

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

**ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ A MOŽNÁ PREVENCE
NA ZÁKLADĚ VYHODNOCENÍ RIZIKOVÝCH
FAKTORŮ U ATLETŮ**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

Doc. PhDr. Aleš Kaplan, PhD. MBA

Vypracovala:

Mgr. Michaela Treglerová

Praha, červen 2024

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou (diplomovou) práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne

.....

podpis autorky

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům.

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat především vedoucímu práce panu doc. Aleši Kaplanovi za trpělivost a mnoho důležitých tipů a rad díky které bylo možné zhotovit tuto diplomovou práci, dále bych chtěla poděkovat všem atletům účastnících se na mém výzkumu a podpoře ze strany rodiny, známých a trenéra.

Abstrakt

Název práce: Zranění hamstringů a možná prevence na základě vyhodnocení rizikových faktorů u vybraných atletů

Zpracovala: Mgr. Michaela Treglerová

Vedoucí práce: Doc. PhDr. Aleš Kaplan, PhD. MBA

Cíle: Cílem práce bylo na základě literární rešerše poskytnout přehled dostupných informací o zranění svalů zadního stehna a následně zjistit a popsat svalovou vybavenost skupiny atletů v ČR se zaměřením na silově-rychlostních disciplíny. Dále pak statisticky vyhodnotit možnou korelaci mezi vybranými rizikovými faktory zranění (síla svalů trupu, poměr sil H/Q a analýza tělesného složení).

Metody: Metody byly koncipovány následovně: nejprve formou analýzy dokumentů, dále měřením tří vybraných parametrů v souvislosti s rizikovými faktory zranění hamstringů a následně byl vytvořen nestandardizovaný dotazník pro objasnění aktuálního stavu probandů a jimi využívaných preventivních postupů.

Výsledky: Korelační analýza jednotlivých proměnných nepřinesla potvrzení hypotéz, a to souvislost faktorů s rizikem zranění, nicméně korelace byla potvrzena u proměnných: trupové stability (rozdíl sil pravé a levé strany) a poměrem H/Q na dominantní i nedominantní dolní končetině, jakožto i souvislost poměru H/Q mezi oběma dolními končetinami (střední až vysoká míra korelace při $p < 0,05$).

Výsledky se tak shodují s dostupnou literaturou. Zranění hamstringů se jeví jako multifaktoriální problém a nelze přesněji postihnout hlavní rizikové faktory. U zranění zadních stehů tedy nebyla nalezena přímá souvislost mezi testovanými parametry. Přesto je vhodné zařazovat preventivní programy pro snížení modifikovatelných rizik zranění.

Klíčová slova: zranění v atletice, prevence zranění, hamstringy, izokinetická dynamometrie, analýza tělesného složení, síla trupu

Abstract

Name: Hamstring injuries and possible prevention based on the evaluation of risk factors in selected athletes

Author: Mgr. Michaela Treglerová

Supervisor: Doc. PhDr. Aleš Kaplan, PhD. MBA

Aims: The aim was to make a review of available information about hamstring muscle injuries and then to identify and describe the muscular capabilities in group of Czech athletes with a focus on speed-power disciplines. Furthermore, to statistically evaluate the correlation between the selected injury risk factors and injury (trunk muscle strength, H/Q force ratio and body composition analysis focusing on segmental analysis).

Methods: The methods were designed as follows: firstly, as a document analysis, then by measuring three selected parameters in relation to risk factors for hamstring injury and then a non-standardized questionnaire was developed to clarify the current condition of the probands and the preventive procedures they used.

Results: Correlation of each variable did not confirm the set hypotheses that these factors might be related to injury risk. However, a correlation was found between trunk strength measurements and the H/Q ratio on the dominant and nondominant lower limbs, as well as an association of the H/Q ratio between the two lower limbs (medium to high level of correlation at $p < 0.05$).

The results are consistent with the available literature, where the hamstring injury is a multifactorial problem and single major risk factor cannot be detected. For hamstring injuries, no direct association was found between the tested parameters. Nevertheless, it is recommended to include prevention programs to reduce modifiable injury risks.

Keywords: athletic injuries, injury prevention, hamstrings, isokinetic dynamometry, body composition analysis, trunk strength

Obsah

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA	11
2.1	PROBLEMATIKA ZRANĚNÍ VE SPORTU	11
2.2	KATEGORIZACE ZRANĚNÍ	15
2.3	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ RIZIKO VZNIKU ZRANĚNÍ.....	16
2.4	ZRANĚNÍ U POHYBOVÉ AKTIVITY RYCHLOSTNĚ SILOVÉHO CHARAKTERU.....	19
2.5	ÚVOD DO PROBLEMATIKY ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ V ATLETICE	20
2.5.1	Stručná charakteristika vybraných rychlostně silových disciplín v atletice	22
2.5.2	Popis a průběh vzniku svalového zranění hamstringů	25
2.6	FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ RIZIKO ZRANĚNÍ SVALŮ ZADNÍHO STEHNA A JEJICH POSOUZENÍ.....	26
2.6.1	Posouzení rizikových faktorů.....	28
2.7	PREVENTIVNÍ PROGRAMY	32
2.7.1	Complex core+.....	32
2.7.2	Excentrická cvičení	33
2.7.3	Propriocepce a neuromuskulární trénink.....	34
2.7.4	Izometrická cvičení	35
2.7.5	Aktivace hlubokého stabilizačního systému	36
2.8	DALŠÍ PROSTŘEDKY PRO SNÍŽENÍ DOBY REKONVALESCENCE ČI PREVENCE ZRANĚNÍ	38
2.8.1	Sledování VSF	38
2.8.2	Délka a kvalita spánku	38
2.8.3	Flossing.....	40
2.8.4	„Eccentric overload“ trénink.....	40
2.8.5	Perkusní terapie („Theragun“)	41
2.8.6	Suplementace a výživa pro podporu regenerace či rekondice.....	42
2.9	PROBLEMATIKA NÁVRATU PO ZRANĚNÍ A REKONDIČNÍ PROGRAM.....	43
2.9.1	Rekondice a návrat ke sportu (praktické hledisko)	44
2.9.2	Iniciální fáze – návrat k tréninku	44
2.9.3	Fáze návratu ke sportu / rekondice.....	46

2.9.4	Fáze návratu k výkonu	49
3	CÍLE, ÚKOLY A METODIKA PRÁCE	50
3.1	VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	50
3.2	METODIKA PRÁCE	51
4	VÝSLEDKOVÁ ČÁST	56
4.1	VÝSLEDKY SÍLY TRUPU	56
4.2	VÝSLEDKY H/Q RATIO	57
4.3	SEGMENTÁLNÍ ANALÝZA – ROZLOŽENÍ SVALŮ V RÁMCI DOLNÍCH KONČETIN	59
4.4	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	60
4.5	ZÁVĚREČNÉ VYHODNOCENÍ A POPIS KORELAČNÍ MATICE	62
5	DISKUZE	66
6	ZÁVĚR	68
7	SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY	70
8	SEZNAM TABULEK A GRAFŮ V TEXTU	78
9	PŘÍLOHY	79

1 ÚVOD

Atletika je jedním z nejrozšířenějších sportů celosvětově a přináší nespočet disciplín ve kterých se mohou atleti realizovat. Oblíbenost tohoto sportovního odvětví mezi mládeží a dospělými je stále na vysoké úrovni, i přes aktuální pokles pohybové aktivity, a především postupné snižování zájmu o provozování pohybové aktivity u mladší generace.

V atletice se setkáváme s fenoménem běhání, které je přirozeným pohybem už od dob našich předků. Mnoho pohybů, které se v rámci atletické přípravy naučíme lze dále pomocí transferu dovedností aplikovat na širokou škálu sportovních odvětví a také proto je považována za královnu sportu, nicméně trénink a postupné zvyšování zátěže hovoříme-li o výkonnostním či vrcholovém sportu, má mnohá úskalí a jedním z nich je právě riziko zranění.

V této práci se zaměřuji na silové a rychlostní disciplíny, přičemž tyto skupiny disciplín (ať už sprinty, skoky nebo vrhy, popřípadě překážkové sprinty) se jeví jako nejproblematictější v souvislosti se zraněním hamstringů a obecněji dolních končetin.

Cílem je vyhodnotit rizikové faktory přispívající vzniku zranění, doporučit preventivní programy a postup při rekondici pro snížení možné recidivy zranění či snížení počtu dní bez absolvování tréninku.

Toto téma jsem si vybrala především pro mou dlouholetou atletickou praxi jak v roli výkonnostní sportovkyně, tak v roli začínající trenérky atletiky mládeže. Problematika svalových ruptur je často řešeným tématem v mém okolí a v souvislosti s již řešenou bakalářskou prací na téma obnovy sportovní výkonnosti atleta po zranění bylo v dotazníkovém šetření vyhodnoceno jako jedno z nejproblematictějších.

Proto jsem se rozhodla testovat 10 atletů se zaměřením na rychlostně silové disciplíny, přičemž by toto testování mohlo přinést náhled na nedostatky v silové a svalové vybavenosti atletů. Mohly by tak představovat vzorek atletické populace, který by vedl k zamyšlení nejen je samotné, ale také trenéry v případném obohacení tréninkového procesu o preventivní cvičení a zaměření se na vyrovnaní svalových dysbalancí. To by mohlo vést ke snížení rizika recidivy zranění či jeho vzniku, a navíc ke zvýšení výkonnosti.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

Problematika zranění a její přímá linka se sportem, respektive vrcholovým/výkonnostním tréninkem atletiky je zřejmá z mnohých studií. Riziko poškození pohybového aparátu se zvyšuje, pokud není se sportovci dostatečně preventivně pracováno či není atlet/sportovec náležitě připraven na předepsanou zátěž.

Atletika, jako multidisciplinární sportovní odvětví, vyžaduje nejen vynikající fyzickou kondici, ale také schopnost efektivního a ekonomického pohybu a precizní techniky. Přestože mnozí atleti dosahují vynikajících výsledků, jsou konfrontováni s reálným rizikem zranění, což může významně ovlivnit jejich výkony a kvalitu sportovní kariéry. Zranění v atletice jsou komplexním jevem, který je ovlivněn nejen intenzitou tréninku a fyzickou přípravou, ale také individuálními biomechanickými charakteristikami a vnějšími faktory.

Cílem této části diplomové práce je poskytnout komplexní pohled na problematiku zranění (především v atletice), analyzovat příčiny a mechanismy vzniku zranění a navrhnout preventivní strategie, které by mohly snížit incidenci zranění a optimalizovat dlouhodobou sportovní výkonnost atletů. Zaměřuje se na důkladný průzkum literatury v oblasti atletických zranění, s důrazem na specifika jednotlivých disciplín atletiky a postihne možné individuální rizikové faktory.

Rozbor aktuálních výzkumů, klinických studií a praktických přístupů k prevenci a rehabilitaci zranění poskytuje solidní základ pro pochopení komplexnosti této problematiky. Zároveň bude zdůrazněna nutnost interdisciplinární spolupráce mezi trenéry, fyzioterapeuty a sportovními lékaři, aby bylo dosaženo celkového zlepšení bezpečnosti a výkonnosti atletů.

2.1 Problematika zranění ve sportu

Zranění, ačkoli bychom rádi usilovali o jeho nepřítomnost, je součástí sportu a pohybová aktivita sebou zákonitě přináší svá rizika. Nicméně existuje mnoho různých sportů, ve kterých se tato problematika, na základě charakteru odvětví, řeší více, především ve spojitosti s určitým typem zranění.

Každý sport má ve svém charakteru zakódovanou jistou predispozici ke vzniku určitých typů zranění a každý sportovec, je taktéž jinak stavěný a odolává nástrahám svého sportu různou měrou.

Mezi rizikovější sporty můžeme řadit např. úpolové sporty, americký fotbal, rugby, hokej, gymnastiku a lyžování, právě kvůli tomu, že zranění může být zapříčiněno vnějšími vlivy (kluzký povrch, nevhodné počasí aj.), nebo objektivními příčinami (střet s druhou osobou, techniky vedoucí k vyššímu riziku zranění či extrémní požadavky sportu).

Pro lepší pochopení a orientaci v problematice zde dále zmiňuji pojmy, které považuji za důležité pro komplexní analýzu sportovních zranění.

- Závažnost zranění – je vyjádřena jako počet dní vynechaných tréninků
- Úrazovost – je specifikována počtem zranění za jednotku času (např. 1000 odehraných hodin) či počtem zraněných osob během vymezeného času studie
- Prevalence – počet zraněných osob v určitém časovém okamžiku či časovém okně

Studie Pietra-Gonzáleze a kol. (2021) zkoumala epidemiologii zranění u profesionálních dospívajících sportovců (n=498) přičemž 44 % účastníků v průběhu sledování (rok 2019) utrpělo zranění a v 39 % bylo toto zranění v oblasti, které již bylo poraněno dříve. Úrazovost byla v tomto případě 2,64 na 1000 h sportovní aktivity (sporty jež měly největší úrazovost byly: fotbal (7,21), judo (4,82), basketbal (4,31), volejbal (2,64), atletika (2,35), pádel (1,72) a tenis (1,39)). Nejčastěji se objevovala tato zranění: potíže v oblasti bederní páteře (12,24 %), podvrtnutí kotníku (11,98 %), zlomenina kosti (9,31 %), patelární tendinitida též tzv. „skokanské koleno“ (9,06 %), odřenina (6,19 %), natržení svalu (6,03 %). Zranění se týkalo těchto oblastí: kotník (36,12 %), koleno (19,32 %), rameno (6,47 %), chodidlo (5,39 %), bedra-hýždě (4,31), stehno (4,26 %). Ke zraněním doházelo převážně při tréninku, a to přibližně v 60 % oproti zranění při soutěži (26 %) a těsně před soutěží (14 %) (Pietro-González a kol., 2021).

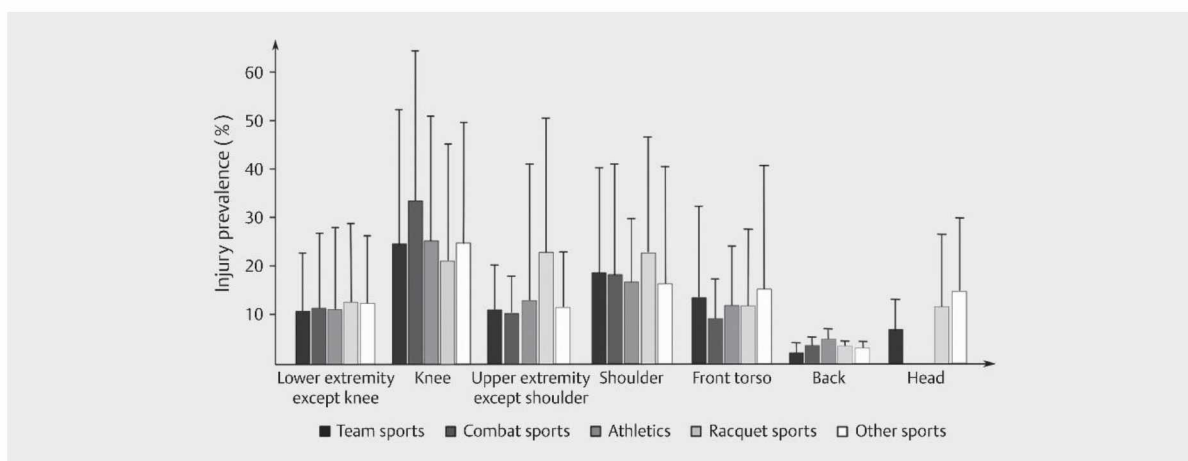
Tato zjištění v mnoha ohledech potvrzuje další studie od Lamberta a kol. (2024) provedena na větším vzorku sportovců (n=7809) retrospektivně v mezidobí Olympijských her (2012-2016), a to pomocí dotazníku vyplňovaným v roce 2016 až 2017. Nejvyšší výskyt zranění byl zaznamenán v kolektivních sportech (75 %), dále v bojových (64 %), raketových (54 %) a atletice (51 %). Z topografického hlediska byla nejvíce postiženou

oblastí těla, dolní končetina (48 %), dále koleno (28 %), rameno (14 %) a horní končetina (14 %).

Časová ztráta sportovní aktivity po úrazu byla nejdelší u poranění kolenního kloubu (26 týdnů). Ze všech hlášených zranění bylo 48 % doprovázeno sníženou úrovní výkonnosti.

K nejvyššímu výskytu zranění došlo v roce 2016 (45 %). Více zranění se vyskytlo během tréninku (58 %) ve srovnání se soutěžení (42 %) jako u studie zmíněné výše (Lambert a kol., 2024).

Na obrázku 1 můžeme vidět grafické rozdělení prevalence zranění v jednotlivých vybraných sportovních odvětvích a také typ dominujícího zranění, přičemž autoři rozlišují jednotlivé tělesné lokality.



Obrázek 1 Prevalence zranění v různých sportovních odvětvích (Lambert a kol., 2024)

Legenda: Injury prevalence – prevalence zranění; lower extremity except knee – dolní končetina vyjma kolene; Knee – koleno; upper extremity except shoulder – horní končetina vyjma ramene; Shoulder – rameno; Front torso – přední část trupu; Back – záda; Head – hlava; team sports – týmové sporty; Combat sport – úpolové sporty; Athletics – atletika; Racquet sports – raketové sporty; Other sports – ostatní sporty

Je zřejmé, že u všech sportovních odvětvích dochází během tréninků k velkému počtu zranění. Epidemiologické poznatky o zranění v různých sportech by měly být propojeny, aby bylo možné vyvinout programy prevence specifické pro daný sport, které by mohly snížit výskyt zranění u rekreačních i výkonnostních sportovců. Dle autorů Pietra-Gonzáleze a kol. (2021) je třeba věnovat pozornost právě prevenci úrazů tohoto charakteru: úraz při kontaktních sportech, úraz dolních končetin a úrazy vzniklé při sportovních soutěžích. Preventivní programy by se měly zaměřit také na modifikovatelné

rizikové faktory, jako je provádění vhodné rozcvičky, používání vhodných sportovních zařízení, provádění specifické sportovní fyzické přípravy, přizpůsobení tréninkové zátěže schopnostem sportovce, zařazení aktivit zabraňujících vzniku úrazů, technické cvičení pod dohledem trenéra atp.

2.2 Kategorizace zranění

Sportovní zranění je autory Timpkem a kol. (2014) definováno jako:

„Ztráta nebo abnormalita tělesné struktury nebo funkce v důsledku izolovaného působení fyzické energie během sportovního tréninku nebo soutěže, která je po vyšetření klinickým odborníkem diagnostikována jako lékařsky uznané zranění.“ (Timpka a kol., 2014)

Pro přehlednost zde dále uvádím základní kategorizaci zranění dle autorů Brauknera a Khana (2017), kteří dělí zranění v základu na dva typy, a to akutní a chronické – příklady a rozdíly jsou stručně uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1 Rozdělení sportovních zranění (podle Brauknera a Khana, 2017)

Oblast zranění na těle	Akutní zranění	Chronické zranění
Kost	Pohmoždění, zlomenina	Únavová zlomenina, přetížení, stresová reakce, zánět kosti, zánět okostic
Kloubní chrupavka	Zlomenina, léze	Chondropatie
Kloub	Vykloubení, částečné vykloubení	Zánět kloubu, zánět výstelky kloubu
Vaz	Natažení, přetržení	Zánět
Sval	Pohmoždění, natažení, přetržení, křeč, kompartmentový syndrom	Kompartmentový syndrom, fibróza, opožděný nástup svalové bolestivosti (DOMS)
Šlacha	Přetržení (celkové/částečné)	Tendinopatie
Bursa	Traumatická bursitida	Bursitida
Nerv	Neuropraxie	Nervové podráždění, negativní nervové napětí
Kůže	Tržná, bodná, řezná rána	Puchýř, mozol

2.3 Faktory ovlivňující riziko vzniku zranění

Rizikové faktory rozdělujeme na vnitřní a vnější. Mezi vnitřní faktory rizika vzniku zranění patří např. věk, pohlaví a tělesné složení. Vnější rizika integrují mimo jiné přilnavost obuvi, povětrnostní a klimatické podmínky, povrchové tření apod. (Bahr, Krosshaug, 2005).

Toto rozdělení zmiňují i další autoři a souhrnně popisují, že vnitřní (intristické) souvisí s atletem/sportovcem a vnější (extrinstické) jsou rizikové faktory prostředí. (Van Mechelen, Hlobil, Kemper, 1992).

Příklady faktorů a jejich rozdělení demonstruje následující tabulka:

Tabulka 2 Vnější a vnitřní faktory zranění (volně dle Pilného a kol. 2007)

Vnitřní faktory	Vnější faktory
Předchozí zranění	Organizační činitel
Nesprávná technika	Vliv technického vybavení
Anatomické abnormality	Objektivní příčiny sportovního odvětví
Nedostatečná regenerace	Klimatické faktory
Dysbalance	Vliv druhé osoby

Rizikové faktory lze rozdělit také na modifikovatelné a nemodifikovatelné. I když mohou být zajímavé nemodifikovatelné rizikové faktory, jako je pohlaví a věk, je důležité studovat minimálně faktory, které jsou potenciálně modifikovatelné prostřednictvím fyzického tréninku nebo behaviorálních přístupů, jako je síla, rovnováha nebo flexibilita. Pouhé zjištění vnitřních a vnějších rizikových faktorů sportovních úrazů však nestačí. K úplnému pochopení příčin je třeba identifikovat také mechanismy, kterými k nim dochází (Fuller, 2007).

Riziko zranění se vztahuje k průměrnému riziku spojenému s definovaným vzorkem populace v určitém prostředí nebo k individuální hodnotě rizika sportovce v rámci vzorku populace.

Individuální riziko není totéž, co populační riziko, protože riziko, kterému je vystaven každý sportovec, je ovlivněno jeho vnitřními rizikovými faktory a způsobem, jakým tyto osobní faktory působí na sportovní prostředí: každý sportovec má tedy jedinečnou hodnotu rizika (Fuller, 2007).

Dle Fullera (2007) sportovci, jejichž hodnoty rizika spadají do vysoce rizikové oblasti v porovnání se sportovci s menším rizikem zranění se označují jako „náchylní ke zranění“. Tito sportovci sem spadají například proto, že v minulosti utrpěli zranění nebo mají nízkou úroveň flexibility. Naopak sportovci, jejichž hodnoty rizika jsou nižší, používají často účinný kondiční tréninkový program, ochranné pomůcky či další formy vedoucí k úspěšné prevenci zranění.

Riziko zranění je používáno často obecně pro všechny statistiky týkajících se výskytu zranění, může se také vztahovat ke skupině zraněných či k pravděpodobnosti výskytu zranění u daného subjektu. Lze ho vyjádřit jako desetinný zlomek nebo procentuálně. (Hopkins a kol., 2007). Například dlouhotrvající spánková deprivace (<7 h spánku) po dobu delší než 14 dní zvyšuje riziko muskuloskeletálních zranění 1,7krát. (Huang, Ihm, 2021).

Termín „mechanismus úrazu“ se v lékařské literatuře hojně používá k popisu příčiny úrazu z biomechanického hlediska, ale jeho význam není přesně definován. Whiting a Zernicke (2008) definovali tento pojem jako „základní fyzikální proces odpovědný za danou akci, reakci nebo výsledek“.

Jinými slovy, sportovní úrazy jsou výsledkem složité interakce mnoha rizikových faktorů a událostí, z nichž byl identifikován pouze zlomek. Studie etiologie sportovních úrazů proto vyžadují dynamický model, který zohledňuje multifaktoriální povahu sportovních úrazů, a navíc bere v úvahu sled událostí, které nakonec vedou ke zranění. Jeden z takových dynamických modelů popsal Meeuwisse (1994). Tento model popisuje, jak vzájemné působení více faktorů vede ke vzniku zranění (obrázek 2).

ostatními hráči (např. napadení ze strany v americkém fotbale), dovednost, kterou zraněný hráč provedl (např. střela z výskoku házenkáře) atp.

Popis zranění sice poskytuje smysluplné informace, ale zdaleka nám nedává úplnou představu o příčině zranění. Pokud lze stanovit vzorce událostí vedoucích k situaci zranění, mohou být tyto informace potenciálně důležitější a snadněji použitelné pro prevenci zranění než přesný biomechanický popis např. pohybu kloubu v místě zranění. Dále okolností vzniku mohou být – zejména u přetížení – někdy vzdálené od následku. Například u únavové zlomeniny běžce obvykle není příčinou jediný trénink, kdy se bolest projevila, ale tréninkový a soutěžní program, který běžec dodržoval v předchozích fázích tréninkového procesu (Bahr, Holme, 2003).

Komplexnost sportovních poranění tedy vyžaduje kombinaci zohlednění události vedoucí k momentu, při kterém došlo ke zranění (herní situace, chování hráče a soupeře) a také popis biomechaniky celého těla a kloubů v okamžiku zranění.

2.4 Zranění u pohybové aktivity rychlostně silového charakteru

V této práci se zabývám především atletickými rychlostně silovými disciplínami a jejich zraněními. Lze je považovat za rizikovější zejména pro četnost akutních úrazů způsobených při vysokých rychlostech a jednorázových nadměrných silových účinků na pohybový aparát v krátkém čase oproti disciplínám vytrvalostního charakteru, kde převažují zranění spíše chronická (Bennell, Crossley, 1996).

Disciplíny v atletice charakteristické silou a vysokou rychlostí kladou velké nároky na aktivaci svalových vláken, explozivitu a koordinaci. Do této kategorie patří především sprinty (100, 200, 400 m), překážkové běhy (100, 110, 400 m překážek), vrhy a hody (hod oštěpem, diskem, kladivem a vrh koulí), skokanské disciplíny (skok o tyči, skok daleký, trojskok a skok do výšky) a štafetové běhy (4x100 m a 4x400 m), které svým charakterem do skupiny také náleží.

Studie od Federmann-Demont a kol. (2014) věnující se atletickým disciplínám během mezinárodních akcí v letech 2007 až 2012 zjistila, že incidence zranění se liší napříč disciplínami, ale nejvíce zranění následující neschopnost dalšího tréninku se objevují právě u běhů na krátké tratě. Mezi nejčastější disciplíny, které se vyznačují stejnou závažností zranění, patří víceboje. Proto by mělo být věnováno větší pozornosti

vícebojařům, sprinterským distancím a zraněním hamstringů, pro vhodné nastavení preventivních opatření (Federmann-Demont a kol., 2014).

Z hlediska charakteristik zranění můžeme konstatovat, že ve sprinterských disciplínách dominuje zranění stehen ve smyslu svalového zranění způsobené přetížením struktur, totéž platilo u skokanů, vícebojařů a vrhačů (Federmann-Demont a kol., 2014).

Zranění zadních stehen kromě vysokého výskytu v atletice (sprinty, skoky, aj.) jsou velmi tíživé i v dalších sportech, které zahrnují běhání vysokou rychlostí, a to především fotbal (Larruskain a kol., 2018), americký fotbal (Mack a kol. 2018) a ragby (Tondelli a kol., 2021). Nelze však předpokládat, že všechny sporty zatěžují hamstringy stejně.

Ve studiích zahrnutých do přehledu od Kalema a kol. (2021) byla měřena řada biomechanických proměnných, včetně sil reakce s podložkou, úhlů v kloubech trupu a dolních končetin, momentů a sil v kyčelním a kolenním kloubu, natažení šlach hamstringů a povrchové elektromyografické aktivity různých svalů trupu a stehen. Celkově nebyly současné poznatky schopny poskytnout jasný a nekonzfliktní pohled na potenciální souvislost mezi biomechanikou sprintu a zraněním hamstringů (Kalema a kol. 2021).

U rychlostně-silových sportů lze spatřovat také časté zranění kolenního kloubu (tzv. ACL zranění – týkající se předního zkříženého vazů). Hlavní stabilizátor kolenního kloubu bývá poškozen především u mužů ve fotbale a u žen v gymnastice, basketbalu a fotbalu. Ve všech zmíněných sportovních hrách je toto zranění u žen 2-8x častější než u jejich mužských protějšků. Důvodem zvýšení rizikovitosti u žen je pravděpodobně větší sklon tibie (holenní kosti), větší laxicita kloubů a větší abdukční úhly při dopadech. Pokud se jedná o tuto formu bezkontaktního zranění, je charakterizováno svou komplexností a ovlivněno anatomickými, neuromuskulárními, biomechanickými, genetickými, hormonálními a dalšími rizikovými faktory (Tokutake a kol. 2018).

2.5 Úvod do problematiky zranění hamstringů v atletice

Zdraví a prevence zranění sportovců jsou základními pilíři při práci s atlety, jelikož mohou vést k pozastavení kariéry a nemožnosti dále provozovat svůj sport potažmo disciplínu. Pro lepší pochopení a fyziologický vhled do funkce svalů zadního stehna zde dále uvádím stručný popis svalové skupiny tzv. hamstringů dle Kellise (2018).

Skupina zadních stehenních svalů neboli hamstringů je tvořena dlouhou a krátkou hlavou bicepsu femoris (BFdh/BFkh), svalem semitendinosus (ST) a svalem semimembranosus (SM) a nachází se v zadní části stehna. Hamstringy fungují především jako flexory kolenního kloubu a extenzory kyčelního kloubu, ale slouží také jako stabilizátory kolenního kloubu (Stepien, 2019). Ve srovnání se svými antagonisty, čtyřhlavými svaly stehenními, jsou hamstringy anatomicky přizpůsobeny ke slabším, ale rychlejším kontrakcím, což je dáno jejich menší fyziologickou plochou průřezu a delším šlachám, což je v souladu s jejich obecně excentrickou úlohou a možná přispívá k vyššímu riziku zranění než u jejich antagonistů (Kellis, 2018).

Svaly hamstringů se nejvíce zapojují při sprintu a skoku, kde se s rostoucí rychlostí běhu stále více aktivují ve švihové fázi před dokrokem a při oporové fázi běžeckého cyklu při dokroku, kdy jsou vystaveny velkému napětí a zatížení. To potvrzují elektromyografická měření při sprintu na běžeckém pásu a trojrozměrná kinetická analýza kolenního kloubu při běhu s proměnlivou rychlostí v hale. Klíčovou roli hamstringů při sprintu naznačují také výsledky, které ukazují, že mezi trénovanými sprintery mají ti nejlepší tendenci k vyšší izokinetické excentrické síle a většímu průřezu svalů (Nuell, 2021).

Zranění hamstringů je v tomto případě jedním z nejčastějších a nejzávažnějších zranění, jak uvádí ve své práci Dubová, 2017 na základě dotazníku, kterého se zúčastnilo 150 vybraných sprinterů (běžců na 100, 200 a 400 m). Zde bylo vyhodnoceno, že nejzávažnějším zraněním v jejich kariéře bylo natržení hamstringů a velké procento se s tímto zraněním také často potýká (2. nejčastější po bolesti okostic). Dotazníkové šetření mé bakalářské práce zabývající se zraněním ve sportu u vícebojařů (Treglerová, 2021) poukazuje taktéž na častý výskyt zranění v oblasti stehen a hýždí (více než 35 % dotazovaných atletů, kdy celkový počet respondentů byl $n=56$) a u přibližně 30 % dotazovaných došlo ke zmíněnému natržení svalů zadního stehna.

Zahraniční autoři zabývající se touto problematikou často poukazují na četnost zranění zadních stehen napříč sprinterskými a skokanskými disciplínami, ačkoli nutno podotknout, že definice zranění nejsou v některých případech shodná a jejich klasifikace není ucelená (Iatropoulos, Wheeler, 2024).

Ve srovnání s kolektivními sporty se atletika vyznačuje relativně delšími tréninkovými obdobími a kratšími soutěžními sezónami. Ačkoli tedy pouze čtvrtina zranění během jedné sezony vznikla během soutěží (Timpka a kol., 2013) při standardizaci

na celkovou časovou dotaci byl výskyt zranění během soutěží 3,8krát vyšší než při tréninku (Martínez-Silván a kol., 2021).

Ve studii věnující se přehledu zranění během mezinárodních šampionátů v letech 2007-2018, byly v celkovém srovnání nejčastěji postihovány zraněním sprinterské disciplíny (25 % všech zranění), přičemž nejvyšší počet zranění na 1000 registrovaných atletů byl zaznamenán u vícebojů. Sportovní zranění se významně liší v souvislosti s různou strukturou poranění pro každou disciplínu. Zranění stehenního svalu byla hlavní diagnóza u sprinterů, překážkářů, skokanů a vícebojařů, dokonce i sportovních chodců. Zranění trupu a dolních končetin bylo shledáno nejčastější u vrhačů.

Ve shrnutí všech zaznamenaných zranění autoři uvádějí, že po shodujícím se vyhodnocení s ostatními již provedenými studiemi je u sprinterských disciplín nejrizikovější stehenní svalstvo (hamstringy), Achillova šlacha a spodní část zad (bederní část), dále disciplíny zahrnující plyometrii jsou často spojovány s muskuloskeletálními zraněními a podobně jako u sprintů se zde objevují zranění hamstringů, problémy s koleny a zády/Achillovou šlachou. Totéž zaznamenáváme u vrhačů a vícebojařů, u nich se objevuje mimo již více zmíněné i zranění kotníků či poranění horních končetin. (Edouard a kol., 2020). Dále již zmíněný přehled od Feddermann-Demmont a kol. (2014) potvrzuje nejhojnější zastoupení natržení zadního stehna při sledování atletických šampionátů mezi lety 2007 a 2012, a to napříč všemi disciplínami v halové i venkovní sezóně.

2.5.1 Stručná charakteristika vybraných rychlostně silových disciplín v atletice

Vzhledem k řešené problematice této práci jsem si vybrala a dále popisuji obecně zvolené disciplíny atletiky rychlostně-silového charakteru, které mají své zvláštnosti a lze je rozlišit z mnoha hledisek. Zde uvádím základní klasifikaci na základě určitých skupin a pohybových nároků dle Melina a kol. 2019:

a) Skoky

Mezi skokanské disciplíny řadíme skok daleký, trojskok, skok o tyči a skok vysoký, jedná se o tzv. „field events“ probíhající v poli. Výkon ve skokanských disciplínách je ovlivněn ve velké míře úrovní techniky, rychlosti a síly. Důležitou složkou pro efektivní provedení skoku je také koordinace atleta. Bez dostatečně rychlého náběhu a výborných odrazových parametrů není možné dosáhnout elitních výkonů (Vindušková a kol., 2021).

Fyzické předpoklady – skokanské disciplíny vyžadují vysoký poměr síly a hmotnosti, dále pak vysokou úroveň svalové síly, výjimkou je skok vysoký, kde vyžadujeme spíše

štíhlost a menší poměr svalové hmoty. Ve všech skokanských disciplínách je zapotřebí kombinace vynikající rychlosti, síly a výbušné síly, jakož i technických dovedností.

V tréninku je u skokanů vyžadován vysoký objem sportovně specifického silového a plyometrického tréninku pro zvýšení síly v kombinaci s tréninkem rychlosti a rychlostní vytrvalosti, flexibility a techniky. Trénink gymnastky pro skokany o tyči.

Skutečná práce v rámci jednoho rychlostního nebo technického tréninku může trvat jen několik minut; metabolické náklady tohoto typu tréninku proto mohou zůstat nižší. Naopak silový trénink může vést k ~50-80% vyčerpání zásob svalového glykogenu (Slater, Sygo, Jorgensen., 2019).

Při soutěži jeden skok trvá pouze <10 s. Obvykle se během jednoho soutěžního dne skáče 3-6 pokusů (skok daleký, trojskok) nebo až 10-20 skoků (skok vysoký, skok o tyči). Rozcvičení a vyklusání může prodloužit celkovou dobu trvání práce při závodě. Kromě toho se na velkých mistrovstvích obvykle konají 1-2 dny před finále kvalifikační kola. Proto je třeba udržet výkonnost na vysoké úrovni napříč těmito soutěžními koly a podobá se tím nárokům sprintů a vícebojů.

b) Vrh a hody

Vrhačské disciplíny jsou závislé nejen na kondičních schopnostech, ale ve velké míře také na technice, která představuje stabilitu v motorických dovednostech vypěstovaných při dlouhodobém tréninkovém procesu. Jedná se o disciplíny rychlostně-silové, nicméně podle hmotnosti náčiní se disciplíny přiklání spíše k rychlostnímu či silovému charakteru (Vindušková a kol., 2021).

Mezi vrhačské disciplíny patří hod kladivem, oštěpem a diskem, do vrhů řadíme pouze vrh koulí. Tato skupina disciplín může být z hlediska somatotypů velice variabilní a souvisí to především s individuálními nároky zmíněných disciplín.

Fyzické předpoklady – vyšší tělesná hmotnost a výška, střední svalnatost. Silné paže a nohy, větší šířka ramen a boků. Atleti v hodu diskem, kladivem a vrhu koulí mají tendenci mít vyšší tělesnou hmotnost než atleti v jiných atletických disciplínách. Oštěpař mívají ve srovnání s ostatními vrhači nižší tělesnou hmotnost, aby dosáhli snáze rychlejšího rozběhu před odhodem. Mezi hlavní fyzické předpoklady dále patří přesnost a technické dovednosti, vysoká úroveň absolutní síly, dynamická síla, smysl pro rytmus, střední rychlost a koordinace.

V tréninku vede vysoký objem specifického silového tréninku, tréninku techniky a specifických dovedností. Skutečná práce v rámci jednoho tréninku rychlosti/techniky může trvat jen několik minut, proto mohou metabolické náklady na tento typ tréninku zůstat poměrně nízké. Vrháči však mohou při chůzi pro náčiní nahromadit tisíce kroků za den, což zvyšuje celkový energetický výdej vrhačského tréninku. Silový trénink pravděpodobně vede k ~50-80% vyčerpání zásob svalového glykogenu (Slater, Sygo, Jorgensen., 2019).

Při soutěži jeden hod trvá <10 s. Obvykle se během jednoho soutěžního dne provádí 3-6 hodů. Rozcvičení a vyklusání však mohou celkovou dobu práce mírně prodloužit. Kromě toho velká mistrovství obvykle zahrnují kvalifikační kola den nebo dva před finále. Proto je třeba udržovat výkonnost na vysoké úrovni napříč těmito soutěžními koly stejně precizně jako u výše zmíněných skokanských disciplín.

c) Sprinty a překážkové běhy

O výsledku a úspěchu v této skupině disciplín rozhoduje hlavně startovní reakce, akcelerace a maximální rychlost, ale také rychlostní vytrvalost. Jedná se o výkony krátkodobého charakteru prováděné maximálním úsilím. Překážkové běhy se od hladkých sprintů liší především kombinací cyklického a acyklického pohybu při překonávání překážek a považujeme je za mimo rychlostně-silové disciplíny, také za disciplíny technicko-sprinterské (Vindušková a kol., 2021).

Fyzické předpoklady – štíhlá, svalnatá postava. Ve sprinterských disciplínách klademe důraz na dostatečně silné svalstvo dolních i horních končetin. Vyšší tělesnou hmotnost a poměr svalů disponují atleti se specializací na kratší sprinty, o něco nižší tělesná hmotnost je charakteristická spíše pro atlety soustředící se na 400 m a 400 m překážek. Sprinteři dosahují obvykle nižšího vzrůstu než u výše zmíněných skupin atletických disciplín. Fyziologické požadavky se zaměřují na optimalizaci síly, výbušné síly a rychlosti.

Trénink se značí vysokým objemem silového a plyometrického tréninku pro zvýšení síly v kombinaci s tréninkem rychlosti a rychlostní vytrvalosti, stejně jako flexibility a techniky. Skutečná práce v rámci jednoho rychlostně-technického tréninku může trvat jen několik minut, současně ale délka trvání tréninku značně zvyšuje energetické požadavky výkonu. Trénink maximální rychlosti či rychlostní vytrvalosti a silové cvičení může být vysoce intenzivní a vést k ~50-80% vyčerpání zásob svalového glykogenu (Slater, Sygo, Jorgensen., 2019).

Jeden závod trvá přibližně 9-70 s. Rozcvičení, vyklusání a několik běhů však může prodloužit celkovou dobu trvání práce v soutěžní den/během soutěžních dnů. Na velkých mistrovstvích se navíc někteří sportovci mohou účastnit několika závodů (např. 100 m, 200 m a štafeta 4 × 100 m), což vytváří další očekávání a tlak na výkonnost a regeneraci v rámci soutěžních dnů a mezi nimi. Toto je podobné vícebojařským soutěžím (Melin a kol. 2019).

2.5.2 Popis a průběh vzniku svalového zranění hamstringů

V publikacích se autoři zabývali již dříve okamžikem vzniku zranění hamstringů v souvislosti s fázemi běžeckého kroku. Jako nejrizikovější byla vyhodnocena tzv. „early stance phase“ (časná fáze dokroku), především kvůli vysokým reakčním silám v kloubech spojenými s kontaktem s podložkou. Následně však bylo z této teorie mnoha autory ustoupeno pravděpodobně příčinou předpokladu, že se svaly nejvíce přetěžují při excentrické kontrakci. Dle Clarka (2008) k naprosté většině zranění hamstringů dochází v bezkontaktních situacích při běhu. Sportovec často pociťuje ostré píchnutí v boční části zadní strany stehna, což značí natažení svalu. Zatímco natažení hamstringů je při sportu poměrně časté, úplné přetržení svalu je naštěstí velmi vzácné, vyskytuje se zhruba v 1 % všech zranění hamstringů. Předpokládá se, že je to způsobeno nerovnoměrným prodlužováním sarkomer, které se připisuje nestabilitě jejich délky, což má za následek mikroskopické poškození svalů. Pokud sport vyžaduje mnohočetné excentrické kontrakce, mohou tyto mikrotraumata vyústit v „Achillovu patu“ svalu, z níž může vzniknout větší poškození měkkých tkání.

Pro objasnění rizik vzniku tohoto zranění a náchylnosti zadních stehen ke zranění je třeba vysvětlit funkci hamstringů při běhu. Úloha hamstringů při pohybu je vícefaktorová. Clark (2008) ve své studii také uvádí, že během švihové fáze běžeckého pohybu musí hamstringy v krátkém časovém úseku plnit mnoho funkcí:

- excentricky se kontrahují, čímž zbrzdí extenzi kolene,
- kvazi-izometricky kontrahují při kontrole stability kolenního kloubu,
- provádějí rychlý protipohyb z extenze kolene do následné flexe kolene
- hrají roli při extenzi kyčelního kloubu

Všechny tyto funkce prováděné buď současně, nebo v rychlém sledu za sebou vedou k intenzivnímu zatížení hamstringů, když je sval protažený. Časté provádění tohoto pohybu, stejně jako při jakémkoli sportu vyžadujícím opakovaně sérii běhů, může mít za následek

četná mikrotraumata. S rostoucí únavou sportovce a zhoršující se technikou musí hamstringy hrát ještě větší roli stabilizátorů, a proto se rozsah zatížení pravděpodobně dramaticky zvyšuje. Hromadění četných mikrotrhlin, umocněné postupně se zvětšujícím rozsahem poškození svalů s tím, jak se sportovec unavuje, může být příčinou zvyšování rizika zranění hamstringů (např. při utkání ve fotbale). Zatímco dříve zmíněné mechanismy mohou být součástí zranění hamstringů, existuje jen málo důkazů o tom, proč se zranění hamstringů vyskytují s takovou četností a co některé sportovce ke zranění předurčuje (Clark, 2008).

Následující část se bude zabývat potenciálními rizikovými faktory zranění hamstringů.

2.6 Faktory ovlivňující riziko zranění svalů zadního stehna a jejich posouzení

Jedním z nejčastěji zmiňovaných faktorů rizika vzniku zranění je recidiva již prodělaného zranění. To bylo potvrzeno ve studii Tokutakeho a kol. (2018), jež zkoumala vztah mezi přetížením hamstringů vyvolaným sprintem a vnitřními rizikovými faktory, včetně morfologie a funkce svalů kyčle s vyloučením vlivů zkreslujících faktorů. Šedesát jedna sprinterů (věk $19,6 \pm 1,1$ roku), bylo sledováno po celou jednu sezónu.

Před sezónou byla měřena síla svalů kyčle a kolene, obvod svalů velkého hýžd'ového (*m. gluteus maximus*) a dvouhlavého stehenního (*m. biceps femoris*) a rozsah pohybu (angl. ROM) v kyčelním a kolenním kloubu. Pomocí dotazníku byly získány informace o anamnéze zranění hamstringů u každého sportovce. Osmnáct sportovců utrpělo zranění hamstringů vyvolané během maximální intenzitou. Jako kontrolní skupina bylo vybráno osmnáct nezraněných sportovců, kteří měli stejný profil zkreslujících faktorů jako zranění sportovci. Dříve zranění sportovci měli významně vyšší míru zranění než nezranění sportovci ($p < 0,05$; riziko vzniku 2,85x větší). Žádná další měření neměla významný vztah k výskytu zranění. Pasivní rozsah pohybu (ROM) v kyčli (flexe a extenze) však měl tendenci být větší u zraněných v porovnání s kontrolní skupinou. Zranění hamstringů je výrazným rizikovým faktorem, proto je důležité při zkoumání dalších rizikových faktorů vyloučit vliv předchozích poškození těchto svalů (Tokutake a kol., 2018).

Nyní se zaměříme na faktory, které jsou tréninkem ovlivnitelné. Výběr zmíněných faktorů je proveden v souvislosti s praktickou částí diplomové práce, ale je třeba zdůraznit, že svalové zranění a přesněji zranění zadních stehen je multifaktoriálním typem poškození

a případné vynechání některých faktorů neznámá, že nemohou zapříčinit vznik zranění sportovce.

Poměr síly hamstringů a kvadricepsů (tzv. H/Q ratio) jako rizikový faktor zranění

Oboustranná svalová asymetrie a svalová nerovnováha kolem kolena byla uvedena jako etiologie mnoha zranění, zejména přetížení hamstringů. Tento poměr síly se často testuje izokineticky, přičemž se porovnávají úrovně koncentrické síly pro flexi a extenzi. Ačkoli o minimálním přijatelném poměru pro snížení zranění hamstringů existuje mnoho tezí, udává se, že hamstringy by měly být schopny vyvinout >60 % síly zaznamenané u kvadricepsů. Tento poměr lze vyrovnat důrazem na silový trénink zadních stehů u atletů.

Tento faktor rizika zranění se zdá být v mnoha studiích kontroverzním. Například systematický přehled od Kellise, Sahinise a Baltzopoula (2023) se zabýval poměrem momentu točivosti H:Q v souvislosti s natržením hamstringů a zraněním kolenních vazů (ACL). Autoři uvádějí, že tento ukazatel má jako prediktor zranění omezenou hodnotu, nicméně sledování nerovnováhy sil svalů předních a zadních stehů v průběhu sportovního tréninku (před, během a po soutěžní sezóně), může poskytnout lepší vhled do souvislosti mezi poměrem H:Q a zraněním (Kellis, Sahinis, Baltzopoulos, 2023).

V další studii byly zkoumány následující možné rizikové faktory pro zranění nohou u fotbalistek: věk, anatomické uspořádání, celková kloubní laxicita, poměr síly svalů hamstringu a kvadricepsu, flexibilita, vazivová laxicita kolenních a hlezenních kloubů, nedávná zranění a tréninkový věk ve fotbale. Celkem 146 hráček ze 13 týmů druhé a třetí švédské divize podstoupilo klinické vyšetření, izokinetické měření a testování posturálního švihů dolních končetin. Během jedné venkovní sezóny (duben–říjen) byla zaznamenána všechna zranění dolních končetin související s fotbalem, která vedla k absenci na alespoň jednom plánovaném tréninku nebo zápase. U 50 hráček bylo zaznamenáno 61 akutních zranění a 17 hráček utrpělo 19 zranění z přetížení. Celková míra výskytu zranění byla 5,49/1000 h fotbalu. Mezi proměnné významně zvyšující riziko traumatických zranění nohou patřila celková kloubní laxicita, malý rozsah pohybu v kyčli, hyperextenze kolenního kloubu a nízký poměr hamstringů a kvadricepsů při koncentrické kontrakci (Söderman a kol., 2001).

Také studie Kima a Honga (2011) naznačuje spojitost mezi svalovou dysbalancí a rizikem vzniků zranění dolních končetin. Tato studie na 82 sportovcích testovala sílu předních a zadních stehů při rychlostech 60 %/s. Byl patrný trend ($p < 0,05$) hodnot

naznačující že nižší než 60% poměru H:Q tzv. HQR souvisí s bezkontaktními zraněními dolních končetin (Kim, Hong, 2011).

Síla hlubokého stabilizačního systému a stabilita středu těla

Dle Willsona (2005) stabilita „jádra“ může mít několik výhod pro pohybový aparát, od udržování zdraví zad až po prevenci zranění kolenních vazů. Získání a udržení stability jádra je proto předmětem velkého zájmu fyzioterapeutů, sportovních trenérů a výzkumníků pohybového aparátu. Stabilita jádra je schopnost bederně – pánevního komplexu zabránit vybočení a vrátit se do rovnováhy po jeho narušení. Ačkoli k tomu do jisté míry přispívají statické elementy (kosti a měkké tkáně), stabilita trupu je udržována převážně dynamickou funkcí svalových komponentů. Existuje jasný vztah mezi aktivitou svalů trupu a pohybem dolních končetin. Poznatky naznačují, že snížená stabilita jádra může predisponovat ke zranění a že vhodný trénink může zranění snížit. Stabilitu „jádra“ lze testovat pomocí izometrických, izokinetických a izoinerciálních metod. Vhodná intervence může vést ke snížení míry zranění zad a dolních končetin (Willson a kol. 2005).

Zajímavá meta-analýza také poukazuje na důležitost preventivních programů, a to včetně excentrického silového tréninku hamstringů, který se ukazuje jako efektivní pro snížení rizika tohoto typu zranění. Hlavním cílem bylo pak prozkoumat účinek preventivních programů zahrnujících posilování středu těla tzv. core trénink. Souhrnné výsledky 4728 hráčů a 379 102 hodin tréninku ukázaly 47% snížení zranění hamstringů na 1000 hodin pohybové aktivity v intervenční skupině ve srovnání s kontrolní skupinou s poměrem rizika zranění 0,53 (95 % CI [0,28, 0,98], P = 0,04). To znamená, že s 95 % jistotou můžeme říci, že intervenční skupina má o 47 % nižší riziko zranění ve srovnání s kontrolní skupinou a hodnota p nám tento výsledek potvrzuje. Tato meta-analýza a systematický přehled kontrolovaných studií naznačuje, že „core“ trénink začleněný do preventivních programů snižuje náchylnost a riziko zranění hamstringů u fotbalistů (Al Attar, Husain, 2023).

2.6.1 Posouzení rizikových faktorů

Svalové zranění je multifaktoriální problematika, jež nelze postihnout pouze jednou příčinou, zároveň je ale možné na základě zaměření se na popsání rizikové faktory snížit pravděpodobnost výskytu zdravotních komplikací.

Nejčastějším rizikovým faktorem pro zranění hamstringů je dříve utrpěné zranění, zejména brzy po návratu ke sportu. U ostatních modifikovatelných (např. nedostatečná síla zadních stehenních svalů, běh maximální rychlostí, únava) a nemodifikovatelných (např. vyšší věk, anatomické dispozice) rizikových faktorů je souvislost s úrazem omezená (Iatropoulos, Wheeler, 2024).

Izokinetická dynamometrie

Izokinetická dynamometrie je metoda používaná k měření svalové síly a výkonu při izokinetických kontrakcích, tedy při pohybech, kde se rychlost svalového pohybu udržuje konstantní. Tento typ měření je důležitý pro hodnocení svalové funkce zejména v oblasti sportovní medicíny a ve sportovním tréninku pro kontrolu trénovanosti či zjištění svalových dysbalancí převážně u sportovců silově-rychlostních disciplín.

Izokinetické cvičení je dynamický typ odporového cvičení se dvěma jedinečnými vlastnostmi:

1. Lze určit úhlovou rychlost izokinetického zařízení
2. Po dosažení zadané rychlosti se zařízení automaticky přizpůsobí tak, aby v každém bodě rozsahu pohybu kladlo maximální odpor a zároveň umožnilo udržet zadanou rychlost
3. Přístroj umožňuje svalům vyvíjet maximální sílu ve všech bodech rozsahu pohybu

Poměr koncentrické síly hamstringů a kvadricepsů (angl. Hconc:Qconc) popisuje silové charakteristiky svalů v kolenním kloubu. Tento ukazatel se obvykle vypočítává jako poměr mezi vrcholovým točivým momentem hamstringů a kvadricepsů měřeným při koncentrických kontrakcích pomocí izokinetických dynamometrů.

Pro příklad uvádím studii z roku 2018, která se zabírala významem předsezónního testování fotbalistů, přičemž bylo vypočteno na základě dosažených sil flexorů a extenzorů stehna tzv. H:Q ratio a dále silové deficity mezi dolními končetinami ve třech různých rychlostech (60, 240 a 300 °/s). Výsledky ukazují, že sportovci s výrazně nižší izokinetickou silou hamstringů a nižším poměrem síly H:Q a dále s předchozím zraněním měli vyšší riziko vzniku zranění (Lee a kol., 2018).

Ipsilaterální asymetrie (poměr H:Q) odráží procentuální podíl vrcholového točivého momentu agonisty a antagonistických svalových skupin téže končetiny. H:Q je ukazatelem funkční schopnosti svalových skupin v okolí kolenního kloubu jako výkonnostního kritéria. Tento poměr je obtížné zobecnit, některé studie však uvádějí jeho velikost v

rozmezí 50 až 80 % v závislosti na úhlu kolene a úhlové rychlosti (Zabka a kol., 2011). Při nižších rychlostech (60-180 °-s⁻¹) by poměr agonista/antagonista měl být přibližně 60 %. Hoffman, Maresh a Armstrong (1992) uvádějí, že 6:10 je normální poměr.

Bioelektrická impedanční analýza

Analýza tělesného složení je důležitým indikátorem fyzického zdraví a kondice sportovce. Nadbytek tukové složky vede ke zvýšení energetických nároků na provedení pohybu a snížení výkonu, kdežto bez tuková hmota přispívá k produkci energie při vysoce intenzivních aktivitách a poskytuje větší odolnost vůči dynamické i statické zátěži (Malá a kol. 2015).

Bioelektrická impedance (zkr. BIA) patří mezi dvakrát nepřímou metodu určování tělesného složení. Je založena na střídavém proudu, šířeným biologickými strukturami. (dle regresních rovnic, jsou vypočítány, mj. TBW (Veškerá voda v těle/beztuková složka, svalová hmota). Chyba může být 3-5 % v souvislosti s predikční rovnicí, chybou zařízení atp. Je proto potřeba dodržovat standardizovaný protokol a vyvarovat se kontraindikací, tak aby chyby měření byly minimalizovány.

Z fyzikálního hlediska je BIA založena na šíření střídavého proudu nízké intenzity biologickými strukturami a spoléhá na odlišné elektrické vlastnosti tkání (vodivost tukoprosté hmoty proti izolačním vlastnostem tukové tkáně). Na základě regresních rovnic jsou pak dopočítány výše zmíněné hodnoty. Základní měřené proměnné jsou především celková tělesná voda (zkr. angl. TBW) a tukoprostá hmota (zkr. angl. FFM).

Souhrnem je třeba poznamenat, že až do roku 2020 neposkytovalo použití BIA u sportovců přesné výsledky kvůli nespécifickým rovnicím a referencím, nyní se však před výzkumníky a praktiky otevírají nové perspektivy. S ohledem na to lze analýzu tělesného složení formou BIA využít ke sledování stavu výživy a sezónních změn tělesného složení u sportovců a také k přesnému porovnávání v rámci jednoho sportovce a mezi sportovci (Campa a kol. 2021).

Dále studie Gligoroske a kol. (2018) dodává, že sledování segmentální analýzy by mohlo pomoci při sledování kvality výživy a tréninkového režimu nebo rehabilitačního postupu u sportovců.

mohou skládat z pilates, jógy nebo různých jiných forem posilování a balančních cvičení (Clark, 2008).

Hodnocení trupové stability může být provedeno mnoha metodami, přičemž většina z testů je zkreslena subjektivním hodnocením. V diplomové práci byla proto využita měření izometrické maximální síly stabilizátorů trupu, jež by měla přinést objektivní hodnoty pro vyhodnocení úrovně sil této svalové skupiny.

Tato metoda sestává z izometrického měření maximální síly pomocí kladky umístěné v úrovni středu hrudníku sportovce a s napjatými pažemi provádí jedinec tah/vnější rotaci, nohy jsou fixované. Cílem je během 3 sec maximální kontrakce vyprodukovat nejvyšší možnou sílu.

Autoři Rodríguez-Perea a kol. (2023) ve své studii reliability potvrzují, že horizontální test s kladkou je cvik, jež lze považovat za stabilní a spolehlivý při vyhodnocování výsledků a hodnocení síly rotátorů trupu. Ve studii od Zemkové a kol. (2017) je dále doporučeno zařadit testování síly „core“ do funkční diagnostiky, jelikož je důležitým článkem pro výkonnost atleta.

2.7 Preventivní programy

Programy prevence zranění (PPZ) jsou nedílnou součástí tréninku v rekreačním i profesionálním sportu. Poskytování výhod pro zvýšení výkonnosti vedle prevence zranění může pomoci upravit postoj trenérů a sportovců k zavádění prevence zranění do každodenní rutiny. Zdá se, že konvenční myšlení hráčů i trenérů naznačuje, že PPZ musí být specifické pro daný sport, aby umožnily zvýšení výkonnosti (Mugele a kol., 2018).

Existuje mnoho různých preventivních programů, jež se koncentrují nejen na zranění zadních stehů, ale také kompletní prevenci zranění atletů, fotbalistů a jiných sportovců a odpovídají náležitě požadavkům jednotlivých sportů mezi nejznámější patří mj. FIFA 11, PEP program, FMS hodnotící systém (vede k návrhu specifických cviků individuálně), Complex Core+...

2.7.1 Complex core+

Complex Core se zaměřuje na prevenci zranění prostřednictvím komplexního přístupu k tréninku a terapii. Jejich cílem je zlepšit stabilizaci a funkci svalů, což vede k prevenci zranění. Tento přístup zahrnuje fyzický „screening“, plánování a výběr cílených

cvičení pro trénink a terapii, a je navržen jak pro trenéry a fyzioterapeuty, tak i pro pacienty, rekreační a elitní sportovce (Wagner, 2020).

Hlavními autory této metody jsou Roman Jahoda (fyzioterapeut a trenér, známý pro svůj inovativní přístup ke sportovní fyzioterapii a tréninku) a Gerald Mitterbauer (spoluautor, který přispěl svými odbornými znalostmi k vývoji metodiky).

Metody prevence Complex core+

Ve výkonnostním a profesionálním sportu jde především o zvyšování výkonnosti nicméně nelze jich dosahovat, pokud tělo není na zátěž komplexně připraveno. Podle Jahody a Mitterbauera (2013) je dosaženo kýžených výsledků pouze za přítomnosti dostatečné síly středu těla. Jako příklad uvádějí lyžaře či bobisty, kteří musí vyvinout maximální sílu (roztlačit bob o hmotnosti až 200 kg) a v případě lyžařů odolávat zvyšujícím se gravitačním silám při sjezdech ve vysokých rychlostech. Kvůli správnému zapojení kinetických řetězců musí být tréninkový proces promyšlený a specifický pro danou aktivitu. Přístup Complex Core pomáhá zajistit, že každý jedinec získá individuální péči a program přizpůsobený jeho specifickým potřebám, což je klíčové pro úspěšnou prevenci, rehabilitaci zranění a zvyšování výkonu.

Souhrnně vede Complex core+ k dvěma hlavním cílům, a to minimalizaci rizika sportovních zranění prostřednictvím zlepšení stability, mobility a svalové síly. Dále k optimalizaci výkonu, přičemž program je navržen tak, aby sportovcům pomohl dosáhnout maximálního výkonu prostřednictvím specifických cvičení zaměřených na střed těla (core).

Jako klíčové principy autoři zmiňují stabilizaci středu těla, funkční trénink, individuální přístup a multidisciplinární spolupráci (fyzioterapeut, trenér, lékař, ...) (Jahoda, Mitterbauer, 2013).

2.7.2 Excentrická cvičení

Tato cvičení odpovídají svým charakterem zatížení, při kterém dochází nejčastěji ke zranění hamstringů, proto je nedílnou součástí prevence. Excentrický typ svalové kontrakce dokáže zatížit sval více než kontrakce koncentrická či izometrická. Bylo prokázáno, že excentrická cvičení jako tzv. „nordic hamstrings“ nebo „leg curl“ a různé typy cviků při kterých dochází k extenzi v kyčli (hip thrust, mosty, výpady) prokazatelně snižují riziko zranění při jejich zařazení do tréninku (Shield, Bourne, 2018).

Intervenční studie se zabývají především efektivitou zařazení cviků nordic hamstring do tréninku. Dle studie Mjolsna a kol., 2004 se potvrdil vyšší přínos tohoto typu cvičení v porovnání s klasickým posilováním svalů zadních stehů na stroji. Tréninkový program se skládal ze cvičení s postupně se zvyšujícím počtem opakování a sérií. Intervence trvala 10 týdnů a rozdíly byly porovnávány na dynamometru před a po soutěžní sezóně. V tabulce je uveden postup a progresse zatížení v rámci intervenčního programu.

Tabulka 3 Tréninkový protokol pro skupinu provádějící „nordic curls“ (zdroj: Mjolsnes a kol., 2004)

Týden	TJ/týden	Série a počet opakování
1	1	2×5
2	2	2×6
3	3	3×6–8
4	3	3×8–10
5–10	3	3 série, 12–10–8 opakování

Další zvýšení zátěže při tomto cvičení probíhá, když subjekt vydrží pád vpřed déle. Pokud se podaří vydržet celou rozsah pohybu při 12 opakování, zvyšujeme zátěž přidáním rychlosti do počáteční fáze pohybu. Partner může také dále zvýšit zátěž tlakem do ramen (Mjolsnes a kol., 2004).

2.7.3 Propriocepce a neuromuskulární trénink

Proprioceptivní nebo kinestetický smysl prostřednictvím tréninku rovnováhy posiluje motoriku, což je nezbytné pro snížení rizika zranění nebo jeho recidivy během tréninku a soutěží. Když dojde ke zranění kloubu nebo svalové a šlachové struktury, somatosenzorické informace jsou změněny, což nepříznivě ovlivňuje motorickou kontrolu. Z toho vyplývá, že rehabilitace by měla klást důraz na obnovení rovnovážných schopností sportovce. Úkoly balančního a proprioceptivního tréninku musí být specifické, odpovídat typu zatížení, které vyžaduje zvolená disciplína atleta (World Athletics, 2023).

Propriocepce zahrnuje dva aspekty polohového smyslu: statický a dynamický. Statický smysl nám poskytuje vědomou orientaci jedné části vůči druhé. Dynamický smysl poskytuje neurosvalovému systému zpětnou vazbu o rychlosti a směru pohybu. Propriocepci lze tedy považovat za komplexní neurosvalový proces, který zahrnuje aferentní vstupní i eferentní signály a umožňuje tělu udržovat stabilitu a orientaci během statických i dynamických aktivit. Obecně se jedná o proces, kterým tělo může měnit svalovou kontrakci v okamžité reakci na přichozí informace týkající se vnějších sil (Laskowski, Newcomer-Aney, Smith, 1997).

V experimentální studii sprinterů byla provedena intervence, která spočívala v zavedení šestitýdenního programu propioceptivních cvičení specifického pro sprintery ve skupině sprinterů. Tato sprintersky specifická cvičení se snažila reprodukovat různé momenty techniky sprinterského závodu s cílem provádět propioceptivní cvičení ve stejné pozici, v jaké měli sportovci závodit. Každý týden se tento program opakoval ve třech dnech, konkrétně každé pondělí, středu a pátek. Byl prováděn od září do října, tedy v přípravném období, kdy se žádný z atletů neúčastnil závodů a všichni trénovali kondičně (především rozvoj aerobní kapacity a síly). Tréninkový program byl rozdělen do dvou různých fází po 3 týdnech. První fáze byla tzv. úvodní a druhá pak sprintersky specifická, při níž cvičení byla prováděna s přídatnou zátěží. Kontrolní skupina měla kratší dobu trvání tréninkového programu, protože do něj nebyl zařazen propioceptivní trénink. Aby nedošlo k ovlivnění výsledků, probíhal trénink kontrolní skupiny dopoledne a experimentální skupiny odpoledne (Romero-Franco a kol. 2012). Podrobnější popis programu prováděným experimentální skupinou najdete v příloze diplomové práce.

K intervenci bylo použito nestabilní podložky BOSU a gymnastického míče. Studie prokázala, že specifické propioceptivní tréninkové programy poskytují zlepšení posturální stability a určité zlepšení kontroly těžiště. Ačkoli se tyto výsledky vztahují na tuto specifickou studijní populaci (sprintery), i další studie prokázaly zlepšení stability, které je výsledkem tréninku na BOSU a gymnastickém míči, tyto tréninkové nástroje mohou přispět i k prevenci sportovních zranění (Griffin, 2003; Matsusaka a kol., 2001).

2.7.4 Izometrická cvičení

Při izometrickém typu svalové kontrakce nedochází ke změně délky svalu, ale primárně se zvyšuje napětí. Charakteristické je pro tento typ kontrakce spíše statické cvičení, při němž usilujeme o udržení těla či závaží v určité poloze (Perič, Dovalil, 2010).

Tréninku izometrických kontrakcí se přisuzuje řada výhod. Umožňuje totiž v rehabilitačním prostředí pevně kontrolovat aplikaci síly v rámci bezbolestných úhlů v kloubech. Izometrický trénink také umožňuje vyvolat zátěž vyšší než při koncentrické kontrakci. Dále může být cvičící, který zná fyzickou náročnost daného sportu, schopen využít izometrický trénink k zaměření na konkrétní slabiny v rozsahu pohybu, což může mít příznivý vliv na výkon a prevenci zranění. V neposlední řadě lze izometrické kontrakce využít také k analgetické úlevě a umožnit bezbolestnou dynamickou zátěž.

Izometrická cvičení tedy trénují sval k udržení jeho odolnosti proti jakékoli síle nebo za jakýchkoli podmínek. Poskytují jednoduchý a účinný přístup, který může pomoci posílit hamstringy a zvýšit jejich odolnost během aktivity. Většina zranění hamstringů vzniká proto, že svaly nejsou dostatečně připraveny na nároky pohybu a k produkci potřebného množství energie (Widodo a kol. 2022).

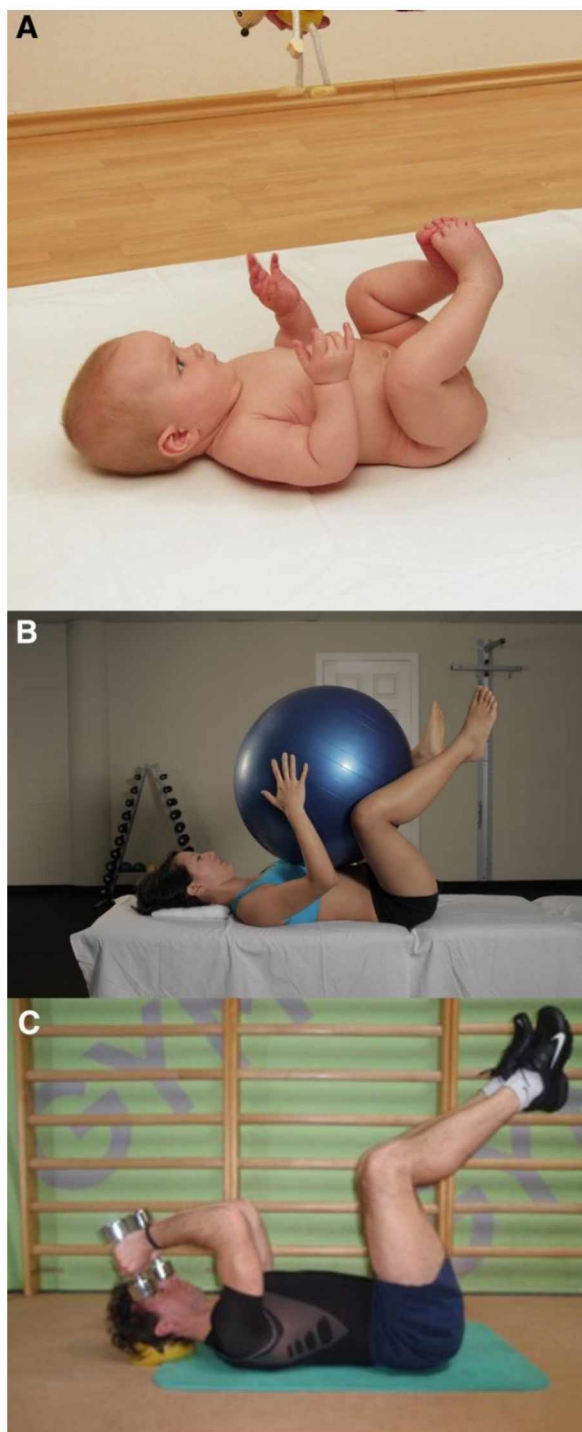
2.7.5 Aktivace hlubokého stabilizačního systému

Základem pro kontrolu pohybu segmentů je správně fungující hluboký stabilizační systém (HSS). HSS umožňuje snížení napětí na pohybový aparát a zároveň umožňuje snížení náporu na svalstvo dále od centra těla. DNS (dynamická neuromuskulární stabilizace) je základním přístupem právě pro posílení HSS.

Aktivita HSS předchází každému cílenému pohybu. Stabilizace páteře, výsledkem koordinované spolupráce svalů, se promítá i do dynamiky pohybu. Stabilizační svaly musí být aktivovány ve správný okamžik a s přiměřenou intenzitou, aby zajistily správný pohybový vzor. Pokud některá část stabilizačního systému nefunguje správně, ostatní části kinematického řetězce musí kompenzovat tyto nedostatky, aby udržely dostatečnou stabilitu. Pokud se tato dysfunkce včas neodhalí, fixuje se chybný pohybový stereotyp, což může vést ke snížení výkonu sportovce a většímu riziku zranění (Frank, Kobešová, Kolář, 2013).

Pro zlepšení stability trupu je možné využít mnoho tréninkových prostředků, jednou z hlavních je koncept Dynamické neuromuskulární stabilizace vycházející z vývojové kineziologie, jak můžeme vidět na obrázku 4.

Přístup dynamické neuromuskulární stabilizace (DNS) poskytuje funkční nástroje pro hodnocení a aktivaci vnitřních stabilizátorů páteře s cílem optimalizovat pohybový systém jak pro prevenci, tak pro rehabilitaci sportovních zranění a zvýšení výkonnosti (Frank, Kobešová, Kolář, 2013).



Obrázek 4 (A) Vytvoření ideální regulace vnitrobřišního stabilizačního systému (VSS) a vnitrobřišního tlaku (VT) u 4,5měsíčního dítěte. (B) Návuk regulace VSS a VT s kyčlemi a koleny v 90° flexi. Převalování ze strany na stranu lze zařadit s míčem nebo bez něj, aby se usnadnila aktivace šikmého svalového řetězce při zachování správné formy. (C) Udržování správného dýchání a regulace VT při zvýšené zátěži (Frank, Kobesová, Kolář, 2013).

2.8 Další prostředky pro snížení doby rekonvalescence či prevence zranění

V následující části práce uvádím trendy, které jsou recentně diskutovány a využívány výkonnostními, vrcholovými, ale mnohdy i rekreačními sportovci pro prevenci zranění a možné zvýšení výkonnosti.

2.8.1 Sledování VSF

Sledování variability srdeční frekvence, jenž je ukazatelem stavu organismu v závislosti na autonomním nervovém systému, může vést k pozitivnímu ovlivnění výkonnosti atletů a zároveň snížit míru rizika přetrénování a zranění. V případě úpravy tréninku dle odezvy organismu na zátěž a ukazatelů VSF, může dojít k efektivnějšímu růstu výkonnosti, správnému načasování náročnějších tréninkových jednotek. Studie zabývající se zraněním u sportovců crossfitu potvrzuje, že sledování VSF může pomoci v optimalizaci tréninkové zátěže a tím také v redukci možného zranění (Williams a kol. 2017).

Další studie naznačila, že VSF může být odrazem homeostázy ANS neboli stavu zatížení a zotavení organismu. Tento neinvazivní marker primárního řídicího faktoru zotavení organismu má potenciál zahrnout důležité a dosud nesledované fyziologické mechanismy, které se podílejí na vzniku zranění z přetížení. Předpokládáme, že abnormální reakce somatických tkání na hromadící se mikrotrauma může modulovat aktivitu ANS na úrovni VSF. Zkoumání vazby mezi modulací HRV a somatickým poškozením tkání má potenciál odhalit předpokládanou roli homeostázy ANS na rozvoj muskuloskeletálních zranění z přetížení (Gisselman, 2016).

2.8.2 Délka a kvalita spánku

Kvalita spánku je dobře známým prediktorem fyzického a duševního zdraví, pohody a celkové vitality, naopak špatná kvalita spánku může vést k hromadění únavy, ospalosti a změnám nálady. Vzhledem k tomuto významu je spánek v poslední době hodně zkoumaným a diskutovaným tématem v souvislosti se sportem a sportovním výkonem či rizikem zranění. Pokud jde o stanovení cílů pro spánek sportovců, většina doporučení se v této souvislosti zaměřuje na počet hodin strávených v posteli a na strategie spánkové hygieny. Ačkoli je počet hodin strávených v posteli dobrý začátek, sportovci se musí zaměřit také na kvalitu spánku. Nepřerušovaný spánek umožňuje dosáhnout ideálního množství regeneračního spánku, který je pro sportovce zásadní (De Moura Simim, 2020).

Některé studie naznačují, že chronická nebo akutní spánková deprivace přímo souvisí se sportovními zraněními. Další autoři definovali specifické onemocnění nazvané „zranění související s únavou“, které souvisí se spánkem (≤ 6 h) v noci před zraněním, a uvedli, že toto snížené množství spánku je přímým, nezávislým rizikovým faktorem pro zranění při výkonu. Obecně lze říci, že spánková deprivace zvyšuje riziko přetěžování pohybového aparátu, které by mohlo souviset se snížením propriocepce, posturální kontroly a reakční doby pozorovaným po akutním nedostatku spánku (Chennaoui a kol., 2015).

Akutní spánková deprivace také zhoršuje funkční regeneraci svalů po zranění. Konkrétně 8hodinová spánková deprivace snížila aktivitu dráhy syntézy proteinů, která opravuje svalové poškození, a vyvolala deficit kontraktilní funkce během zotavování. Tato zjištění zdůrazňují úlohu spánku při regeneraci poškozené svalové tkáně. Odporové cvičení by mohlo být nefarmakologickou strategií k minimalizaci nebo zvrácení svalového poškození vyvolaného spánkovou deprivací (Chennaoui a kol., 2015).

Studie zabývající se spánkem a tréninkem od autorů Chennaouia a kol. (2015) dále vyzdvihuje úlohu dostatečného spánku, protože fyziopatologické dráhy pravděpodobně souvisejí se zvýšenou hladinou kortizolu a zánětu a sníženou hladinou testosteronu a růstového hormonu pozorovanou při akutní a chronické ztrátě spánku, což může narušovat obnovu a růst tkání.

Souhrnem lze říci, že neexistuje žádné zázračné číslo nebo ideální množství spánku, které by platilo obecně pro všechny. Optimální množství spánku by mělo být individuální, protože závisí na mnoha faktorech. Lze však předpokládat, že optimální množství spánku by se u většiny lidí mělo pohybovat v rozmezí doporučené délky spánku odpovídající věku a pohybové aktivitě (Chaput, Dutil, Sampasa-Kanyinga, 2018).

Výzkumy jen okrajově řeší spánek sportovců a jak ovlivňuje jejich zdraví. Studie na obecné populaci ukazují, že spánek <7 hodin/noc zvyšuje náchylnost k infekcím dýchacích cest. Známe také poměrně dostatek informací o rizikových faktorech spánkové deprivace u sportovců, což umožňuje cílené intervence. Přesto univerzální přístup k doporučením pro spánek sportovců (např. 7-9 hodin/noc) není pravděpodobně ideální pro zdraví a výkonnost. Je upřednostňován individuální přístup, který by měl zohlednit vnímané potřeby sportovce v oblasti spánku (Walsh a kol., 2021).

2.8.3 Flossing

Flossband, jako nová a účinná technika tkáňového „flossingu“, se stává stále populárnější v oblasti sportovního tréninku, prevence sportovních zranění a rehabilitace. Účelem studie od Jianhonga a kol. (2021) bylo shrnout aktuální důkazy o účincích aplikace flossbandu na rozsah pohybu kloubů (ROM), bolest, svalovou ztuhlost, sílu a fyzickou funkční výkonnost.

Aplikace flossbandu na končetiny, měkké tkáně nebo klouby s přibližně 50 % napětím nebo 150 mmHg tlakovým obvazem může mít malé až střední účinky na parametry rozsahu pohybu, svalovou rigiditu, svalovou sílu a výkonnost a velké účinky na zvládnutí bolesti.

Studie od Drillera a kol. (2017) zkoumající rekreační sportovce potvrzuje, že po aplikaci flossbandu na hlezenní kloub se zvyšuje rozsah pohybu spolu s výkonem ve výskoku a sprintu až po dobu 45 minut po jejich aplikaci.

Tato zjištění tedy naznačují, že flossband je užitečnou léčebnou formou a může v budoucnu významně přispět v oblasti sportovního tréninku, prevence sportovních zranění a rehabilitace (Jianhong a kol., 2021).



Obrázek 5 Flossband použitý na stehenních svaích (Kaneda a kol., 2020)

2.8.4 „Eccentric overload“ trénink

Je forma silového tréninku, při které se klade důraz na excentrickou fázi pohybu, tedy na fázi, kdy se sval prodlužuje pod zatížením. Tento typ cvičení je známý pro své účinné zvyšování svalové síly, svalové hmoty a zlepšování funkční výkonnosti.

Pilotní studie, která využívala otevřený řetězec extensoru kolene YoYo™ na (12 tréninkových jednotek během 5 týdnů), zaznamenala zvýšení izometrické, koncentrické a excentrické síly či výkonu doprovázené 6% nárůstem objemu kvadricepsu. Spolu s

výsledky dalších studií využívajících podobné protokoly, týdenní nárůsty produkce síly obvykle přesahují 2 %. Tento efekt je doprovázen nárůstem svalového objemu přibližně o 1 % za týden v reakci na krátkodobé (~5 týdnů) tréninkové programy (Tesch, Fernandez-Gonzalo, Lundeberg, 2017).

Zatímco tradiční trénink zatěžující extensory kolene vykazuje srovnatelné zvyšování síly, svalová hypertrofie probíhá rychlostí alespoň dvojnásobně vyšší s YoYo™ oproti tradičním odporovým cvičebním protokolům a vybavením. Svalové strukturální změny přispívají k rychlejšímu nárůstu schopnosti produkce síly. Podobně jako při silovém tréninku s váhami, zvyšování síly a výkonu po systematickém tréninku s YoYo™ je doprovázeno neurálními adaptacemi, které jsou patrné zvýšenou maximální elektromyografickou (EMG) aktivitou. Tento efekt je evidentní u excentrických činností a je výraznější u YoYo™ než u cvičení s volnými váhami (Tesch, Fernandez-Gonzalo, Lundeberg, 2017).



Obrázek 6 Typický flywheel – YoYo stroj (Petré, Wernstal, Mattsson, 2018)

2.8.5 Perkusní terapie („Theragun“)

Masážní pistole pro perkusní terapii (PT) zaznamenaly rychlý nárůst popularity ve spojitosti s prevencí zranění a přípravou ke sportovním výkonům.

Dle autorů Skinnera, Dunna a Mosse (2023) využití tzv. perkusní terapie může akutně zvýšit rozsah pohybu, snížit svalovou rigiditu a vyvolat změny svalového tonu, elasticity a doby relaxace tkáně, což dále pravděpodobně souvisí s lokálním prokrvením lokálně v cílené oblasti (Skinner, Dunn, Moss, 2023).

To potvrdila i další studie zkoumající vliv perkusní terapie u sportovců na jejich sportovní výkon a rozsah pohybu. Výsledky týkající se zvýšení výkonnosti nebyly signifikantní, nicméně byl zaznamenán vzestup rozsahu pohybu v kyčli, zadních stehna a hlezenního kloubu. Předstartovní použití Theragun či zařazení perkusní terapie v rámci

rozcvičení (30s terapie) nesnižuje sportovní výkon, ve většině případů působí pozitivně na flexibilitu jedince, a to může vést ke snížení rizika zranění (Hernandez, 2020).

2.8.6 Suplementace a výživa pro podporu regenerace či rekondice

Na základě hlavních zjištění vybraných studií ze systematického přehledu od autorů Giraldo-Vallejo a kol. (2023) lze říci, že mezi výživové strategie, které prospívají procesu rehabilitace zraněných sportovců, patří vyvážený příjem energie a strava bohatá na bílkoviny a sacharidy. Měl by být zajištěn podpůrný dohled, aby se zabránilo nízké energetické dostupnosti tzv. RED-S (angl. relative energy deficiency in sport). Potenciál suplementace kolagenem, kreatin monohdrátem, omega-3 (rybími oleji) a vitamínem D vyžaduje další výzkum, i když účinky zatím mnoho studií již potvrdila a považují se za velmi slibné (Giraldo-Vallejo a kol., 2023).

Kreatin

Nejrozšířenějším a nejbezpečnějším doplňkem stravy je kreatin, zejména ve formě kreatin monohdrátu (CrM). Jeho podávání vede ke zvýšení celkové zásoby kreatinu ve svalstvu přibližně o 25 % (až o ≈ 37 %, pokud je doprovázeno fyzickým cvičením), což prospívá době regenerace sportovce a zlepšuje sportovní výkon (zvýšení síly, svalové hmoty a výkonu). Uvádí se, že zvýšení obsahu kreatinu ve svalech po suplementaci CrM může optimalizovat funkci systému kreatinkináza/fosfokreatin a následně prospět procesům závislým na energii a mechanice v různých tkáních (Giraldo-Vallejo a kol., 2023).

Potenciální účinky konzumace CrM jako terapeutického nutričního prostředku v klinických podmínkách byly naznačeny u některých chronických a traumatických onemocnění (mimo jiné u akutních poranění, poranění míchy, pooperační ortopedické rekonvalescence, svalové dystrofie, imobility a atrofie v důsledku svalového inaktivity). Suplementace CrM by navíc mohla pomoci udržet nebo zlepšit klinické výsledky zlepšením fyziologické adaptace během rehabilitačních procesů u osob s výrazně sníženou kontraktální kapacitou kosterního svalstva, jako je tomu v případě sportovních zranění.

Vitamin D

Vitamin D byl zkoumán v souvislosti se sportovním zraněním a bylo prokázáno, že nízká hladina 25-hydroxyvitaminu D v séru byla spojena s 3,6násobným zvýšením rizika únavové zlomeniny u finských vojáků. Podobně má nedostatek vitamínu D za následek

1,86krát vyšší riziko přetížení svalů dolních končetin a 3,86krát vyšší riziko zranění hamstringů u sportovců v NFL.

Je třeba poznamenat, že nedostatek vitamínu D je stanoven při <80 nmol/l, zatímco jeho kriticky nízké hodnoty při <50 nmol/l. Dále bylo prokázáno, že suplementace 800 IU vitamínu D3 spolu s 2 g/den vápníku snížila únavové zlomeniny u žen (vojáků) o 20 % (Lappe a kol., 2008).

Ve studii na hráčích NFL bylo zjištěno, že ti, kteří utrpěli alespoň jedno svalové zranění, měli v průběhu sezóny výrazně nižší hladinu vitamínu D než ti, kteří žádné zranění neměli. Navíc po suplementaci vitamínem D se hladina 25-hydroxyvitamínu D zvyšuje a má významně negativní korelaci s vybranými biomarkery poškození kosterního svalstva a hladinami prozánětlivých cytokinů po cvičení (Giraldo-Vallejo a kol., 2023).

Omega 3 mastné kyseliny

Zánět je součástí přirozeného procesu obnovy tkání, proto by jeho drastické snížení (pomocí léků nebo jiných látek) nebo nadměrné snížení akutního zánětu mohlo vést k neadekvátní fyziologické reakci a k neoptimálnímu zotavení. Za normálních podmínek vyvolávají svalová zranění komplexní a koordinovanou zánětlivou reakci, která je charakterizována:

- 1) Aktivací endoteliálních buněk v cévách zásobujících sval a buněk sídlících ve svalové tkáni (satelitní buňky, leukocyty, fibroblasty)
- 2) Náborem a následnou infiltraci různých leukocytů do poškozeného svalu

Tato akutní reakce zpočátku vyvolává bolest, otok a ztrátu funkce. Proto by mohlo být krátkodobě užitečné použití protizánětlivých strategií, které zahrnují mastné kyseliny s dlouhým řetězcem ze skupiny omega-3. Bylo prokázáno, že kyselina eikosapentaenová (EPA) a kyselina dokosaheptaenová (DHA) snižují koncentrace některých zánětlivých markerů, intenzitu bolesti a užívání NSAID u některých zánětlivých onemocnění (Calder, 2017).

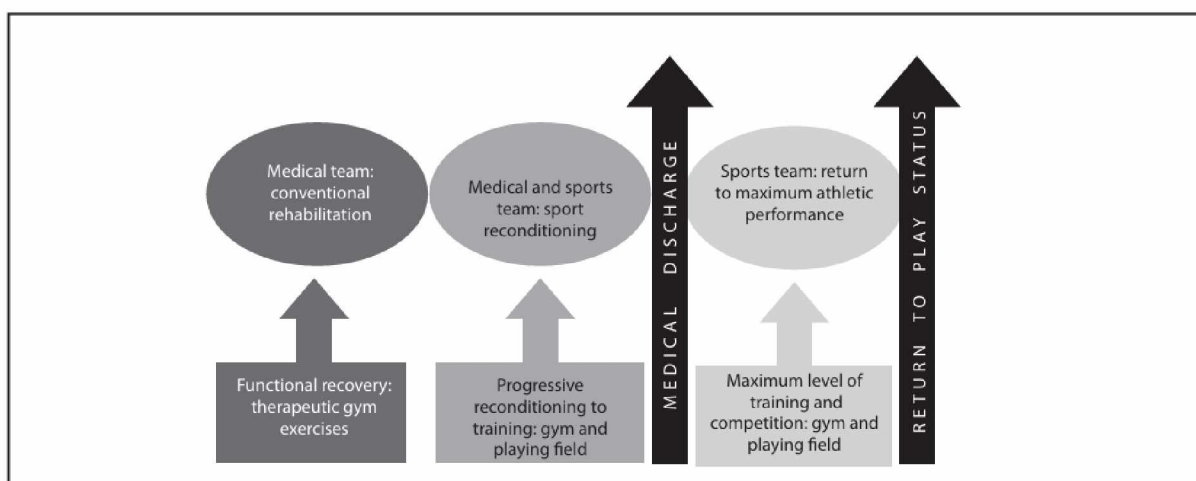
2.9 Problematika návratu po zranění a rekondiční program

Sport nabízí řadu fyzických a psychických výhod, ale sportovci si musí být vědomi rizika zranění. Správná kondiční příprava, zahřívací cvičení, nácvik techniky a dostatečný odpočinek mají zásadní význam pro prevenci běžných sportovních zranění. Kromě toho je pro bezpečné a rychlé zotavení nezbytné vyhledat rychlou lékařskou pomoc a dodržovat

rehabilitační protokoly, které zajistí, že se sportovci budou moci vrátit ke svým sportům silnější a odolnější než dříve a za cenu minimální ztráty v přípravné a hlavní části sezóny.

2.9.1 Rekondice a návrat ke sportu (praktické hledisko)

V rámci modelu rekondice a návratu ke sportu navrženého Ardernem a spol. (2016) je první fází návrat k účasti. Tuto fázi obvykle koordinuje lékařský tým a je zaměřena na stanovení diagnózy a prognózy zranění a zahájení léčby a rehabilitace zranění co nejdříve. V této fázi se zraněný sportovec účastní běžného klinického rehabilitačního procesu a také modifikovaného nebo omezeného tréninku. Jeho obsah je zaměřen na obnovení úrovně funkčnosti tak, aby bylo možné vykonávat činnosti běžného života bez příznaků a na udržení si co nejvíce fyzickou kondici bez rizika většího zranění.



Obrázek 7 Rekondiční model sportovce (Ardern a kol. 2016)

Legenda: functional recovery: therapeutic gym exercises – funkční rekonvalescence: léčebné posilování; medical team: conventional rehabilitation – lékařský tým: konvenční rehabilitace; Progressive reconditioning to training: gym and playing field – Progresivní rekondice směrem k tréninku: posilovna a trénink v terénu; Medical and sports team: sport reconditioning – Lékařský a sportovní tým: sportovní rekondice; medical discharge – lékařské povolení; maximum level of training and competition: gym and playing field – maximální úroveň tréninkového a soutěžního zatížení: posilovna a terén; sports team: return to maximum athletic performance – sportovní tým: návrat k maximálnímu výkonu; return to play status: návrat k soutěžnímu statusu

2.9.2 Iničiální fáze – návrat k tréninku

V iničiální fázi po zranění si sportovec stanovuje základní cíle, kterých by měl dosáhnout pro postup do další fáze v cestě k návratu k tréninku a soutěžení. Lze postihnout v tomto ohledu 3 základní pilíře:

- Eliminace či snížení bolesti, zánětu či otoku

- Prevence dalšího zranění či jeho rozšíření
- Omezit negativní efekty zranění (prodloužení rekonvalescence, nehybnost)

Mezi časté metody ochrany a urychlení hojení v tomto stadiu zranění patří nesteroidní léčba prostřednictvím infiltrace látek jako je plazma bohatá na trombocyty či kyselina hyaluronová a aplikace hypertonické dextrózy (tzv. proloaterapie) a představují tak alternativu kortikosteroidům, které jsou stále kontroverznějšími v léčbě sportovních zranění kvůli možným negativním účinkům na zdraví tkání (Del Valle-Soto, 2016).

Kinezioterapeutické programy, založené na časné mobilitě a izometrickém posilování, jsou zásadní součástí této fáze. Aplikace optimální zátěže na postižené místo omezuje jakékoli nežádoucí účinky z nečinnosti a usiluje o pozitivní efekt při reorganizaci a hojení poškozené tkáně. Izometrické posilování a neuromuskulární stimulace jsou účinnými preventivními opatřeními pro svalové atrofie a ztráty svalové síly. Tyto intervence můžeme provádět již v počátečních fázích zranění. Stanovuje se také vhodná modifikovaná zátěž (např. hydroterapie, silový trénink), se zaměřením na neporaněné části těla pro zamezení úbytku kondice a šíření dalšího zranění.

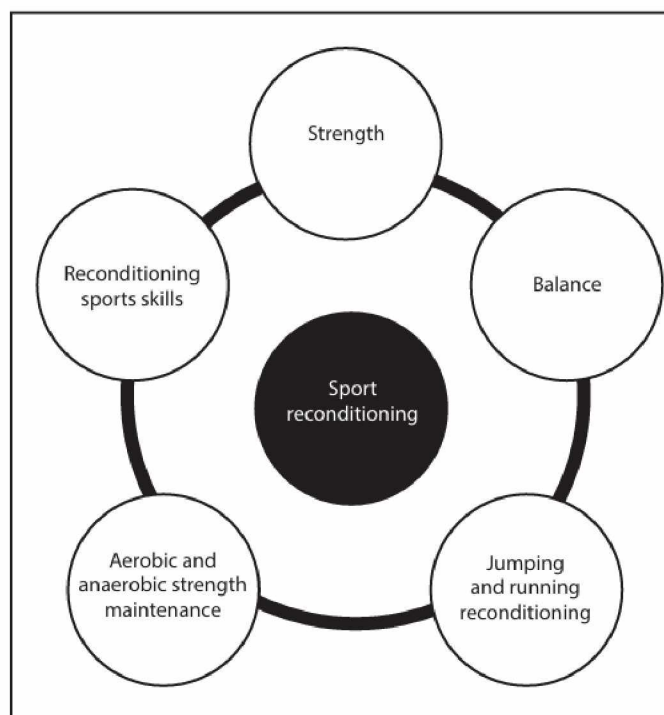
Pro postup do následující fáze v rekondičním procesu je doporučeno splnit některé podmínky:

- Přiměřená úroveň v procesu zahrnujícím nápravu, remodelaci a maturaci poškozené tkáně, bez nálezu poranění na zobrazovacích metodách
- Asymptomatické fyzikální vyšetření: lokalizovaná palpace bez bolesti nebo jen s velmi mírnou bolestí (<3 na Vizuální analogové škály), plný rozsah pohybu bez bolesti, negativní klinické testy a dobrá stabilita kloubů
- Symetrická, bezbolestná svalová síla – rozdíl v síle mezi poraněnou a neporaněnou končetinou menší než 20 % (vyšetření např. pomocí ručních dynamometrů)
- Dosáhnout minimální úrovně síly, která umožní správný a asymptomatický pohyb na leg pressu (unilaterálně) s 50 % tělesné hmotnosti
- Chůze s asymptomatickým vzorcem (10 min svižné chůze s normálním bezbolestným mechanickým vzorcem)
- Bilaterální dřep – protože tento cvik představuje základní motorický vzorec pro rozvoj dalších motorických úkolů a je doporučeno obnovit tento motorický vzorec již od raných fází (např. „overhead squat“ byl validován jako užitečný pro identifikaci abnormálních vzorců pohybu, které predikují k úrazu/recidivě zranění) (Post a kol., 2017)

Rekondice a návrat ke sportu následuje po splnění předešlých kroků a měla by vést sportovce k opětovnému nabytí ztracené výkonnosti. Musí zahrnovat procesy pro znovu začlenění do tréninku a soutěže. Proto je „trénink v terénu“ zásadní částí, protože zde sportovec začíná kombinaci aktivit (rehabilitace a modifikovaný trénink) zaměřených na postupný návrat k aktivitám, které jsou součástí tréninkové rutiny a specifické sportovní aktivity. Trénink s ostatními atlety či sportovci se střídá s tréninkovými jednotkami v posilovně či s fyzioterapeutem při tréninku síly, stability, flexibility a vytrvalosti, specificky přizpůsobené nedostatkům sportovce a typu zranění. Je důležité zdůraznit, že během této fáze je nutná účast a dozor lékaře, který koordinuje rehabilitační proces. Po úspěšném dokončení této fáze lékař udělí lékařské doporučení.

2.9.3 Fáze návratu ke sportu / rekondice

Fáze sportovní rekondice zahrnuje rehabilitaci nedostatků způsobených zraněním, stejně jako udržení a/nebo rozvoj motorických dovedností prostřednictvím modifikovaného sportovního tréninku, který se primárně zaměřuje na neporaněné části těla. Úroveň intervence a pokroku musí být řízena klinicko-funkčním vývojem až do úplného asymptomatického stavu zranění a tréninku bez omezení (Loeza-Magana, Quezada-González, Arias-Vázquez, 2021).



Obrázek 8 Komponenty rekondice (Loeza-Magana, Quezada-González, Arias-Vázquez, 2021)

Legenda: Strength – síla; Balance – rovnováha; Jumping and running reconditioning – rekondice skoků a běhu; aerobic and anaerobic strength maintenance – udržení aerobní a anaerobní síly; reconditioning sports skills – obnova sportovních dovedností; Sport reconditioning – rekondice ve sportu

2.9.3.1 Rekondice svalového zranění

Ve studii od Loeza-Magana, Quezada-Gonzáleze, Arias-Vázqueze (2021) je popsána důležitost svalové síly, která představuje jednu z hlavních motorických dovedností, které je třeba rozvíjet a standardizovat s ohledem na návrat ke sportu po zranění. Autoři uvádí, že svalová únava, změna aktivace svalů v čase, svalová nerovnováha mezi dominantními a nedominantními končetinami, změny ve svalové tuhosti a nedostatek síly středu těla jsou neuromuskulární faktory, které by mohly zvyšovat riziko zranění. Během rekondiční fáze je třeba objektivně posoudit stupeň síly svalů souvisejících s poraněnou strukturou. K tomu lze použít ruční izometrický dynamometr nebo izokinetiku (buď v otevřeném kinetickém řetězci nebo v uzavřeném kinetickém řetězci), nebo dokonce cviky s volnými váhami (př. unilaterální „leg press“). Tyto testy umožňují analyzovat úroveň síly ve vztahu k předem stanovené referenční hodnotě, porovnat svaly zraněné končetiny se svaly končetiny nezraněné, nebo vyhodnotit poměr agonista-antagonista. Bylo zjištěno, že pro izokinetické hodnocení musí mít sportovci na konci rekondiční fáze rozdíl menší než 10-15 % při

porovnání svalové síly zraněné končetiny se svalovou silou končetiny nezraněné (Sclafani, Davis, 2016).

Pokud není možné provést izokinetické hodnocení, je možné využít test tlakem na jednu končetinu jako funkční test k posouzení úrovně svalové síly zraněné končetiny.

Při porovnávání svalů agonistů a antagonistů se silové poměry liší podle příslušné svalové skupiny a kontrakčního režimu, v němž se hodnocení provádí. Například pro izokinetické hodnocení s otevřeným řetězcem platí, že poměr mezi hamstringy (koncentrický): kvadricepsy (koncentrický) a poměr mezi hamstringy (excentrický): kvadricepsy (koncentrický) musí být větší než 0,6 respektive 1,0 (Dauty, Menu, Fouasson-Chailloux, 2018).

Dalšími oblastmi, které je třeba zmínit v kontextu rekondice po zranění jsou rovnováha, skoková průprava a plyometrie, běžecká pohybová dovednost, udržení fyzické kondice a práce na atletických dovednostech a neměly by být při plánování tréninku pro návrat k soutěži a plnohodnotnému tréninku opomíjeny.

Následující kritéria by měla být zohledněna, pro ukončení fáze rekondice

- Proces hojení poraněné tkáně byl úspěšně dokončen
- Symetrická svalová síla dolní končetiny (kontralaterální rozdíl <10 % při porovnání)
- Kvalitativně správný plyometrický pohyb s výkonem ve funkčních testech skoku z místa alespoň 90 % v porovnání s výkonem zdravé dolní končetiny
- Schopnost asymptomaticky provádět běh maximální rychlostí
- Správné, asymptomatické technické provedení sportovního pohybu (Loeza-Magana, Quezada-González, Arias-Vázquez, 2021)

2.9.4 Fáze návratu k výkonu

V této fázi procesu se sportovec zotavil ze zranění a lékařem bylo povoleno navrátit se k tréninkovému procesu a soutěžení. Sportovec ale ještě nedosáhl úrovně fyzické, technické a taktické připravenosti, aby mohl dosáhnout maximální výkonnosti. Sportovec tedy ještě není na úrovni před propuknutím zranění.

Cíle pro tuto fázi jsou následující:

- Dosáhnout úrovně fyzické, technické a taktické přípravy, která sportovci umožní dosáhnout maximální výkonnostní úrovně
- Snížit riziko recidivy zranění

Pro tento účel budou hlavní součástí této fáze sportovní tréninkové programy, které jsou pod dohledem sportovního týmu (trenéra či kondičního trenéra) který bude působit jak v terénu, tak v posilovně. Lékařský tým však musí i nadále být zapojen, s důrazem na snižování rizika recidivy zranění, a také v souvislosti s aktivní účastí na lékařské kontrole sportovního tréninku.

Během této fáze se sportovec účastní bez omezení všech aktivit souvisejících s jejich běžným sportovním tréninkem, v souladu s plánem navrženým trenérem. Dále se sportovec může účastnit předzávodních aktivit, nenáročných nebo krátkodobých soutěží a postupně se snaží dosáhnout nebo překonat úroveň výkonu před zraněním. V tomto okamžiku je sportovci udělen status „bez omezení“, přičemž se proces návratu k plné zátěži a soutěžení považuje za úspěšně dokončený (Loeza-Magana, Quezada-Gonzáleze, Arias-Vázquez, 2021).

3 CÍLE, ÚKOLY A METODIKA PRÁCE

CÍLE PRÁCE

Hlavními cíli práce je popsat a vyhodnotit možné rizikové faktory vzniku zranění hamstringů skupiny atletů rychlostně-silových disciplín. Proto byla provedena literární rešerše zaměřená na tuto problematiku s návazností na bakalářskou práci, jež přinesla výsledky, týkající se nejčastějšího typu poranění u vícebojařů. Rozhodla jsem se vyhodnotit možné faktory rizika vzniku zranění pomocí testování 3 vybraných parametrů. Statisticky pak odhalit možnou korelaci mezi vybranými rizikovými faktory zranění (síla svalů trupu, poměr sil H/Q a analýza tělesného složení) byl jedním z cílů této diplomové práce. Výsledky byly dány do kontextu současné dostupné literatury a poznatků recentních studií.

ÚKOLY PRÁCE

Ve své diplomové práci jsem si vytyčila následující úkoly:

- 1) Výběr a analýza relevantních literárních zdrojů, a to jak tištěných, tak zejména zahraničních článků a studií
- 2) Roztřídění zdrojů do jednotlivých kategorií: problematika zranění ve sportu a jejich kategorizace, problematika zranění hamstringů u atletů, faktory ovlivňující riziko vzniku zranění svalů zadního stehna, preventivní programy, prostředky pro snížení rizika vzniku zranění, rekondice
- 3) Výběr tří testů pro realizaci testování na základě rizikových faktorů zranění hamstringů
- 4) Provedení testování u deseti atletů s vyhodnocením dotazníku
- 5) Analýza a vyhodnocení vybraných testů
- 6) Formulování diskuzní části, závěrů a doporučení pro praxi

3.1 VÝZKUMNÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY

VÝZKUMNÉ OTÁZKY

1. Objevují se u atletů silově-rychlostních disciplín svalové dysbalance?
2. Lze popsat souvislost mezi vybranými faktory rizika vzniku zranění a zraněním zadních stehů či zranění dolních končetin?
3. Shledáváme u atletů, kteří již zranění utrpěli významné rozdíly ve výsledcích svalových testů v porovnání s nezraněnými atlety?

HYPOTÉZY

1. Riziko zranění hamstringů je spojeno se všemi testovanými faktory (H:Q ratio, segmentální analýza – BIA, síla stabilizátorů trupu)
2. U silově rychlostních disciplín dochází často k ipsilaterální dysbalanci
3. Atleti s prodělaným zraněním zadních stehen mají nižší poměr sil H:Q a mají tendenci k trupové dysbalanci sil oproti jedincům, kteří zranění neutrpěli

3.2 METODIKA PRÁCE

Z hlediska metodiky práce byly použity 3 postupy – nejprve byla provedena analýza dokumentů, dále měření tří vybraných parametrů v souvislosti s rizikovými faktory zranění hamstringů a následně byl vytvořen nestandardizovaný dotazník pro objasnění aktuálního stavu probandů a jejich využívaných preventivních či kompenzačních postupů.

Literární rešerše byla provedena v oblasti zranění ve sportu, zranění hamstringů a atletických zranění u vybrané skupiny (typu) disciplín. Zde jsem analyzovala převážně zahraniční dokumenty, nicméně bylo využito také českých publikací, a to především pro základní popis a charakteristiku atletických disciplín. Další poznatky týkající se zranění a rekonvalescence byly dále převzaty ze zahraničních zdrojů. Autoři, od kterých jsem čerpala byli např. Perič, Dovalil (2010), Vindušková (2021), Bahr (2003), Clark (2008), Braukner (2017), Kellis (2018) aj.

Pro popis dalších kapitol mé práce jsem využila elektronických portálů jako: PubMed, Cochrane Library, Google scholar, Scopus, Elsevier, British journal of sports medicine, UKAŽ, Web of Science a další... Klíčová slova pro vyhledávání relevantních informací byla mimo jiné: „*zranění&hamstringy&sport&*“, „*recondition in sport*“, „*track and field sport specific injury*“ „*strenght trainig&eccentric contraction*“, „*prevention of injury in sport*“.

Ústřední částí diplomové práce byl popis zranění hamstringů a jeho prevence i prevalence či následná rekonvalescence. Zde bylo čerpáno především od autorů Eduarda (2020), Timpka (2014) a Martínéze (2021).

Na základě literární rešerše byl pracovně vytvořen design výzkumného šetření, do kterého byly vybrány 3 testy, jež svým charakterem mohou postihnout rizikové faktory zranění zadních stehen. Jednalo se o vyšetření bioimpeanční analýzou (zkr. BIA), kde jedním z hlavních sledovaných parametrů byla svalová hmota a její rozložení v

rámci jednotlivých segmentů k celkové svalové hmotě, dále izometrický test trupové stability/síly a test izokinetické dynamometrie porovnávající sílu koncentrické kontrakce kvadricepsu a hamstringu.

Posledním postupem při diplomové práci bylo vytvoření a rozeslání nestandardizovaného dotazníku, který si kladl za cíl získat dodatečné informace o vybraných atletech z hlediska prodělaných zranění a jejich charakteru, obsahoval také dotazy na přetrvávající obtíže či volené regenerační a rehabilitační postupy.

Popis výzkumného souboru:

Výzkumný soubor zahrnoval n=10 probandů. Atleti (n=7) a atletky (n=3), jež byli zahrnuti do diplomové práce jsou aktivní vrcholoví či výkonnostní sportovci věnující se rychlostně-silovým disciplínám. Zahrnuti byli dálkaři, vícebojaři, sprinteři, překážkáři a oštěpaři. V následující tabulce je popsána základní charakteristika jednotlivých probandů. Jedná se o atlety pražských klubů, jež aktivně participují na národní i mezinárodní úrovni. Zde lze vyčíst, že průměrný věk probandů je 23 let ($\pm 1,6$) a jejich výkonnost je v průměru přibližně 974 bodů dle scoring tables World Athletics (Spiriev, 2011).

Tabulka 4 Charakteristika vybraného souboru

disciplína	pohlaví	věk	tělesná výška (cm)	tělesná hmotnost (kg)	Dominantní DK	úroveň výkonnosti (WA scoring points)
100 m překážek	Ž	24	175	72,4	Pravá	1045
oštěp	Ž	23	164	64,3	Pravá	839
dálka	M	24	184	83,9	Pravá	1019
100 m/200 m	M	23	187	85,5	Pravá	891
100 m/200 m	Ž	23	163	57,4	Pravá	1041
400 m překážek	M	23	182	81,8	Pravá	1002
400 m překážek	M	22	178	73,8	Pravá	905
100 m/200 m	M	18	187	75,3	Pravá	984
400 m překážek	M	22	187	73,2	Pravá	964
dálka	M	23	184	78,8	Pravá	1049
Průměr		22,5		74,6		973,9
Směrodatná odchylka		1,6		8,3		69,3

Úroveň výkonnosti vybrané skupiny atletů

Přibližná úroveň skupiny vybraných atletů podrobených testování byla v průměru dle hodnot tabulek World athletics (WA) 974 bodů. Příklady dosažených výkonů, které odpovídají tomuto počtu bodů, můžeme vidět v tabulce 5.

Tabulka 5 Průměrná úroveň sledovaných atletů

Disciplína	Muži	Ženy	Body
100/110 m překážek	14,52 (s)	14,35 (s)	974 bodů
skok daleký	7,24 (m)	5,89 (m)	974 bodů
hod oštěpem	71,02 (m)	54,36 (m)	974 bodů
400 m překážek	53,26 (s)	61,66 (s)	974 bodů
100 m	10,71 (s)	12,09 (s)	974 bodů
200 m	21,65 (s)	24,65 (s)	974 bodů
400 m	48,11 (s)	56,07 (s)	974 bodů
víceboj	7009 (b)	5482 (b)	974 bodů

Metody sběru dat:

Byla provedena měření na izokinetickém dynamometru Cybex Humac Norm (Cybex NORM®, Humac, CA, USA) dle stanoveného protokolu pro zjištění poměru svalů předních a zadních stehů. Postup a celý proces byl proveden dle již dříve vypracovaných analýz prováděných na elitních fotbalistech taktéž na Fakultě tělesné výchovy a sportu. Touto problematikou se hojně ve svých studiích zabývali autoři Malý, Zahálka a Malá (2010), kteří považují za klíčové v procesu ranné prevence zranění a kontroly dostatečné kompenzace svalových dysbalancí tyto parametry sledovat a dále s nimi pracovat. Dle Zabky a kol. (2011) je funkční kritérium pro schopnost svalů vykonávat asymptomaticky svou práci (flexe a extenze kolene) poměr kvadricepsu a hemstringů těžko generalizovatelné, nicméně osciluje na hodnotách od 50 % do 80 %. V našem případě byl

zvolen jako norma poměr 0,6, jelikož je považován jako norma dle Dautyho, Menua, Fouasson-Chaillouxe (2018).

Dalším testem bylo vyhodnocení svalové síly rotátorů trupu, které probíhalo v návaznosti na izokinetickou dynamometrii. Test je charakterizován provedením vnější rotace při fixaci dolních končetin a předpažených napjatých horních končetin. K analýze byl vybrán pokus s nejvyšší hodnotou vyprodukované síly.

Měření a analýza tělesného složení byla provedena na bioimpedančním přístroji Tanita (Japan), jež na základě parametrů a predikčních rovnic vyhodnotila základní segmentální analýzu se kterou bylo dále statisticky pracováno. Měření atleti jsou v tomto případě dotázáni na dodržení protokolu. (Campa a kol. 2021)

Závěrem pak byl rozeslán dotazník týkající se prodělaných zranění a aktuálního zdravotního stavu spolu s vyhodnocením využívaných preventivních programů pro celkové doplnění přehledu informací o vybraných atletech. Byl navržen a vytvořen na základě inspirace z The Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC), což je Osloský standardizovaný dotazník, který má za cíl postihnout informace o atletech připravujících se na vrcholy své sezony ve vybraných rychlostně-silových disciplínách. (Clarsen a kol. 2017).

Statistická analýza:

Data získaná z testů jsou uvedena v procentech či celých a desetinných číslech, dále jsou zpracovány základní charakteristiky popisné statistiky jako např. průměr a \pm směrodatná odchylka. Statistická analýza byla provedena dále v programu Microsoft Excel a Jamovi.

Shapiro-wilk test jsem použila pro zjištění normálního rozložení dat. Pro interpretaci souvislostí mezi vybranými faktory zranění byla použita korelační matrix využívající Pearsonův korelační koeficient. Hladina významnosti byla stanovena na $p < 0,05$.

Nashromážděná data z dotazníkového šetření byla interpretována slovními komentáři a u vybraných otázek graficky vyhodnocena. Tím by měla interpretace postihovat zásadní výstupy této kvantitativní metody výzkumu.

4 VÝSLEDKOVÁ ČÁST

Byly vyhodnoceny 3 parametry, a to segmentální analýza na bioelektrické impedanci (Tanita), dále test na izokinetickém dynamometru ve smyslu poměru koncentrické kontrakce H/Q (hamstringu ke kvadricepsu). Jako třetí parametr byly vyhodnoceny síly svalů trupu pomocí izometrické kladky (procentuální rozdíl mezi dominantní a nedominantní stranou).

Atleti, kteří participovali na testování prováděli 3 testy, a to dle standardizovaných protokolů daných u každé využití metodiky. Poté byla provedena interpretace výsledků dotazníkového šetření.

4.1 Výsledky síly trupu

Design testování probíhal následovně: vnější horní končetina uchopila madlo kladky a následně se druhá horní končetina (vnitřní) pokládala volně na úchop vnější paže. Atlet před testem provedl rozcvičení, které se skládalo ze standardizovaného protokolu a obsahovalo: 3x 10 s výdrž v podporu ležmo s intervalem odpočinku 3 s, 2x 10 sed-lehů se zdviženými dolními končetinami a 2x 10 s výdrž proti odporu s expandérem v pozici identické prováděnému testování (paže jsou střídavě propnuté a skrčené). Dále měli atleti možnost 2 zkušebních pokusů pro familiarizaci s přístrojem. Následně se test skládal ze 3 pokusů (3x3s maximální izometrické kontrakce) s intervalem odpočinku 1 minutou (formou pasivního odpočinku). Každému atletovi byl počítán nejlepší pokus, jehož dosáhli v průběhu 3 pokusů testování. Tabulka 6 ukazuje souhrnné výsledky testování síly trupu.

Tabulka 6 souhrnné výsledky testování svalů trupu

M/Ž	Pravá (max kg)	Levá (max kg)	Rozdíl (%)	DS (%TH)	NS (%TH)	Dominantní strana	Celkem (kg na %TH)
Ž	18	21	3	25	30	P	55,00
Ž	19	18	1	29	28	P	57,00
M	23	27	4	28	32	P	60,00
M	30	29	1	35	34	L	69,00
Ž	14	15	1	25	25	P	50,00
M	24	25	1	31	29	L	60,00
M	23	23	0	31	31	P	62,00
M	23	22	1	31	29	P	60,00
M	15	15	0	20	20	P	40,00
M	22	21	2	28	27	L	55,00
Průměr celkem	21,1	21,6	1,4	28,3	28,5	-	56,8
Směrodatná odchylka	4,5	4,5	1,2	4,0	3,7	-	7,4

Legenda: Zkratky – DS=dominantní strana; NS=nedominantní strana

Výsledky ukazují souhrn maximálních sil vyprodukovaných během 3 s izometrické kontrakce proti nepřekonatelnému odporu. Dále převedeno na procenta tělesné hmotnosti a výpočtem průměru skupiny se směrodatnou odchylkou. Průměrně je dosaženo v součtu na obě strany vnější rotace dosaženo 56,8 kg a rozdíl mezi stranami dosahuje v průměru hodnot 1,4 %. U n=3 atletů jsme shledali větší rozdíl síly svalstva trupu (2-4 %), což může naznačovat mírnou stranovou dysbalanci, nicméně hodnoty nejsou na kritické úrovni a díky zaměření kompenzačních cvičení mohou být nedostatky vyrovnány a vycházející rizika eliminována.

4.2 Výsledky H/Q ratio

Vzhledem k designu výzkumného šetření bylo testování provedeno dle standardizovaného protokolu, přičemž samotnému izokinetickému testu maximální kontrakce předcházelo 10 min rozcvičení obsahující 2 série po 10 opakování (dřepy, výpady na každou dolní končetinu a cvik tzv. „glute bridges“) a dále dynamický strečink dle vlastní potřeby. Test byl proveden ve 3 rychlostech (60, 180 a 300 °/s). Testovací protokol se skládal ze dvou pokusů o flexi a extenzi v kolenní při sledovaných rychlostech (od nejnižší po nejvyšší rychlost).

Před testováním při každé rychlosti absolvovali účastníci 4 tréninkové pokusy při submaximální intenzitě. Tento postup je v souladu s metodickými doporučeními pro testování izokinetické síly na izokinetickém dynamometru u mládeže (De ste Croix, Deighan, & Armstrong, 2003). Mezi testovanými rychlostmi byl interval pasivního odpočinku 1 minuta. (Rahnama, Lees, & Bambaecichi, 2005). Během testování byla poskytována vizuální zpětná vazba a slovní stimulace. Zohledňovali jsme také faktor gravitace ramene izokinetického dynamometru a segmentu dolní končetiny, který byl vypočítán dynamometrem a kompenzován během konkrétního měření.

Dynamometr byl nastaven podle instrukcí a individuálních somatických charakteristik účastníků. Rozsah pohybu byl 90° (maximální extenze byla označena a nastavena jako anatomická nula "0°"). Trup a stehno testované dolní končetiny každého účastníka byly fixovány popruhy pro stabilizaci. Pro zpracování a další analýzu byl zvolen lepší z provedených pokusů. Výsledky jsou shrnuty v tabulce 7 – poměr H/Q.

Tabulka 7 poměr H/Q

M/Ž	H/Q	
	DK	NK
Ž	50,4	60,8
Ž	67,6	61,6
M	52,2	43,3
M	66,5	60,2
Ž	53,5	56,2
M	66,8	60,2
M	64,3	65,5
M	54,0	60,2
M	66,7	76,8
M	44,4	49,7

Shledáváme zde, že n=5 atletů dosahovalo norem stanovených pro poměr zadních a předních stehen (6/10). Tři atleti (n=3) nedosáhli stanoveného poměru na obou dolních končetinách a dále u dvou sportovců byla vyhodnocena ipsilaterální asymetrie pouze u dominantní končetiny.

4.3 Segmentální analýza – rozložení svalů v rámci dolních končetin

V tabulce jsou postihnuty parametry segmentů a výpočet rozdílu v zastoupení svalové hmoty na levé a pravé dolní končetině. Rozdíly jsou vyjádřeny jak v kilogramech, tak dále procentuálně.

Atleti byli před testováním vyzváni k dodržení předem stanovených opatření pro snížení rizika zkreslení výsledků, a proto bylo doporučeno dodržovat následující body.

- Hydratace – dostatečné množství tekutin před měřením (2-3 h), nicméně nepít velké množství tekutin (těsně před měřením), vyhnout se alkoholu a kofeinu 24 h před měřením
- Stravování – měření probíhá na lačno či 2-3 hodiny po jídle
- Pohybová aktivita – vyhnout se vysoce intenzivnímu a náročnému tréninku 12 hodin před měřením (Campa a kol. 2021)

Tabulka 8 segmentální analýza BIA

M/Ž	LK	PK	Deficit (kg SH)	(%) rozdíl DK	LK (%)	PK (%)
Ž	9,2	9	0,2	1,10	50,55	49,45
Ž	7,6	7,8	0,2	1,30	49,35	50,65
M	12,3	12,2	0,1	0,41	50,20	49,80
M	12,9	12,7	0,2	0,78	50,39	49,61
Ž	7,5	7,5	0	0,00	50,00	50,00
M	11,9	12,1	0,2	0,83	49,58	50,42
M	10,6	10,8	0,2	0,93	49,53	50,47
M	11,4	11,7	0,3	1,30	49,35	50,65
M	11,6	11,7	0,1	0,43	49,79	50,21
M	11,8	12	0,2	0,84	49,58	50,42
Průměr	10,68	10,75	0,17	0,79	49,83	50,17
Směrodatná odchylka	1,83	1,83	0,08	0,39	0,41	0,41

Legenda: Zkratky – SH=svalová hmota; DK=dolní končetina; LK=levá končetina; PK=pravá končetina; M=muž; Ž=žena;

Segmentální analýza rozložení svalstva u dolních končetin byla provedena v rámci analýzy tělesného složení a nedosahovala u žádného z atletů ve spojitosti se zraněním velké významnosti vzhledem k nízké úrovni rozdílů mezi končetinami. Ty nepřesahovaly 0,3 kg, přičemž za rizikový je považována hodnota až 10 % kontralaterálně (Loeza-

Magana, Quezada-González, Arias-Vázquez, 2021). V průměru tedy bylo dosaženo výsledků, jež by neměly být v kontextu sportovního zranění rizikem pro udržení zdraví sportovců. Lze pozorovat mírnou tendenci k osvalení spíše pravé dolní končetiny, jež ale v těchto nízkých hodnotách (0,34 kg) nemusí nutně představovat trend a nelze jej tedy zobecnit.

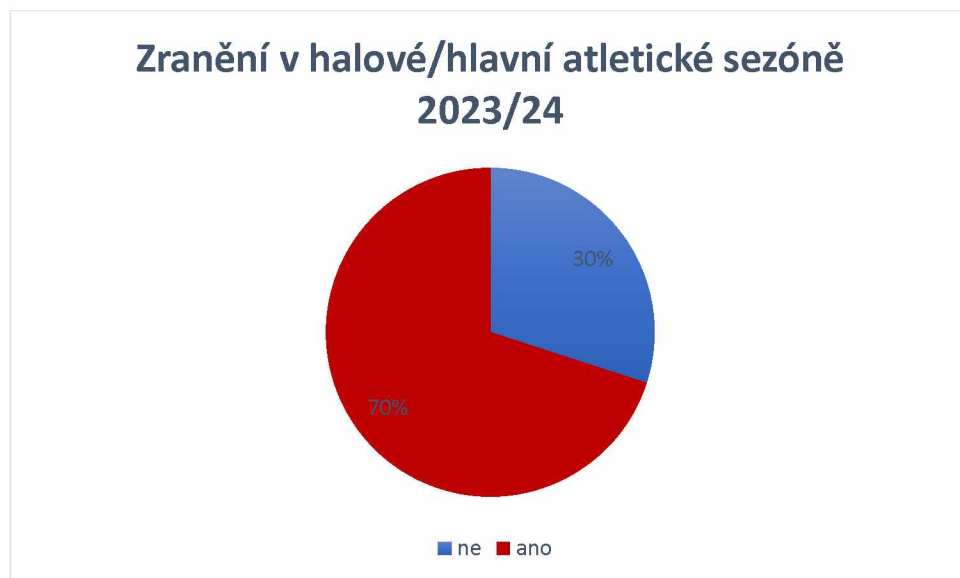
4.4 Dotazníkové šetření

Dotazník volně upravený dle The Oslo Sports Trauma Research Center (OSTRC) pro vybrané atlety

Pro úplnost informací a komplexní pohled na měření zabývající se svalovou rovnováhou silově rychlostních atletů a případným doporučením pro prevenci zranění byl vyhodnocen dotazník inspirovaný OSTRC. Otázky byly doplněny tak, aby blíže definovaly historii zranění probandů a jejich aktuální zdravotní stav. V následující části jsem se snažila postihnout a interpretovat odpovědi respondentů.

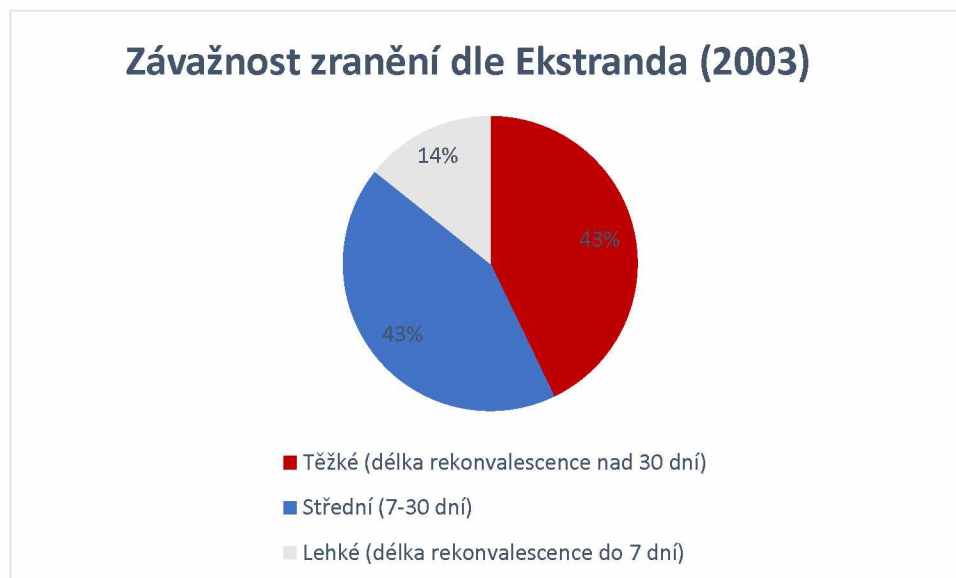
Na otázku číslo 1: Prodělal/a jste v předchozí atletické sezoně (halové/hlavní v letech 2023/24) nějaké zranění? Odpovědělo z výše vybraných atletů n=7 atletů ANO a zbylých n=3 neprodělalo v atletické sezoně 2023/24 žádné zranění.

Graf 1 Přehled zraněných atletů v sezóně 2023/24



Tato zranění byla ve 3 případech klasifikována jako těžká (délka rekonvalescence > 30 dní) (Ekstrand, 2003), tutéž četnost zaznamenala odpověď středně těžké zranění (7-30 dní) a jeden atlet klasifikoval své zranění jako lehké (délka rekonvalescence do 7 dní). Toto rozložení demonstruje přehledněji graf číslo 2.

Graf 2 Závažnost zranění



Zranění lokalizovaných v oblasti hamstringů se objevilo u 7 z 8 zaznamenaných zranění (87,5 %). Další otázka zjišťovala, zda došlo ke zranění na dominantní (ta kterou píše či kopu) či nedominantní končetině a nejčastěji se zranění objevovalo u nedominantní končetiny, pouze jeden z atletů měl zraněný hamstring na dominantní končetině a jeden proband uvedl ve své odpovědi obě dolní končetiny. Závěr dotazníku se dále tázal na kompenzační cvičení a přístup k regeneraci sportovců. Zde každý atlet využíval alespoň nějakou formu regenerace (pasivní nebo aktivní). Nejpočetněji využívané formy se jeví aplikace cvičení od fyzioterapeuta, lymfodrenáž/masáže dále cviky na HSS a různé formy strečinku.

Zajímavostí je, že n=2 atleti dále v dobrovolné doplňující otázce uvedly možné příčiny vzniku zranění, a to právě zmíněnou nedostatečnou regeneraci a kompenzací zátěže s přecházením zřejmých signálů těla. Tím si pravděpodobně atleti zvýšili riziko vzniku zranění a v návaznosti na podcenění těchto faktorů došlo následně v sezóně ke zranění.

4.5 Závěrečné vyhodnocení a popis korelační matice

S ohledem na získané proměnné byla vytvořena pomocí statistického programu Jamovi korelační matice, která vyhodnocuje souvislosti mezi jednotlivými rizikovými faktory vyšetřovaných ve spojitosti s možnou predikcí zranění zadních stehien. V následujících dvou tabulkách jsou porovnávány jednotlivé výsledky měření ve třech testech (stabilita trupu, poměr H/Q a segmentální analýza) se skutečností, zda u měřeného atleta došlo ke zranění či nikoli. Před provedením korelační analýzy byl proveden Shapiro-Wilk test, kde se všechna data prokázala jako normálně rozložená (Shapiro-wilk $p > 0,05$).

U korelovaných dat je změna velikosti jedné proměnné spojena se změnou velikosti jiné proměnné, a to buď ve stejném (pozitivní korelace), nebo v opačném (negativní korelace) směru (Schober, Boer, Schwarte, 2018). Interpretace korelačních koeficientů dat byla provedena dle následujících intervalů: 0,00 – 0,10 (zanedbatelná); 0,10 – 0,39 (Slabá korelace); 0,40 – 0,69 (střední korelace); 0,70 – 0,89 (silná korelace); 0,90 – 1,00 (velmi silná korelace). Hladina významnosti byla stanovena na $p < 0,05$. Pearsonův korelační koeficient byl vybrán právě v souvislosti s normálním rozložením dat.

Tabulka 8 Korelační matice vybraných proměnných (všechna zranění dolních končetin)

Correlation Matrix		trunk deficit	H/Q DK	H/Q NK	BIA SA L/P	Injury
trunk deficit	Pearson's r	—				
	df	—				
	p-value	—				
H/Q DK	Pearson's r	-0.651*	—			
	df	8	—			
	p-value	0.042	—			
H/Q NK	Pearson's r	-0.777**	0.653*	—		
	df	8	8	—		
	p-value	0.008	0.041	—		
BIA SA L/P	Pearson's r	-0.057	0.113	0.144	—	
	df	8	8	8	—	
	p-value	0.875	0.756	0.691	—	
Injury	Pearson's r	0.442	-0.442	-0.136	0.053	—
	df	8	8	8	8	—
	p-value	0.201	0.201	0.708	0.883	—

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

V tabulce 8 byly srovnávány všechny zjištěné proměnné s tím, že počet zraněných atletů byl $n=6$ a nezraněných $n=4$ (zranění se liší oproti dotazníkovému šetření vzhledem k jednomu mírnému zranění, které jsem do analýzy nezapočítávala). Zranění byla všechna na dolních končetinách a byly zahrnuty všechny typy zranění (někteří atleti uváděli mimo zranění hamstringů také rupturu lýtkového svalu, odraženou patu a zánět v Achillově šlaše). Byla zjištěna silná korelace (0,77) s poměrem H/Q u nedominantní končetiny se silou rotátorů trupu a střední korelace (0,65) H/Q u nedominantní končetiny s končetinou dominantní. Můžeme tedy říct, že možná svalová nerovnováha v oblasti trupu může souviset s nevyváženou silou svalů zadních steh a současně, že svalová síla levé a pravé dolní končetiny spolu poměrně koreluje. Posledním signifikantním zjištěním a korelací střední úrovně (0,65) je souvislost mezi dominantní dolní končetinou (respektive poměrem přeních a zadních steh) a nerovnováhy rotátorů trupu. Zajímavé je, že ani jeden z faktorů na hladině významnosti $p < 0,05$ nesouvisí se zraněním sportovců nicméně nutno podotknout, že vzorek atletů je nízký ($n=10$) tudíž jen těžko vyvozovat závěry, zda souvisí či nesouvisí zvolené faktory. Korelace mezi H/Q dominantní končetiny, svalovou nerovnováhou trupových stabilizátorů a zraněním naznačují střední míru korelace $\pm 0,44$ proměnných nesignifikantnímu p navzdory.

Tabulka 9 Korelační matice vybraných proměnných (pouze zranění hamstringů)

Correlation Matrix		trunk deficit	H/Q DK	H/Q NK	BIA SA L/P	Injury
trunk deficit	Pearson's r	—				
	df	—				
	p-value	—				
H/Q DK	Pearson's r	-0.651 *	—			
	df	8	—			
	p-value	0.042	—			
H/Q NK	Pearson's r	-0.777 **	0.653 *	—		
	df	8	8	—		
	p-value	0.008	0.041	—		
BIA SA L/P	Pearson's r	-0.057	0.113	0.144	—	
	df	8	8	8	—	
	p-value	0.875	0.756	0.691	—	
Injury	Pearson's r	-0.102	0.076	0.490	0.228	—
	df	8	8	8	8	—
	p-value	0.779	0.834	0.151	0.526	—

Note. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tabulka 9 s korelační maticí se liší oproti předchozí pouze zahrnutím zranění zadních stehien, tudíž se zranění snížila na počet $n=4$. Všechna tato zranění byla lokalizována na hamstringu a charakterem byla středně těžká či těžká (Ekstrand, 2003). Tato změna se propsala do korelačního koeficientu slučující poměr H/Q nedominantní končetiny a zranění hamstringů, opět navzdory statisticky nevýznamnému výsledku (p-value 0,15) a se střední mírou korelace (0,49). Je předmětem dalšího výzkumu, zda by vyšší počet probandů náznak této korelace prokázal. Zajímavá je souvislost s nedominantní končetinou, kdy předpokládáme, že tato končetina je i odrazová, tudíž povětšinou musí absorbovat vysoké impakty při disciplínách jako jsou např. skokanské disciplíny a překážkové běhy.

Tabulka 9 Hypotézy

Hypotéza	Potvrzena/vyvrácena	Výsledek statistické analýzy
Riziko zranění hamstringů koreluje s vybranými rizikovými faktory	Vyvrácena	Nesignifikantní střední korelace s H/Q nedominantní končetiny (0,49)
U silově rychlostních disciplín dochází k ipsilaterální dysbalanci na dolních končetinách	Potvrzena	U n=5 atletů byla potvrzena svalová dysbalance (50 %)
Atleti s prodělaným zraněním dolních končetin mají nižší poměr sil H/Q oproti zdravým jedincům	Vyvrácena	Nesignifikantní střední korelace s H/Q dominantní dolní končetiny (0,44)
Atleti s prodělaným zraněním zadních stehen mají tendenci k svalové dysbalanci v silovém testu trupu	Vyvrácena	Nebyla nalezena výraznější souvislost mezi svalovou dysbalancí trupových stabilizátorů a zraněním (- 0,1)

5 DISKUZE

Na základě provedené datové analýzy je vzhledem k multifaktoriálnímu charakteru zranění zadních stehen obtížné postihnout a separovat hlavní příčiny. Nicméně i přes nejasné výsledky, každá svalová dysbalance ve výsledků může přinést nežádoucí účinky na pohybový aparát a dále nepřímo či přímo souviset se vznikem zranění. Největší riziko představuje předešlé zranění a ostatní faktory jsou v literatuře často diskutovaným tématem (Tokutake a kol., 2018; Clark, 2008; Kalema a kol., 2021). Tato práce se zaměřila na následující 3 rizikové faktory které by mohly mít se zraněním souvislost.

H/Q ratio neboli poměr síly svalů předního (extenzorů kolene a pomocných svalů pro flexi kyčle) a zadního stehna (flexorů kolene a extenzorů kyčle) byl nejčastěji uváděn jako poměr 3:2 (0,66). Pro tento poměr flexorů a extenzorů kolene byly empiricky zaznamenány hodnoty mezi 0,43 – 0,9, v závislosti na úhlové rychlosti prováděného testování (Coobs, Garbutt, 2002). Hoffman, Maresh a Armstrong (1992) uvádějí, že 6:10 je normální poměr. V této souvislosti byly stanoveny kritéria pro zhodnocení nerovnováhy u vybraných atletů. Nároky na sílu zadních stehen se u elitních a výkonnostních sportovců mohou lišit a lze předpokládat, že dostatečná síla zadních stehen může pomoci nejen v prevenci ale také ve zvyšování výkonnosti sportovce. Sledování nerovnováhy síly spolu s dalšími modifikovatelnými faktory během celé soutěžní sezóny může umožnit lepší pochopení souvislosti mezi poměrem H:Q a zraněním (Kellis, Sahinis, Baltzopoulos, 2023).

Autoři již v minulosti testovali souvislost mezi zraněním hamstringů (převážně u fotbalistů) a na základě dostupného systematického přehledu poměr síly hamstringů a kvadricepsů (H:Q) není nezávislým rizikovým faktorem pro zranění hamstringů (Kellis, Sahinis, Baltzopoulos, 2023).

Síla trupu byla testovaná na bázi maximální izometrické kontrakce a bylo zjištěno, že souvisí s poměrem sil H/Q (střední korelace). Což poukazuje na vyšší tendenci k celkovým dysbalancím v rámci trupu a dolních končetin při alespoň jedné naměřené asymetrii. Tímto způsobem nebyla dosud stabilita trupu hojně testována a korelace trupové stability a síly hamstringů může být zajímavým zjištěním pro další směřování preventivních programů.

Analýza tělesného složení byla doplňkovým ukazatelem, jež měla za cíl zhodnotit rozložení svalstva v rámci jednotlivých segmentů. U všech zkoumaných atletů nebyl zjištěn rozdíl kontralaterálně větší než 1,3 % (porovnání hmotnosti svalů na pravé a levé

dolní končetině). V tomto ohledu můžeme konstatovat, že vybraní atleti neměli at' už v souvislosti s dřívějším zraněním či aktuálním sportovním statusem vyhodnocenou asymetrii v tomto testu. Kontralaterální nerovnováha byla definována dle Rahnama, Leese a Bambaecichiho (2005) jako $> 10\%$.

Analýza tělesného složení na Tanitě, může být vhodným nástrojem pro porovnávání trendů a je obecně doporučováno provádět opakovaná měření, aby byly zjištěny změny v tělesném složení, hmotnosti svaloviny a případně kontrolovat dopady aplikovaného tréninkového programu (Campa a kol., 2021).

Vzhledem k složitosti problematiky zranění jen obtížně hledáme spojitosti a je třeba postihnout u každého atleta jeho případné predispozice individuálně a pokusit se eliminovat riziko vzniku zranění soustředěním se na co možná nejkompexnější přístup v preventivních programech. Neoddiskutovatelná je role preventivních cvičení, které prokazatelně snižují rizika, jako je např. proto by mělo být součástí každého vrcholového, výkonnostního i rekreačního sportovce. Především bych chtěla vyzdvihnout četnost zranění, kterou tito atleti udávali při rozeslání dotazníku a poukázat na stálou aktuálnost ve výkonnostně-vrcholovém sportu. 7/10 atletů uvádělo zranění v sezóně 2023/24 a jen $n=1$ z těchto zranění se netýkalo zadních steh.

6 ZÁVĚR

Tato práce si kladla za cíl získat ucelené informace o vzorku výkonnostně vrcholových sportovců rychlostně silových disciplín. Popsat aktuální svalovou vybavenost těchto sportovců s přihlédnutím k možným rizikovým faktorům zranění a spojením těchto faktorů se zraněním zadních stehen.

Korelační analýza získaných dat se shoduje s dosud publikovanou literaturou a potvrzuje tak že spojitost svalové nerovnováhy zadních stehen s rizikem zranění je nejasný, nicméně objevující souvislosti s poměrem H/Q spolu s nevyváženou silou rotátorů trupu u vybrané skupiny atletů může přinést nový vhled do tréninkového procesu pro postup k odstranění možných modifikovatelných faktorů rizik zranění (nejen zranění hamstringů). Četnost zranění hamstringů a celková aktuálnost problematiky zranění dolních končetin v atletice je dále především na základě dotazníkového šetření potvrzena a nové přístupy v preventivních programech (př. flossing, eccentric overload, perkusní terapie, sledování VSF) či implementace již propracovaných preventivních tréninkových programů do vlastního tréninkového cyklu (Complex Core+, spánková hygiena, suplementace atp.) může pomoci a negovat modifikovatelná rizika vzniku zranění a tím zvýšit výkonnost sportovce.

Přestože hypotézy týkající se souvislosti vybraných rizikových faktorů byly vyvráceny a nemůžeme interpretovat mezi těmito proměnnými přímou souvislost, je vhodné sledovat případné dopady tréninkových programů a období objektivními parametry, kterými mohou být jak izokinetický test síly stehen, tak síla rotátorů či analýza tělesného složení odhalující tendenci a efektivitu tréninku po opakovaném měření.

Mezi možné limitace testování H/Q patří protokol, jež je standardizovaný a cílí na koncentrické síly zmíněných svalů, nicméně je třeba říci, že ipsilaterální poměr stehen testovaný izokineticky není přesnou demonstrací běžeckého cyklu a nereplikuje přesně rychlé změny v aktivacích při letové a oporové fázi tudíž mohou být výsledky zkresleny, obzvláště pokud atlet není s pohybem dostatečně familiarizovaný.

Vzhledem k počtu probandů (n=10) je v tomto směru možné generalizování velmi vratké a nelze získaná data zobecňovat. Pro hlubší vyhodnocení, možné vyvozování dalších závěrů a doporučení by bylo vhodné testování opakovat při větším počtu atletů a získat tak ucelenější informace, které by dále mohly linku mezi zraněním a vybranými faktory potvrdit či vyvrátit.

Přehled dat a získané informace by mohly vést jak atleti, tak trenéry či zainteresované strany k zamyšlení nad důslednějším zařazováním preventivních cvičení a kontrole dostatečné regenerace za současné objektivní kontroly trendů jakým se ubírá tréninková zátěž a jakým specifickým způsobem na atleti individuálně působí.

7 SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY

1. AL ATTAR, W. S. A.; HUSAIN, M. A. Effectiveness of injury prevention programs with core muscle strengthening exercises to reduce the incidence of hamstring injury among soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports health*, 2023, 15. Jg., Nr. 6, S. 805-813.
2. ANDERSEN, T. E., a kol. Football incident analysis: a new video based method to describe injury mechanisms in professional football. *British journal of sports medicine*, 2003, 37.3: 226-232.
3. ARDERN, C. L., a kol. 2016 Consensus statement on return to sport from the First World Congress in Sports Physical Therapy, Bern. *British journal of sports medicine*, 2016, 50.14: 853-864.
4. BAHR, R.; HOLME, I. Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *British journal of sports medicine*, 2003, 37.5: 384-392.
5. BENNELL, Kim L.; CROSSLEY, K. Musculoskeletal injuries in track and field: incidence, distribution and risk factors. *Australian journal of science and medicine in sport*, 1996, 28.3: 69-75.
6. BRAUKNER, P., KHAN, K. *Braukner & Khan's clinical sports medicine: injuries*. 5. Sydney, Australia: McGraw-Hill Education, 2017. ISBN 9781760421663.
7. CALDER, P. C. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. *Biochemical Society Transactions*, 2017, 45.5: 1105-1115.
8. CAMPA, Francesco, a kol. Assessment of body composition in athletes: A narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis. *Nutrients*, 2021, 13. Jg., Nr. 5, S. 1620.
9. CLARK, R. A. Hamstring injuries: risk assessment and injury prevention. *Annals Academy of Medicine Singapore*, 2008, 37.4: 341.
10. CLARSEN, B., a kol. The Oslo Sports Trauma Research Center questionnaire on health problems: a new approach to prospective monitoring of illness and injury in elite athletes. *British journal of sports medicine*, 2014, 48.9: 754-760.
11. COOMBS, R.; GARBUTT, G.. Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. *Journal of sports science & medicine*, 2002, 1.3: 56.

12. DAUTY, M.; MENU, Pierre; FOUASSON-CHAILLOUX, A. Cutoffs of isokinetic strength ratio and hamstring strain prediction in professional soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2018, 28.1: 276-281.
13. DE MOURA SIMIM, Mário Antônio, a kol. Sleep quality monitoring in individual sports athletes: parameters and definitions by systematic review. *Sleep Science*, 2020, 13.04: 267-285.
14. DEL VALLE-SOTO, M, a kol. Consenso sobre utilización de las infiltraciones en el deporte. Documento de Consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Deporte*, 2016, 33: 114-25.
15. DRILLER, M., a kol. Tissue flossing on ankle range of motion, jump and sprint performance: A follow-up study. *Physical Therapy in Sport*, 2017, 28: 29-33.
16. DUBOVÁ, A. *Analýza traumatických stavů u sprinterů v atletice a jejich následná eliminace a prevence v rámci nezbytné regenerace organismu*. Bakalářská práce, České Budějovice, 2017
17. EDOUARD, P., a kol. Injury frequency and characteristics (location, type, cause and severity) differed significantly among athletics ('track and field') disciplines during 14 international championships (2007–2018): implications for medical service planning. *British journal of sports medicine*, 2020, 54.3: 159-167.
18. EKSTRAND, J. *Football Medicine*. Švédsko: Martin Dunitz, 2003. ISBN 9781841841649.
19. FEDDERMANN-DEMONT, Nina, a kol. Injuries in 13 international Athletics championships between 2007–2012. *British Journal of Sports Medicine*, 2014, 48.7: 513-522.
20. FRANK, C.; KOBESOVA, A.; KOLAR, P. Dynamic neuromuscular stabilization & sports rehabilitation. *International journal of sports physical therapy*, 2013, 8.1: 62.
21. FULLER, Colin W. Managing the risk of injury in sport. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2007, 17. Jg., Nr. 3, S. 182-187.
22. GIRALDO-VALLEJO, J. E., a kol. Nutritional strategies in the rehabilitation of musculoskeletal injuries in athletes: a systematic integrative review. *Nutrients*, 2023, 15. Jg., Nr. 4, S. 819.

23. GISSELMAN, A. S., a kol. Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability: Is there a link?. *Medical hypotheses*, 2016, 87: 1-7.
24. GLIGOROSKA, J. P., a kol. Bioelectrical Impedance Technology in Sports Anthropometry: Segmental Analysis in Karate Athletes. In: ICT Innovations 2018. *Engineering and Life Sciences: 10th International Conference*, ICT Innovations 2018, Ohrid, Macedonia, September 17–19, 2018, Proceedings 10. Springer International Publishing, 2018. S. 160-171.
25. GRIFFIN, L. Y. E. Neuromuscular training and injury prevention in sports. *Clinical Orthopaedics and Related Research*®, 2003, 409: 53-60.
26. HOFFMAN, J. R.; MARESH, C.; ARMSTRONG, L. E. Isokinetic and dynamic constant resistance strength testing: Implications for sport. *Physical Therapy Practice*, 1992, 2. Jg., S. 42-53.
27. HOPKINS, W. G., a kol. Risk factors and risk statistics for sports injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 2007, 17.3: 208-210.
28. HUANG, K.; IHM, J. Sleep and injury risk. *Current sports medicine reports*, 2021, 20.6: 286-290.
29. CHAPUT, J.-P.; DUTIL, C.; SAMPASA-KANYINGA, Hugues. Sleeping hours: what is the ideal number and how does age impact this?. *Nature and science of sleep*, 2018, 421-430.
30. CHENNAOUI, M., a kol. Sleep and exercise: a reciprocal issue?. *Sleep medicine reviews*, 2015, 20: 59-72.
31. IATROPOULOS, S. A.; WHEELER, P. C. Hamstring muscle injuries in athletics. *The Physician and sportsmedicine*, 2024, 52.2: 103-114.
32. JAHODA, R., MITTERBAUER, G. ComplexCore: Core Stabilisation in Training and Therapy. *Jahoda Sports*, 2013. 340 s. ISBN 978-3-200-02249-2.
33. JIANHONG, G. a kol. The effect of tissue flossing technique on sports and injury prevention and rehabilitation: a systematic review of recent research. *Int J Hum Mov Sports Sci*, 2021, 9.6: 1157-1173.
34. KALEMA, R. N., a kol. Sprinting biomechanics and hamstring injuries: Is there a link? A literature review. *Sports*, 2021, 9. Jg., Nr. 10, S. 141.
35. KANEDA, H., a kol. Effects of tissue flossing and dynamic stretching on hamstring muscles function. *Journal of sports science & medicine*, 2020, 19.4: 681.

36. KELLIS, E., Intra-and inter-muscular variations in hamstring architecture and mechanics and their implications for injury: a narrative review. *Sports Medicine*, 2018, 48.10: 2271-2283.
37. KELLIS, E.; SAHINIS, C.; BALZPOULOS, V. Is hamstrings-to-quadriceps torque ratio useful for predicting anterior cruciate ligament and hamstring injuries? A systematic and critical review. *Journal of Sport and Health Science*, 2023, 12. Jg., Nr. 3, S. 343-358.
38. KIM, D.; HONG, J. Hamstring to quadriceps strength ratio and noncontact leg injuries: A prospective study during one season. *Isokinetics and Exercise Science*, 2011, 19. Jg., Nr. 1, S. 1-6.
39. STEPIEN, K., a kol. Anatomy of proximal attachment, course, and innervation of hamstring muscles: a pictorial essay. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2019, 27: 673-684.
40. LAMBERT, C. a kol. Epidemiology of injuries in *Olympic Sports*. Sportverletzung· Sportschaden, 2024, 38. Jg., Nr. 01, S. 18-26.
41. LAPPE, J., a kol. Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *Journal of Bone and Mineral Research*, 2008, 23.5: 741-749.
42. LARRUSKAIN, J., a kol. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2018, 28.1: 237-245.
43. LASKOWSKI, E. R.; NEWCOMER-ANEY, K.; SMITH, J. Refining rehabilitation with proprioception training: expediting return to play. *The physician and sportsmedicine*, 1997, 25.10: 89-102.
44. LEE, J. WY, a kol. 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*, 2018, 21. Jg., Nr. 8, S. 789-793.
45. LOEZA-MAGAÑA, P.; QUEZADA-GONZÁLEZ, H. R.; ARIAS-VÁZQUEZ, Pedro I. Return to Sport, integrating the process from conventional rehabilitation up to reconditioning: a narrative review. *Campa d*, 2021, 253.
46. MACK, Ch. D., a kol. Incidence of lower extremity injury in the National Football League: 2015 to 2018. *The American journal of sports medicine*, 2020, 48.9: 2287-2294.

47. MALA, L., a kol. Body composition of elite female players in five different sports games. *Journal of human kinetics*, 2015, 45.1: 207-215.
48. MALÝ, T.; ZAHÁLKA, F.; MALÁ, L. Isokinetic strength, ipsilateral and bilateral ratio of peak muscle torque in knee flexors and extensors in elite young soccer players. *Acta Kinesiologica*, 2010, 4.2: 17-23.
49. MARTÍNEZ-SILVÁN, D., a kol. Injury characteristics in male youth athletics: a five-season prospective study in a full-time sports academy. *British journal of sports medicine*, 2021, 55.17: 954-960.
50. MATSUSAKA, N., a kol. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *The American journal of sports medicine*, 2001, 29.1: 25-30.
51. MEEUWISSE, W. H. Athletic injury etiology: distinguishing between interaction and confounding. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1994, 4.3: 171-175.
52. MJØLSNES, R., a kol. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 2004, 14.5: 311-317.
53. MUGELE, H., a kol. General versus sports-specific injury prevention programs in athletes: A systematic review on the effect on injury rates. *PLoS One*, 2018, 13.10: e0205635.
54. NUEL, S., a kol. Hamstring muscle volume as an indicator of sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2021, 35.4: 902-909.
55. PERIČ, T.; DOVALIL, J. Sportovní trénink. *Grada Publishing as*, 2010.
56. PETRÉ, H.; WERNSTÅL, F.; MATTSSON, C. M. Effects of flywheel training on strength-related variables: A meta-analysis. *Sports medicine-open*, 2018, 4: 1-15.
57. PILNÝ, J. *Prevence úrazů pro sportovce: taping: popis zranění, první pomoc, léčba, rehabilitace*. Grada Publishing as, 2007.
58. RAHNAMA, N.; LEES, A.; BAMBAECICHI, E. A comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, 2005, 48.11-14: 1568-1575.

59. RHEINLÄNDER, A., KENHUB. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.kenhub.com/de/library/anatomie/ischiocrurale-muskulatur>. [cit. 2024-06-23].
60. RODRÍGUEZ-PEREA, A., a kol. Strength Assessment of Trunk Rotator Muscles: A Multicenter Reliability Study. In: *Healthcare*. MDPI, 2023. p. 2331.
61. ROMERO-FRANCO, N., a kol. Effects of proprioceptive training program on core stability and center of gravity control in sprinters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2012, 26.8: 2071-2077.
62. SCLAFANI, M. P.; DAVIS, Chelseana C. Return to play progression for rugby following injury to the lower extremity: a clinical commentary and review of the literature. *International journal of sports physical therapy*, 2016, 11.2: 302.
63. SHIELD, A. J.; BOURNE, M. N. Hamstring injury prevention practices in elite sport: evidence for eccentric strength vs. lumbo-pelvic training. *Sports medicine*, 2018, 48: 513-524.
64. SCHOBER, P.; BOER, Ch.; SCHWARTE, L. A. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia & analgesia*, 2018, 126.5: 1763-1768.
65. SKINNER, B.; DUNN, L.; MOSS, R. The Acute Effects of Theragun™ Percussive Therapy on Viscoelastic Tissue Dynamics and Hamstring Group Range of Motion. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2023, 22.3: 496.
66. SLATER, G. J.; SYGO, J.; JORGENSEN, M. SPRINTING... Dietary approaches to optimize training adaptation and performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 2019, 29. Jg., Nr. 2, S. 85-94.
67. SÖDERMAN, K., a kol. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2001, 9. Jg., Nr. 5, S. 313-321.
68. SPIRIEV, B.; SPIRIEV, A. IAAF scoring tables of athletics. Monaco: International Association of Athletics Federations, 2011.
69. TESCH, P. A.; FERNANDEZ-GONZALO, R.; LUNDBERG, T. R. Clinical applications of iso-inertial, eccentric-overload (YoYo™) resistance exercise. *Frontiers in physiology*, 2017, 8: 230519.

70. TIMPKA, T., a kol. What is a sports injury?. *Sports medicine*, 2014, 44: 423-428.
71. TOKUTAKE, G., a kol. The risk factors of hamstring strain injury induced by high-speed running. *Journal of sports science & medicine*, 2018, 17. Jg., Nr. 4, S. 650.
72. TONDELLI, E., a kol. Impact, incidence and prevalence of musculoskeletal injuries in senior amateur male rugby: epidemiological study. *The Physician and sportsmedicine*, 2022, 50.3: 269-275.
73. TREGLEROVÁ, M. *Obnova sportovní výkonnosti atleta po zranění (na příkladu vícebojařky)*, bakalářská práce, 2021.
74. VAN MECHELEN, W.; HLOBIL, H.; KEMPER, H. CG. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: a review of concepts. *Sports medicine*, 1992, 14: 82-99.
75. VINDUŠKOVÁ, J. *Abeceda atletického trenéra*. Olympia, 2021.
76. WAGNER, Š. *Využití metody FMS jako prevence zranění u atletů staršího školního věku*, diplomová práce, 2020.
77. WALSH, N. P., a kol. Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British journal of sports medicine*, 2021, 55.7: 356-368.
78. WHITING, W. CH.; ZERNICKE, R. F. Biomechanics of musculoskeletal injury. *Human Kinetics*, 2008.
79. WIDODO, A. F., a kol. Isotonic and isometric exercise interventions improve the hamstring muscles' strength and flexibility: A narrative review. In: *Healthcare*. MDPI, 2022. p. 811.
80. WILLIAMS, S., a kol. Heart rate variability is a moderating factor in the workload-injury relationship of competitive crossfit™ athletes. *Journal of sports science & medicine*, 2017, 16.4: 443.
81. WILLSON, J. D., a kol. Core stability and its relationship to lower extremity function and injury. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 2005, 13. Jg., Nr. 5, S. 316-325.
82. World Athletics Home Page | World Athletics [online]. Copyright © [cit. 25.04.2023]. Dostupné z: https://worldathletics.org/download/download?filename=f9fa48c2_2a0c-46f3-88b9-149f4d561326.pdf&urlslug=Chapter%203:%20Training

83. ZABKA, F. F.; VALENTE, H. G.; PACHECO, A. M. Isokinetic evaluation of knee extensor and flexor muscles in professional soccer players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2011, 17. Jg., S. 189-192.
84. ZEMKOVÁ, E., a kol. A novel method for assessing muscle power during the standing cable wood chop exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017, 31.8: 2246-2254.

8 Seznam tabulek a grafů v textu

Obrázek 1 Prevalence zranění v různých sportovních odvětvích (Lambert a kol., 2024)

Obrázek 2 Dynamický, multifaktoriální model etiologie sportovních zranění dle Meeuwisse (1994)

Obrázek 3 Výsledek analýzy tělesného složení na bioimpedančním přístroji (Zdroj vlastní, 2024)

Obrázek 4 (A) Vytvoření ideální regulace vnitrobřišního stabilizačního systému (VSS) a vnitrobřišního tlaku (VT) u 4,5měsíčního dítěte. (B) Návuk regulace VSS a VT s kyčlemi a koleny v 90° flexi. Převalování ze strany na stranu lze zařadit s míčem nebo bez něj, aby se usnadnila aktivace šikmého svalového řetězce při zachování správné formy. (C) Udržování správného dýchání a regulace VT při zvýšené zátěži (Frank, Kobesová, Kolář, 2013).

Obrázek 5 Flossband použitý na stehenních svalech (Kaneda a kol., 2020)

Obrázek 6 Typický flywheel – YoYo stroj (Petré, Wernstal, Mattsson, 2018)

Obrázek 7 Rekondiční model sportovce (Ardern a kol. 2016)

Obrázek 8 Komponenty rekondice (Loeza-Magana, Quezada-González, Arias-Vázquez, 2021)

Tabulka 1 Rozdělení sportovních zranění (podle Brauknera a Khana, 2017)

Tabulka 2 Vnější a vnitřní faktory zranění (volně dle Pilného a kol. 2007)

Tabulka 3 Tréninkový protokol pro skupinu provádějící „nordic curls“ (zdroj: Mjolsnes a kol., 2004)

Tabulka 4 Charakteristika vybraného souboru

Tabulka 5 Průměrná úroveň sledovaných atletů

Tabulka 6 souhrnné výsledky testování svalů trupu

Tabulka 7 poměr H/Q

Tabulka 8 segmentální analýza BIA

Tabulka 9 Korelační matice vybraných proměnných (pouze zranění hamstringů)

Graf 1 Přehled zraněných atletů v sezóně 2023/24

Graf 2 Závažnost zranění

9 Přílohy

Příloha 1 Otázky dotazníkového šetření u vybraných atletů

- 1) Prodělal/a jste v předchozí atletické sezoně (halové/hlavní v letech 2023/24) nějaké zranění?
- 2) Pokud ano – zvolte závažnost tohoto zranění (dle Ekstrand, 2003)
- 3) O jaký typ zranění se jednalo? (stručný popis diagnózy)
- 4) Zaškrtněte políčko, které nejlépe popisuje místo vašeho zranění.
- 5) Pokud došlo ke zranění na končetině, šlo o dominantní (ta kterou píše či kopu) nebo nedominantní končetinu?
- 6) Měl/a jste nějaké obtíže se zvládnutím tréninku v souvislosti s tímto zraněním?
- 7) Pracujete pravidelně (min 1x týdně) individuálně na zdravotní prevenci?
- 8) Jaké kompenzační cvičení zařazujete do tréninku?
- 9) Prostor pro doplňující informace o tréninku, zranění, možných příčinách vzniku zranění aj.

Příloha 2 Legenda k obrázku 2

Legenda: Risk factors for injury (distant from outcome) – rizika zranění (vzdálené od místa zranění); injury mechanism (proximal to outcome) – mechanismus zranění (v místě vzniku); Internal risk factors – vnitřní faktory rizika zranění; age (maturation, aging) – věk (dospívání, stárnutí); Gender – pohlaví; Body composition (eg body weight, fat mass, BMD, anthropometry) – Tělesné složení (např. tělesná hmotnost, tělesný tuk, kostní denzita, antropometrie); Health (eg history of previous injury, joint instability) – zdraví (např. historie předchozího zranění, nestabilita kloubů); physical fitness (eg muscle strength/power, maximal O₂ uptake, joint ROM) – tělesná kondice (např. svalová síla/explozivita, maximální využití O₂, kloubní pohyblivost); Anatomy (eg alignment intercondylar notch width) – anatomie (např. šířka kloubního spojení); Skill level (eg sport specific technique, postural stability) – úroveň dovedností (např. specifická technika, posturální stabilita); predisposed athlete – predispozice sportovce; Exposure to external risk factors: Human factors (eg team mates, opponents, referee) – Externí rizikové faktory (např. spoluhráči, soupeři, rozhodčí); Protective equipment (eg helmet, shin guards) – ochranné pomůcky (např. přilba, chrániče); Environment (eg weather, snow and ice conditions, floor and turf type, maintenance) – prostředí (např. počasí, sníh a led, typ povrchu, údržba); susceptible athlete – sportovec náchylný ke zranění; Injury – zranění; Inciting event: Joint motion (eg kinematics, joint forces and moments) – Podněcující událost (např. kinematika, kloubní síly a momenty); playing situation (eg skill performed) – soutěžní situace (např. úroveň dovedností); Training programme – tréninkový program; Match schedule – kalendář soutěží

Příloha 3 Informovaný souhlas

Zde naleznete vzorový dokument informovaného souhlasu, podepsané dokumenty jsou uloženy v archivu autorky práce.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí/účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem: Zranění hamstringů a možná prevence na základě vyhodnocení rizikových faktorů u atletů (se zaměřením na svalovou sílu a rovnováhu) prováděné na FTVS UK v laboratoři sportovní motoriky.

1. Projekt bude probíhat v období: březen-květen 2024
2. Cílem výzkumného projektu je popis rizik spojených se svalovou nerovnováhou či silou trupových stabilizátorů u silově-rychlostních disciplín v atletice.
3. Způsob zásahu bude neinvazivní. Budete se účastnit měření svalové rovnováhy na bázi bioimpedanční analýzy tělesného složení, dále pak proběhne testování poměru sil svalů předních a zadních stehen na izokinetickém stroji Cybex (při flexi a extenzi kolene), poslední částí bude změření síly rotátorů trupu na stejnojmenném stroji, jež bude spočívat v maximální kontrakci proti stálému odporu na obě strany těla.
4. Časová náročnost projektu: Celková doba měření nepřesáhne 45 min a bude pro potřeby diplomové práce provedena jednorázově. Každá dolní končetina bude měřena ve 3 rychlostech (vždy 2x), analýza tělesného složení bude prováděna pouze jednou a test rotátorů trupu bude prováděn na každou stranu ve dvou opakováních.
5. Rizika výzkumného projektu budou odpovídat rizikům při standardní sportovní prohlídce či zátěžovém testu. Rizika budou minimalizována dostatečným rozcvičením před prováděným testem a podrobnou instruktáží k jednotlivým měřením.
6. Projektu se nemohou účastnit osoby mladší 18 let a lidé kteří se nacházejí v jakékoli fázi zranění dolních končetin, trupu, či horních končetin. Dále osoby s infekčním onemocněním či dalšími obtížemi, které by znemožnily a znehodnotily průběh testování a zároveň mohly vést ke zhoršení zdravotního stavu jedinců.
7. Přínosem tohoto výzkumného projektu pro Vás bude komplexní analýza tělesného složení, segmentální analýza a diagnostika možného rizika zranění na základě vyhodnocení poměru síly svalů trupu a předních a zadních stehen.
8. Data budou anonymizována a dále použita pro deskriptivní rozbor a statistické analýzy. Jména, ani jiná data vedoucí k identifikaci atletů nebudou zveřejněna.
9. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na emailové adrese: michaela.treglerova@outlook.cz popřípadě prostřednictvím přímého kontaktu přes tel. +420 602 221 635
10. V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele projektu: Mgr. Michaela Treglerová Podpis:

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvažit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis: