Na jedné straně se některými typy zranění (např. typická zranění týkající se fotbalu- léze menisků, ACL, distorze hlezna) zaobírají stovky studií a článků, naproti tomu je však téměř nemožné získat relevantní data pro mnoho jiných typických sportovních úrazů (např. poranění prstů a zápěstí). Navíc pokud tyto jiné úrazy popsány jsou, nezdědka každý ze zdrojů uvádí protichůdné informace. Tento problém je částečně způsoben faktem, že metodologie a sběr dat se velmi odlišuje v každé studii a stejně tak i velikost a složení skupiny probandů.

Pokusím se zde proto shrnout rizikové faktory, které korelují se zvýšeným výskytem typických sportovních zranění u některých sportů a jsou podloženy přesvědčivými důkazy. Zaměřím se především na faktory, jež jsou modifikovatelné. Ty jsou totiž potenciálně odhalitelné a upravitelné různými opatřeními s cílem prevence zranění či zabránění zhoršení stávajícího onemocnění.

Incidence i druhy poranění jsou velice rozmanité v závislosti na druhu sportu a obecně se dá říci, že týmové sporty bývají více spojené se zraněními v porovnání s individuálními sporty.

Prevence zranění je klíčová pro vykonávání sportu, protože jen tak můžeme PA vykonávat dlouhodobě a profitovat pak ze zdravotních benefitů jak my, tak i naši pacienti.

(41)

### 2.1.1 Rizikové faktory pro zranění a poškození z přetížení

Je klíčové správně identifikovat rizikové faktory a porozumět úrazovým mechanismům, které vedly k akutnímu úrazu či poškození z přetížení. Rizikové faktory můžeme rozdělit na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory patří především biologické charakteristiky jedince, jako jsou anatomické parametry, pohlaví, věk či stupeň zralosti vývoje více viz tabulka 1. Z toho tedy plyne, že většina z vnitřních faktorů je neovlivnitelná či modifikovatelná obtížně.

Druhou skupinu tvoří vnější rizikové faktory viz. tabulka 2, mezi které patří herní vybavení, prostředí, druh tréninku či pravidla hry a další. (41)

Tabulka 1: Vnitřní rizikové faktory pro zranění a OI (41)

Vnitřní rizikové faktory pro zranění a poškození z přetížení
<b>Anatomické odchylky</b>
Rozdílná délka končetin
Přílišná antevertze femuru
Odchylky v postavení kolene (genu valgum, varum, rekurvatum či flektum)
Pozice číšky (patella infera nebo alta, dysplasie, MP plica)
Nepřiměřený Q-úhel
Nadměrná vnější rotace tibie
Deformity chodidla (pes planus, pes cavus)
Svalově-šlachový nepoměr flexibility či síly
<b>Ostatní</b>
Růst (během růstu se vyskytují věkově specifická poškození myoskeletálního aparátu, např. avaskulární nekrózy, trakční apofyzitidy, epifyzeolýzy, avulzní zlomeniny a další)
Poruchy menstruačního cyklu
Endokrinopatie

Tabulka 2: Vnější rizikové faktory pro zranění a OI (41)

Vnější rizikové faktory pro zranění a poškození z přetížení
<b>Tréninkové chyby</b> Náhlé změny v intenzitě, délce anebo frekvenci tréninku Špatně trénovaný či herně nezdatný sportovec
<b>Povrch či jeho náhlé změny</b> Tvrdý povrch Nerovný povrch Herní povrch s příliš malým či naopak příliš velkým třením
<b>Obuv</b> Nepřiměřená obuv pro daný sport (např. různě dlouhé kolíky u fotbalové obuvi ovlivňují četnost zranění) Obnošená obuv

Dále rozvádím problematiku vnitřních a vnějších rizikových faktorů. Nejvýznamějšími parametry určujícími odolnost tkání k zátěži jsou základní morfologické a strukturální vlastnosti tkáně. Ty jsou ovlivňovány již zmíněnými vnitřními faktory, kterými jsou věk, pohlaví, velikost těla a jeho složení, celkový zdravotní stav, anatomické parametry, vlastní biomechanika pohybu, tělesná zdatnost a herní vyspělost, stupeň maturity organismu, somatotyp, pohyblivost, anamnéza zranění, neuromuskulární funkce, úroveň zahřátí před PA, kloubní pohyblivost, elasticita svalů a šlach, tréninkové pozadí, genetické předpoklady a fyzická kondice. (42)

Vnější rizikové faktory zahrnují faktory soutěživého chování, používání ochranných pomůcek jako jsou helmy, různé formy ortéz a sportovní obuvi, tření podlahy, faktory prostředí jako počasí, typ herního povrchu, intenzita hry a konkrétní regulace sportovních pravidel. (42)

Proto by na prvním místě z hlediska prevence ovlivněním vnějších rizikových faktorů měl být přiměřený trénink zahrnující rozhodnutí o vhodné specializaci, tréninkovém programu a následných kontrol zdravotního stavu. Klíčovým prvkem k prevenci OI je správný trénink a pro něj je samozřejmě zcela esenciální kompetentní trenér. Ten hraje hlavní roli v životě mladého sportovce a to jak v aspektech týkajících se přímo sportu, tak i mimo něj v rámci běžného osobního života. Je tedy jasné, že všichni trenéři mají být vzděláváni v akreditovaných programech s cílem zajistit odborné vzdělání odpovídající jejich specializaci. Tato odborná znalost je naprosto zásadní, pokud se jedná o trenéry specializující se na práci s dětmi a mladistvým. i. Trenéři by měli mít

komplexní znalosti o úrazových preventivních opatření, jako příklad bych uvedl znalost nutnosti regulace počtu nadhozů v baseballu v závislosti na věku jako prevence OI lokte a ramene. Stejný princip by měl platit i u všech ostatních sportů včetně běhu, plavání, cyklistiky a tak dále. Nutno podotknout, že pro výše uvedené sporty jsou k dispozici odborná doporučení sportovních svazů, týkající se přímo tréninkového objemu a dalších složek přípravy, které je důrazně doporučeno zahrnout do tréninkových schémat. (6)

Dalším důležitým prvkem preventivní strategie vnějších rizikových faktorů je pozdní sportovní specializace. Jak již bylo popsáno v mnoha zdrojích, mladí sportovci, kteří se účastní širší škály sportů, dosáhnou lepší pohybové zručnosti, mají méně úrazů, soutěží delší dobu a udrží si lépe vyšší úroveň fyzické aktivity, ve srovnání se skupinou sportovců specializujících se již před pubertou. Trenéři by proto neměli nutit mladé sportovce k opuštění ostatních PA z důvodu specializace alespoň do doby začátku puberty. (6)

### ***2.1.2 Určení rizikových faktorů***

PPE využívá běžné klinické nástroje k odhalení rizika zranění s cílem prevence a snížení zranění v průběhu sezóny. (26) Riziko zranění není stejné v průběhu celé sezóny. Sportovci jsou v jistých částech sezóny vystaveni výrazně vyššímu riziku zranění v důsledku tréninku nebo soutěží. Příkladem situace, kdy je riziko zranění větší může být změna tréninkového povrchu z travnatého na kamenný nebo také zařazení nového druhu tréninku. Rizikovým obdobím je i začátek silového tréninku nebo blížící se konec sportovní sezóny. Takovýto rozbor rizikových faktorů je důležitým prvkem při plánování preventivních opatření, především s cílem vyhnout se OI. Riziko zranění je tedy vyšší v přechodných obdobích, kdy dochází k modifikaci tréninku, zvyšování či změně objemu zátěže a dalším úpravám. Je vhodné vzít v potaz všechny rizikové faktory a přijmout opatření, která je budou minimalizovat. Například zařazením dostatečného prostoru pro regeneraci, zahrnutím kompenzačních cvičení, plnohodnotnou rehabilitací po zranění a tak dále. (40)

Většina ze sportovních zranění nastává v důsledku problémů s pohybovým aparátem. A tedy i proto by fyzikální vyšetření mělo zahrnovat kontrolu kloubní funkce, ROM, svalových dysbalancí a asymetrií pohybového aparátu. Doporučeny jsou také klinické a funkční testy zaměřené v první řadě na v minulosti zraněná místa a nejvíce zatěžované oblasti při daném sportu. (43)

Nejčastější příčiny a úrazové mechanismy se velice liší v závislosti na sportovní disciplíně a druhu soutěže, pro lepší představu cituji data o incidenci zranění na letních olympijských hrách v roce 2012. Celou čtvrtinu tvořila zranění z přetížení, nekontaktní traumata se podílela z 20 %, kontakt s jiným sportovcem způsobil 14 % zranění a srážka s pevným objektem 12 %. Alespoň jedno zranění prodělala desetina účastníků a z toho lze u třetiny z nich očekávat, že vyřadí sportovce z účasti na soutěži či tréninku. (44). Z výše uvedeného vyplývá, že minimálně podíl OI by mohl být nižší, pokud by se zvolila vhodná preventivní opatření. Je otázkou, zda je možné ještě více snížit také výskyt nekontaktních zranění.

Následující tabulka ukazuje incidenci zranění na 1000 hodin tréninku či hry pro různé sporty.

*Tabulka 3: Incidence akutních zranění během soutěže a tréninku u vybraných sportovních týmů založená na studiích Skandinávských vrcholových sportovců (40)*

Sport	Incidence udávaná na 1000 hodin účasti ve sportu	
	během soutěže	na tréninku
<b>basketball</b>	2–3	5–6
<b>fotbal</b>	11–35	2–8
<b>házená</b>	14	1–2
<b>lední hokej</b>	29–79	1–3
<b>volejbal</b>	3–6	1–4

Jak vidíme, incidence zranění u týmových sportů je větší během soutěží, než při tréninku. Z vybraných sportů se odlišuje basketball, který má vyšší incidenci zranění při tréninku, než při hře. Možných vysvětlení je více. Jednou z možností by mohlo být striktnější dodržování pravidel na soutěži a snaha minimalizovat trestná střelení soupeřů nebo ochranné pomůcky, které jsou často používány pouze na zápas a nikoliv na trénink.

Je nutné vzít v potaz nejen incidenci, ale též závažnost zranění. Například incidence zranění hlezna při volejbalu žen je téměř stejná jako incidence poranění ACL během házené žen, avšak závažnost zranění a délka rekonvalescence se podstatně liší. (40)

Na základě odborné literatury lze zmínit pouze několik poměrně obecně platných rizikových faktorů pro poranění z přetížení, jimiž jsou dle Lysens et al., vysoký věk, nižší statická síla a větší dynamická síla zvýšený Q úhel dolních končetin, rozdílná délka končetin a zvýšená laxicita pojiva. (45) Podrobně se těmito rizikovými faktory věnuji v další části práce.



## **2.2 Poranění hlavy, páteře a míchy**

### **2.2.1 Pasivní stabilita krční páteře**

Existuje několik morfologických parametrů určujících stabilitu krční páteře. Jedním z nich je stavba těla obratle, kdy díky svým morfologickým vlastnostem mají větší obratle vyšší práh pro poškození. Dále i zakřivení krční páteře: kyfotická křivka je nejnáchylnější k traumatickému poranění. Svou roli hraje i orientace kloubních faset. Menší kloubní plošky a vertikální orientace faset poskytují menší stabilitu. (46) Z těchto parametrů je však možné upravit pouze kyfotické držení krční páteře a to jen do určité míry.

### **2.2.2 Aktivní stabilita krční páteře**

Je zajištěna především paraspinálními svaly, které svojí kontrakcí snižují rozsah pohybu při nárazu a současnou kontrakcí všech svalů v oblasti zpevňují krční páteř jako celek. Svalová hmota tedy hraje roli v aktivní ochraně během traumatu krční páteře. (47)

S rostoucím věkem se stává krční páteř rigidnější, zvyšuje se prodleva v aktivaci krční muskulatury a prodlužuje se regenerační doba po intenzivní fyzické aktivitě. Proto je důležitější věnovat se dostatečné přípravě a použití ochranných pomůcek. (47)

### **2.2.3 Poranění hlavy, krční páteře a míchy**

Ve vyspělých zemích jsou sportovní zranění čtvrtou nejčastější příčinou poranění míchy. Ve věkové skupině pod třicet let je to dokonce druhá nejčastější příčina. I přes to, že se v dnešní době očekávaná délka dožití u pacientů s poraněním příliš neliší od populačního průměru, je život s tímto postižením velice ztížený a celoživotní léčba představuje extrémní finanční zátěž (přibližně 1,5 mil. dolarů). (47)

Sportovní úrazy jsou pro věkovou skupinu 15-24 let druhou nejčastější příčinou traumatického poranění mozku, přičemž prvenství zaujímají dopravní nehody. (48) Poranění hlavy jsou pak třetím nejčastějším sportovním zraněním hned po poranění hlezna a ruky. V Japonsku dle statistických údajů nastává ročně okolo 500 případů závažného poranění hlavy a krku a tento počet se bohužel každoročně navyšuje, jak do počtu poranění hlavy, tak poranění krku. Ačkoli je nejčastějším úrazem komoce a kontuze hlavy, zhruba v 10 % případů tvoří závažné komplikace v podobě subdurálního či extradurálního hematomu. Úrazy krční páteře se významně často vyskytují současně

s otřesem mozku. Ve studii G J Browna vyšetřovali 125 chlapců průměrného věku 12.7 let s poraněním krční páteře a prokázali, že 43% z nich současně prodělalo komoci mozku. (48)

Jako modelový příklad dynamického kontaktního sportu bych rád uvedl rugby. Existuje v něm několik herních prvků a situací, kdy je významně vyšší riziko poškození krční páteře. Tento sport obsahuje herní prvek zvaný „skládka“. Je to akt zastavení postupu hráče držícího míč jiným hráčem a to jeho strhnutím k zemi v běhu. Vzhledem k tomu se jedná o nejčastější příčinu poranění oblasti krční páteře při rugby. V situaci, kdy probíhá „skládka“ velmi záleží na technické vyspělosti hráče a dodržení pravidel hry. Na druhé příčce, co do příčin obdobných úrazů, jsou situace kdy dochází k vzájemnému kontaktu na hromadě hráčů. Třetím nejvíce četným důvodem je srážka hlavou s jiným hráčem. (49)

Největší počet poranění hlavy a krku nastává u basketballu dále pak u fotbalu a rugby. Naopak nejvyšší frekvenci závažných poranění krku a hlavy je u rugby, juda a gymnastiky. Konkrétně u rugby poranění hlavy tvoří dokonce až 30% ze všech úrazů. Katastrofické úrazy páteře naštěstí nastávají spíše vzácně. (50)

#### ***2.2.4 Vliv síly svalů krční páteře na komoci mozku***

Komoci mozku během jedné sezóny prodělá mezi 2 % až 15 % sportovců, účastnících se organizovaného sportu. Existuje tedy poměrně hodně studií zabývajících se preventivními opatřeními. (51)

Krční svalstvo zajišťuje pohyby hlavy, krčních segmentů a zároveň stabilitu i rigiditu krku. Elektrofyziologické a biomechanické studie potvrdily, že hluboké krční svaly jsou více zapojeny v udržování posturální stability, zatímco povrchové svaly jsou více zapojeny do pohybů krční páteře. (46) Z hlediska prevence i diagnostiky rizikových jedinců, je tedy vhodné se více soustředit na hluboké krční svalstvo než na svaly povrchové. Několik studií dále zkoumalo, zda je vztah mezi silou krčních svalů, či jejich činným průřezem, a četností či případnou závažností komoce mozku. Bylo zjištěno, že velikost izometrické síly krčních svalů má přímý vliv, na riziko poranění krční krajiny. Izometrický trénink svalů v krční páteře je efektivním opatřením z hlediska četnosti komoce mozku. (52)

Jiná studie sledovala po dobu dvou let sportovce z 51 vysokých škol v USA z hlediska incidence otřesů mozku. Na začátku probandi podstoupili předsezónní antropometrické vyšetření. Celkem se jednalo o 6704 mužů a žen z fotbalu, basketballu a

lakrosu. Měřena byla maximální izometrická flexe, extenze a laterální flexe za použití snadno dostupného ručního dynamometru připojeného popruhem k hlavě. Sportovci, co prodělali otřes mozku, měli o 11–22 % nižší celkovou svalovou sílu krku během předsezonního vyšetření než ti, co otřes mozku neprodělali. (53) Bylo tedy prokázáno, že vyšší celková síla krku snižuje riziko otřesu mozku. Konkrétně za každou 1 libru síly krčních svalů navíc klesá šance otřesu mozku o 5 %. (52)

Vyšší izometrická síla krku však nesnižuje pravděpodobnost prodělání vysokoenergetických otřesů hlavy během herní sezóny u sportů s helmou a i když často nezpůsobí akutní klinické projevy, je prevence významná pro jejich spojení s rizikem rozvoje Alzheimerovy choroby, demenci a chronické traumatické encefalopatie. (53) (54)

Ve světle těchto nálezů je jasné, že trénink svalů krku by měl tedy být nedílnou součástí sportovní přípravy. Jelikož je to efektivní a levná preventivní metoda, především u sportů se zvýšenou zátěží na krční oblast jako je wrestling a bojové sporty obecně, rugby, či fotbal. Z hlediska efektivity je však velmi podstatné, jaký tréninkový plán je zvolen, a tudíž by měl mít program v rukou zkušený odborník.

## **2.2.5 Bolesti beder**

### **2.2.5.1 Bolest bederní páteře u veslařů**

OI beder jsou velmi frekventovaná u veslařů a tvoří 15-25 % všech veslařských zranění. (55)

Veslařky, které měly scóre FMS (hodnocení kvality funkčních pohybů) menší nebo rovno 16 bodů z možných 24 a měly kratší čas v držení plank pozice ( $109.5 \pm 60.2$ ) sekund než ty, které bolesti beder neměly ( $175.3 \pm 98.6$  sekund, rozdíl byl tedy 65.9 sekund), mají 1,4krát vyšší riziko rozvoje bolesti beder než veslařky s lepším výsledkem. (56)

Jednou z možností jak snížit zátěž na bederní páteř je dle Reid et al., důležitost m. transversus abdominus a m. obliquus abdominis internus ve spolupráci s mm. multifidi. Tyto svaly kontrolují množství pohybu v bederních segmentech a svojí dostatečnou aktivitou chrání bederní páteř před poškozením a rozvojem bolesti beder u veslařů. Avšak tyto svaly musí být schopné, kontrolovat množství pohybu v bedrech po celou dobu sportovního výkonu. (57) Z toho tedy plyne, že pro prevenci bolestí beder musí být kromě optimální postury i dostatečná vytrvalost svalových skupin zajišťujících centrované postavení a ochranu segmentů bederní páteře.

### 2.2.5.2 Stabilita lumbopelvickej krajiny u hráčů baseballu

Chaudhari et al vyšetřovali vztah mezi lumbopelvickej kontrolou a zraněními u hráčů baseballu. Stabilita pánve a beder byla hodnocena při testu stoje na jedné noze u 347 profesionálních hráčů. Pro každého hráče byly zaznamenány dny, nemohl hrát kvůli zranění. Hráči, kteří měli menší kontrolu předozadního pohybu lumbopelvickej oblasti během „single leg raise task“ chyběli třikrát častěji 30 a více dnů, než hráči s lepší kontrolou lumbopelvickej oblasti. (58)

## 2.3 Svalová zranění

Poranění svalů jsou jedním z nejčastějších úrazů vznikajících při sportu. Mají 10% až 55% podíl na všech sportovních zranění, a to nezávisle na výkonnostní úrovni. Do této skupiny poranění zahrnujeme kontuze, distenze a lacerace. Nejobvyklejší mechanismus jejich vzniku je intenzivní koncentrická, či ekcentrická svalová aktivita při rychlých změnách směru a rychlosti. Nejčastěji postižené jsou dvoukloubové svaly jako hamstringy, rectus femoris či lýtkové svaly. (59)

Tabulka 4: Obecné rizikové faktory pro svalová poranění (6)

<b>Faktor prokazatelně zvyšující šanci svalového poranění</b>	<b>Pravděpodobný rizikový faktor pro svalová poranění</b>
Předchozí zranění	Typ sportu
Vyšší věk	Nerovný povrch
Snížený ROM	Končetinová dominance
Snížená svalová síla nebo svalová dysbalance	Herní pozice
Zvýšená tuhost svalů	Genetická predispozice
Svalová únava	
Nedostatečné rozcvičení před aktivitou	
Soutěžní aktivity	
Dopingové postupy a látky, především anabolika	

Tabulka shrnuje obecné faktory zvyšující riziko poranění svalů, které mají dostatečnou evidenci v odborné literatuře nebo jsou pravděpodobnými rizikovými prvky, u kterých je potřeba dalšího výzkumu k objasnění jejich vlivu.

### **2.3.1 Poranění *m. quadriceps femoris***

#### **2.3.1.1 Úvod**

Quadriceps je při sportech vyžadujících sprinty nebo kopání často zraňovaným svalem. Příkladem PA je fotbal. Léze quadricepsu představují 32 % svalových zranění v 5 leté studii Evropských hráčů fotbalu. (60) Nejčastěji zraněnou částí quadricepsu je pak *m. rectus femoris* představující až 68 % zranění quadricepsu. (61)

#### **2.3.1.2 Rizikové faktory**

Příčiny svalových, ale i jiných zranění jsou vždy multifaktoriální. Jako nejsilnější predilekční faktor podle Garreta uvádím předchozí zranění quadricepsu. (62)

Mezi další rizikové faktory patří: snížená svalová síla, věk, nedostatečné zahřátí před aktivitou a zkrácení dané svalové skupiny (62)

Pro zranění u hráčů australského fotbalu Orchard našel korelaci mezi nedávným zraněním quadricepsu (do osmi týdnů), což zvyšuje RR 15.61 krát i vzdálenějším zraněním quadricepsu, které zvyšuje RR 3.67krát. Dále prokázal 2.13 krát vyšší četnost úrazů na dominantně kopající noze, oproti noze nedominantní. U hráčů menšího vzrůstu (méně než 183cm) bylo RR vyšší 1.48 krát. Zvýšený počet zranění byl též zaznamenán na měkčím herním povrchu RR vyšší 1.45krát. (63) Rizikové parametry jako tělesná výška, hmotnost a další morfometrické parametry je bohužel pro každý sport rozdílná, často i v rámci jednoho sportu a rozdílných herních pozic. Tyto informace jsou tedy v praxi použitelné pouze pro konkrétní sport či skupinu velmi podobných sportů.

### **2.3.2 Poranění hamstringů**

Z komplexu hamstringů je nejčastěji zraněn *m. biceps femoris*, následován *m. semimebranosus* a *m. semitendinosus* je až na posledním místě. Nejčastější lokalizací zranění je oblast myotendinozní junkce. (47)

#### **2.3.2.1 Rizikové faktory**

Rizikové faktory zranění hamstringů pro sporty typu fotbal, australský fotbal a atletiku jsou obdobné jako u jiných poranění svalů dolních končetin, a to jmenovitě vyšší věk nad 23 let s RR 1.34, zvýšený peak torque pro quadriceps a historie poranění hamstringů v anamnéze s RR od 2.42 do 6.33 v závislosti na tom, před jak dlouhou dobou prodělal jedinec úraz této oblasti. (6)

Evropský fotbal je dobrým modelovým sportem pro tento typ zranění a v této oblasti byla provedena řada studií. Croisier ve své studii zjistil vyšší výskyt poranění hamstringů při svalové imbalance mezi m. quadriceps femoris a hamstringů. Shledal mimo jiné, že u skupiny bez svalové dysbalance na začátku sezony byla frekvence poranění hamstringů přítomna u 4,1 % hráčů, zatímco u skupiny se svalovou dysbalancí byla četnost 16,5 %. Následně pozoroval změnu tohoto rizika při současném absolvování kompenzačních programů až do odstranění nerovnováhy.

Četnost zranění se snížila z 16,5 % na 5,7 %. Zde se opět jasně ukazuje význam prevence a kompenzačních cviků. (64)

Další studie na skupině probandů z řad fotbalistů prováděl Lee. Jeho závěry ukazují, že ekcentrický svalový deficit a nízký poměr hamstringů proti quadricepsu jsou rovněž rizikovými faktory pro poranění hamstringů. (65) Bohužel je obtížné změřit ekcentrickou svalovou sílu v praxi bez nákladného vybavení. Hodnocení prosté síly v průběhu izometrické či koncentrické kontrakce má velmi malou výpovědní hodnotu.

Studie tentokrát prováděná na hráčích Australského fotbalu, publikovaná Gabeem ukazuje vztah mezi zkrácením m. quadriceps femoris a četností zranění hamstringů. Zkrácení bylo měřeno modifikovaným Thomasovým testem. Hráči bez pozitivního Thomasova testu měli pouze třetinové riziko pro zranění ve srovnání se zkrácenými hráči (66)

Sugiura našel souvislost mezi ekcentrickou slabostí hamstringů a koncentrickou slabostí flexorů kyčle, zranění hamstringů bylo vždy na slabší straně. Studie byla provedena na vrcholových sprinterech, počet subjektů byl 30. (67)

Timmins zjistil, že pokud je dlouhá hlava m. biceps femoris kratší než 10,56 cm zvyšuje RR 4,1 krát (vyšetření probíhalo utrazvukem v pozici v leže na břiše a neutrální pozici kyčle, měřená oblast byla v průběhu dlouhé hlavy bicepsu v polovině vzdálenosti mezi tuber ischiadicum a fossa poplitea, po nejméně 5 minutové neaktivitě). (68)

To samé platí pro ekcentrickou sílu flexorů kolenního kloubu menší než 337 N, což zvyšuje RR poranění hamstringů u vrcholových fotbalistů 4.4krát. (68)

Mezi další rizikové faktory patří rozdílná inervace hlav m. biceps femoris. To může vést k asynchronii při kontrakci nebo intenzitě kontrakce mezi dvěma svalovými bříšky. Výsledkem je vysoká incidence poranění speciálně v hluboké porci dlouhé hlavy bicepsu. Dysbalance mezi silou quadricepsově svalové skupiny a hamstringy přesahující 60 % nebo 10% rozdíl síly mezi pravou a levou stranou jsou faktory zvyšující šanci ke zranění. Kromě toho je poranění častější v myofibrilách svalů s vyšším proporčním zastoupením vláken svalového typu 2 tzv. rychlých svalových vláken, které jsou schopná generovat víc síly s vyšší frekvencí než ostatní typy svalových vláken. (47)

### ***2.3.3 Poranění adduktorů u hráčů ledního hokeje***

Zmínil bych Tylerovu prospektivní studii, kde se zmiňuje zjištění, že hráči, kteří prodělali poranění adduktorů, měli o 18 % slabší adduktory, než hokejisté, kteří se nezranili. Hráči také byli 17krát náchylnější k poranění adduktorů, pokud síla této svalové skupiny byla pod 80% síly jejich abduktorů. (69)

## **2.4 Poranění kloubů, ligament a fascií**

### **2.4.1 Úvod**

Při prevenci poranění kloubů během sportovních aktivit je nutno mít na mysli rizikové faktory jejich vzniku. Existuje několik skupin, do kterých je lze rozřadit, pokud pomineme základní dělení na vnitřní a vnější.

Jednou ze skupin predisponujících faktorů je stav svalů v oblasti kolem kloubů a to především svalových skupin stabilizující daný kloub. Nízká svalová síla nebo svalová dysbalance v okolí kloubu může přispívat ke vzniku zranění. Například slabší hamstringy ve srovnání s quadricepsem tzv. nízký H/Q poměr mohou vést k asymetrické zátěži na kolenní kloub a další struktury v jeho oblasti a tím vytvářet vzorec zvyšující šanci zranění či opakovaného poranění. Pokud je rehabilitace této dysbalance nedostatečná a nerovnováha přetrvává, pacient si fixuje chybný pohybový vzor a stává se výrazně náchylnějším k rozvoji OI. Taktéž nevyhovující rehabilitace dřívějších úrazů je jedním z nejvýznamějších predilekčních faktorů pro vznik nových poranění. Proto by během pravidelných preventivních lékařských prohlídek měl být vždy kladen velký důraz na důkladně odebranou úrazovou anamnézu a její zohlednění. (40)

Další skupinu predisponujících elementů představují samotná kloubní mobilita a laxicita. Pokud jsou jak příliš vysoké, či příliš nízké, značně zvyšují riziko úrazu a přetížení kloubu i přilehlých struktur. Nízká mobilita může vyústit v OI. Například tuhé a zkrácené flexory kyčle způsobí naklopení pánve směrem dopředu během toho, co sportovec provádí extenzi kyčlí při rychlém běhu. To pak prohlubuje bederní hyperlordózu a zvyšuje zatížení bederní krajiny potenciálně vedoucí k bolesti beder během PA nebo těsně po ní. (40) Naopak zvýšená laxicita pojiva v důsledku hypermobility zvyšuje riziko poranění ACL.

### **2.4.2 Rameno**

#### **2.4.2.1 Úvod**

Rameno je nejpohyblivějším kloubem lidského těla. Daní za takový rozsah pohybu je však menší artikulární kontakt mezi jamkou a hlavicí ramenního kloubu. Pro správnou funkci je pak nezbytná integrita RCI skládajícího se z šlachy dlouhé hlavy bicepsu, korakohumerálního ligamenta, horního a středního glenohumerálního ligamenta.



Jeho integrita je klíčová pro statickou stabilitu ramenního kloubu především v anterioinferiorním směru, ale při patologii RCI je postižena i zevní rotace ramene a všechny další pohyby. (70)

Dále je potřeba zajistit dynamickou stabilizaci ramene v pohybu, což je zajištěno celou řadou svalů, kromě svalů rotátorové manžety se významně podílí m. deltoideus, m. biceps brachii, prostřednictvím stabilizace a pohybu lopatky také m. serratus anterior a další. Na pohybu v rameni se podílí glenohumerální, acromioklavikulární, sternoclaviculární a thorakohumerální skloubení. Ramenní pletenec je tedy velice komplexní a jakákoliv dysfunkce v kterémkoli části se projeví na jeho celkové funkci. (71)

Myosketální patologie ramene jsou uváděna jako třetí nejčastější problém pohybového aparátu v populaci. U vysokoškolských sportovců představuje rameno pátý nejčastěji zraňovaný region, avšak u overhead sportů má ještě podstatně vyšší zastoupení. Bolest ramene je v jistých sportech až u 40 % sportovců a jednou z nejčastějších patologií ramene je subakromiální impingement syndrom spojený s tendinopatií rotátorové manžety. Což může vyústit v rupturu šlachy a progredovat v následnou sekundární glenohumerální instabilitu. (72)

Závažná zranění ramene jako jsou léze labra a rotátorové manžety mají závažné důsledky pro zraněné jedince, mezi které patří dlouhá absence PA, vysoké riziko rekurence a cena léčby. (72)

V prospektivních studiích pro jednotlivé sporty (baseball, házená, rugby a tenis) je několik rizikových faktorů pro OI ramene. Z obecného hlediska se dají rozdělit do tří skupin a to: ztráta rozsahu pohybu především omezení vnitřní rotace či omezení celkového rozsahu pohybu. Za druhé snížená síla svalů rotátorové manžety především zevních rotátorů k vnitřním rotátorům. A nakonec dyskineze lopatky. (41) Preventivní programy by tedy měly být založeny na ovlivnění především těchto parametrů.

Níže se budu věnovat konkrétním důkazům v podobě studií pro jednotlivé sporty.

#### **2.4.2.2 Myosketální dysfunkce spojená s bolestí ramene**

Pro minimalizaci poranění ramene je doporučeno, aby se ROM do vnitřní rotace RK stranově lišil o méně než 18° a celkový rozdíl rozsahu pohybu RK byl menší než 5°. Vzhledem k potvrzenému vlivu tuhosti zadní části RK na jeho kinematiku, je důležité zvyšovat mobilitu, pokud ROM nedosahuje doporučených hodnot. (41)

### 2.4.2.3 Plavci

Mužští plavci s omezenou vnitřní rotací ramene a kratší zkušeností s plaváním mají 1.06 a 1.42 krát vyšší riziko rozvoje bolestí ramene. U žen je riziko zvýšeno výrazně méně (1.02 až 1.07) (73)

Plavci s bolestí ramene mají sníženou vytrvalost svaloviny ramenního pletence a trupu, ale je stále nejasné, zda nízká vytrvalost je příčinou či následkem. Dále přesně nevíme, zda zvýšená laxicita predisponuje plavce k bolesti RK nebo se objeví u symptomatických plavců jako následek kumulativního mikrotraumatu. Plavci často mají změněnou pozici lopatky, ale zda je změna pozice lopatky spojená s rozvojem syndromu plaveckého ramene není zřejmé. (74) U plavců tedy existuje celá řada odchylek ramene, ale přesvědčivě RR rozvoje bolestí ramene zvyšuje pouze omezení ROM a krátká zkušenost s plaváním.

### 2.4.2.4 Hráči házené

Problémy s ramenem jsou nejčastějším problémem u hráčů házené s udávanou incidencí od 24 % po 51 %. (75)

U overhead sportů obecně platí, že často dochází ke sportovně specifické adaptaci vedoucí k relativnímu oslabení síly vnějších rotátorů ramene. Absolutní rozdíl síly mezi levou a pravou stranou společně s rovnovážným svalovým poměrem mezi vnějšími a vnitřními rotátory bývá často změněn. S ohledem na cut off hodnoty rozlišující mezi zdravým a nemocným ramenem doporučují isokinetický ER/IR poměr alespoň 66 % nebo isometrický ER/IR poměr 75 % (měřeno dynamometrem v neutrální pozici). (41)

Téměř polovina házenkářů udávala v anamnéze poranění dominantního ramene. Až 22 % hráčů trpělo OI rameno během jedné sezóny a dalších 8 % prodělalo traumatický úraz ramene. Pro traumatická poranění je protektivním faktorem vysoká hodnota maximální koncentrické síly vnitřních rotátorů ramene při vysoké rychlosti (240°/s). (76)

Andersson potvrdil, že síla zevních rotátorů ramene dosahující méně než 80% síly vnitřních rotátorů ramene (OR 3.17, 95% CI 1.01) je spojená se úrazy a OI ramene. Posilování zevních rotátorů, má být zařazeno do preventivních programů. Zatímco cvičení zaměřené na vnitřní rotaci a dyskinesi lopatky má být vynecháno. (77)

#### **2.4.2.5 Hráči volejbalu**

Na dominantním rameni u volejbalistů dochází ke vzniku svalové dysbalance, která zvyšuje riziko vzniku bolestí ramene. Většina studií shodně udává nižší sílu vnějších rotátorů vzhledem k vnitřním rotátorům ramene na dominantní straně ve srovnání s nedominantní stranou. Zvýšený ROM do vnější rotace a snížený ROM do vnitřní rotace je také rizikový faktor pro zranění ramene. Studie udávaly rozdíl mezi rozsahem rotace ramene na dominantní straně ve srovnání s nedominantní stranou od  $-2.3^\circ$  po  $13^\circ$  pro vnější rotaci a od  $-2.2^\circ$  po  $-20^\circ$  pro vnitřní rotaci. (78)

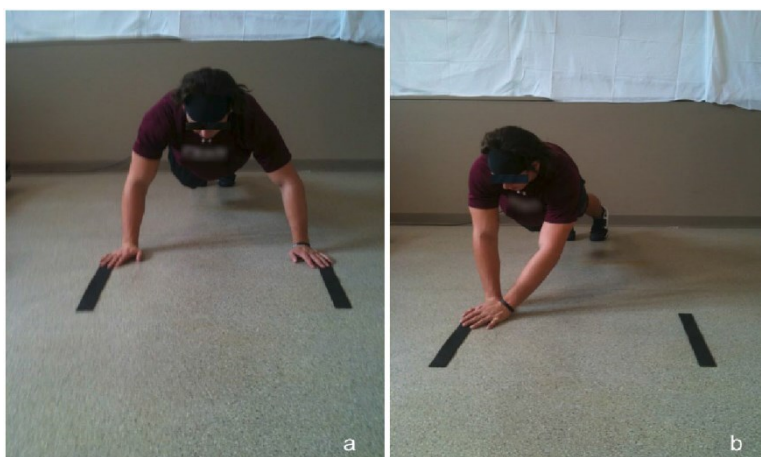
S ohledem na souvislost mezi adaptací ramene a jeho poraněním, je svalová dysbalance signifikantním faktorem pro rozvoj bolesti dominantního ramene u volejbalistů. Obzvláště změna pozice lopatky doprovázená retrakcí kloubního pouzdra, zmenšením subakromiálního prostoru a zkrácením prsních svalů, je suspektní známkou patologie ramene. Intervence má zahrnovat posílení a strečink zevních rotátorů RK, mobilizaci lopatky, žeber, akromioklavikulárního a sternoclavikulárního skloubení, posílení trupové stability a zlepšení herní techniky. (78)

#### **2.4.2.6 Další sporty**

Hráči vodního póla se zkráceným m. pectoralis minor mají pozměněnou kinematiku lopatky, což může vést k dyskinezi lopatky (nezávislý rizikový faktor pro rozvoj bolestí ramene). Dále mají zvýšený glenohumerální kontakt a risk impingement syndromu rotátorové manžety. (75)

Pontillo et al. vypracoval prospektivní studii o zraněních u prvoligových hráčů amerického fotbalu. Data ukazují, že hráči, kteří si poranili rameno během sezóny, mohou být identifikováni během předsezonního screeningu prostřednictvím Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST). CKCUEST je prováděn v podpoře ležmo s oporou o HKK. Poté je sportovec požádán, aby se za opory o jednu HK střídavě dotýkal jedné ze dvou linií umístěných od sebe ve vzdálenosti 91,4 cm po dobu 15 sekund. Na základě jejich zkušenosti, hráč, který zvládne méně než 21 dotyků je v riziku budoucího zranění ramene. CKCUEST má sensitivitu 0.83, a specificitu 0.79, určující zda hráč obdrží poranění ramene. (79; 58)

Obrázek 3: CKCUEST (a) startovní pozice; (b) pozice v průběhu testu (79)



Na závěr bych uvedl, že některá zažitá doporučení, nejsou podložena či správná. Například tvrzení, že pozice lopatky u sportovců věnujícím se overhead sportům má být symetrická, není podpořena relevantními daty. Určitý stupeň asymetrie je pro sportovce normální a několika stupňová asymetrie v pozici lopatky nemá být automaticky považována za patologii, ale spíše za přizpůsobení se vysoké zátěži HK. Na druhou stranu se studie shodují na doporučeném ROM v RK a dalších parametrech. Například, že při maximální elevaci HK má být rotace lopatky alespoň 45-55°. (41)

Nedávné studie ukazují, že je možné snížit incidenci poranění ramenního pletence vhodným sportovním tréninkem, který však musí být komplexní a zabývat se všemi aspekty, které souvisí s rizikem zranění (udržení ROM, svalová rovnováha, dostatečná síla, propriocepce, povědomí o zranitelných polohách ramen a HKK a dále správná technika hry). (72)

### **2.4.3 Bolest třísla**

Bolesti třísla jsou u sportovců velice časté. Vždy je důležité rozlišit jejich příčinu. Může se jednat o pravou tendinopatii, což je nejčastěji entezopatie úponové šlachy m. adductor longus v místě inserce na os. pubis. Další možnou příčinou je natržení myotendinózní junkce. Tento typ poranění je vzácnější a působí přenesenou bolest. Či zda se nejedná o abdominální bolest přenesenou do třísla, kdy jsou adduktory pouze místem bolesti a nikoliv primární příčinou. Je třeba vzít v potaz rovněž všechny potenciální patologie v kyčelní oblasti zvláště pak femoroacetabulární impingement, který často postihuje mladou sportovní populaci. (80)

Mnoho sportovců trápí také bolesti adduktorů. Zvláště pak u aktivit, kde je nutné zrychlování a zpomalování, náhlé změny směru, blokování, rotace trupu, skluzné pohyby a kopání. Všechny zmíněné pohyby vyvíjejí tlak na komplex beder, pánve a stehna. Tento jev vysvětluje vysoké využívání adduktorů a břišní stěny. Především pohyb vykonávaný bez zpevnění svalového korzetu trupu spolu s pánevní retroverzí vede k nepřiměřenému zvýšení tlaku na přední stranu břišní stěny, což v konečném důsledku může vyústit až v chronickou pubalgiu. (80)

Vzhledem k výše popsaným rizikovým pohybům mezi sporty s vysokou incidencí těchto obtíží patří fotbal, rugby, házená a lední hokej. Ve fotbale poranění adduktorů tvoří 5-16 % všech zranění a z toho 1/3 tvoří akutní úrazy, zbytek představují OI. (81)

Tento typ obtíží se bohužel často vrací. U 26 % sportovců sledovaných po dobu 22 měsíců se bolesti adduktorů objevily znovu. (82)

#### **2.4.3.1 Rizikové faktory pro vznik bolestí třísla**

Rizikové faktory pro vznik bolesti v tříslech posuzovalo několik studií. Whittaker ve své studii shledal, že největšími rizikovými faktory pro poranění třísla jsou předchozí poranění třísla, vyšší úroveň hry, snížení síly adduktorů kyčelního kloubu, a to jak absolutní, tak relativní vzhledem k abduktorům, a menší úroveň sportovně specifického tréninku pro daný sport. Tyto faktory jsou spojeny s vyšším rizikem poranění třísla při sportu. (83)

Obdobně v další studii Green došel k závěru, že nejsilnějším predilekčním faktorem je předchozí poranění třísla, což je v souladu s Whittakerovými shledáními. Dalším rizikovým faktorem z Greenovy studie bylo zvýšené BMI před začátkem herní sezóny. Některé studie pak s omezenou evidencí naznačují souvislost bolestí třísla s poraněními ostatních vazivových struktur (hamstringy, quadriceps, adduktory a koleno). (84)

Obecně lze říci, že významně zvýšenou náchylnost pro rozvoj bolestí třísel má pacient s typickým fenotypem fotbalisty. Ten je charakterizován nedostatečnou flexibilitou předních a zadních svalových řetězců kyčle, hyperlordózou s anteverzí pánve, genu varum a genu flexum. Zmíněné dispozice vedou k přetížení adduktorů a častému rozvoji bolesti třísel.

Rizikovým faktorem je též rozdílná délka DKK, která vede kompenzačním mechanismem k sešikmení pánve. Také anteverze pánve je uváděna jako rizikový faktor pro rozvoj diskutovaných obtíží.

V rámci léčebné intervence je vhodné postavení pánve korigovat do neutrálního postavení. (80)

Mnoho autorů věří, že příčinou bolesti je dysbalance svalů stabilizujících kyčelní kloub. Především mezi silnými a zkrácenými adduktory kyčle a slabou břišní stěnou, případně adduktory a abduktory kyčle. (80)

Bylo opakovaně prokázáno, že snížený celkový rozsah rotace v kyčelním kloubu pod 85° zvyšuje pravděpodobnost rozvoje bolestí v tříslech. (85)

## **2.4.4 Syndrom iliotibiálního traktu**

### **2.4.4.1 Úvod**

Syndrom iliotibiálního traktu je OI způsobené repetitivním třením mezi iliotibiálním traktem a přiléhající bursou nebo laterálním synoviálním výběžkem u laterálního femorálního kondylu. Tření nastává ve chvíli, kdy se chodidlo dotkne země nebo krátce před tím, zhruba ve 20-30° flexi kolene. ITBS je nejčastější příčinou laterální bolesti kolene u běžců a tvoří okolo 12 % OI u běžců. (80)

### **2.4.4.2 Rizikové faktory**

*Tabulka 5: Rizikové faktory pro vznik syndromu iliotibiálního traktu u běžců a cyklistů* (80)

<b>Vnitřní rizikové faktory</b>	<b>Vnější rizikové faktory</b>
Genu varum	Běžecský styl
Vnitřní rotace tibiae	Tréninkové chyby
Cavus-varus chodidlo, výrazná pronace chodidla	Běh v kopcích
Anteverze femuru	Nedostatečný stretching
Laxicita laterálního kolene	Špatná nebo neadekvátní běžecská obuv
Slabost abduktorů kyčle	Nesprávně nastavené pedály a sedlo u cyklistů
Rozdílná délka končetin	Změna z cyklistiky na běh v triatlonu

Tabulka ukazuje, že je třeba komplexního vyšetření a značných klinických zkušeností pro posouzení rizika ITBS, zároveň jsou tyto rizikové faktory velmi pravděpodobně aplikovatelné i pro další sporty zahrnující běh, tudíž pro většinu týmových sportů, některé atletické disciplíny a další.

## **2.4.5 Poranění kolene**

Poranění kolene představují celkově zhruba 10,2 % všech sportovních zranění, avšak v určitých sportech mají ještě podstatně vyšší zastoupení. (48)

V první části se budu věnovat rizikovým faktorům zvyšující šanci na poranění kolene jako celku, v druhé části se podrobněji zabývám rizikovými faktory pro lézi ACL, o které je velké množství informací.

### **2.4.5.1 Deficit stability trupu a propriocepce**

Nestabilita trupu (především laterální) byla vyšší u sportovců s poraněním kolene, ligament a ACL než u neporaněných sportovců. Nejsilnější predilekční faktor pro zranění ligament s ( $P = .009$ ) je laterální nestabilita trupu. Při hodnocení zahrnující trupovou nestabilitu, deficit propriocepce (proband byl z neutrální pozice uveden do 20° rotace rychlostí 2 °/s, následně zde setrval tři sekundy a poté se vrátil do jím předpokládané počáteční pozice) a anamnézu bolesti bederní páteře, lze předvídat poranění ligament kolene s až 91% sensitivitou a 68% specificitou ( $P = .001$ ). U sportujících mužů nebyl vliv prokázán. (86)

I další práce ukazuje, že zhoršená trupová propriocepce měřená prostřednictvím aktivního udržování správné pozice trupu předvídala poranění kolene u žen. Byl pozorován deficit v aktivní odpovědi trupu u žen s poraněním kolene (2.2°) a s poraněním vazů či menisků (2.4°) v porovnání s nezraněnými ženami (1.5°) (87)

Jako prevenci poranění kolene je tedy vhodné vyšetřovat propriocepci a stabilitu trupu, při deficitu pak zvolit vhodnou terapii.

### **2.4.5.2 Poranění ACL**

Poškození ACL je nejčastější závažné poranění kolene, vyskytující se v široké řadě sportů. Nejčastější výskyt je u fotbalistů, lyžařů a volejbalistů. Například u lyžařů představuje ruptura ACL okolo 18 % všech zranění, a dokonce až 30 % u žen starších 15 let. Incidence zranění ACL je celkově 2,2krát vyšší u žen než u mužů a není závislá na úrovni soutěže. (88) Toto tvrzení je v rozporu s IOC Manual of Sports injuries, jež udává, že incidence je obecně vyšší u mužů s výjimkou sportujících žen ve věku 15-20 let. Tato věková skupina má naopak nejvyšší incidenci ACL zranění a to 2 až 8 krát vyšší než zbytek populace. (40)

Byla provedena metaanalýza 7 prospektivních a 24 retrospektivních desetiletých studií pacientů po izolované lézi ACL, nebo lézi ACL kombinované s poraněním mediálního kolaterálního ligamenta či mediálního menisku. Úraz byl poté řešen buď konzervativně, či operativně. Následně bylo v odstupech deseti let provedeno radiologické vyšetření a hodnocen stupeň osteoartrózy kolene. Výsledky studie byly následovné: pro izolované poranění ACL byla nejčastěji udávána nízká prevalence osteoartrózy (0%-13%) a pro kombinované poranění kolene však již prevalence mezi 21 % a 48 %. (89)

Předchozí metaanalýzy neukázaly, že by rekonstrukce ACL byla preventivní z hlediska dlouhodobého rozvoje osteoartrózy, navzdory obecně často předpokládanému a praktikovanému ortopedickému postupu. (90) Z tohoto zjištění opět vyplývá důležitost prevence.

Pro mužské sportovce jsou jako rizikové faktory označovány: zvýšený předozadní posuv tibie relativně k femuru (laxicita kolenního kloubu), tuhost zadní strany kolene, pozitivní navicular drop test (svědčí o pronaci chodidla) a snížený Q úhel (popisuje polohu femuru vůči tibii, norma u žen 15°, u mužů 10°) na stojné dolní končetině. Tyto faktory zvyšují náchylnost ke zranění ACL. (91)

Pro ženské sportovkyně je situace poněkud odlišná. Prediktivní k lézi ACL je kombinace rizikových faktorů: pacientky mají v rodinné anamnéze rodiče s ACL zraněním, mají zvýšenou laxicitu kolenního kloubu v předozadním směru a vyšší BMI. (91) Zajímavé je, že Wojtys ve své studii popsal 1,6krát zvýšený výskyt nekontaktních poranění ACL způsobených torzí tibiae oproti femuru u ženských sportovkyň během pozdní folikulární a časně ovulační fáze menstruačního cyklu. (92)

Další významnou studii na toto téma provedl Hewet et al. Jednalo se o prospektivní studii u 208 žen vykonávajících rizikové sporty (konkrétně fotbal, volejbal a basketbal) z hlediska poranění ACL. U probandek provedl 3D kinematickou analýzu hodnotící neuromuskulární kontrolu kolene a moment sil na koleno při dopadu. Ženy, které se zranily, měly odlišnou biomechaniku kolene při dopadu. Abdukční úhel kolene při dopadu byl o 8° větší u žen s poraněním kolene ve srovnání se ženami, které se nezranily. Ženy se zraněním ACL měly 2.5 krát větší abdukční moment působící na koleno ( $P < .001$ ) a o 20% vyšší zpětnou reakční sílu působící na koleno, přičemž ke kontaktu se zemí došlo o 16 % dříve. (93)

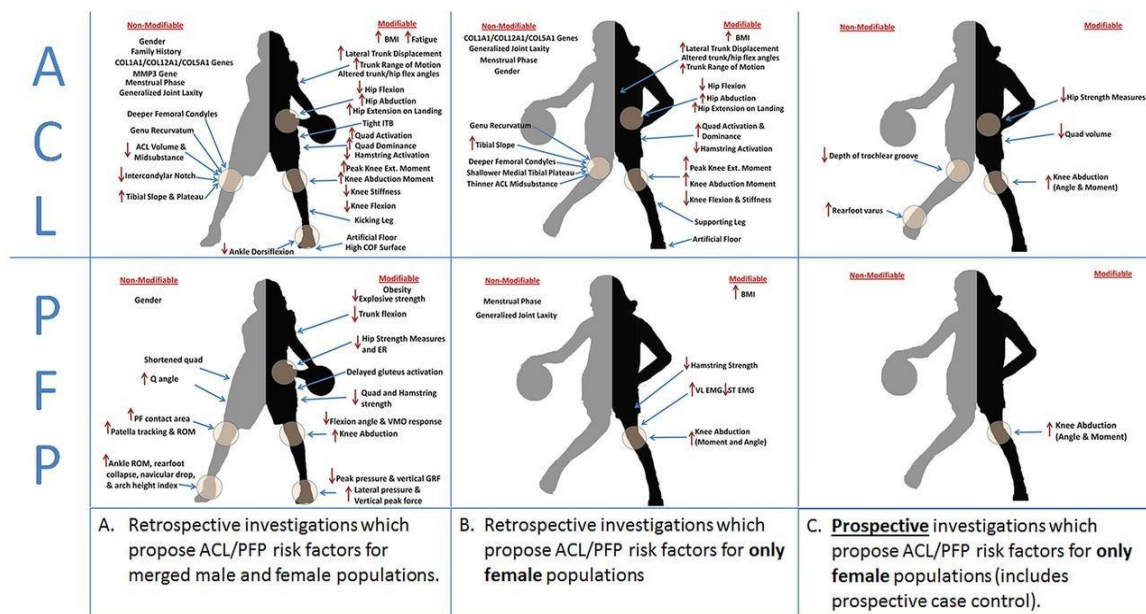


Při špatné neuromuskulární kontrole kolene během dopadu dochází k jeho zvýšenému pohybu do abdukce a vzniká za kratší dobu větší moment síly působící na kolenní kloub, který je pak výrazně náchylnější pro poranění ACL. Konkrétně zvýšený abdukční moment kolene predikuje poranění ACL se 73% specificitou a 78% sensitivitou. Hodnocení míry valgosity kolene v průběhu dopadu predikuje poranění ACL s koeficientem determinace 0.88. Mezi další rizikové faktory patří dále také snížený poměr H/Q a snížená interkondylární šířka tibiálního plató. (93)

Pro lézi ACL je typické, že nastává při valgózním postavení kolene, vnitřní rotaci tibie a uzamčeném kyčelním kloubu. ACL zranění nastává zhruba 40 ms po iniciálním kontaktu chodidla se zemí, proto tzv. “feed-back” strategie prevence soustředící se na trénink pozice po dopadu, nemůže příliš ovlivnit vznik úrazu. Je tomu tak proto, že reakční doba po dopadu je nejméně 150-200ms. Prevence by tedy měla usilovat spíše o “feed-forward” strategii před přistáním a trénovat svalovou aktivaci a nervovou kontrolu těsně před přistáním. (48) Základem prevence je tedy naučit se především správnou techniku odrazu. Při dopadu je pak důležité, se během flexe kolene vyvarovat valgózní pozice kolene a vnitřní rotace chodidla. Dále je dobré zapojit flexi v kyčli. (bez vnitřní rotace), díky které se absorbuje část energie.

Následující obrázek shrnuje dosavadní poznatky z hlediska rizikových faktorů pro poranění ACL a PFP, a třídí jednotlivé faktory dle stupně evidence a dle toho zda jsou modifikovatelné či nikoliv.

Obrázek 4: Grafická ilustrace rizikových faktorů pro poranění ACL a PFP (94)



### Vysvětlivky zkratk:

ACL, přední křížový vaz; BMI, body mass index; Ext, externí; PFP, patellofemorální bolestivý syndrom. ITB, iliotibiální trakt; COF, výslednice sil; ROM, range of motion; PF, patellofemorální; ER, zevní rotace; VMO, vastus medialis obliquus; GRF, reakční síla vyvolána dopadem; VL, vastus lateralis; EMG, electromyografie; ST, musculus sartorius.

Z videoanalýzy urážového mechanismu poranění ACL vyplývají i vhodné preventivní strategie uvedené v tabulce 6.

Tabulka 6: Druhy preventivních cvičení před ACL lézí u ženského fotbalu (95)

Úrazový mechanismus	Zásadní neuromuskulární nerovnováha	Vhodná intervence
Addukce kolene během dopadu	“Ligament dominance”	Trénovat správnou techniku dopadu
Nízký flekční úhel při dopadu	“Převaha quadricepsu ”	Posílit zadní svalový řetězec
Asymetrický dopad	“Dominance jedné nohy”	Trénovat stranovou symetrii
Neschopnost kontrolovat těžiště	“Trunk dominance” dysfunkce trupu	Posílit stabilitu trupu

### 2.4.6 Tendinopatie lig. patellae

Tendinopatie lig. patellae je častý akutní úraz i OI patellární šlachy. Nejčastěji postižena je věková skupina mezi 15 až 30 lety a představuje značný zdravotní problém pro sportovce různých disciplín. Nejčastěji se vyskytuje u sportů, které obsahují skoky. Basketball a volejbal tak mají nejvyšší incidenci a to 31.9 % a 44.6 %. (96) hlavně díky pohybovým charakteristikám, mezi ty patří vysoká rychlost, náhlé změny směru a zátěž na extenzorní aparát. (80) Například během basketbalu speciálně při vysoké rychlosti pohybu, je maximální svalová síla generovaná při ekcentrické kontrakci 1.5 až 2krát vyšší, než je maximální síla během isometrické kontrakce a několikrát vyšší než maximální síla při koncentrické kontrakci. (97)

#### 2.4.6.1 Vnitřní rizikové faktory

##### ***Závislost výskytu na pohlaví***

Incidence je až dvakrát vyšší u mužů než u žen. Nejspíše pro schopnost mužů generovat větší sílu než ženy. (96) Za rozdíly v incidenci mezi pohlavími mohou také hormonální faktory. Studie, která byla provedena na sportujících postmenopauzálních ženách, shledala signifikantní rozdíl mezi skupinou na substituční hormonální terapii a

skupině bez ní. (98) Z čehož lze usuzovat, že estrogény mají pravděpodobně protektivní vliv na šlachy.

### ***Závislost výskytu na věku***

Tendinopathie jsou obecně spojeny s přetížením, takže čím vyšší je věk, tím vyšší je zátěž na šlachu při stejné úrovni sportovní aktivity. (96) Dalším faktorem je prodloužená doba potřebná pro regeneraci ve vyšším věku. Navzdory tomu je incidence u volejbalu a basketbalu nejvyšší ve věkové skupině mezi 15-30 lety. Důvodů je pravděpodobně několik. Je to období nejintenzivnější sportovní aktivity a tím pádem

pokud jedinec patologii nerozvine v tomto období, později v průběhu života se pravděpodobně nesetká s vyšší dlouhodobou zátěží. Dalším potenciálním důvodem může být důslednější zaznamenávání zdravotních obtíží u mladších sportovců.

### ***Jiné vnitřní rizikové faktory***

Význam mají všechna onemocnění zasahující kvalitu pojiva, kupříkladu revmatická onemocnění a kolagenopatie. Ty mění strukturu šlach a snižují mechanickou odolnost. Rovněž poranění kontralaterální šlachy zvyšuje šanci rozvoje patologie na druhé straně.

#### **2.4.6.2 Vnější rizikové faktory**

Vnější rizikové faktory jsou, jak již bylo dříve uvedeno, ovlivnitelné, proto je v největším zájmu profesionálních sportovců a trenérů snažit se je adresně zohlednit v preventivních opatřeních a tréninkových schématech.

### ***Prostředí a herní povrch***

Pro volejbal a basketbal platí, že tvrdší herní povrch zvyšuje riziko rozvoje tendinopatie, bylo to však prokázáno pouze u závodních hráčů. U rekreačních hráčů nebyla nalezena asociace. (96) Pravděpodobně netráví sportovní aktivitou tak dlouhý čas, aby se rozdíl v tvrdosti signifikantně projevil na incidenci tendinopatie lig. patellae.

### ***Sportovně specifické pohyby pro daný sport***

Sice není možné vyhnout se těmto pohybům, ale je možné upravit techniku tak, aby docházelo k menšímu zatížení rizikových oblastí. Případně zmírnit frekvenci a intenzitu zátěže v rizikových skupinách či u symptomatických jedinců na počátku onemocnění. (80)

### ***Vybavení a objem zátěže***

Zvláště obuv a kolenní bandáže jsou často uváděny jako ovlivňující faktory. Efekt je však nejednoznačný. Záleží na objemu tréninku, riziko rozvoje je vyšší při překročení 12hodin tréninku týdně. Dále riziko rozvoje zvyšuje pět a více hodin posilování s činkami za týden. (99) Větší riziko vzniku obtíží mají též sportovci, kteří zároveň manuálně pracují. (100)

### **2.4.6.3 Shrnutí**

Van der Worp se spolupracovníky shrnuli literaturu ohledně rizikových faktorů pro vznik PT. Ze zhruba čtyřiceti potenciálních rizikových faktorů bylo vybráno devět s alespoň nějakou evidencí. Jsou to váha, BMI, poměr obvodu pasu k obvodu boků, rozdíl délky končetin, výška klenutí chodidla, vykonávání vertikálních skoků a snížená flexibilita m. quadriceps femoris spolu s hamstringy. Všechny tyto rizikové faktory podporují mechanickou teorii vzniku PT, jakožto selhání hojivých procesů a přetížení šlachy nadměrnou PA. Zvýšený poměr obvodu pasu k obvodu boků může navíc svědčit o hormonální dysbalanci, přispívající ke vzniku obtíží. (101)

Snížená flexibilita quadricepsu a hamstringů zvyšuje zátěž šlachy během pohybu kolene, což může vést k přetížení šlachy a vzniku PT. Jedinci s PT mají často též oslabený quadriceps. Není však jasné, zda je atrofie quadricepsu příčinou PT, či následkem neaktivity způsobené PT.

Kountouris a Cook určili jako rizikovou dysfunkci v pánevním komplexu a kinematickém řetězci dolní končetiny. Vyhodnotili její rehabilitaci jako klíčovou součást terapie a prevence. V centru pozornosti rehabilitační péče má být flexibilita kolene a kyčle, adekvátní síla quadricepsu a u jedinců s nadváhou snížení tělesné hmotnosti. Doporučuje se rovněž pracovat s výškou oblouku chodidla prostřednictvím ortotiky s cílem zlepšení absorbční funkce chodidla například prostřednictvím vhodných vložek do bot. Kromě redukce otřesů, mohou vložky do určité míry vyřešit i rozdílnou délku DKK. (102)

V budoucnu je třeba udělat studie, které se nebudou týkat pouze vrcholových sportovců. Závěry pak budou platné i pro širší populaci. (101)

### **2.4.7 Medialní tibiální syndrom**

Mediální tibiální syndrom je periostitida margo medialis tibiae. Vyskytuje se nejčastěji mezi vojenským personálem, běžci a tanečníky. Incidence se pohybuje od 4 % do 35 %. (103) Mezi rizikové faktory patří zvýšená zevní rotace DK a hyperpronace chodidla. To vede ke zvýšené zátěži mediálního kompartmentu bérce a chodidla. (40)

Dr. Hamstra-Wright provedla prospektivní studii ohledně rizikových faktorů pro rozvoj mediálního tibiálního syndromu u běžců a vojáků. Ve studii bylo pro jednotlivé faktory zahrnuto mezi 200 až 500 probandy včetně kontrolních skupin. Prediktory jsou zvýšené BMI a pozitivní navicular drop test (značící hyperpronaci a nižší oblouk nožní klemby). Z hlediska rozsahu pohybu je to zvýšený ROM do plantární flexe a zevní rotace v kyčli a omezená vnitřní rotace v kyčli. (104)

### **2.4.8 Tendinopathie achillovy šlachy**

Tendinopathie Achillovy šlachy je charakterizována bolestí, otokem, sníženou výkonností, patologickými změnami šlachy a někdy i jejího okolí. U chronické formy trvají příznaky déle než 6 měsíců. (105)

Incidence se zvýšila v posledních třech dekadách jako důsledek větší účasti na sportovních aktivitách. Postižením achillovy šlachy trpí okolo 7–9 % běžců světové úrovně. Běžci mají až 10krát vyšší incidenci tendinopathie achillovy šlachy ve srovnání se stejně starou populací. Tendinopathie achillovy šlachy je také běžná u hráčů raketových sportů, volejbalu, fotbalu a atletických disciplín. Avšak netýká se pouze sportovců, protože až 30% postižených jedinců vede sedavý způsob života. (80)

Pozitivní rodinná anamnéza byla určena jako významný rizikový faktor zvyšující šanci rozvoje pětinasobně. (106)

Van der Vlist se spolupracovníky provedli review 109 studií a určili jako rizikové faktory s evidencí předchozí tendinopatii či frakturu DKK, užití ofloxacinových antibiotik (fluorochinolony), střední konzumaci alkoholu, trénink během chladného počasí, sníženou sílu plantárních flexorů a abnormální chůzový vzor s větším laterálním odvalem chodidla během stojné fáze kroku. (107) Naopak většina studií nepotvrdila jako rizikové faktory zvýšené BMI či váhu.

Tendinopathie achillovy šlachy se obtížně léčí a úspěšnost léčby není příliš dobrá. Osmiletá observační studie ukázala selhání konzervativní terapie u 29% z 83 pacientů. Jiné studie popisují až 50% selhání konzervativní terapie. (105)

## **2.4.9 Poranění hlezna**

### **2.4.9.1 Úvod**

Až 70% lidí si za život poraní hlezno. (108) Laterální distorze hlezna má nejvyšší frekvenci znovuzranění ze všech myoskeletálních poranění DK a jedinci po akutním poranění hlezna mají dvakrát vyšší riziko opakování úrazu v období jednoho roku po zranění. (109) Mezi vysokoškolskými studenty mají ženy dvakrát vyšší incidenci úrazů hlezna než stejně staří muži. (48)

### **2.4.9.2 Rizikové faktory**

Vuuberg et al. provedli rešerši odborné literatury do roku 2017 na toto téma. Existuje mnoho rizikových faktorů, které podstatně zvyšují riziko zranění hlezna. Mezi ně patří omezený ROM do dorziflexe. (110) Dále je významným faktorem snížená propriocepce (111) a pozitivní předsezonní balanční test stoje na jedné noze. (112). Mezi další ovlivnitelné rizikové faktory patří hodnota BMI, kde však literatura není jednotná. Zavisí to pravděpodobně vždy na daném konkrétním sportu, u některých sportů je výhodnější mít BMI nižší, u jiných vyšší. Spolehlivým rizikovým faktorem je ještě vysoká míra zatížení mediální strany plosky nohy při běhu. (113)

Mezi přídatné rizikové faktory patří snížená síla, koordinace, kardiorespirační zdatnost, celkové snížení ROM hlezna a opožděná aktivace peroneálních svalů při dopadu. (114)

Jako silný ukazatel je popisována distorze hlezna v anamnéze, Vuubergova rešerše však ukázala pouze nepříliš signifikantně zvýšené riziko.

Přídatné faktory z hlediska tělesného fenotypu jsou: vyšší tělesná výška, nevhodná konfigurace hlezenního kloubu, „foot posture index“ a anatomické abnormality v kotníku a postavení kolen do varozity či valgozity. (115; 116)

V roce 2013-2014 proběhla studie na 1090 vojácích, kterým byla vyšetřena délka chodidla a výška oblouku klemby vsedě a ve stoji, následně byl vypočítán index výšky oblouku a chodidla byla rozdělena dle míry klenutí na neutrální, pes planus a pes cavus. Poté byli účastníci sledováni po dobu jednoho roku a hodnotila se incidence poranění hlezna. Vojáci s pes cavus měli ve srovnání s normálně klenutou nohou o 52% nižší incidenci poranění hlezna. Takže pes cavus je protektivním faktorem před zraněním hlezna u vojáků. (117)

Williams et al. upřesnili tvrzení o protektivním vlivu klenutí chodidla. Běžci s nízkou klenutou klenbou jsou náchylnější na poranění kolene, měkkých tkání a mediálních poranění, zatímco běžci s vysoce klenutou klenbou jsou náchylnější k poranění kostěných struktur, hlezna a laterálních traumat. Našli také větší peak flekčního úhlu kolene u běžců s nižší klenbou chodidla a zjistili, že pro zastavení flexe v kolenním kloubu musí být použita větší síla quadricepsu. (118) To vede k hypotéze, že nízká klenba je též rizikový faktor pro rozvoj PT v důsledku OI.

#### **2.4.9.3 Predikce opětovného zranění hlezna po návratu do hry**

Studie byla provedena na 60 vysokoškolských sportovcích, po úrazu hlezna byla vyšetřena bolestivost, otok, ROM do dorziflexe, ligamentózní laxicita (přední zásuvkový test a talar tilt test), antropometrické vyšetření a posouzení schopností chodidla a hlezna pro aktivity denního života v modifikovaném provedení pro sport. Sportovci poté byli sledováni z hlediska distorze hlezna po následující sportovní sezóně. Ukázalo se, že pacienti s vyšší výškou, váhou a BMI mají větší šanci na opakování zranění v následující sezóně. Mohou tedy benefitovat ze snížení tělesné hmotnosti. (119)

Pokud léčíme pacienta s poraněním hlezna, je důležité, se soustředit na ovlivnitelné rizikové faktory jako je deficit propriocepce a prodloužený peroneální aktivační čas (čas nutný k aktivaci peroneálních na stabilizaci hlezna), snížený ROM hlezna a DKK celkově, funkční a mechanickou stabilitu hlezna a další faktory tak, aby se minimalizovala šance opakování zranění. (114) Je též důležité věnovat větší pozornost účastníkům sportů s vysoko u incidencí poranění hlezna a dále též u jedinců predisponovaných k zranění hlezna.

#### **2.4.10 *Plantární fascitida***

Nejčastější příčinou bolesti paty u sportovců je plantární fascitida. Je to přítomnost chronické bolesti začátku plantární aponeurózy lokalizované na calcaneu. Plantární fascitida je způsobena neadekvátním a chronickým tahem na plantární aponeurózu. Častým nálezem je přítomnost mikrotrhlin v průběhu tkáně. Není stejné etiologie jako tendinopathie, u plantární fascitidy je více přítomná zánětlivá infiltrace. Dlouhý průběh onemocnění může vyústit v patní ostruhu. Pes cavus, overpronace a přílišný trénink na tvrdém povrchu jsou nejvíce predisponujícími faktory. (40)

## **2.5 Fraktury a jejich rizikové faktory**

### **2.5.1 Úvod**

Únavové zlomeniny nastávají v důsledku opakované stereotypní zátěže, která vede k mikrotraumatizaci kosti. To naruší proces kostní remodelace v důsledku čehož se kost nezvládá přizpůsobit intenzitě zátěže. Pokud se zatížení nesníží, dojde k překročení prahu mechanické odolnosti, vedoucí ke zlomenině. (26) Jedná se o typická OI, která mají vysokou míru rekurence a obtížnou léčbu, která často není úspěšná.

Únavové zlomeniny jsou nejčastějším OI, které přerušuje trénink a předčasně končí sportovní kariéru. Dle některých studií udává SF v anamnéze až přes 40 % sportovců, ačkoliv se prevalence výrazně liší mezi studii hlavně v závislosti na délce observace probandů. (120) Například u běžců Brunet et al. určili přibližnou roční frekvenci únavových zlomenin na 4.6 %. (6)

### **2.5.2 Obecné rizikové faktory**

#### **2.5.2.1 Atletická triáda u žen**

Atletická triáda je definována jako různě závažné poruchy energetického metabolismu, menstruace a kostní denzity. Již neplatí, že je potřeba splnění všech tří podmínek pro stanovení diagnózy, klinikovi by měla stačit jedna z nich, k zahájení pátrání po ostatních. Bylo identifikováno 11 rizikových faktorů, na které by měl být zaměřen screening. Každému rizikovému faktoru byl přidělen určitý počet bodů, a pokud sportovkyně získá šest a více bodů, měla by být vyřazena ze sportovní aktivity. (26)

Sportovkyně s horší kvalitou kostí zvládají zátěž hůře než ostatní a jsou proto náchylnější ke zranění. Ženské sportovkyně mají 1.5 až 3.5krát (dle některých studií až 10krát) vyšší incidenci SF, než jejich mužští vrstevníci a mají únavové zlomeniny na odlišných místech než muži. (121)

V průřezové studii bylo vyšetřeno 70 sportujících žen věnujících se běhu a triatlonu, 27 % žen mělo anamnéze únavovou zlomeninu. Menstruační dysfunkcí (nejčastěji oligomenorrhou) bylo v průběhu posledního roku postiženo 42.9 %. Probíhající menstruační dysfunkce 4.3 až 6krát zvyšuje šanci na SF ve srovnání s normálně menstrujícími ženami a je sama o sobě nezávislým prediktorem SF.



Nejčastější byly zlomeniny metatarzů (46 %), tibiae nebo fibuly (38 %), calcaneu (13 %) a femuru (4 %). Nucení do tréninku a nízký činný průřez svaloviny bérce a stehna jsou rizikovými faktory SF u sportujících žen. (122)

### 2.5.2.2 Další rizikové faktory

Rizikovým faktorem jsou všechna metabolická onemocnění negativně ovlivňující kostní metabolismus, malnutriční stavy a poruchy příjmu potravy. Dále náhlé změny v charakteru zátěže, herním prostředí či příliš dlouhá expozice PA.

### 2.5.3 Únavová zlomenina žeber

Veslování je sportem, kde jsou oproti akutním úrazům výrazně více zastoupena OI. Příčinou je pravděpodobně stereotypní pohyb a velký tréninkový objem. OI žeber je třetí nejčastější zranění u veslařů a tvoří okolo 10 % všech zranění spojených s veslováním a postihuje mezi 8.1–16.4 % vrcholových veslařů. Hooper et al. popisují, že po OI žebra sportovci průměrně zameškají 47.8 tréninkových dnů a při kompletní zlomenině žebra dokonce 60 dnů. (123)

Tabulka 7: Vnitřní a vnější rizikové faktory pro rozvoj únavové zlomeniny žebra (80)

Vnitřní rizikové faktory	Vnější rizikové faktory
nízká trupová síla/vytrvalost nedostatečná trupová mobilita/flexibilita souběžné poranění/patologie ramene poranění beder předchozí zranění beder veslař nízké váhy ženské pohlaví snížená kostní densita syndrom nedostatku energie při sportu	veslování na vodě či trenažeru s velkou zátěží a nízkou frekvencí rychlé změny v tréninkové zátěži, objemu a intenzitě dlouhé stereotypově stejné veslování změna z veslování jedním pádlem na dvě vesla a naopak změna z velké na malou loď

### 2.5.4 Únavová zlomenina holenní kosti

Většina pacientů se SF holenní kosti si stěžuje na bolest v průběhu zátěže nebo bezprostředně po ní. Délka bolesti je variabilní v řádu dní až měsíců. Jak zlomenina progreduje, bolest začíná být přítomna během stoje a později i vleže. Také se podstatně zkracuje délka PA postačující pro vyvolání bolesti. Při vyšetření je možné palpativně citlivé místo podél mediálního okraje tibie, nejčastěji mezi spodní a střední třetinou délky. Pokud je palpační citlivost přítomna na více než třetině délky, je pravděpodobnější jiná příčina obtíží. (6)

### **2.5.5 Zlomenina zánártních kůstek**

SF zánártních kůstek představují až 3.7 % všech sportovních zranění, kdy je v závislosti na typu zhruba v 80–90 % nejčastěji zraněn druhý a třetí metatarz. (124)

Ze zlomenin metatarzů jsem pro podrobnější popis vybral Jonesovu zlomeninu 5. metatarzu z důvodu problematické léčby a časté příčiny předčasného ukončení sportovní kariéry. Jonesova zlomenina je známa, pro dlouhý čas potřebný ke zhojení. Po léčbě se navíc vysoké procento hráčů zraní znovu. U více než poloviny případů se jedná o postupný proces vzniku SF. Zlomenina se tedy stává kompletní až postupem času. Je tedy důležité zachytit počínající patologii co nejdříve a předcházet zhoršení onemocnění. Jako jednou z možností je ultrasonografický screening doplněn RTG snímkem. (125; 126)

Dle většiny autorů není opodstatněné a hlavně efektivní provádět vyšetření ultrazvukem a RTG plošně u asymptomatických jedinců. Smysl to má pouze u konkrétních jedinců, kteří mají typické symptomy. Další vhodnou situací je preventivní sledování hráčů po návratu do hry.

U hráčů fotbalu s anamnézou SF 5. metatarzu byl rozsah vnitřní rotace kyčelního kloubu v průměru snížen na 25.9° ve srovnání s nezraněnými hráči, kteří měli ROM pro vnitřní rotaci kyčle 40.4 °. Zpětná analýza dat ukázala, že již 10° snížení vnitřní rotace kyčle signifikantně zvyšuje šanci zlomeniny pátého metatarzu a to jak na ipsilaterální, tak kontralaterální straně. (127)

## 2.6 Fotbalová zranění

### 2.6.1 Úvod

Fotbal jsem zvolil jako modelový sport pro názornou demonstraci toho, jak vypadá adaptace pohybového aparátu na dlouhodobou PA. Ze široké nabídky možných sportů byl vybrán zaprvé proto, že v České republice je to velice rozšířený a populární sport. Za druhé jde o PA s asymetrickou zátěží na pohybový aparát a tudíž je zde možnost stranového porovnání odchylek. Za třetí o fotbale existuje velké množství odborné literatury a vyskytuje se u něj poměrně hodně ze zranění, která jsem popisoval v předchozí části práce (bolesti třísla, poranění kolene a hlezna, otřesy mozku a další).

Tato část práce má za cíl stručně přiblížit čtenáři charakteristiku a druh fotbalových zranění, základní přehled a pochopení jsou nezbytná pro správné posouzení změn pohybového aparátu a následném rozhodnutí, na které z odchylek je třeba se dále zaměřit v rámci vyšetření a případných preventivních opatřeních.

Frekvence fotbalových zranění udávaná v odborné literatuře je přibližně 10–35 zranění na 1000 hodin hry. Během fotbalových turnajů v závislosti na věku hráčů, pohlaví a úrovni hry jsou zranění DKK desetkrát častější než poranění HKK a tvoří až 70% všech zranění. (128) Nejčastěji postiženou oblastí je stehno, koleno a kotník. (129) Po poranění DKK je druhou nejčastěji zraněnou lokalitou hlava a krk, která na pohárech FIFA ukazuje signifikantně vyšší frekvenci u žen než u mužů. V průměru se stane 2.6 zranění během jednoho fotbalového zápasu. Převážná část zranění (80 %) je způsobena kontaktem s jiným hráčem a 47 % z kontaktních zranění vznikne při porušení pravidel hry. Z hlediska typu zranění jsou nejčastější kontuze (55 %), následované distorzemi (17 %) a distenzemi (10 %). Za utkání se průměrně stane 1.1 závažnějších zranění, která vedou k absenci tréninku či dalšího zápasu. (129)

Ekstrand et al. v prospektivní sedmileté studii zjistili, že riziko poranění při zápase je signifikantně vyšší než při tréninku  $27.5 \pm 10.8/1000$  h vs  $4.1 \pm 2.0/1000$  h. Také mladší hráči (méně než 23 let) mají vyšší riziko zranění. Závažnější zranění, která způsobila absenci delší než 28 dní, tvoří okolo 16 % zranění. Průměrně fotbalový tým Evropské úrovně může očekávat osm závažnějších zranění za sezónu, hráč chybí v průměru 37 dní za sezónu kvůli zraněním. Z hlediska úrazových mechanismů během sedmi sezón (2001-2008) došlo k poklesu poranění hlavy, kolene a závažných zranění obecně. (129)

Nejvíce zranění se stává ke konci herního poločasu. Incidence zranění vykazuje

rostoucí trend směrem ke konci poločasu, což platí pro celkový počet zranění včetně třech nejčastějších (zhmoždění, podvrknutí a natažení). Spekuluje se o tom, že hlavní příčinou narůstajícího počtu zranění je únava. Únava se zvyšuje s uplynulým herním časem a vede ke zhoršení herní techniky a také fyzického výkonu obecně. (131) Mnoho hráčů dokončí turnaj se zraněním, není však jasné kolik z nich vzhledem k nejednotnému hlášení zranění. U 12 % zranění došlo k jejich opakování během jedné herní sezóny. Více zranění jsou útočníci v porovnání s ostatními hráči. (129)

### **2.6.2 Typický fenotyp fotbalisty**

Různé sporty a atletické disciplíny, míčové sporty a fotbal především jsou charakterizované velkým množstvím vysoce specifických, stereotypních pohybových vzorů. Když je činnost prováděna dostatečně dlouhou dobu, tyto sportovně specifické motorické podněty vyvolají specifickou odpověď organismu. Určité biologické struktury podstupují adaptaci, která umožňuje sportovci adekvátní zvládnání zátěže. Tyto změny postihují kosti, ligamenta a myofasciální struktury. Změny jsou typické především pro sporty s asymetrickým rozložením zátěže mezi pravou a levou stranou. (41)

Obecně se míra adaptace zvyšuje s rostoucím objemem a kvalitou sportovně specifických pohybů a má pozitivní efekt na hráčův výkon v konkrétním sportu. Na druhou stranu mnoho z těchto adaptací způsobí změny v zatížení pohybového aparátu a může vést k OI. Zátěž může přesáhnout únavovou toleranci struktur a vyústit ve zranění. Porozumění sportovně specifickým změnám těla je klíčové pro všechny odbornosti věnující se sportovcům, jako jsou sportovní a tělovýchovní lékaři, trenéři, fyzioterapeuti a další. Bez přizpůsobení tréninku, léčby či jiné intervence specifickým požadavkům pro daný sport a konkrétního jedince nebude výsledek optimální. (41)

Adaptace by měla být brána v úvahu jak při preventivním screeningu, tak při hodnocení zranění. U hráčů se symetrickou technikou hry jsou tyto změny méně patrné. Zatížení hráčů je také rozdílné v závislosti na herní pozici a to nejen mezi brankářem a ostatními hráči, ale i mezi hráči na různých herních pozicích. Sportovně specifická adaptace byla nalezena jak u aktivně hrajících fotbalistů, tak u hráčů, kteří již roky nehrají.

Je důležité vědět, zda jsou adaptační změny reverzibilní plně či velmi omezeně, zda zvyšují riziko zranění a do jaké míry je jim možné předcházet prevencí. Hlavním cílem je minimalizovat rozvoj degenerativních změn. Neexistují však obecně platná validní doporučení. V důsledku asymetrického zatížení, vznikne rozdílná adaptace na

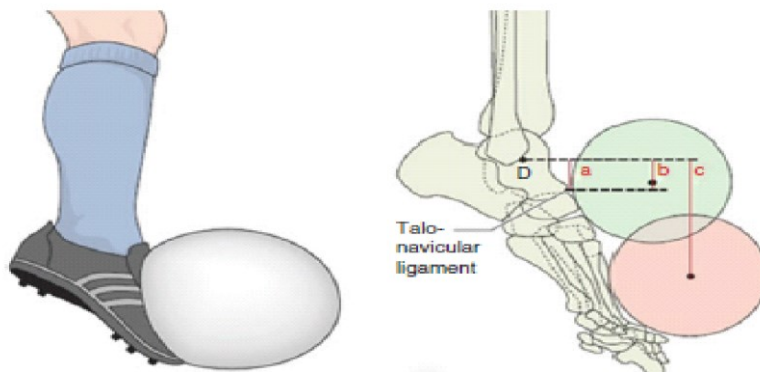
dominantně kopající končetině lišící se od adaptace stojné DK. (41)

### 2.6.2.1 Změny navozené kontaktem kopající nohy s míčem

#### ***Talonavikulární ligamentum a rozsah pohybu hlezna***

Když nárt udeří do fotbalového míče, náraz vyvolá střížné síly působící na skloubení chodidla po velice krátkou dobu. Je tomu tak proto, že délka kontaktu mezi nártem a míčem je okolo 11-15 milisekund v závislosti na mechanických vlastnostech míče. Klenuté uspořádání chodidla není stavěno na takový druh zatížení. I když při optimální technice kopu jsou působící síly v rámci fyziologické tolerance tkání, velké množství opakovaných pohybů po dlouhou dobu často v řádu let a tisíců hodin hry, vedou k mikrotraumatizaci tkání a jejich přestavbě. Tělo se pak přirozeně snaží struktury adaptovat na náhlé tahové napětí způsobené úderem míče. Dochází k zesílení talonavikulárního ligamenta. Jak se Sharpeyova vlákna stávají silnější a početnější vytváří masu, která je na RTG popisována jako „talar beak“ a snižuje ROM chodidla do plantární flexe v hlezenním kloubu. Navíc špatná technika kopu podstatně zvyšuje tahový stress na talonavikulární lig. a může vést k akutnímu úrazu či OI. Nevyhovující obuv navíc dále zhoršuje nepříznivé změny v pevnosti a stabilitě postiženého kloubního spojení. (41)

Obrázek 5 : Intraartikulární síly během kopu míčem (41)



- (a) Vzdálenost od osy zatížení talonavikulárního lig. při nevhodné rotaci chodidla a bérce
- (b) Kratší vzdálenost k středu míče se správnou technikou kopu zátěž zhruba 1200N
- (c) Při nesprávné technice dochází k prodloužení ramene síly a zvýšení zatížení talonavikulární lig. až na 3000N.

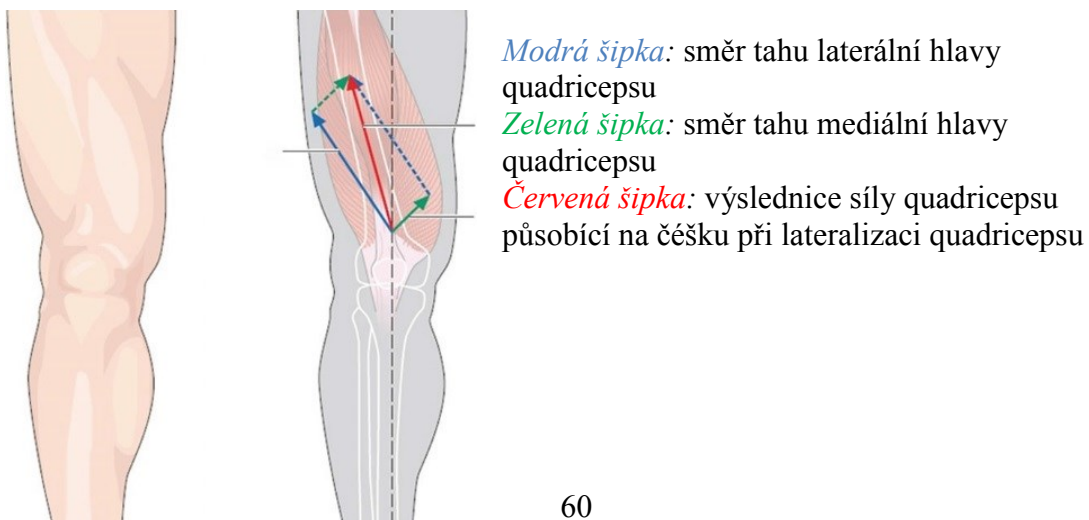
### 2.6.2.2 Adaptační změny a kopací dolní končetiny

Kromě přímých změn v hleznu jako odpovědi na kopání, fotbalisté také vyvinou rozdílnou adaptaci na stojné a kopací DK. Z biomechanického hlediska se při kopání jedná o otevřený kinematický řetězec, kdy punctum fixum je proximálně a punctum mobile distálně. Každý kop však vyžaduje uzavřený kinetický řetězec na kontralaterální straně, kdy je fixním bodem chodidlo, zatímco výše položené struktury jsou v pohybu a musí být stabilizovány proti gravitaci komplexní koordinací, především stabilizací kolene a pánevní oblasti. (41)

Při střelbě míče dochází k pohybu ve více kloubech najednou. Dochází k explozivní extenzi kolene v kombinaci s aktivní flexí kyčle, plantární flexí chodidla a hlezna. Literatura udává zvýšenou maximální sílu quadricpsu a sílu generovanou při střelbě na dominantně kopací DK v kontrastu se zvýšenou silou flexorů kolene (hamstringy) na stojné DK. Tyto změny jsou různě vyjádřeny v závislosti na herní pozici. Nejvyšší dominanci extenzorů vykazují brankáři, kteří hodně času tráví na flektovaných DKK. Z biomechanických důvodů tato postura zhoršuje koaktivaci flexorů stabilizujících koleno společně s hamstringy a to především během extenze kolene, což je nevhodné z hlediska zranění kolene. Útočníci musí být zase schopni rychle reagovat na hru, měnit náhle směr a dosáhnout co nejvyšší rychlosti v co nejkratším čase. Svým fenotypem jsou podobní sprinterům. Ačkoliv mají fotbalisté silnější quadricpsu na DK, kterou dominantně kopou, vyšetření u většiny z nich ukáže, že obvod stehna je mírně snížený v oblasti, kde by měl dominovat vastus medialis. Vzhledem k atrofii mediální vastu, dochází k lateralizaci quadricpsu, kdy je laterální hlava výrazně rozvinutější než hlava mediální. Odlišná "svalová konfigurace" quadricpsu se zdá být přizpůsobením pohybového aparátu na roky trvající stereotypními pohyby, které jsou odlišné od běžných pohybů. (41)

*Obrázek 6:* Konfigurace kopací nohy pravostranného fotbalisty (41)

Lateralizace quadricpsu na kopací DK pravostranného fotbalisty v následku atrofie vastus medialis.



Z neurofyziologického pohledu může být chronický deficit mediální hlavy quadricepsu kopající nohy vysvětlen sníženou potřebou stabilizovat koleno při otevřeném kinematickém řetězci. Postupem času se mění i rozložení inervace a stavá se optimálním pro kopání ve fotbalu. Tento proces mění výslednici síly quadricepsu ve prospěch jeho laterální hlavy a společně s oslabením vastus medialis vede k laterálnímu tahu quadricepsu na patellu. Dochází tedy k negativnímu ovlivnění kinematiky femoropatellárního skloubení. Pokud laterální posun způsobí rotaci patelly, dojde ke zmenšení artikulační plochy mezi retropatellární chrupavkou a kloubním povrchem femuru. To může urychlit vznik degenerativních změn femoropatellárního skloubení a vzniku femoropatellárního bolestivého syndromu. (41)

### **2.6.2.3 Adaptační v oblasti beder, pánve a kyčlí**

Předcházející neurofyziologické a myoskeletální změny, ke kterým dochází na stojné i kopající DK, se samozřejmě projeví i na zdraví bederního a pánevního regionu včetně kyčelního kloubu. V následku zatížení bederně-pánevní krajiny při přenosu síly na DK je klíčová stabilita trupu jako prevence kompenzačních pohybů, které zvyšují riziko zranění. (41)

Na kopající DK dochází v důsledku převahy silných flexorů kyčelního kloubu (především m. iliopsoas a m. quadiceps femoris) nad extenzory kyčelního kloubu k dorzální rotaci pánve z neutrální pozice. Tyto změny jsou též doprovázeny sníženým rozsahem pohybu v SI skloubení a zvýšenou tenzi iliolumbálních ligament, což nepříznivě ovlivňuje celou řadu myoskeletálních struktur, vede k vyhlazení přirozené bederní lordózy a mění statiku páteře. (132)

Odpovědí na dorzální rotaci pánve a snížení bederní lordózy na straně kopající DK, je rotace pánve ventrálně na straně stojné DK. Slabost břišních svalů na straně stojné DK společně se zkrácením flexorů kyčelního kloubu a extenzorů páteře vede k prohloubení bederní lordózy. Celá pánev se tedy dostává do torze a rotace se přenáší na bederní páteř. (132)

Asymetrické rozsahy pohybů na DKK společně s rotací pánve způsobí prodloužení funkční délky stojné končetiny a ve výsledku vede k sešikmení pánve. (41)

Struktury bederní páteře jsou pak zatíženy v postavení (rotace v kombinaci s lateroflexí), na kterou není páteř připravená.

Fyzikální vyšetření fotbalistů by mělo kontrolovat postavení pánve a kontrolovat, zda nedochází k rotaci bederní páteře. (41)

Při vyšetření fotbalistů by tedy měla být pozornost zaměřena na lumbopelvicovou krajinu, posouzení rovnováhy a kloubní mobility v tomto regionu.

Tabulka 8: Změny na kopající a stojné DK u fotbalistů (41)

Adaptace na kopající dolní končetině	Adaptace na stojné dolní končetině
Dorzální rotace pánve a inflare	Sešikmená pánev a outflare
Snížený ROM v SI skloubení	Normální rozsah pohybu v sakroiliakálním skloubení
Zkrácený iliotibiální trakt	Zvýšená valgozita kolene
Atrofie musculus vastus medialis	Problémy s tříslem
Patellární dyskineze	Patologie adduktorů
Omezená plantární flexe	Zvýšená vnější rotace chodidla
Slabost supinátorů nebo jejich snížená vytrvalostní zdatnost v průběhu ekcentrické kontrakce	Hyperpronace
Supinační postavení končetiny	Tendinopatie DK
	Pronační postavení končetiny

Toto však nejsou všechny odchylky, které se mohou vyskytnout a vždy je třeba udělat komplexní diferenciální diagnostiku nalezených změn. (41)



## 3 SPECIÁLNÍ ČÁST PRÁCE-KAZUISTIKA

### 3.1 Metodika práce

Kazuistika: cílem této části práce je názorně ukázat, jak vypadá PPE v praxi doplněné o podrobnější myoskeletální screening. Pacient P.T podstoupil PPE, které obsahovalo posouzení anamnézy, fyzikální vyšetření, pro příležitostnou dušnost v zátěži spirometrii, klidové EKG a bicyklovou spiroergometrii do maximální zátěže. V průběhu spiroergometrie byla pulzním oxymetrem sledována hodnota krevní saturace kyslíkem. Dále byla provedena antropometrie zahrnující měření, vážení a posouzení tělesného složení kaliperem. Doplněno bylo ECHO srdce včetně využití dopplerovského zobrazení. Z důvodu bolesti obou kolen (pravého kolene více) v místě lig. patellae a jeho úponové části na tuberositas tibiae byl zahrnut ultrazvuk.

Kineziologické vyšetření se skládalo z aspekce, palpance, goniometrie kyčelního kloubu a hlezna, délek a obvodů DKK. Do vyšetření jsem zařadil posouzení chůze a dále jsem provedl FMS pro zhodnocení funkční kvality pohybů. Do poslední části vyšetření jsem zařadil specifické testy hodnotící především regiony klinicky významné pro fotbal. Na závěr jsem porovnal výsledky vyšetření s údaji o typickém fenotypu fotbalisty popisovaném v odborné literatuře.

### 3.2 Anamnéza

*Proband* P.T

*Pohlaví* muž

*Věk v době vyšetření* 22let

*Výška* 181,5cm

*Váha* 78,5 kg

*BMI* 23,8

*RA:* Bez zvýšeného rizika SCD v rodině, arytmii, pacemakeru, implantabilního kardioverter-defibrilátoru, kardiomyopatií, vrozených srdečních vad, předčasné ICHS nebo CMP, otec zdravý, matka zdráva, 3 sestry zdravé, matka matky +77 ca jícnu, otec matky žije st.p.hemoptýze

*OA:* porod a první rok bez pozoruhodností, kyčle bez patologického nálezu, očkování řádně, nemocnost minimální, pollinosis jinak se s ničím dlouhodobě neléčí, veškeré interně sledovaná onemocnění nejuje, jednorázově vyšetřen na kardiologii v rámci preventivní prohlídky, nalezena bradykardie, ale pacient neví jak významná, v minulosti prodělal oboustranně Osgood-Schlater (úponové šlachy s kalcifikacemi, s občasou bolestivostí pravého kolene po zátěži), v minulosti příležitostná bolest levého třísla po zátěži

*Úrazy a operace:* komoče 0, fraktura 0, st. p opakovaných distorzích ATC lat. sin. i dx., přetrvává mírná instabilita pravého hlezna, operace nihil, hospitalizace nihil.

*Dispenzarizace:* praktický lékař, na doporučení z předchozích sportovních prohlídek dříve fyzioterapie

*NO:* pacient přichází na PPE pro příležitostnou dušnost v zátěži

*FA:* Levocetirizin v sezoně, potravinové doplňky neužívá

*AA:* pyly jarních travin

*Abusus:* nekuřák, alkohol společensky, káva: 3-4x týdně, jiné návykové látky 0

*SA:* student VŠ obor žurnalistika

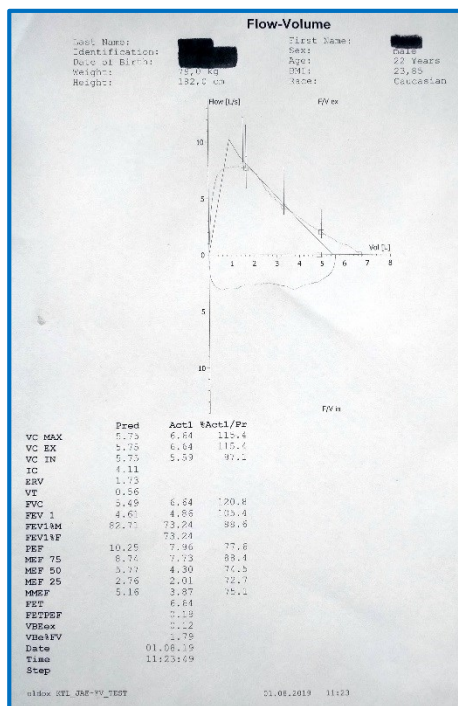
*Sportovní anamnéza:* fotbal od pěti let, nyní trénuje třikrát týdně á90 minut, jednou týdně zápas, hraje v poli jako záložník, kope převážně pravou nohou, dominantní pravák, jiné sporty příležitostně.

### **3.3 Fyzikální vyšetření:**

Bez známek akutního infektu, hrdlo klidné, štítná žláza a uzliny nehmatné, akce srdeční pravidelná, bradykardie, šelese neslyším, dýchání sklípkové bez vedlejších fenoménů, břicho měkké, nebolestivé bez patologických rezistencí, játra v oblouku, slezinu nehmatám, DKK bez otoků, puls v periférii hmatný.

### 3.4 Spirometrie

Obrázek 7: Spirometrie-Flow-volume křivka



#### Hodnocení nálezu:

Maximální vitální kapacita VC MAX 6,64L (115,4% n.h.)

Usilovná vitální kapacita FVC 6,64L (120% n.h.),  
Expirační vteřinová kapacita FEV1 4,86 (105% n.h.)

Tiffeneauův index Tiff 0,73 norma dle věku 0,75  
lehce snížený, vypovídající o nízkém úsilí nebo  
minimální obstrukci

PEF 7,96 L/s

Maximální výdechový průtok MEF50 4,3L/s tzn.  
74,5 % n.h., což představuje dolní hranici normy.  
Jedná se o fyziologický nálezu.

### 3.5 Spiroergometrie

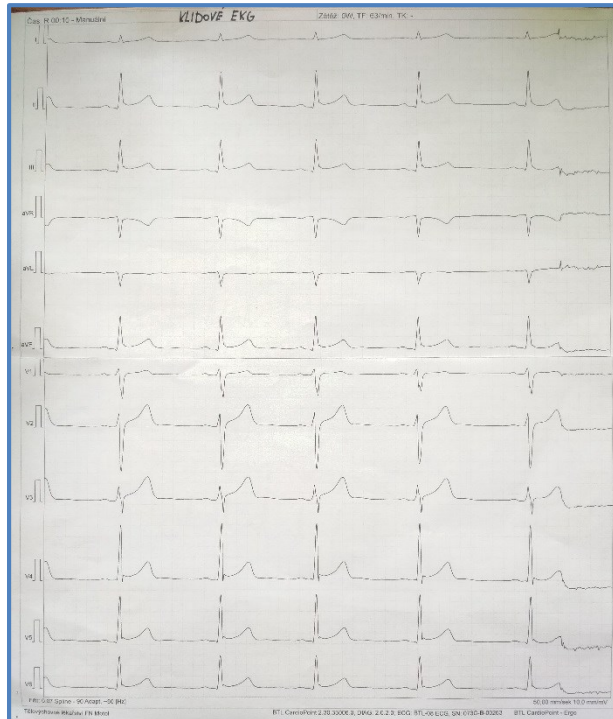
Obrázek 8: Záznam výsledků spiroergometrie

	TF [1/min]	TK na PHK [mmHg]	SpO2 [%]	RPE [6-20]
<b>V klidu:</b> vleže po 5 min	48	125/90		
vsedě na ergometru	70		96	
<b>V zátěži:</b> zátěž statická	52	140/100		
zátěž dynamická				
1.0 W/kg 3 min	108	140/90	97	9
2.0 W/kg 3 min	126	190/90	97	15
kontinuálně zvyšovaná zátěž od 2.0 W/kg do 320W=4.0 W/kg za 5:30 min				
<b>Zotavení: 3 min</b>	185	220/100	97	20
5 min	126	150/70	97	
	110	130/70	97	

**Popis:** Zátěž končí pro fyziologickou únavu svalstva DKK. Dosažená hodnota VO2max 51,7ml/min/kg odpovídá populačnímu nadprůměru pro daný věk a pohlaví. Respirační koeficient 1,24. Maximální ventilace 137L/min při dechové frekvenci 44/min. Odhadnutý ventilační anaerobní práh se nachází na TF 165/min což představuje 89% maximální TF a svědčí o dobré trénovanosti jedince.

### 3.6 Klidové EKG

Obrázek 9: 12 svodové klidové EKG

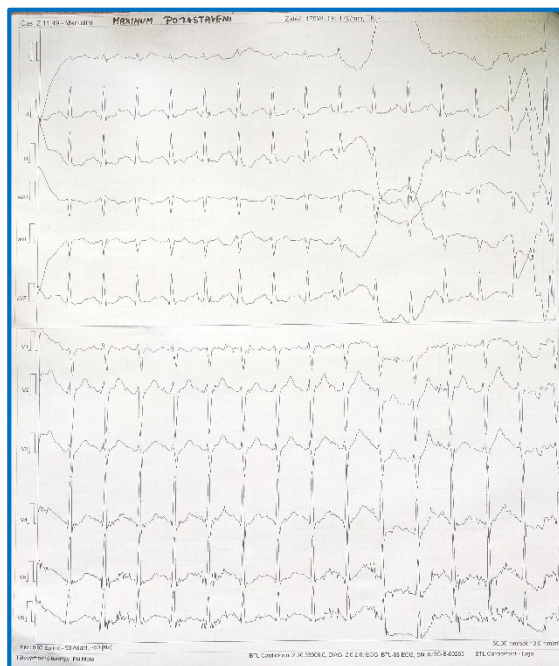


**Popis:**

Sinusový rytmus, TF 53/min, PQ 0,14 QRS komplex 0,08, ST v isolinii, T vlny konkordantní, voltáž přiměřená, QTc normální. Dle aktuálních kritérií pro hodnocení klidového EKG u asymptomatických sportovců bez patologických odchylek.

### 3.7 Zátěžové EKG

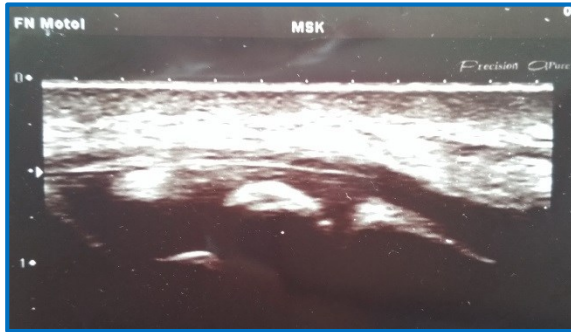
Obrázek 10: 12 svodové zátěžové EKG v modifikaci Mason-Likar



**Popis:** EKG v zátěži a fázi zotavení: přiměřeně akcelerující sinusový rytmus bez arytmií a bez patologických změn repolarizace.

## 3.8 Ultrazvuk

Obrázek 11: Ultrazvuk pravého kolenního kloubu



**Hodnocení nálezu:** hrubé nepravidelnosti na tuberositas tibiae vpravo, méně i vlevo, okrsky kalcifikace bez zvýšeného průtoku při dopplerovském mapování, šlacha s homogenní vláknitou strukturou, bez hypodenzit.

## 3.9 Echokardiografie

Závěr: Atletické srdce s dobrou systolickou a výbornou diastolickou funkcí mírně hypertrofické levé komory, aortální chlopeč bez významné vady, počet cípů nelze popsat pro horší vyšetřitelnost, mitrální chlopeč bez významné vady, lehce dilatovaná levá síň, septum v dosahu sondy intaktní, pravá síň lehce dilatovaná, pravá komora mírně dilatovaná s dobrou funkcí dle TAPSE, lehká trikuspidální regurgitace s malým gradientem, pulmonální chlopeč se stopovou insuficiencí, dolní dutá žíla v nádechu úplně kolabuje. Oblouk aorty bez koarktace.

## 3.10 Aspekce

Obrázek 12: Pacient zepředu, ze strany a zezadu



### 3.10.1 Vyšetření zepředu

*Hlava:* v neutrálním postavení

*Trup:* naznačený pectus carinatum, převaha m. rectus abdominis nad ostatními svaly břišní stěny

*HKK:* ramena v protrakci, pravé rameno výše než levé, levé rameno lehce vyrotováno vpřed



*Pánev:* elevace na pravé straně  
*DKK:* kolena v ose, česky v centrovaném postavení, v pravo více laterálně než vlevo, klemba bez poklesu  
*Hlezna:* lehce valgózní postavení hlezen více v pravo

### **3.10.2 Vyšetření z boku**

*Hlava:* hlava v předsunu  
*Trup:* zvýrazněná hrudní kyfóza  
*HKK:* symetricky  
*Pánev:* bederní hyperlordóza,  
*DKK:* bez odchylky  
*Hlezna:* zvýšena zevní rotace hlezna vpravo, váha těla více vpředu

### **3.10.3 Vyšetření zezadu**

*Hlava:* v mírném úklonu vlevo  
*Trup:* lopatky stabilizovány, pravá lopatka výše, tajle symetrické  
*HKK:* kontury symetrické, bez deviace postavení  
*Pánev:* pánev je v torzi, na pravé straně rotace pánve dorzálně, na levé straně ventrálně  
*DKK:* zevní rotace v kyčli, lehce varózní postavení kolen, kontura achillovy šlachy symetrická, levé lýtko aspekčně silnější  
*Hlezna:* levé hlezno v centrovaném postavení, pravé ve valgozitě a zevní rotaci

## **3.11 Palpace**

Provedl jsem celkovou palpaci. Palpační citlivost v místě lig. TFA na levé straně, TrPs v m. gastrocnemius sin. et m. soleus sin., oboustranná citlivost v místě tuberositas tibiae (pacient v minulosti prodělal oboustranně Osgood-Schlatter), fibuly volné, rezistence v m. biceps femoris a m. semimembranosus oboustranně, hypertonus adduktorů oboustranně, os. pubis nebolestivá, TrPs v m. piriformis vlevo, TrPs v mm. erectores spinae, outflare pánve vpravo- elevace SIPS, snížený tonus břišního svalstva, inflare pánve vlevo, levá SIAS posunuta vpřed, TrPs v m. levator scapulae více v pravo, přetížený trapéz bilaterálně, zvýšená rezistence v mm. pectorales, hlavičky žeber nebolestivé, snížené pružení SI skloubení při křížovém hmatu dle Stoddarta více vpravo

### 3.12 Chůze

Počáteční dotyk paty s podložkou přiměřený, zatížení pravé nohy více mediálně, levé více laterálně. Stojná fáze kroku přiměřená, odlepení paty od podložky symetrické, odraz palce snížený oboustranně. PDK v zevní rotaci v kyčli a zevní rotaci v hlezenním kloubu. Naznačený kvadrátový mechanismus vpravo. Pánev při chůzi latero- laterálně stabilní bez poklesu, bod maximální rotace páteře posunut kranálně do L1-L2. Souhyb horních končetin normální. Celkově chůze energická a svižná

### 3.13 Délky a obvody DKK

Měření probíhalo krejčovským metrem v anatomicky definovaných místech.

Tabulka 9: Délky dolních končetin

<b>Délky dolních končetin</b>		
	PDK	LDK
funkční délka dolní končetiny	94,5cm	94,5cm
anatomická délka dolní končetiny	89cm	89cm
délka dolní končetiny při asymetrii pánve	100cm	102cm
délka stehna	45cm	45cm
délka bérce	44cm	44cm

Tabulka 10: Obvody dolních končetin

<b>Obvody dolních končetin</b>		
segment měření	PDK	LDK
Obvod stehna 20cm nad patellou	94cm	94cm
Obvod stehna 10cm nad patellou	43cm	46cm
kolenní kloub	37cm	37cm
pod kolenním kloubem přes tuberositas tibiae	33cm	31cm
Obvod lýtka v jeho nejsilnějším místě 15cm pod patellou	36,5cm	37cm
nad kotníky	21,5cm	21cm



### 3.14 Goniometrie

Rozsahy pohybů jsem vyšetřil dvouramenným kovovým goniometrem. Nejdříve jsem hodnotil aktivní pohyb, poté jsem vyšetřil ROM pasivně. Výsledky metodou SFTR jsou uvedeny v příslušné tabulce.

#### **Kyčelní kloub**

##### **PRAVÁ DOLNÍ KONČETINA**

###### **AKTIVNÍ (ve stupních - °)**

S	20 – 0 – 130
F	40 – 0 – 30
TR	60 – 0 – 25

###### **PASIVNÍ (ve stupních - °)**

S	25 – 0 – 135
F	41 – 0 – 32
TR	60 – 0 – 28

##### **LEVÁ DOLNÍ KONČETINA**

###### **AKTIVNÍ (ve stupních - °)**

S	20 – 0 – 95
F	32 – 0 – 30
TR	45 – 0 – 35

###### **PASIVNÍ (ve stupních - °)**

S	25 – 0 – 107
F	37 – 0 – 32
TR	45 – 0 – 38

#### **Hlezenní kloub**

##### **PRAVÁ DOLNÍ KONČETINA**

###### **AKTIVNÍ (ve stupních - °)**

S	35 – 0 – 22
---	-------------

###### **PASIVNÍ (ve stupních - °)**

S	40 – 0 – 24
---	-------------

##### **LEVÁ DOLNÍ KONČETINA**

###### **AKTIVNÍ (ve stupních - °)**

S	50 – 0 – 25
---	-------------

###### **PASIVNÍ (ve stupních - °)**

S	50 – 0 – 30
---	-------------

### 3.15 Specifické testy

*ACL: Přední zásuvka:* neg.

*Lachmanův test:* neg.

*PCL: Zadní zásuvka:* neg.

*Kolaterální ligamenta:* pevná

*Adams:* neg.

*Thomayer:* neg.

*Trendelenburg:* neg.

*Patrickův test:* neg.

*Hlezno: Talar tilt test:* pozitivní více vpravo

*Hop Test:* více pozitivní vpravo,

*Collis test:* pozitivní, výrazné zkrácení více vpravo

### 3.16 Functional Movement Screen (FMS)

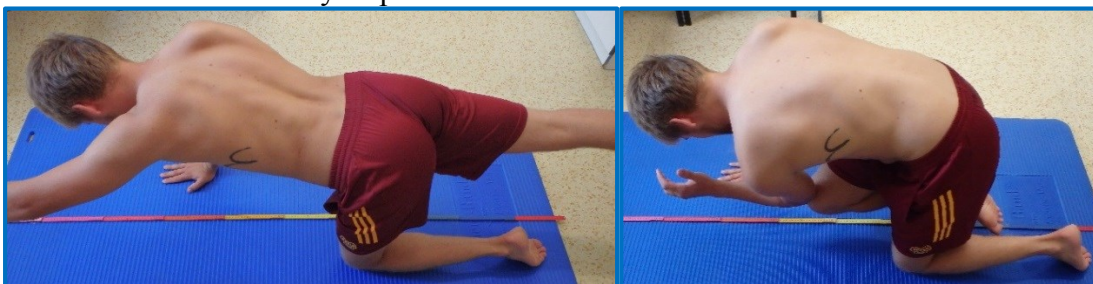
Test FMS byl vytvořen Cook et al., a slouží ke screeningu jedinců s rizikem zranění, dysfunkce pohybového aparátu nebo pohybových vzorů limitujících výkon. Obsahuje 7 testů a v každém z nich je možné získat jeden až tři body v závislosti na kvalitě provedení. (133) Provedl jsem test posouzení kvality pohybu FMS. Dále prezentuji výsledky jednotlivých složek FMS včetně slovního zdůvodnění uděleného počtu bodů.

*Obrázek 13: Hluboký dřep*



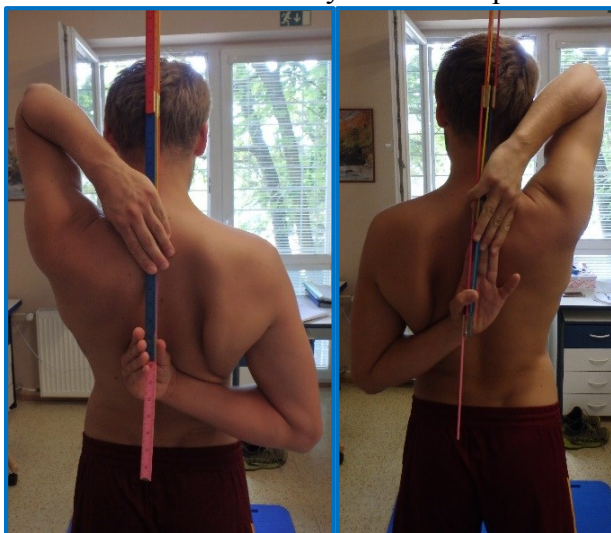
Dle hodnotících kritérií uděluji jeden bod ze tří, protože tibie a horní část těla nejsou paralelně, femur není pod horizontálou, je přítomna flexe v bedrech

*Obrázek 14: Test stability trupu*



Pacient nebyl schopen správně vykonat pohyb unilaterálně. Diagonální pohyb zvládl. Dle FMS tedy dva body

*Obrázek 15: Test mobility ramenních pletenců*



Hodnotím dvěma body, jelikož je omezená mobilita ramenního pletence vlevo.

*Obrázek 16: Stoj na jedné noze*



Hodnotím třemi body dle FMS kritérií, pacient stojí vzpřímeně, bez poklesu pánve, koleno a kotník je v ose.

*Obrázek 17: Test výpadu*



Trup odchýlen od vertikály, je přítomna lehká flexe trupu, pata přední DK se nedotýká kolene zadní DK, hodnotím dvěma body dle FMS,

*Obrázek 18: Plank test*



Pacient zaujmul správné postavení, při testu výdrže dosáhl 140s. Dle FMS 3 body.

Dále je ještě součástí test elevace dolních končetin ve 90° flexi v kyčli a extenzi v koleni. Pacient pro svalové zkrácení nebyl schopen plného rozsahu do 90° flexi v kyčli pro oboustranné zkrácení hamstrings. Dle FMS dva body.

### 3.17 Vyhodnocení FMS

Pacient dosáhl 15 bodů z 21 možných. Nejméně bodů získal v testu hlubokého dřepu (1bod), plného počtu bodů dosáhl v plank testu a stojí na jedné noze. Předchozí rešerše určily cutoff score FMS 14-11 bodů. Pacienti, kteří mají skóre menší než 14 bodů, jsou ve zvýšeném riziku zranění. (134) (133) Pacient tedy není podle FMS testu ve zvýšeném riziku zranění. Z pohledu fyzioterapeuta by však bylo vhodné edukovat pacienta o správném provedení dřepu, možnosti zvýšit flexibilitu ramenního pletence a centraci ramen a korekcí postury, především asymetrie pánve a přetížení C-t přechodu.

### 3.18 Zhodnocení vyšetření

Z hlediska absolvovaných vyšetření je pacient v pořádku, bez patologie jak na klidovém tak zátěžovém EKG, echokardiografii, spirometrii, spiroergometrii i fyzikálním vyšetření. Pacient je v nadřůměrné fyzické kondici a je způsobilý účasti na sportovní činnosti.

Jediné, co pacienta příležitostně trápí, jsou občasné obtíže s levým třísem, citlivé tuberositas tibiae oboustranně a dle předního zásuvkového testu a hop testu mírně instabilní pravé hlezno. Z hlediska prevence zranění a OI jsem shledal některé rizikové faktory zvyšující šanci poranění hlezna, kolene, tendinopatie adduktorů a bolesti beder. Pacientovi byla doporučena kompenzační cvičení s cílem ovlivnit asymetrii pohybového aparátu, zlepšit posturu a posílit stabilitu kolen a hlezna. Příklad doporučených kompenzačních cvičení. Pro stabilitu hlezna bych doporučil senzomotorické cvičení na BOSU, výpady, dřepy a cvičení Malé nohy dle Jandy. Dále excentrické posilování hamstringů konkrétně cvik Nordic hamstring. Dále ekcentrické posilování adduktorů dle Copenhaga. Pro asymetrii v postavení pánve vývojové řady DNS, především pozici rytíře. Dále automobilizační cvičení žabák, pro mobilizaci SI skloubení. Pro udržení mobility bederní páteře Klappovo lezení.

### 3.19 Porovnání výsledků vyšetření s literaturou

Fenotyp pacienta se ve většině parametrů shoduje s údaji udávanými v literatuře. Je patrná asymetrická adaptace dominantní stojné a kopající DK. Asymetrie se týká i ROM v kyčli, kdy jsem změřil zvýšený rozsah zevní rotace a zmenšenou vnitřní rotaci pravé straně, kterou pacient dominantně kope. Dále byla přítomna zevní rotace chodidla na pravé straně. Na dominantně kopající DK byla též přítomno omezení ROM pravého

hlezna o 5° do dorzální flexe a o 10° do plantární flexe, je však otázka zda je to v důsledku přizpůsobení sportu nebo následek opakovaných distorzí. Lateralizace quadricepsu nebyla patrná, ale projevila se atrofie vastus medialis na pravé straně, kdy byl obvod stehna 10cm nad patellou nižší o tři centimetry. Omezení extenze v kyčli se stranově nelišilo, bylo však přítomné svalové zkrácení quadricepsu (pozitivní Collis test) a hamstringů (pozitivní leg raise test) oboustranně. Na straně kopající DK byla též o deset stupňů omezena vnitřní rotace, inflare pánve a lehce snížené pružení SI skloubení. V důsledku asymetrie pánve se též lišila funkční délka končetin DKK a to o dva centimetry.

Na stojné DK bylo více valgózní postavení kolene, pronační postavení končetiny a občasné problémy v třísle udávané v anamnéze. Pacient v minulosti okolo 15 let prodělal oboustranně Osgood-Schlater což, je pro fotbal poměrně typická komplikace. Konstatuji, že fenotyp mnou vyšetřovaného pacienta se ve většině shoduje s údaji v odborné literatuře.

## DISKUZE

Preventivní vyšetření sportovců je komplexní problematikou vyžadující široké znalosti o kardiologii, zátěžové fyziologii, patofyziologii, ortopedii a znalost sportovního prostředí. Pravidelná kontrola zdravotního stavu, tolerance zátěže, zhodnocení tělesné zdatnosti by měla být nezbytnou součástí péče o sportovce a rizikové jedince, kteří se chtějí PA intenzivněji věnovat.

Ačkoliv nepanuje v odborné veřejnosti jednotný názor, která všechna vyšetření mají být plošnou součástí základní PPE (12) a diskutuje se o jejich případné cost-efektivitě klidového EKG, ECHO a dalších nástrojů. Výsledný přínos závisí na klinikovi, který musí být schopen správně indikovat diagnostické postupy a intervenci.

PPE má potenciál být v rukou zkušeného terapeuta efektivním preventivním nástrojem nejen k původně zamýšlené prevenci fatálních komplikací, ale i prevenci ohledně nefatálních komplikací především zranění pohybového aparátu. Ve své rešerní bakalářské práci jsem se sám přesvědčil, že není vůbec jednoduché orientovat se v přibývajících znalostech. Literatura ohledně rizikových faktorů pohybového aparátu prokazatelně zvyšující šanci zranění je velmi nekonzistentní. Hlavním problémem je, že většina publikací rizikové faktory příliš nezkoumá a věnuje se spíše incidenci či etiologii, jež jsou dle mého názoru lépe známy. Vzhledem k multifaktoriální etiologii zranění a OI se obtížně zkoumají jednotlivé vlivy, které vedou v konečném důsledku ke zranění. Informace jsou často hodně abstraktní, typu těžší jedinec má vyšší riziko, ale o kolik těžší musí být a jak je riziko skutečně zvýšené oproti ostatním je často nezjistitelné. Existují některé dobré metaanalýzy, ale většina z nich udává, že vzhledem k velmi odlišné metodologii a rozdílnosti probandů se závěry dělají obtížně. Je poměrně málo observačních studií zkoumající hráče déle než jednu sezónu, takže informace ohledně faktorů zvyšující riziko OI mají pak omezenou výpovědní hodnotu. Využití informací v klinické praxi pak značně komplikuje fakt, že zjištěné informace jsou často obtížně aplikovatelné na širokou populaci, protože probandy jsou převážně vrcholoví sportovci s výraznou převahou prací věnujících se sportovcům mužského pohlaví. Velká část vyšetření jsou poměrně časově náročná a často vyžadují nákladné vybavení. I přes tyto nedostatky je nemalé množství poznatků, na které je dobré se soustředit při vyšetření.

Screeningové nástroje jsou používány k odhalení jednotlivce nebo skupiny sportovců v riziku poškození zdraví či zhoršení aktuálního onemocnění. Klíčem k úspěchu PPE je poskytnout zjištěné informace odpovědným osobám, lékařům, trenérům a dalším a zahrnout je do prevence. Pro určité sporty jsou známy jak faktory zvyšující riziko nespecifických poranění obecně například poranění dolních končetin či kolene, tak specifické rizikové faktory platné pro konkrétní zranění např. lézi ACL. Je logické, že se soustředíme především na modifikovatelné faktory, které se dají ovlivnit vhodnou intervencí. (135)

V průběhu dlouhodobé a intenzivní aktivity dochází k četným změnám v organismu sportovce, adaptaci kardiovaskulárního, myoskeletárního, neurohumorálního a dalších systémů. Na tyto změny je třeba pamatovat například u hodnocení EKG, kdy sportovci mají odlišná standardizovaná hodnotící kritéria oproti nesportující populaci. (13) Může být tedy obtížné odlišit rozdíl mezi adaptací na zátěž a případnou patologií. Příkladem je rozlišení mezi hypertrofií a počínající kardiomyopatií, ale i celá řada odchylek pohybového aparátu. Terapeutické intervence musí být prováděny opatrně a v kontextu sportovní aktivity, někdy je lákavé razantně měnit techniku, držení těla a korigovat asymetrii, je však důležité mít na paměti, že to může mít negativní dopad na sportovní výkon a někdy i paradoxně pacienta dekompenzovat či vést ke zranění. Příkladem je např. terapeutické ovlivnění dyskinézy lopatky a posilování vnitřních rotátorů ramene u hráčů házené, které je však z hlediska prevence zranění neúspěšná. (77)

Z vlastní zkušenosti ze spolupráce se sportovními kluby a sportovci, je často obtížné vysvětlit vedení, hráčům či trenérovi, proč trávit čas a energii preventivními opatřeními, vzhledem k tomu, že efekt se obtížně hodnotí a většinou nastává za dlouhou dobu.

Při detailnějších znalostech o rizikových faktorech je možná cílenější, včasější a tudíž efektivnější intervence. Zároveň s rostoucím zájmem osvětlené části sportovní veřejnosti by se v budoucnu mohla zlepšit edukovanost sportovců jako celku a zvýšit se jejich compliance k prevenci a případné terapii.

## ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se zabýval preventivním vyšetřením sportovců. První část se věnuje cíli a obsahu preventivních vyšetření a následně prevenci poškození jednotlivých systémů, především kardiovaskulárního a myoskeletálního aparátu.

V druhé části jsem se věnoval shrnutí odborné literatury ohledně odchylek pohybového aparátu zvyšující riziko akutního zranění nebo poškození z přetížení. Práce neobsahuje a ani nemůže obsahovat informace o všech rizikových faktorech a zraněních. Vybral jsem proto zranění, u kterých je dostatečná evidence o rizikových faktorech a poznatky mají větší potenciál pro užití v klinické praxi. Většina studií byla provedena na nejrozšířenějších sportech, často kolektivních jako je fotbal, basketbal a další. Ze sólových sportů pocházejí informace především od běžců, plavců a sportovců věnujících se atletice. Celá řada faktorů má dobrou evidenci a některé odchylky je možné i poměrně jednoduše vyšetřit například omezené rozsahy pohybu goniometrem.

Ve speciální části se zabývám typickým fenotypem fotbalisty z hlediska faktorů zvyšujících poranění pohybového aparátu a srovnání z odbornou literaturou. Proband podstoupil PPE a vyšetření hybného aparátu fyzioterapeutem. Ve většině údajů se nalezený fenotyp shodoval s literaturou (odchylky v postavení pánve, rozdílná adaptace na stojné a kopající DK).

Preventivní vyšetření sportovců v rukou zkušeného klinika představuje cenný nástroj k odhalování potenciálních patologií kardiovaskulárního, respiračního, myoskeletálního a dalších aparátů. Postupem času se tedy původní záměr prevence především fatálních komplikací rozšířil i na poskytnutí celé řady užitečných informací o zdravotním stavu, tělesné zdatnosti, doporučení pro trénink a celkovém rozpoložení pacienta.



## REFERENČNÍ SEZNAM

1. Young J, Campbell A, Raastad K. Counseling for the Wilderness Athlete and Adventurer During a Preparticipation Evaluation for Preparation, Safety, and Injury Prevention. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2015;vol. 25(issue 5):456-460.
2. Mayer F, Bonaventura K, Cassel M, Mueller S, Weber J, Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Baur H, Scharhag J. Medical results of preparticipation examination in adolescent athletes. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2012 [cited 2019-02-14];vol. 46(issue 7):524-530. Verfügar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2011-090966>
3. Bernhardt D, Roberts W. PPE: preparticipation physical evaluation. 4th ed. Elk Grove Village, Ill.: American Academy of Pediatrics; 2010. p.
4. Slabý K, Procházka M, Kubuš P. preventivní vyšetření sportovců se zaměřením na klidové EKG. *Česko-slovenská Pediatrie*. 2015;2015(3):161-165.
5. Mirabelli M, Devine M, Singh J, Mendoza M. The Preparticipation Sports Evaluation. *American Family Physician*[Internet]. 2015 [cited 2019-02-07];2015(September 1):371-376. Verfügar unter: <https://www.aafp.org/afp/2015/0901/p371.pdf>
6. *Sports Injuries Prevention, Diagnosis, Treatment and Rehabilitation*. Second Edition. Berlin: Springer Berlin Heidelberg; 2015. 3295 p.
7. Máček M, Radvanský J. *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. Praha: Galén; 2011. p.
8. Seto C. The Preparticipation Physical Examination: An Update. *Clinics in Sports Medicine*[Internet]. 2011 [cited 2019-02-18];vol. 30(issue 3):491-501. Verfügar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278591911000342>
9. Schmeihil C, Malhotra D, Patel D. Cardiac screening to prevent sudden death in young athletes. *Translational Pediatrics*[Internet]. 2017 [cited 2019-08-18];vol. 6(issue 3):199-206. Verfügar unter: <http://tp.amegroups.com/article/view/15215/15756>
10. Diokno E, Rowe D. Medical and Orthopedic Conditions and Sports Participation. *Pediatric Clinics of North America*[Internet]. 2010 [cited 2019-02-14];vol. 57(issue 3):839-847. Verfügar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031395510000702>
11. Daniel J, Miller A. Preparticipation Evaluation of the Young Athlete: What an Orthopaedic Surgeon Needs to Know. *Am J Sports Med*[Internet]. 2015 [cited 2019-02-10];2015(September 1):1-11. Verfügar unter: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546515598994>
12. Drezner J, O'Connor F, Harmon K, Fields K, Asplund C, Asif I, Price D, Dimeff R, Bernhardt D, Roberts W. AMSSM Position Statement on Cardiovascular Preparticipation Screening in Athletes: Current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-15];vol. 51(issue 3):153-167. Verfügar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-096781>
13. Sharma S, Drezner J, Baggish A, Papadakis M, Wilson M, Prutkin J, La Gerche A, Ackerman M, Borjesson M, Salerno J, Asif I, Owens D, Chung E, Emery M,

- Froelicher V, Heidbuchel H, Adamuz C, Asplund C, Cohen G, Harmon K, Marek J, Molossi S, Niebauer J, Pelto H, Perez M, Riding N. International Recommendations for Electrocardiographic Interpretation in Athletes. *Journal of the American College of Cardiology*[Internet]. 2017 [cited 2019-08-17];vol. 69(issue 8):1057-1075. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28231933>
14. Utomi V, Oxborough D, Whyte G, Somauroo J, Sharma S, Shave R, Atkinson G, George K. Systematic review and meta-analysis of training mode, imaging modality and body size influences on the morphology and function of the male athlete's heart [Internet]. *Heart*. 2013 [cited 2019-02-10]. pp. 1727-1733. Verfügbar unter: <http://heart.bmj.com/lookup/doi/10.1136/heartjnl-2012-303465>
  15. Basavarajaiah S, Boraita A, Whyte G, Wilson M, Carby L, Shah A, Sharma S. Ethnic Differences in Left Ventricular Remodeling in Highly-Trained Athletes. *Journal of the American College of Cardiology*[Internet]. 2008 [cited 2019-02-10];vol. 51(issue 23):2256-2262. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735109708011157>
  16. Kaku K, Takeuchi M, Tsang W, Takigiku K, Yasukochi S, Patel A, Mor-Avi V, Lang R, Otsuji Y. Age-Related Normal Range of Left Ventricular Strain and Torsion Using Three-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*[Internet]. 2014 [cited 2019-02-10];vol. 27(issue 1):55-64. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894731713008018>
  17. Brown B, Somauroo J, Green D, Wilson M, Drezner J, George K, Oxborough D. The Complex Phenotype of the Athlete's Heart. *Exercise and Sport Sciences Reviews*[Internet]. 2017 [cited 2019-02-10];vol. 45(issue 2):96-104. Verfügbar unter: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00003677-201704000-00007>
  18. Baggish A, Wang F, Weiner R, Elinoff J, Tournoux F, Boland A, Picard M, Hutter A, Wood M. Training-specific changes in cardiac structure and function: a prospective and longitudinal assessment of competitive athletes. *Journal of Applied Physiology*[Internet]. 2008 [cited 2019-02-10];vol. 104(issue 4):1121-1128. Verfügbar unter: <http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappphysiol.01170.2007>
  19. Prior D, La Gerche A. The athlete's heart. *Heart*[Internet]. 2012 [cited 2019-08-08];vol. 98(issue 12):947-955. Verfügbar unter: <http://heart.bmj.com/lookup/doi/10.1136/heartjnl-2011-301329>
  20. Beale A, Julliard M, Maziarski P, Ziltener J, Burri H, Meyer P. Electrocardiographic findings in elite professional cyclists: The 2017 international recommendations in practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*[Internet]. 2019 [cited 2019-08-17];vol. 22(issue 4):380-384. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244018303219>
  21. Mont L, Pelliccia A, Sharma S, Biffi A, Borjesson M, Terradellas J, Carré F, Guasch E, Heidbuchel H, Gerche A, Lampert R, McKenna W, Papadakis M, Priori S, Scanavacca M, Thompson P, Sticherling C, Viskin S, Wilson M, Corrado D, Lip G, Gorenek B, Lundqvist C, Merkely B, Hindricks G, Hernández-Madrid A, Lane D, Boriani G, Narasimhan C, Marquez M, Haines D, Mackall J, Marques-Vidal P, Corra U, Halle M, Tiberi M, Niebauer J, Piepoli M. Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: Position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. Endorsed by APhRS, HRS, and SOLAECE. *Europace*[Internet]. [cited 2019-02-25];. Verfügbar unter: <https://academic.oup.com/europace/article-lookup/doi/10.1093/europace/euw243>

22. Vyhláška o zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu. č. 391/2013 Sb. , 2013.
23. Casadei K, Kiel J. Anthropometric Measurement [Internet]. Anthropometric Measurement. Internet: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2019 [cited 2019-08-08]. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537315/?fbclid=IwAR135eUmz43hju1gkkmFqC9R9hyKHNUQD9mmU5UmEiY28k-uLJTDIRyiSAY>
24. Sharman J, LaGerche A. Exercise blood pressure: clinical relevance and correct measurement. *Journal of Human Hypertension*[Internet]. 2015 [cited 2019-08-07];vol. 29(issue 6):351-358. Verfügbar unter: <http://www.nature.com/articles/jhh201484>
25. Lehman P, Carl R. The Preparticipation Physical Evaluation. *Pediatric Annals*[Internet]. 2017 [cited 2019-02-10];vol. 46(issue 3):e85-e92. Verfügbar unter: <http://www.healio.com/doiresolver?doi=10.3928/19382359-20170222-01>
26. Endurance sports medicine: a clinical guide. New York, NY: Springer Science Business Media; 2016. p.
27. James C, Bhonsale A, Tichnell C, Murray B, Russell S, Tandri H, Tedford R, Judge D, Calkins H. Exercise Increases Age-Related Penetrance and Arrhythmic Risk in Arrhythmogenic Right Ventricular Dysplasia/Cardiomyopathy–Associated Desmosomal Mutation Carriers. *Journal of the American College of Cardiology*[Internet]. 2013 [cited 2019-02-25];vol. 62(issue 14):1290-1297. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0735109713025990>
28. Saberniak J, Hasselberg N, Borgquist R, Platonov P, Sarvari S, Smith H, Ribe M, Holst A, Edvardsen T, Haugaa K. Vigorous physical activity impairs myocardial function in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and in mutation positive family members. *European Journal of Heart Failure*[Internet]. 2014 [cited 2019-02-25];vol. 16(issue 12):1337-1344. Verfügbar unter: <http://doi.wiley.com/10.1002/ejhf.181>
29. Solberg E, Borjesson M, Sharma S, Papadakis M, Wilhelm M, Drezner J, Harmon K, Alonso J, Heidbuchel H, Dugmore D, Panhuyzen-Goedkoop N, Mellwig K, Carre F, Rasmussen H, Niebauer J, Behr E, Thiene G, Sheppard M, Basso C, Corrado D. Sudden cardiac arrest in sports – need for uniform registration: A Position Paper from the Sport Cardiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*[Internet]. 2015 [cited 2019-08-08];vol. 23(issue 6):657-667. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2047487315599891>
30. Morentin B, Callado L. Sudden cardiac death associated to substances of abuse and psychotropic drugs consumed by young people: A population study based on forensic autopsies. *Drug and Alcohol Dependence*[Internet]. 2019 [cited 2019-08-18];vol. 201:23-28. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0376871619301590>
31. Perkiömäki J, Hookana E, Kaikkonen K, Junttila J, Kortelainen M, Huikuri H. Blood alcohol in victims of sudden cardiac death in northern Finland. *Europace*[Internet]. 2016 [cited 2019-08-18];vol. 18(issue 7):1006-1009. Verfügbar unter: <https://academic.oup.com/europace/article-lookup/doi/10.1093/europace/euv341>
32. Maron B. Sudden Death in Young Competitive Athletes. *JAMA*[Internet]. 1996 [cited 2019-08-07];vol. 276(issue 3):199-204. Verfügbar unter: <http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.1996.03540030033028>
33. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance

- the risk of sudden death in adolescents and young adults?. *Journal of the American College of Cardiology*[Internet]. 2003 [cited 2019-06-15];vol. 42(issue 11):1959-1963. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S073510970301194X>
34. Holst A, Winkel B, Theilade J, Kristensen I, Thomsen J, Ottesen G, Svendsen J, Haunsø S. Incidence and etiology of sports-related sudden cardiac death in Denmark-implications for preparticipation screening. *Heart Rhythm*[Internet]. 2010 [cited 2019-08-08];vol. 7(issue 10):1365-71. Verfügbar unter: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1547-5271\(10\)00502-3](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1547-5271(10)00502-3)
  35. Suárez-Mier M, Aguilera B. Causes of Sudden Death During Sports Activities in Spain. *Revista Española de Cardiología*[Internet]. 2002 [cited 2019-08-08];55(4):347-358. Verfügbar unter: <https://www.revespcardiol.org/en-estadisticas-13032016>
  36. Lawless C. *Sports cardiology essentials: evaluation, management, and case studies*. New York: Springer; 2011. p.
  37. Baggish A, Gębarowicz M. Cardiovascular Screening in College Athletes With and Without Electrocardiography. *Annals of Internal Medicine*[Internet]. 2010 [cited 2019-08-07];vol. 152(issue 5):269-275. Verfügbar unter: <http://annals.org/article.aspx?doi=10.7326/0003-4819-152-5-201003020-00004>
  38. Lisman K. Electrocardiographic Evaluation in Athletes and Use of the Seattle Criteria to Improve Specificity. *Methodist DeBakey Cardiovascular Journal*[Internet]. 2016 [cited 2019-08-17];vol. 12(issue 2):81-85. Verfügbar unter: <http://journal.houstonmethodist.org/doi/10.14797/mdcj-12-2-81>
  39. DuRant R, Pendergrast R, Seymore C, Gaillard G, Donner J. Findings from the preparticipation athletic examination and athletic injuries. *Am J Dis Child*.[Internet] 1992 [cited 2019-08-07];1992(146):85-91. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1736652>
  40. Bahr R. *The IOC manual of sports injuries: an illustrated guide to the management of injuries in physical activity*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell; 2012. p.
  41. *Prevention of injuries and overuse in sports: directory for physicians, physiotherapists, sport scientists and coaches*. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p.
  42. McBain K, Shrier I, Shultz R, Meeuwisse W, Klügl M, Garza D, Matheson G. Prevention of sports injury I: a systematic review of applied biomechanics and physiology outcomes research. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2012 [cited 2019-07-04];vol. 46(issue 3):169-173. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjism.2010.080929>
  43. Micheli L. *Team physician manual: International Federation of Sports Medicine (FIMS)*. 3rd ed. New York: Routledge; 2013. p.
  44. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso J, Aubry M, Budgett R, Dvorak J, Jegathesan M, Meeuwisse W, Mountjoy M, Palmer-Green D, Vanhegan I, Renström P. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2013 [cited 2019-02-14];vol. 47(issue 7):407-414. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2013-092380>
  45. Lysens R, Ostyn M, Auweele Y, Lefevre J, Vuylsteke M, Renson L. The accident-prone and overuse-prone profiles of the young athlete. *The American Journal of*

- Sports Medicine[Internet]. 2016 [cited 2019-07-04];vol. 17(issue 5):612-619. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354658901700504>
46. Stemper B, Pintar F, Rao R. The Influence of Morphology on Cervical Injury Characteristics. Spine[Internet]. 2011 [cited 2019-06-23];vol. 36(25):S180-S186. Verfügbar unter: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00007632-201112011-00003>
  47. Muscle injuries in sport athletes: clinical essentials and imaging findings. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2016. p.
  48. Ogawa T. Sports injuries and prevention. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p.
  49. Tucker R, Raftery M, Kemp S, Brown J, Fuller G, Hester B, Cross M, Quarrie K. Risk factors for head injury events in professional rugby union: a video analysis of 464 head injury events to inform proposed injury prevention strategies. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2017 [cited 2019-06-22];vol. 51(issue 15):1152-1157. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-097895>
  50. McIntosh A, McCrory P, Finch C, Wolfe R. Head, face and neck injury in youth rugby: incidence and risk factors. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2010 [cited 2019-06-22];vol. 44(issue 3):188-193. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2007.041400>
  51. Harmon K, Clugston J, Dec K, Hainline B, Herring S, Kane S, Kontos A, Leddy J, McCrea M, Poddar S, Putukian M, Wilson J, Roberts W. American Medical Society for Sports Medicine position statement on concussion in sport. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2019 [cited 2019-06-22];vol. 53(issue 4):213-225. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2018-100338>
  52. Hryson C. Neck Muscular Strength, Training, Performance and Sport Injury Risk: A Review. Sports Medicine[Internet]. 2016 [cited 2019-06-22];vol. 46(issue 8):1111-1124. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-016-0490-4>
  53. Collins C, Fletcher E, Fields S, Kluchurosky L, Rohrkemper M, Comstock R, Cantu R. Neck Strength: A Protective Factor Reducing Risk for Concussion in High School Sports. The Journal of Primary Prevention[Internet]. 2014 [cited 2019-06-22];vol. 35(issue 5):309-319. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s10935-014-0355-2>
  54. Talavage T, Nauman E, Breedlove E, Yoruk U, Dye A, Morigaki K, Feuer H, Leverenz L. Functionally-Detected Cognitive Impairment in High School Football Players without Clinically-Diagnosed Concussion. Journal of Neurotrauma[Internet]. 2014 [cited 2019-06-22];vol. 31(issue 4):327-338. Verfügbar unter: <http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/neu.2010.1512>
  55. Verrall G, Darcey A. Lower Back Injuries in Rowing National Level Compared to International Level Rowers. Asian Journal of Sports Medicine[Internet]. 2014 [cited 2019-06-30];vol. 5(issue 4). Verfügbar unter: <http://asjism.com/en/articles/21616.html>
  56. Gonzalez S, Diaz A, Plummer H, Michener L. Musculoskeletal Screening to Identify Female Collegiate Rowers at Risk for Low Back Pain. Journal of Athletic Training[Internet]. 2018 [cited 2019-06-30];vol. 53(issue 12):1173-1180. Verfügbar unter: <http://natajournals.org/doi/10.4085/1062-6050-50-17>
  57. Reid D. Factors contributing to low back pain in rowers. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2000 [cited 2019-06-30];vol. 34(issue 5):321-322. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.34.5.321>

58. Silfies S, Ebaugh D, Pontillo M, Butowicz C. Critical review of the impact of core stability on upper extremity athletic injury and performance. *Brazilian Journal of Physical Therapy*[Internet]. 2015 [cited 2019-06-21];vol. 19(issue 5):360-368. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4647147/>
59. Schiaffino S, Partridge T. *Skeletal muscle repair and regeneration*. Dordrecht: Springer; 2008. p.
60. Volpi P, Melegati G, Tornese D, Bandi M. Muscle strains in soccer: a five-year survey of an Italian major league team. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*[Internet]. 2004;vol. 12(issue 5). Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-003-0478-0>
61. Cross T, Gibbs N, Houang M, Cameron M. Acute Quadriceps Muscle Strains. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-10];vol. 32(issue 3):710-719. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546503261734>
62. Garrett W. Muscle strain injuries. *Journal of Science and Medicine in Sport*[Internet]. 1999 [cited 2019-06-10];vol. 2(issue 1). Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244099800887>
63. Orchard J. Intrinsic and Extrinsic Risk Factors for Muscle Strains in Australian Football. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2001 [cited 2019-06-10];vol. 29(issue 3):300-303. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465010290030801>
64. Croisier J, Ganteaume S, Binet J, Genty M, Ferret J. Strength Imbalances and Prevention of Hamstring Injury in Professional Soccer Players. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017;vol. 36(issue 8):1469-1475. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546508316764>
65. Lee J, Mok K, Chan H, Yung P, Chan K. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *Journal of Science and Medicine in Sport*[Internet]. 2018;vol. 21(issue 8):789-793. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244017318224>
66. Gabbe B. Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2005;vol. 39(issue 2):106-110. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsem.2003.011197>
67. Sugiura Y, Saito T, Sakuraba K, Sakuma K, Suzuki E. Strength Deficits Identified With Concentric Action of the Hip Extensors and Eccentric Action of the Hamstrings Predispose to Hamstring Injury in Elite Sprinters. 2008;vol. 38(issue 8):457-464. Verfügbar unter: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2008.2575>
68. Timmins R, Bourne M, Shield A, Williams M, Lorenzen C, Opar D. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2016 [cited 2019-02-10];vol. 50(issue 24):1524-1535. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095362>
69. Tyler T, Nicholas S, Campbell R, McHugh M. The Association of Hip Strength and Flexibility with the Incidence of Adductor Muscle Strains in Professional Ice Hockey Players. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017;vol. 29(issue 2):124-128. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465010290020301>

70. Eggers J, Cil A. Shoulder Anatomy and Biomechanics of the Rotator Interval. Sports Injuries[Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015 [cited 2019-08-10];2013(1):1-7. Verfügbar unter: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-36801-1\\_10-1](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-36801-1_10-1)
71. Gross J, Fetto J, Supnick E. Vyšetření pohybového aparátu: překlad druhého anglického vydání. Vyd. 1. Praha: Triton; 2005. p.
72. Severini G, Cacchio A, Campana V, Milano G. Prevention Strategies of Shoulder Injuries. Sports Injuries[Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015 [cited 2019-08-10];:1-13. Verfügbar unter: [http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-36801-1\\_34-1](http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-36801-1_34-1)
73. Suzuki Y, Urabe Y, Noriaki M, Morita M, Shima T, Shirakawa T. THE INCIDENCE AND RISK FACTORS OF SHOULDER PAIN IN JUNIOR COMPETITIVE SWIMMERS. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2017;vol. 51(issue 4):393.2-393. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097372.278>
74. Struyf F, Tate A, Kuppens K, Feijen S, Michener L. Musculoskeletal dysfunctions associated with swimmers' shoulder. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2017 [cited 2019-06-11];vol. 51(issue 10):775-780. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-096847>
75. Miller A, Evans K, Adams R, Waddington G, Witchalls J. Shoulder injury in water polo: A systematic review of incidence and intrinsic risk factors. Journal of Science and Medicine in Sport[Internet]. 2018 [cited 2019-06-21];vol. 21(issue 4):368-377. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244017310204>
76. Forthomme B, Croisier J, Delvaux F, Kaux J, Crielaard J, Gleizes-Cervera S. Preseason Strength Assessment of the Rotator Muscles and Shoulder Injury in Handball Players. Journal of Athletic Training[Internet]. 2018 [cited 2019-06-19];vol. 53(issue 2):174-180. Verfügbar unter: <http://natajournals.org/doi/10.4085/1062-6050-216-16>
77. Andersson S, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. RISK FACTORS FOR OVERUSE SHOULDER INJURIES AMONG 329 ELITE HANDBALL PLAYERS: A PROSPECTIVE COHORT STUDY. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2017;vol. 51(issue 4):286.3-287. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097372.8>
78. Challoumas D, Stavrou A, Dimitrakakis G. The volleyball athlete's shoulder: biomechanical adaptations and injury associations. Sports Biomechanics[Internet]. 2016 [cited 2019-06-19];vol. 16(issue 2):220-237. Verfügbar unter: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14763141.2016.1222629>
79. Pontillo M, Spinelli B, Sennett B. Prediction of In-Season Shoulder Injury From Preseason Testing in Division I Collegiate Football Players. Sports Health: A Multidisciplinary Approach[Internet]. 2014 [cited 2019-06-21];vol. 6(issue 6):497-503. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1941738114523239>
80. The lower limb tendinopathies: etiology, biology and treatment. 1. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2016. p.
81. Werner J, Hagglund M, Walden M, Ekstrand J. UEFA injury study: a prospective study of hip and groin injuries in professional football over seven consecutive seasons. British Journal of Sports Medicine[Internet]. 2009 [cited 2019-06-23];vol. 43(issue 13):1036-1040. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2009.066944>

82. Weir A, Jansen J, van Keulen J, Mens J, Backx F, Stam H. Short and mid-term results of a comprehensive treatment program for longstanding adductor-related groin pain in athletes: A case series. *Physical Therapy in Sport*[Internet]. 2010 [cited 2019-06-23];vol. 11(issue 3):99-103. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1466853X10000507>
83. Whittaker J, Small C, Maffey L, Emery C. Risk factors for groin injury in sport: an updated systematic review. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2015 [cited 2019-02-18];vol. 49(issue 12):803-809. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-094287>
84. Green B, Pizzari T. Calf muscle strain injuries in sport: a systematic review of risk factors for injury. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-02-18];vol. 51(issue 16):1189-1194. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097177>
85. Tak I, Pope D, Engelaar L, Gouttebauge V, Barendrecht M, Van den Heuvel S, Kerkhoffs G, Langhout R, Stubbe J, Weir A. Infographic. Is lower hip range of motion a risk factor for groin pain in athletes? A systematic review with clinical applications. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2018;vol. 52(issue 16):1022-1023. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-098535>
86. Zazulak B, Hewett T, Reeves N, Goldberg B, Cholewicki J. Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-19];vol. 35(issue 7):1123-1130. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546507301585>
87. Zazulak B, Hewett T, Reeves N, Goldberg B, Cholewicki J. The Effects of Core Proprioception on Knee Injury. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-22];vol. 35(issue 3):368-373. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546506297909>
88. Montalvo A, Schneider D, Silva P, Yut L, Webster K, Riley M, Kiefer A, Doherty-Restrepo J, Myer G. ‘What’s my risk of sustaining an ACL injury while playing football (soccer)?’ A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. :bjsports;bjsports-2016-097261v2. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097261>
89. Oiestad B, Engebretsen L, Storheim K, Risberg M. Winner of the 2008 Systematic Review Competition: Knee Osteoarthritis after Anterior Cruciate Ligament Injury. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-29];vol. 37(issue 7):1434-1443. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546509338827>
90. Lohmander L, Englund P, Dahl L, Roos E. The Long-term Consequence of Anterior Cruciate Ligament and Meniscus Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-29];vol. 35(issue 10):1756-1769. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546507307396>
91. Vacek P, Slauterbeck J, Tourville T, Sturnick D, Holterman L, Smith H, Shultz S, Johnson R, Tourville K, Beynnon B. Multivariate Analysis of the Risk Factors for First-Time Noncontact ACL Injury in High School and College Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2016 [cited 2019-02-15];vol. 44(issue 6):1492-1501. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546516634682>
92. Wojtys E, Huston L, Boynton M, Spindler K, Lindenfeld T. The Effect of the



- Menstrual Cycle on Anterior Cruciate Ligament Injuries in Women as Determined by Hormone Levels. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-16];vol. 30(issue 2):182-188. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/03635465020300020601>
93. Hewett T, Lynch T, Myer G, Ford K, Gwin R, Heidt R. Multiple risk factors related to familial predisposition to anterior cruciate ligament injury: fraternal twin sisters with anterior cruciate ligament ruptures. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2010 [cited 2019-06-12];vol. 44(issue 12):848-855. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2008.055798>
  94. Myer G, Ford K, Di Stasi S, Foss K, Micheli L, Hewett T. High knee abduction moments are common risk factors for patellofemoral pain (PFP) and anterior cruciate ligament (ACL) injury in girls: Is PFP itself a predictor for subsequent ACL injury?. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2014 [cited 2019-06-29];vol. 49(issue 2):118-122. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2013-092536>
  95. Hewett T, Ford K, Hoogenboom B, Myer G, Hewett TE, Ford KR, Hoogenboom BJ, Myer GD. Understanding and preventing acl injuries: current biomechanical and epidemiologic considerations - update 2010. *North American journal of sports physical therapy*[Internet]. 2010 [cited 2019-07-03];2010(5(4):234-251. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3096145/pdf/najspt-05-234.pdf>
  96. Lian S, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of Jumper's Knee among Elite Athletes from Different Sports: A Cross-sectional Study. *The American Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-29];vol. 33(issue 4):561-567. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546504270454>
  97. Zatsiorsky V. *Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention*. Malden, MA, USA: Blackwell Science; 2000. p.
  98. Cook J, Bass S, Black J. Hormone therapy is associated with smaller Achilles tendon diameter in active post-menopausal women. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*[Internet]. 2006 [cited 2019-06-29];vol. 0(issue 0):061120070736046-???. Verfügbar unter: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0838.2006.00543.x>
  99. Cook J, Khan K, Kiss Z, Griffiths L. Patellar tendinopathy in junior basketball players: a controlled clinical and ultrasonographic study of 268 patellar tendons in players aged 14-18 years. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*[Internet]. 2000 [cited 2019-06-29];vol. 10(issue 4):216-220. Verfügbar unter: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-0838.2000.010004216.x>
  - 100 de Vries A, van der Worp H, Diercks R, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. 26 Risk Factors For Patellar Tendinopathy: A Survey- Based Prospective Cohort Study. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2014 [cited 2019-06-11];vol. 48(Suppl 2):A17-A18. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-094114.26>
  - 101 van der Worp H, van Ark M, Roerink S, Pepping G, van den Akker-Scheek I, Zwerver J. Risk factors for patellar tendinopathy: a systematic review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2011;vol. 45(issue 5):446-452. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2011.084079>
  - 102 Rehabilitation of Achilles and patellar tendinopathies. *Best Pract Res Clin Rheumatol*[Internet]. 2007 [cited 2019-06-29];2007(21):295-316. Verfügbar unter:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17512484>

- 103 Reshef N, Guelich D. Medial Tibial Stress Syndrome. *Clinics in Sports Medicine*[Internet]. 2012 [cited 2019-08-10];vol. 31(issue 2):273-290. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278591911000986>
- 104 Hamstra-Wright K, Bliven K, Bay C. Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2015 [cited 2019-06-13];vol. 49(issue 6):362-369. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-093462>
- 105 Vora A, Myerson M, Oliva F, Maffulli N. Tendinopathy of the Main Body of the Achilles Tendon. *Foot and Ankle Clinics*[Internet]. 2005 [cited 2019-06-24];vol. 10(issue 2):293-308. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1083751505000082>
- 106 Kraemer R, Wuerfel W, Lorenzen J, Busche M, Vogt P, Knobloch K. Analysis of hereditary and medical risk factors in Achilles tendinopathy and Achilles tendon ruptures: a matched pair analysis. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*[Internet]. 2012 [cited 2019-07-03];vol. 132(issue 6):847-853. Verfügbar unter: <http://link.springer.com/10.1007/s00402-012-1476-9>
- 107 van der Vlist A, Breda S, Oei E, Verhaar J, de Vos R. Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: a systematic review. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2019 [cited 2019-06-13];2019:bjsports;bjsports-2018-099991v2. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2018-099991>
- 108 Hiller C, Nightingale E, Raymond J, Kilbreath S, Burns J, Black D, Refshauge K. Prevalence and Impact of Chronic Musculoskeletal Ankle Disorders in the Community. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*[Internet]. 2012 [cited 2019-06-29];vol. 93(issue 10):1801-1807. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S000399931200319X>
- 109 Delahunt E, Bleakley C, Bossard D, Caulfield B, Docherty C, Doherty C, Fourchet F, Fong D, Hertel J, Hiller C, Kaminski T, McKeon P, Refshauge K, Remus A, Verhagen E, Vicenzino B, Wikstrom E, Gribble P. Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the International Ankle Consortium. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2018 [cited 2019-06-29];vol. 52(issue 20):1304-1310. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-098885>
- 110 Kobayashi T, Yoshida M, Yoshida M, Gamada K. Intrinsic Predictive Factors of Noncontact Lateral Ankle Sprain in Collegiate Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2013 [cited 2019-06-11];vol. 1(issue 7). Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967113518163>
- 111 Kobayashi T, Tanaka M, Shida M. Intrinsic Risk Factors of Lateral Ankle Sprain. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*[Internet]. 2016 [cited 2019-06-11];vol. 8(issue 2):190-193. Verfügbar unter: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1941738115623775>
- 112 Trojian T. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2006 [cited 2019-06-11];vol. 40(issue 7):610-613. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsem.2005.024356>
- 113 Rice H, Nunns M, House C, Fallowfield J, Allsopp A, Dixon S. High medial plantar pressures during barefoot running are associated with increased risk of ankle inversion injury in Royal Marine recruits. 2013 [cited 2019-06-11];vol. 38(issue

- 4):614-618. Verfügbar unter:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636213000969>
- 114 Vuurberg G, Hoorntje A, Wink L, van der Doelen B, van den Bekerom M, Dekker R, van Dijk C, Krips R, Loogman M, Ridderikhof M, Smithuis F, Stufkens S, Verhagen E, de Bie R, Kerkhoffs G. Diagnosis, treatment and prevention of ankle sprains: update of an evidence-based clinical guideline. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2018 [cited 2019-06-11];vol. 52(issue 15):956-956. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-098106>
- 115 Frigg A, Magerkurth O, Valderrabano V, Ledermann H, Hintermann B. The effect of osseous ankle configuration on chronic ankle instability. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2007 [cited 2019-06-11];vol. 41(issue 7):420-424. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsem.2006.032672>
- 116 Onate J, Everhart J, Clifton D, Best T, Borchers J, Chaudhari A. Physical Exam Risk Factors for Lower Extremity Injury in High School Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2016;vol. 26(issue 6):435-444.
- 117 Cameron K, Houston M, Peck K, Hillstrom H, Song J, Zifchock R, Trepal M, Hannan M, Neary M. O11 Association between foot structure and subsequent ankle injury in a young and active military population. Abstracts from the 7th International Ankle Symposium: 2017[Internet]. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2017 [cited 2019-06-10];:A4.3-A5. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-anklesymp.11>
- 118 Williams III D, McClay I, Hamill J. Arch structure and injury patterns in runners. *Clinical Biomechanics*[Internet]. 2001 [cited 2019-06-29];vol. 16(issue 4):341-347. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003301000055>
- 119 McCann R, Kosik K, Terada M, Gribble P. O12 Prediction of recurrent injury following return-to-play from an ankle sprain. Abstracts from the 7th International Ankle Symposium: 2017[Internet]. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2017 [cited 2019-06-10];:A5.1-A5. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-anklesymp.12>
- 120 Snyder R, Koester M, Dunn W. Epidemiology of Stress Fractures. *Clinics in Sports Medicine*[Internet]. 2006 [cited 2019-08-10];vol. 25(issue 1):37-52. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0278591905000712>
- 121 Ivković A, Franić M, Bojanić I, Pećina M. Overuse Injuries in Female Athletes. *Croatian medical journal*[Internet]. 2007 [cited 2019-07-07];vol. 48(issue 6):767-778. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2213798/>
- 122 Duckham R, Peirce N, Meyer C, Summers G, Cameron N, Brooke-Wavell K. Risk factors for stress fracture in female endurance athletes: a cross-sectional study. *BMJ Open*[Internet]. 2012 [cited 2019-07-07];vol. 2(issue 6):1-7. Verfügbar unter: <http://bmjopen.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bmjopen-2012-001920>
- 123 Evans G, Redgrave A. Great Britain Rowing Team Guideline for diagnosis and management of rib stress injury: Part 1. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2016 [cited 2019-06-29];vol. 50(issue 5):266-269. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095126>
- 124 Chuckpaiwong B, Cook C, Pietrobon R, Nunley J. Second metatarsal stress fracture in sport: comparative risk factors between proximal and non-proximal locations. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2007 [cited 2019-06-30];vol. 41(issue

- 8):510-514. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjasm.2006.033571>
- 125 Ekstrand J, van Dijk C, Otten B, Gokeler A. Fifth metatarsal fractures among male professional footballers: a potential career-ending disease. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2013 [cited 2019-06-30];vol. 47(issue 12):754-758. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2012-092096>
- 126 Ueki H, Tateishi T, AN S, Hatsushika D, Koga H, Ogiuchi T. PROXIMAL FIFTH METATARSAL STRESS FRACTURES; SCREENING AND TREATMENT FOR INCOMPLETE FRACTURES. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-30];vol. 51(issue 4):399.2-399. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097372.293>
- 127 Saita Y, Nagao M, Kobayashi Y, Kobayashi K, Ikada H. RESTRICTION IN HIP INTERNAL ROTATION AND 5TH METATARSAL STRESS FRACTURES (JONES FRACTURE) IN PROFESSIONAL FOOTBALL PLAYERS. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2017 [cited 2019-06-30];vol. 51(issue 4):381.2-381. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097372.247>
- 128 Espregueira-Mendes J. Injuries and health problems in football: what everyone should know. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2017. p.
- 129 Ekstrand J, Hagglund M, Walden M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine*[Internet]. 2011 [cited 2019-07-17];vol. 45(issue 7):553-558. Verfügbar unter: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjasm.2009.060582>
- 130 Rampinini E, Impellizzeri F, Castagna C, Coutts A, Wisløff U. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: Effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*[Internet]. 2009 [cited 2019-07-25];vol. 12(issue 1):227-233. Verfügbar unter: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1440244007002484>
- 131 Król A, Polak M, Szczygieł E, Wójcik P, Gleb K. Relationship between mechanical factors and pelvic tilt in adults with and without low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*[Internet]. 2017 [cited 2019-08-04];vol. 30(issue 4):699-705. Verfügbar unter: <https://content.iospress.com/articles/journal-of-back-and-musculoskeletal-rehabilitation/bmr140177>
- 132 The Functional Movement Screen: A Review. *Strength and Conditioning Journal*[Internet]. 2014 [cited 2019-08-12];36(5):72-80. Verfügbar unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/7a7f/8b6dfc246d09be5e219e5b26187a77c87b27.pdf>
- 133 Minthorn L, Fayson S, Stobierski L, Welch C, Anderson B. The Functional Movement Screen's Ability to Detect Changes in Movement Patterns After a Training Intervention. *Journal of Sport Rehabilitation*[Internet]. 2015 [cited 2019-08-12];vol. 24(issue 3):322-326. Verfügbar unter: <https://journals.humankinetics.com/view/journals/jsr/24/3/article-p322.xml>
- 134 Musahl V. Return to play in football: an evidence-based approach. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2018. p.
- 135 p.

# SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Příčiny SCD u mladých dánských sportovců o věku od 12 do 35 let mezi roky 2000-2006 .....	22
Obrázek 2: Příčiny SCD ze Španělska ve věkové skupině 11-65 let za roky 1995-2001...	23
Obrázek 3: CKCUEST (a) startovní pozice; (b) pozice v průběhu testu.....	42
Obrázek 4: Grafická ilustrace rizikových faktorů pro poranění ACL a PFP.....	47
Obrázek 5: Intraartikulární síly během kopu míčem.....	59
Obrázek 6: Konfigurace kopající nohy pravostranného fotbalisty.....	60
Obrázek 7: Spirometrie-Flow-volume křivka.....	65
Obrázek 8: Záznam výsledků spiroergometrie.....	65
Obrázek 9: 12 svodové klidové EKG.....	66
Obrázek 10: 12 svodové zátěžové EKG v modifikaci Mason-Likar.....	66
Obrázek 11: Sonografie pravého kolenního kloubu.....	67
Obrázek 12: Pacient zřepu, zezadu a ze strany.....	68
Obrázek 13: Hluboký dřep.....	72
Obrázek 14: Test stability trupu.....	72
Obrázek 15: Test mobility ramenních pletenců.....	72
Obrázek 16: Stoj na jedné noze.....	73
Obrázek 17: Test výpadu.....	73
Obrázek 18: Plank test.....	73

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vnitřní rizikové faktory pro zranění a OI.....	27
Tabulka 2: Vnější rizikové faktory pro zranění a OI.....	28
Tabulka 3: Incidence akutních zranění během soutěže a tréninku u vybraných sportovních týmů založená na studiích Skandinávských vrcholových sportovců.....	30
Tabulka 4: Obecné rizikové faktory pro svalová poranění .....	34
Tabulka 5: Rizikové faktory pro vznik syndromu iliotibiálního traktu u běžců a cyklistů.....	44
Tabulka 6: Druhy preventivních cvičení před ACL lézí u ženského fotbalu.....	47
Tabulka 7: Vnitřní a vnější rizikové faktory pro rozvoj únavové zlomeniny žebra.....	55
Tabulka 8: Změny na kopající a stojné DK u fotbalistů.....	62
Tabulka 9: Délky dolních končetin.....	70
Tabulka 10: Obvody dolních končetin.....	70