

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**Fakulta tělesné výchovy a sportu**

**Katedra fyzioterapie**

**Problematika zranění hamstringů u sportovců**

**Hamstring injuries in Athletes**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Aleš Kaplan, PhD.

Odborná konzultantka:

Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Vypracovala:

Bc. Iva Hnátová

Duben 2008

## SOUHRN

**Název práce:** Problematika zranění hamstringů u sportovců

**Cíle práce:** Podat ucelený náhled na problematiku zranění hamstringů na základě literární rešerše. Provést sondáž týkající se výskytu svalového zranění u vybrané skupiny sprinterů, fotbalistů, basketbalistek a házenkářů v českých podmínkách na úrovni 1. ligy a následně se zamyslet nad možnostmi využití fyzioterapeutických postupů a metod k urychlení návratu zraněného sportovce do tréninkového procesu. Určit možnosti diagnostiky a léčby zranění včetně postupů preventivních. Popsat rizikové faktory a názory na etiopatogenezi zranění hamstringů, symptomy svalového zranění, popsat nejčastější nálezy u sportovců s prodělaným zraněním hamstringů, aspekty návratu k tréninku a s tím spojené možné komplikace a vytvořit stručný přehled možností řešení ve vybraných sportovních odvětvích. Dále zodpovědět na stanovené vědecké otázky.

**Metoda:** Rešeršní zpracování získaných informací s použitím dostatečného množství české i zahraniční literatury. Zdrojem se největší měrou staly publikované články v odborných periodikách, některých monografiích a elektronických databázích (nejvíce PEDro a PubMed a zdroje z databáze Národní lékařské knihovny). Práce je rozdělena do několika kapitol tak, aby na sebe plynule navazovaly. Práce je v závěru doplněna obrazovou přílohou. Až na výjimky nejsou citovány zdroje publikované před rokem 1990. Dále bylo provedeno anketní šetření mezi sportovci různých sportovních odvětví (atletika, fotbal, házená, basketbal) v českých podmínkách na nejvyšší výkonnostní úrovni. Anketní šetření je zpracováno na základě jednoduchého statistického zpracování, pomocí výpočtu procent, a slovního zhodnocení.

**Výsledky:** Názory odborníků na problematiku zranění hamstringů se většinou neliší. Poruchy se vyskytují častěji u sportovců starších 23 let, častěji jsou postiženi sportovci černošského a aboriginského původu. Ke vzniku zranění dochází při maximálním rychlostním provedení pohybu, například u sprinterů. U kolektivních sportů se pravděpodobně často na vzniku zranění podílí faktor únavy, neboť k zraněním dochází zejména v druhé polovině utkání. Nejčastěji je postižen m. biceps femoris. Nejběžněji se toto zranění diagnostikuje na základě

klinického vyšetření a za nejspolehlivější metodu je považována magnetická rezonance. V akutní fázi je nejčastěji volena metoda R.I.C.E., případně kombinovaná s farmakoterapií. Většina zranění hamstringů je léčena konzervativně. Léčba je zaměřena zejména na odstranění svalových dysbalancí, intenzivní strečink a excentrická cvičení. V případě předčasného ukončení léčebného procesu je vysoká tendence tohoto zranění recidivovat. Na základě anketního šetření byla potvrzena vysoká incidence zranění hamstringů u vrcholových sportovců a značná tendence zranění recidivovat a to až v 77,78% případů. Na základě anketního šetření se domnívám, že lékaři zranění hamstringů u sportovců podceňují.

**Klíčová slova:** hamstringy, ischiokrurální svaly, m. biceps femoris, m. semimembranosus, m. semitendinosus, zranění, svaly, svalové natržení, svalová ruptura, muscle rupture, svalová zranění, muscle injury, rychlost, sportovní zranění, regenerace, prevence, terapie, léčba

## SUMMARY

**Objective:** To give a coherent view on the problems of hamstring injuries in sports. Make an inquiry into muscle injury occurrence in elite athletes (athletics – sprints, football, basketball and handball) in the Czech republic and consequently regard the possibilities of treatment by means of physical therapy and other methods to make the time necessary for returning an injured sportsman to competition shorter. To establish the possibilities of diagnostics, injury treatment including prevention procedure; to detail risk factors and opinions etiopathology of hamstring injury, muscle injury symptoms; to describe the most common investigative methods in sportsmen who suffered from hamstring injury, and various aspects of returning to training, including potential complications; and finally a brief outline of the possibilities of how to solve the problem in question in selected sport fields. Last but not least, to answer the set scientific questions.

**Methods:** Literary review and processing the procured information from a sufficient Czech and foreign sources, mostly articles was published in specialized literature, journals, monographies and electronic database (mainly PEDro and PubMed as well as others sources from the National Health Library database). The work is divided into several chapters so that all the chapters flow from a beginning outline through imaginative line of „logistic“ sequence involving etiology and therapy. The work includes an illustrated appendix. There are no source quotations older than eighteen years with exceptions though. Furthermore, we carried out a survey among sportsmen in various sport branches (athletics, football, handball, basketball) in Czech conditions at the top level. The survey has been processed on the basis of simple statistics methods, by means of percentage calculation and verbal evaluation.

**Results:** The expert opinions on hamstring injury are generally similar and differ only a little. Injury is associated with age (23-year old athletes and older), black and aborigines more often. Injury are more common when movement is carried out at maximum speed (sprinters). In collective sports such football, handball, basketball and many others, there is also the factor of fatigue. The majority of injuries occur towards the end of the second half of the match. The biceps femoris is most commonly injured hamstring muscle.

The diagnosis is mainly based on clinical investigation and the best method is supposed to be MR imaging. In the acute phase the most frequently used treatment is R.I.C.E. method, sometimes in combination with pharmacology. The most frequently used treatment consist of removing muscle dysbalances, intensive stretching and eccentric exercise. There is a high risk of re-injury when treatment ended prematurely. The survey confirmed high incidence of hamstring injuries in elite athletes and high risk of re-injury (77,78% injured athletes). On the basis of this survey we consider the way doctors treat this injury to be underestimated.

**Key words:** hamstrings, posterior thigh, m. biceps femoris, m. semimembranosus, m. semitendinosus, injury, muscles, muscle strain, hamstring strain, muscle rupture, muscle injury, speed, sports injury, regeneration, prevention, therapy, treatment.

Děkuji mému vedoucímu diplomové práce, PhDr. Aleši Kaplanovi, PhD., a mojí odborné konzultantce, Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc., za odborné vedení a praktické rady, které mi vždy ochotně a se zájmem poskytovali. Dále děkuji Prof. Ing. Stanislavu Otáhalovi, CSc. za poskytnutí konzultací vztahujících se k tématu biomechaniky běžecké lokomoce a biomechaniky hamstringů. Bez spolupráce výše jmenovaných by tato práce nevznikla.

Prohlášení

Čestně prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Problematika zranění hamstringů u sportovců“ zpracovala samostatně a použila jsem pouze literaturu uvedenou v seznamu bibliografické citace.

V Praze dne 11. dubna 2008



Bc. Iva Hnátková

## EVIDENČNÍ LIST KNIHOVNY

Svoluji k zapůjčení této diplomové práce ke studijním účelům a zároveň prosím, aby byla řádně vedena přesná evidence výpůjčitelů, které prosím o řádnou citaci převzaté literatury.

---

Jméno a příjmení:	Číslo OP:	Datum vypůjčení:	Poznámka:
-------------------	-----------	------------------	-----------

---

---



## OBSAH

1. Úvod.....	13
2. Cíl práce.....	15
2.1 Úkoly práce.....	15
2.2 Vědecké otázky.....	16
3. Metodologický postup.....	17
4. Všeobecné nastínění problému svalového zranění ve sportu se zaměřením na oblast zadních stehenních svalů.....	21
4.1 Uvedení do problematiky.....	21
4.2 Četnost výskytu zranění hamstringů.....	22
5. Etiologie zranění hamstringů .....	24
5.1 Anatomický popis svalů zadní strany stehna.....	24
5.1.1 Musculus biceps femoris.....	24
5.1.2 Musculus semitendinosus.....	25
5.1.3 Musculus semimembranosus.....	25
5.1.4 Anatomické souvislosti vzniku zranění hamstringů... ..	26
5.2 Kineziologické aspekty hamstringů a přidružených struktur.....	27
5.2.1 Hamstringy.....	27
5.2.2 Vztahy mezi svaly ve smyslu jejich vzájemného působení, svalové smyčky a svalové řetězce.....	28
5.2.2.1 Pohled na základní funkci svalů.....	28
5.2.2.2 Vznik funkční svalové skupiny.....	29
5.2.2.3 Anatomické a programové řízení svalové smyčky a svalového řetězce .....	29
5.2.2.4 Hamstringy ve svalových řetězcích.....	31
5.3 Biomechanika svalů zadní strany stehna.....	32
5.3.1 Mechanické vlastnosti neaktivovaného svalu.....	34
5.4 Neurofyziologický pohled.....	34

5.4.1	Úloha centrálního nervového systému ve vztahu k funkci svalu.....	34
5.4.2	Možnosti diferenciací svalové funkce na základě motorických vzorů.....	35
5.4.3	Neurofyziologie svalové kontrakce.....	36
5.4.4	Úloha mozečku na provedení a vnímání pohybu.....	37
5.4.5	Vliv faktorů prostředí na průběh pohybu.....	38
5.5	Fyzioterapeutický pohled na problematiku zadní strany stehna.....	39
5.6	Fyziologický a biochemický pohled.....	43
5.6.1	Přehled typů svalových vláken kosterního svalu a jejich zastoupení u hamstringů.....	44
5.6.2	Úloha vazivové složky a její vztah ke zranění hamstringů.....	45
5.6.3	Fyziologický pohled na stavbu vláken kosterního svalu a svalovou kontrakci.....	47
5.6.4	Stručný popis faktorů ovlivňující svalovou činnost a vznik únavy.....	49
5.6.5	Vliv zátěže na svaly a možné změny ve svalech s přibývajícím věkem.....	50
5.6.6	Regenerace svalu.....	50
	5.6.6.1 Fáze zánětlivá.....	52
	5.6.6.2 Fáze proliferační.....	53
	5.6.6.3 Fáze remodelační.....	54
5.7	Specifikace běžecké lokomoce.....	55
5.7.1	Fáze běžecké lokomoce.....	55
5.7.2	Technika sprinterského běhu.....	57
5.7.3	Stručný popis elektromyografické analýzy ve sprinterském provedení pohybu.....	60
5.7.4	Pohyby těžiště.....	61

5.8 Názory vysvětlující etiopatogenezi zranění hamstringů.....	62
6. Rizikové faktory vzniku zranění hamstringů.....	71
7. Symptomatologie svalového zranění.....	81
8. Možnosti diagnostiky svalových zranění.....	83
8.1 Klinické vyšetření.....	83
8.2 Zobrazovací metody.....	84
8.2.1 Radiodiagnostika.....	85
8.2.2 Magnetická resonance.....	85
8.2.3 Ultrasonografie.....	86
8.3 Výsledky zobrazovacích metod ve vztahu k návratu k tréninkové činnosti.....	87
9. Nejčastější lokalizace zranění.....	89
10. Klasifikace svalových zranění .....	91
11. Možnosti léčby zranění hamstringů.....	93
11.1 Postupy léčby počínající akutní fází léčby .....	94
11.1.1 R.I.C.E. metoda.....	94
11.1.2 Farmakologická léčba v akutní fázi.....	96
11.2 Postupy navazující na fázi akutní léčby .....	98
11.3 Nejčastěji užívané metody v závislosti na průběhu jednotlivých fází regenerace.....	101
11.3.1 Postupy během fáze zánětu.....	102
11.3.2 Postupy během fáze proliferační.....	102
11.3.3 Postupy během fáze remodelační.....	102
11.4 Fyzioterapeutický program.....	103
11.5 Fyzioterapeuticko tréninkový program.....	108
11.6 Chirurgická léčba.....	110
12. Nejčastější nálezy u sportovců s prodělaným zraněním hamstringů, aspekty návratu k tréninku a s tím spojené možné komplikace.....	113
12.1 Nejčastější nálezy u sportovců s prodělaným zraněním hamstringů.....	113

12.2	Návrat k tréninkové činnosti po zranění hamstringů.....	114
12.3	Možné komplikace spojené se zraněním.....	115
13.	Prevence zranění.....	119
13.1	Preventivní postupy v jednotlivých obdobích ročního tréninkového cyklu .....	120
13.2	Formy regenerace.....	120
13.3	Možnosti uplatnění fyzioterapeutických postupů v rámci tréninkové jednotky.....	121
13.4	Strečink.....	127
14.	Stručný přehled možností řešení ve vybraných sportovních odvětvích.....	131
14.1	Preventivní programy v atletice.....	131
14.2	Preventivní programy v kolektivních sportech.....	132
15.	Anketní šetření.....	136
15.1	Atletika.....	136
15.2	Házená.....	137
15.3	Fotbal.....	138
15.4	Basketbal.....	140
16.	Diskuse.....	141
17.	Závěr.....	154
18.	Seznam literatury.....	157
	Seznam zkratk a jejich definic	
	Přílohy	

## 1. ÚVOD

Zranění hamstringů je zranění společné pro mnoho sportů, kde je pohybový průběh dynamický, explozivní. Základem pohybového průběhu je explozivní provedení se značnou akcelerací a cílem je získání maximální rychlosti. Takto lze charakterizovat sporty jako je například atletický sprint, tanec, bojová umění, lední hokej, fotbal a další. Výkony jsou značně ovlivňovány řadou zevních a vnitřních faktorů, které mohou být příčinou vzniku vážného sportovního zranění pravděpodobně nejčastěji na základě svalových dysbalancí a nedostatečné regeneraci.

Jedná se o zranění vyžadující dlouhodobou léčbu a bohužel často recidivující. Následkem tohoto zranění dochází k dlouhodobému výpadku ze sportovní přípravy, proto je nutná jeho prevence.

Mechanismus a příčina vzniku tohoto zranění je stále nejistá a neustále se o ní diskutuje, ale obecně se hovoří o komplikované multifaktoriální etiologii. Další neznámou v této problematice jsou potencionální rizikové faktory, léčba a „terapie“ tohoto zranění. Mezi rizikové faktory zranění hamstringů patří vzrůstající věk, zranění v anamnéze, etnické odlišnosti, protažitelnost hamstringů a jejich síla.

K této problematice mě přivedl fakt, že v české ani zahraniční literatuře není dostupný žádný ucelený pohled a jednotný názor pojednávající o této problematice. Vždy se jedná pouze o příčinnosti vzniku, ale už se zde nepíše o prevenci či terapii v případě vzniku zranění, nebo jsou pouze nastíněny. Proto bych touto prací ráda přispěla k ucelení této problematiky. Tuto problematiku jsem si vybrala i na základě osobních zkušeností s tímto zraněním. Vzhledem k získaným zkušenostem bylo mým cílem prostudovat dostupnou literaturu a najít souvislosti z hlediska etiologie, příčiny vzniku, průběhu léčby a možných preventivních programů.

Pro zdravotnickou profesi i laickou veřejnost je přínosné mít ucelený přehled o etiologii, patogenezi a terapii zranění hamstringů, o možných diagnostických metodách užívaných v tuzemsku i zahraničí, návrzích na léčbu funkčně či strukturálně poškozeného svalu a srovnání průběhu a efektu terapie. Utřídění a shrnutí informací může být pro klinickou

a sportovní medicínu přínosné z hlediska stanovení prognózy dalšího vývoje zranění, rizika jeho recidivy nebo periodicky se objevujících obtíží a prognózy pokračování ve sportu.

Jsem si vědoma, že práce je rozsáhlého charakteru, ale snažila jsem se komplexně zachytit problematiku hamstringů. Zvažovala jsem vypuštění některých částí, ale pro lepší pochopení této problematiky, zejména názorů na etiopatogenezi a postupy léčby, jsem práci ponechala v původní podobě.

## 2. CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je pomocí literární rešerše seznámit s problematikou výskytu svalového zranění v oblasti zadního stehenního svalstva ve sportu. Na základě dostupné literatury je monitorována problematika svalového zranění hamstringů se zaměřením na rychlost a akceleraci v různých sportovních odvětvích, například atletický sprint či fotbal.

Cíle této práce jsou na základě literární rešerše zjistit etiologii vzniku zranění hamstringů ve sportech vyžadujících rychlé provedení pohybu, případně startovní akceleraci, dále provést sondáž týkající se výskytu svalového zranění u vybrané skupiny sprinterů, fotbalistů, basketbalistek a házenkářů v českých podmínkách na nejvyšší výkonnostní úrovni a následně se zamyslet nad možnostmi využití fyzioterapeutických postupů a metod k urychlení návratu zraněného sportovce do tréninkového procesu, což je spojeno s určením možné diagnostické metody a nastínění možného terapeutického režimu včetně režimu preventivního.

Jelikož se jedná o téma velice problematické jak z hlediska sportovního, tak psychologického, a zejména z hlediska fyzioterapeutického, musím upozornit, že se jedná pouze o nástin problematiky.

### 2.1 ÚKOLY PRÁCE

Pro optimální splnění stanovených cílů diplomové práce jsem si vytyčila následující úkoly :

1. Provést literární rešerši dostupné odborné literatury z českých a zahraničních informačních zdrojů.
2. Vyhledat z českých i zahraničních informačních zdrojů úplné a relevantní informace vztahující se k tématu diplomové práce.
3. Postupně utřídit získané informace do jednotlivých, předem vytvořených, kategorií (rizikové faktory, diagnostika, léčba, atd.).
4. Porovnávat názory odborníků lékařských i nelékařských oborů zabývajících se problematikou sportovní fyzioterapie a tréninku.

Zjištěné informace shrnout a stanovit rizikové faktory zranění hamstringů, etiopatogenezi zranění hamstringů, symptomatologii a četnost výskytu tohoto zranění a jeho recidivy ve vrcholovém sportu, zejména četnost vzniku tohoto zranění v atletickém sprintu a fotbalu.

## 2.2 VĚDECKÉ OTÁZKY

Na základě vytyčeného cíle diplomové práce jsem si položila následující vědecké otázky:

- Objevuje se ve vybraných odborných člancích problematika zranění hamstringů v průběhu startovní akcelerace a provedení pohybu maximální rychlosti?
- Je v případě výskytu zranění hamstringů v průběhu startovní akcelerace a běhu maximální rychlosti příčinou svalová dysbalance?
- Mohou anteverze pánve a změněný rozsah pohybu v kyčelních kloubech, kolenních kloubech a hlezenních kloubech ovlivnit výskyt zranění hamstringů?
- Existuje přesně stanovený léčebný a fyzioterapeutický program pro sportovce se zraněním hamstringů?



### 3. METODOLOGICKÝ POSTUP

Předkládaná diplomová práce byla zpracována jako teoretická studie formou literární rešerše. Byla zaměřena zejména na shrnutí aktuálních poznatků týkajících se svalového zranění a jeho problematiky, nejen z pohledu medicínského, ale i z pohledu sportovního. Základním předpokladem pro zpracování této studie bylo získání dostatečného množství informací s danou problematikou nejen ze zdrojů a poznatků učiněných v České republice, ale v celosvětovém rozsahu.

Cílem této práce bylo podání náhledu na současné poznatky ve sportovní medicíně a sportovní fyzioterapii. Nejedná se o retrospektivní náhled na vývoj problematiky, proto bylo mojí snahou získat informace ze zdrojů publikovaných v letech 1990-2008 (vyjma některých významných a dosud nepřekonaných monografií).

Informace získávané pro tuto práci byly vyhledávány v anglickém a českém jazyce. Vzhledem k náročnosti problému zde hrají významnou roli i časové limity, kdy bylo třeba vymezit dostatečně dlouhou dobu pro získání a zpracování informací.

Získávání dat bylo realizováno na základě existence různých informačních zdrojů – oborové bibliografie, referátové časopisy, online a offline databáze (PubMed, Medline, PEDro, SportDiscus, Amed, Cochrane systematic review database, Embase, Smart). Limitujícím faktorem ve vyhledávání v těchto databázích byl omezený přístup některých z nich. Katalogy knihoven (Národní lékařská knihovna, knihovna FTVS UK), webové stránky (www.bjism.com, atd.), učebnice, příručky, významné monografie, periodika (tituly odborných časopisů – Rehabilitace a fyzikální lékařství, Rehabilitácia, Journal of Sports Medicine, Journal of Science and Medicine in Sport, Track and Coach, aj.), elektronických konferencí, novin, věstníků, zpravodajů, bulletinů UNIFY, výzkumné a vývojové zprávy, diplomové, rigorózní a disertační práce, elektronické dokumenty přístupné prostřednictvím internetu. Výsledek sběru dat je validní s ohledem na přesnost citace informačních zdrojů, kterou se zaručuji. Informace byly vyhledávány na základě klíčových slov a jejich kombinací. Klíčovými slovy pro vyhledávání informací byly pro české odborné zdroje: hamstringy, ischiokrurální svaly, m. biceps femoris, m. semimembranosus, m. semitendinosus, zranění, svaly, svalové natržení, svalová ruptura, svalová zranění, rychlost, sportovní zranění,

regenerace, prevence, terapie, léčba, a pro zahraniční odborné zdroje: hamstrings, posterior thigh, m. biceps femoris, m. semimembranosus, m. semitendinosus, injury, muscles, muscle strain, hamstring strain, muscle rupture, muscle injury, speed, sports injury, regeneration, prevention, therapy, treatment. Tato slova musela být obsažena v názvu. Témata týkající se ACL byla vyloučena.

Podmínkou bylo, aby se jednalo o primární či sekundární studie s větším výzkumným vzorkem, případně výjimečné případové studie zaměřené na etiologii a rizikové faktory, diagnostiku, včetně lokalizace zranění, léčbu, nejčastější nálezy, prevenci, aspekty návratu k tréninku. Nebyly však zamítnuty ani empirické zkušenosti či často citovaní autoři) a ve výjimečných případech i výsledky některých zajímavých studií a některé kazuistiky, které mohly přispět k diferenciálně diagnostickému pohledu. Pojem hamstringy musel být hlavní problematikou.

Problematika svalových zranění byla zaměřena na sportující populaci se zaměřením na rychlost provedení pohybu v různých sportovních odvětvích. V této práci jsem se zamýšlela nad svalovými zraněními sportovců týkajícími se všech věkových kategorií, různých národností a v různých regionech a samozřejmě jsem zde vzala v úvahu odlišnosti pohlaví. Nepředpokládala jsem vysokou finanční náročnost při získávání a zpracovávání dat k použití pro tuto diplomovou práci.

Pro získání určitých postojů sportovců vzhledem k této problematice, byla sestavena anketa, která měla zjistit přístup sportovců jednotlivých sportovních odvětví ke zranění hamstringů. Anketa byla provedena mezi sportovci nejvyšší výkonnostní úrovně v České republice, konkrétně: atletika v kategorii sprint (muži, ženy), fotbal a házená v kategorii mužů a basketbal v kategorii žen. Pro zpracování informací získaných v této anketě bylo použito základního statistického zpracování, výpočet procent, a následné písemné zhodnocení.

Shromážděné články byly kategorizovány na obecné popisné, obecné odborné a specifické k danému sportovnímu odvětví. Získaná data byla roztržena podle obsahu (všeobecné nastínění problému svalového zranění, etiologie včetně obecných souvislostí a etiopatogeneze, rizikové faktory, symptomatologie, možnosti diagnostiky, nejčastější lokalizace a klasifikace zranění, možnosti léčby, nejčastější nálezy u sportovců po prodělaném zranění, návrat ke sportu a s tím spojené možné komplikace, prevence a možnosti řešení ve vybraných

sportovních odvětvích, anketní šetření) do jednotlivých kategorií, které jsou dále děleny do jednotlivých subkategorií. Vzhledem k rozsahu práce se jednotlivé kategorie a subkategorie prolínají. Shodná data a informace získané od různých autorů byly sloučeny, zároveň byly přesně a řádně citovány všechny literární zdroje a autoři. V závěru diplomové práce byla tato data zanalyzována pomocí písemného hodnocení a čtenáři tak mohou být informováni, které informace se objevily nejčastěji, v čem se autoři nejčastěji shodovali a toto jsem doplnila vlastním kritickým náhledem v závěrečné diskuzi. V úvodní části byla všeobecně nastíněna problematika svalových zranění, funkční anatomie, kineziologické aspekty hamstringů a biomechanika hamstringů, neurofyziologický pohled na vznik zranění, fyzioterapeutický pohled na problematiku bolestí zadní strany stehna, fyziologický a biochemický pohled, specifikace běžecské lokomoce, ze které vycházejí sportovci různých sportovních odvětví vyžadujících rychlost a případných souvislostí se vznikem tohoto zranění včetně názorů vysvětlujících etiopatogenezi. V hlavní části byly nastíněny rizikové faktory, symptomatologie, možnosti diagnostiky, nejčastější lokalizace zranění, klasifikace svalových zranění, možnosti léčby, nejčastější nálezy u sportovců s prodělaným zraněním hamstringů a aspekty návratu k tréninku a s tím spojené možné komplikace, prevence tohoto zranění. Kategorie jsem roztřídila podle obsahu do jednotlivých subkategorií. Kategorie možnosti diagnostiky svalových zranění byla roztříděna na subkategorie: klinické vyšetření, zobrazovací metody a výsledky zobrazovacích metod ve vztahu k návratu k tréninkové činnosti. Kategorie zabývající se možnostmi léčby zranění hamstringů byla rozdělena na postupy léčby počínající akutní fází léčby, postupy navazující na fázi akutní léčby, nejčastěji užívané metody v závislosti na průběhu jednotlivých fází regenerace, fyzioterapeutický program, fyzioterapeuticko tréninkový program, chirurgická léčba. Kategorie popisující nejčastější nálezy u sportovců s prodělaným zraněním hamstringů a aspekty návratu k tréninkové činnosti a s tím spojené možné komplikace byla rozdělena na subkategorie: nejčastější nálezy u sportovců s prodělaným zraněním hamstringů, návrat k tréninkové činnosti po zranění hamstringů a možné komplikace spojené se zraněním. Kategorie zabývající se prevencí zranění byla roztříděna na subkategorie popisující preventivní postupy v jednotlivých obdobích sportovní sezóny, formy regenerace, možnosti uplatnění fyzioterapeutických postupů v rámci tréninkové jednotky a strečink. Kategorie nazvaná stručný přehled možností

řešení ve vybraných sportovních odvětvích byla členěna na preventivní programy v atletice a u kolektivních sportů. V přílohové části byla tato tematika doplněna o obrázkovou ilustraci. Anketní šetření bylo členěno dle jednotlivých sportovních odvětví a následně bylo zhodnoceno a porovnáno s výsledky zahraničních autorů v závěrečné diskuzi.

## **4. VŠEOBECNÉ NASTÍNĚNÍ PROBLÉMU SVALOVÉHO ZRANĚNÍ VE SPORTU SE ZAMĚŘENÍM NA OBLAST ZADNÍCH STEHENNÍCH SVALŮ**

Na začátek bych ráda seznámila s problematikou zranění hamstringů a četností tohoto zranění.

### **4.1 UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY**

Ráda bych se zde zaměřila na obecné uvedení problematiky zranění hamstringů, která je zpracována pomocí literární rešerše.

S poraněním stehenního svalstva, zejména pak hamstringů, se setkáváme v řadě sportovních odvětví, zejména tam, kde je třeba výrazné akcelerace a následného udržení maximální rychlosti běhu, či vyvinutí značné síly při výskoku, případně kombinace obojího. Za zmínku stojí sporty jako je fotbal, atletika, zejména sprint, ale také skoky, hody a vrhy, lední hokej, moderní pětiboj, bojová umění, tanec a u vzpěračů [6; 42; 53; 55; 59; 64; 129].

Jedná se o zranění frustrující, neboť jeho symptomy často přetrvávají, vyžadující dlouhodobou léčbu a bohužel často recidivující a to až v 12-31% případů [19; 107]. Následkem tohoto zranění dochází k dlouhodobému výpadku ze sportovní činnosti, nejen závodní, ale i přípravné [19; 42].

Zranění hamstringů dělíme na akutní, kdy dojde k náhlé ruptuře, a chronická, která jsou nejčastěji způsobena opakovanými mikrotraumaty či nevhodnou léčbou akutního zranění, které dříve či později recidivuje [60].

Mechanismus a příčina vzniku tohoto zranění jsou stále nejisté, stále diskutované, většinou ve smyslu komplikované multifaktoriální etiologie. Rizikové faktory a léčba tohoto zranění jsou také stále diskutovány. Ačkoli skutečně podstatné faktory tohoto zranění jako stoupající věk, zranění v anamnéze, etnické odlišnosti, poddajnost také označovaná jako protažitelnost hamstringů a jejich síla již byly zkoumány v mnoha prospektivních studiích, byly výsledky protichůdné, protože bylo použito laboratorní testování a nebo byly identifikovány nezvratné rizikové faktory. Další navrhované rizikové faktory jako špatné zvyky při rozcvičování

a činnost nervového systému nebyly vyšetřovány vůbec nebo pouze na základě samostatné retrospektivní studie [42; 53]. Prevence tohoto zranění je sportovní prioritou [42].

Hlavním problémem tohoto zranění je vysoká incidence opětovného výskytu zranění, ale dosud nebyl vytvořen jednotný pohled na tuto problematiku.

Přesuňme se do sportovních odvětví vyžadujících běh submaximální či maximální rychlostí. Podle Seligera (in Hlína [95]) se jedná o cyklickou stereotypně se opakující dynamickou činnost, kdy jsou svalové stahy vystřídány svalovým ochabnutím. Dostál (in Hlína [95]) se zmiňuje o svalové kontrakci a svalové relaxaci v rámci jednoho cyklu běžeckého kroku. Jedná se o aktivní cvičení vykonávané na základě podnětů z mozkové kůry.

#### 4.2 ČETNOST VÝSKYTU ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ

Jelikož se o zranění hamstringů neustále mluví jako o nejčastějším zranění, zaměřila jsem se v této části na četnost výskytu tohoto zranění v jednotlivých sportech.

Poranění hamstringů patří mezi častá poranění dolních končetin v atletickém sprintu, ale s tímto jevem se můžeme setkat i v řadě dalších sportovních odvětví. V atletických sprinterských disciplínách tvoří zranění hamstringů 29% všech sprinterských zranění [9]. Světová fotbalová asociace (FIFA) [152] na základě zkoumání došla k závěru, že 12% všech zranění během dvou fotbalových sezón byla právě zranění hamstringů. Tudíž zranění hamstringů bylo označeno za nejčastější zranění. Hráči utrpěli zranění hamstringů 2,5× častěji než zranění m. quadriceps femoris. Zranění m. biceps femoris pak představovalo 53% zranění hamstringů. U 12% zranění došlo k recidivě zranění.

Většinou se v případě poranění jedná o zranění typu svalová distenze, parciální či celková ruptura svalu, ale neméně časté jsou tendinopatie jejich začátků a úponů [55].

Následkem zranění vzniklá indispozice může sportovce vyřadit z aktivní činnosti na mnoho měsíců, ale v některých případech i natrvalo. Proto je nutná úzká spolupráce sportovce, trenéra, lékaře a fyzioterapeuta, jak tvrdí Beránková a kol. [55] a Javůrek [59].

Gabbe et al [42] uvádějí, že k 76,9% zranění hamstringů došlo u fotbalistů během soutěže.

Heiderscheit et al [48] pro změnu uvádějí, že téměř 25% zranění hamstringů nastává během letové nebo oporové fáze sprinterského běžeckého cyklu.

Heidt et al, ale také Nielson a Yde tvrdí [19], že zranění dolních končetin tvoří 83% všech zranění ve fotbale a jedná se zejména o zranění hamstringů a kotníků. Natržení hamstringů je ve fotbale nejčastějším zraněním a nejčastěji k němu dochází na začátku závodní sezony a od druhé „čtvrtiny“ zápasu [43]. Během hrací sezóny je tímto zraněním postiženo 20% hráčů fotbalu [146]. V profesionálních fotbalových klubech ve Velké Británii je četnost svalových natržení přibližně 41%, z toho většina se týká zranění hamstringů. Toto zranění vyžaduje dlouhodobou léčbu, než je možný návrat k soutěžní činnosti. U hráčů fotbalu také pozorujeme různost v četnosti zranění jednotlivých hráčů, kdy útočníci mají mnohem vyšší riziko vzniku zranění hamstringů, zatímco brankáři jsou nejméně riziková, obránci jsou postiženi méně často než útočníci a přibližně stejně často jako záložníci, přestože se u záložníků předpokládá větší svalová únava, neboť během zápasu „naběhají“ větší vzdálenosti. U fotbalistů dochází k většině zranění během zápasu, mnohem méně zranění vzniká během tréninku. Přibližně 2/3 zranění se přihodí po dlouhodobé zátěži, během zápasu a asi třetina během tréninku [25]. U anglických fotbalistů byla průměrná doba absence z tréninků z důvodu zranění hamstringů v závislosti na jeho vážnosti 18 – 90 dní. Většina zranění (67%) se přihodila při zápase a 32% během tréninků a 47% všech zranění hamstringů se vyskytlo během poslední třetiny první poloviny a v druhé polovině zápasu [152].

## 5. ETIOLOGIE ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ

Pro vytvoření si určité představy o aktivitě hamstringů budou v této kapitole stručně popsány některé mechanismy a souvislosti, zejména anatomické, fyziologické, biomechanické a další, které mají určitou spojitost s touto problematikou.

V atletických disciplínách, zejména při sprintu a skocích, ale i při jiných sportech vyžadujících akceleraci dochází ke vzniku velkého svalového napětí, které může vést ke vzniku náhlého poškození svalu ve smyslu „natažení“ až ruptury svalového snopce či snopců nebo v těch nejvážnějších případech k ruptuře celého svalu [6; 59; 60].

K většině zranění hamstringů dochází během závodu či při zápasu. Primárním mechanismem vzniku tohoto zranění je pokus o výraznou akceleraci. Toto bylo potvrzeno u 80,8% hráčů australského fotbalu, zbývajících 19,2% v okamžiku kopu do míče [42; 53].

### 5.1 ANATOMICKÝ POPIS SVALŮ ZADNÍ STRANY STEHNA

Znalost anatomie svalů zadní strany stehna, ischiokrurálních svalů, hamstringů, je pro pochopení jejich funkce zcela zásadní, proto se v následující části budu zabývat jejich stručným popisem.

Svaly dorzální strany stehna, hamstringy, jsou svaly dvoukloubové. Tyto svaly začínají na tuber ischiadicum a upínají se pod kolenním kloubem. Ovlivňují nejen kloub kolenní, ale i kloub kyčelní. Mezi tyto svaly řadíme z laterální strany m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus. Tyto svaly jsou zachyceny na Obr. 1 a Obr. 2 přílohové části [24; 31; 86].

#### 5.1.1 Musculus biceps femoris

Musculus biceps femoris je dlouhý vřetenovitý sval, uložený na zadní a laterální straně stehna. Tento sval má dvě hlavy – caput longum a caput breve [31].

Caput longum začíná společně s m. semitendinosus a m. semimembranosus na tuber ischiadicum, sestupuje distálně k laterálnímu okraji bérce, přičemž se spojuje s krátkou hlavou ve společnou šlachu. Po spojení kříží sval zevní hlavu m. gastrocnemius, probíhá podél



lig. collaterale fibulare na hlavici fibuly. Za úponovou šlachou, s ní paralelně, probíhá n. fibularis communis. Při úponu svalu může být přítomna bursa označovaná jako bursa subtendinea musculi bicipitis femoris inferior. Existuje také bursa musculi bicipitis femoris superior, která se nachází mezi začáteční šlachou svalu a femurem [24; 31; 86].

Caput breve odstupuje od střední třetiny labium laterale lineae asperae, mezi m. adductor magnus a m. vastus lateralis [24; 31; 86; 150].

Sval je inervován z n. ischiadicus. Kořenová inervace L 4 – S 2 [24; 31; 86]. Dlouhá i krátká hlava tohoto svalu mají oddělené nervové zásobení. Zatímco dlouhá hlava je při vysokém štěpení inervována jednou větví n. ischiadicus, z n. tibialis (L5, S1-3), kořenová inervace dle Lipperta [87] pouze (S1-3), krátká hlava je inervována druhou hlavní větví n. ischiadicus, z n. peroneus communis (L5, S1-2) [17; 24; 31; 75; 86; 87; 152 ].

### 5.1.2 Musculus semitendinosus

Musculus semitendinosus, odstupující od tuber ischiadicum, mediální části jeho dorzální plochy, je dlouhý vřetenovitý sval, který má uprostřed délky svalového břicha šikmo probíhající šlašitou vložku, mohutnou šlachu, která běží povrchně k vnitřnímu kondylu stehenní kosti a upíná se na mediálním kondylu tibie společně s m. gracilis a m. sartorius. Toto místo úponu je označováno jako pes anserinus. Inervace m. semitendinosus je z n. ischiadicus, při vysokém štěpení n. ischiadicus je sval zásoben z n. tibialis. Kořenová inervace L 4 – S 1 [24; 31; 86].

### 5.1.3 Musculus semimembranosus

Musculus semimembranosus je dlouhý objemný sval s velikou plochou blanitou počáteční šlachou sahající téměř do poloviny délky svalu. Tento sval odstupuje od laterální části dorzální plochy tuber ischiadicum a pokračuje na mediální stranu kolena spolu se šlachou m. semimembranosus a rozbíhá se ve tři úponové pruhy, naléhá zezadu na m. adductor magnus. Přední část svalu se upíná na mediální kondyl tibie, střední část úponu přechází do fascie m. popliteus a na zadní stranu tibie. Laterální, zadní, pruh jde do pouzdra kolenního kloubu jako ligamentum popliteum obliquum. Mezi úponem svalu a horním okrajem tibie

bývá bursa musculi semimembranosi, často zdvojená, jako bursa musculi semimembranosi medialis et lateralis. Inervace z n. ischiadicus, při vysokém štěpení ischiadicu z n. tibialis. Kořenová inervace L 4 – S 1 [24; 31; 86].

#### 5.1.4 Anatomické souvislosti vzniku zranění hamstringů

Na základě anatomického popisu svalů lze najít některé souvislosti, které mohou vysvětlovat četnost poranění těchto svalů, zejména m. biceps femoris.

Každá hlava m. biceps femoris má vlastní nervové zásobení a tato dvojí inervace může vést k asynchronní stimulaci obou hlav. „Špatně“ načasovaná kontrakce různých částí jedné svalové skupiny může znamenat nedostatečnou kontrolu svalového zatížení, respektive přetížení [152].

Zranitelnost hamstringů a jejich tendence ke vzniku zranění může být způsobena jejich anatomickým uspořádáním (biartikulární svaly). Změny v jejich délce jsou ovlivněny pohybem přes dva klouby. Flexe kolenního a extenze kyčelního kloubu jsou běžné současně v řadě aktivit všedního dne [19].

Burkett (in Woods et al [152]) také popisuje určité anatomické odlišnosti v „připojení“ m. biceps femoris, což může být pro některé sportovce predisponujícím faktorem zranění. Dlouhá hlava m. biceps femoris začíná od dolní části ligamentum sacrotuberale, tudíž tento sval může být považován dokonce za tříkloubový a tím mnohem náchylnější ke zranění než je to v případě dvoukloubových svalů. Tento názor je však spekulativní a tyto souvislosti nejsou prokázány. Také není známé procentuální zastoupení těchto odlišností v populaci.

Sval je sice z hlediska svého zevního tvaru plochý nebo vřetenovitý, ale jeho snopce mohou být orientovány od začáteční k úponové šlaše podélně, šikmo nebo radiálně. Směr průběhu svalových vláken, resp. úhel, který svírají vlákna svalu a šlachy, má určitý vliv na velikost výstupní síly působící ve směru průběhu úponové šlachy. Určuje i rychlost, kterou se sval kontrahuje [30]. Hamstringy jsou z tohoto pohledu svaly zpeřené [19].

## 5.2 KINEZILOGICKÉ ASPEKTY HAMSTRINGŮ A PŘIDRUŽENÝCH STRUKTUR

V této části bych se ráda zaměřila na stručný popis funkce hamstringů a vztahy mezi svaly a svalovými smyčkami, jejichž součástí jsou hamstringy a mohou tedy mít vliv na průběh specifického pohybu a případně vznik zranění hamstringů.

### 5.2.1 Hamstringy

Abychom mohli správně zhodnotit pohyb a všechna rizika s ním spojená, měli bychom znát funkci svalů, které tento pohyb vykonávají, proto zde nastíním základní funkci hamstringů.

Na základě anatomického uspořádání hamstringů dochází při jejich aktivitě k ovlivnění dvou kloubů, kolenního a kyčelního. Proto je patrná úzká souvislost mezi těmito klouby, jejichž popis však přesahuje rámec této práce. Hamstringy primárně zajišťují flexi kolenního kloubu, extensi kloubu kyčelního a dále se účastní rotací bérce při flektovaném kolenu. M. biceps femoris zajišťuje flexi kolenního kloubu a při flektovaném kolenu rotuje bérce zevně. M. semitendinosus a m. semimembranosus jsou flexory kolenního kloubu a vnitřní rotátory bérce. M. semitendinosus je navíc pomocným adduktorem a vnitřním rotátorem kyčelního kloubu. Při současné aktivitě všech výše uvedených svalů stabilizují tibií. Této stabilizační funkce je využito během stojné fáze kroku či oporové fáze běhu [24; 31; 64; 86].

Flekční funkce hamstringů je závislá na postavení pánve. Se stoupající flexí pánve roste jejich aktivita. Celková síla flexorů kolenního kloubu je asi třetina síly extensorů. Účinnost flexorů kolena stoupá se zvyšující se flexí pánve. Při maximální flexi pánve nelze udržet dobře koleno v extensi za normálních poměrů. Flexory kolena jeví výraznou tendenci ke zkrácení [141]. Hamstringy jsou angažovány spíše při malých nárocích běžné chůze a ve stoji, kdy zajišťují dynamickou rovnováhu mezi flexí a extensí při stoji a chůzi tzn. mezi m. iliopsoas a flexory kolena. Podporovány při tom jsou i adduktory. Při intenzivnější extensi kyčle se musí zapojit i *erectores trunci*, neboť hyperextenze kyčle vyvolá značnou instabilitu, kterou tyto svaly korigují. Při vyšší zátěži se významněji aktivuje m. *glutaeus maximus*, například při běhu, chůzi vzad či do schodů, v předklonu, podřepu a při zvedání se ze sedu [142].

Jak jsem se zmínila výše, ischiokrurální svaly mají stabilizační funkci na kolenní kloub. Správná dynamická stabilizace kolenního kloubu je zajišťována nejprve aktivitou hamstringů, následně se zapojují mm. vasti a jako poslední mm. gastrocnemii. Preaktivace hamstringů je poměrně výrazná a například při korekci dopředné translace tibie zabírá až 40% celé stabilizační doby. O stabilizační funkci hamstringů se dá mluvit tehdy, jsou-li zapojeny v uvedených stabilizačních vzorcích a jejich aktivace je nejen optimálně načasována, ale i správně vyvážená. Z tohoto časování vychází správné rozložení momentů sil mezi mediálními a laterálními svaly. To znamená optimální aktivace semisvalů versus m. biceps femoris, což dokladuje Tab. 1 v přílohové části. Důležitá je také vyvážená aktivace m. vastus medialis a m. vastus lateralis, nejen mezi sebou pro zajištění mediální a laterální stabilizace, ale i v závislosti na aktivitě hamstringů, proti kterým pracují. Koleno také stabilizují mm. gastrocnemii, které táhnou femur oproti tibií dorzálně za současné komprese kloubu. Pro tuto funkci je klíčové správné rozložení koaktivace s mm. vasti. Při poškození předního zkříženého vazů často dochází k jeho náhradě štěpem m. semitendinosus nebo m. gracilis, což má za následek snížení svalové síly vnitřních rotátorů kolenního kloubu [93]. V případě návratu sportovce k aktivní činnosti se může jednat o možnou příčinu vzniku dalších komplikací v podobě svalového zranění [1]. Z popisu funkce hamstringů je patrná jejich výrazná aktivita během pohybového cyklu a tím zvyšující se riziko vzniku zranění.

## **5.2.2 Vztahy mezi svaly ve smyslu jejich vzájemného působení, svalové smyčky a svalové řetězce**

Lokomoce je složitý proces, na kterém se neúčastní pouze jedna skupina svalů, proto se v této části zaměřím na nastínění obecné funkce svalu a na vznik svalových skupin a svalových řetězců se zaměřením na řetězce zahrnující hamstringy.

### **5.2.2.1 Pohled na základní funkci svalů**

Základní funkcí svalu je funkce fixační, také označovaná jako stabilizační a kinetická. Hamstringy jako svaly vícekloubové mají ke kloubům, nad kterými procházejí, různý a v průběhu pohybu se měnící vztah. Kineticky nejvýrazněji se vícekloubové svaly uplatňují

v kloubu, který je nejbližší svalovému úponu, zatímco v kloubech blíže začátku a kloubech, které míjejí, mají spíše funkci pomocnou a fixační. Pro vícekloubové svaly je typická „aktivní a pasivní svalová insuficience“. „Aktivní svalová insuficience“ je nemožnost provedení pohybu v plném rozsahu v jednom směru, například neschopnost plně flektovat kolenní kloub při úplné extenzi v kyčelním kloubu. „Pasivní svalová insuficience“ nedovoluje vykonat maximální pohyb v opačném směru. Jako příklad lze uvést nemožnost provedení plné flexe v kyčelním kloubu při maximální extenzi kolenního kloubu. Aktivní a pasivní svalová insuficience jsou velmi významné funkční vlastnosti vícekloubových svalů [24; 30].

### **5.2.2.2 Vznik funkční svalové skupiny**

Funkční svalovou skupinu lze popsat jako skupinu svalů kolem kloubu. Je tvořena svaly hlavními, agonisty, antagonisty a svaly pomocnými, synergisty. Agonista a antagonist vytvářejí pro pohyb nesmírně významnou „partnerskou“ dvojici svalů fungující na vztahu reciproční inhibice. Při vyšší aktivitě agonisty je vždy v antagonistovi přítomno určité napětí, které má podle charakteru pohybu různou funkci. Vyvážené působení těchto protichůdně působících svalových skupin stabilizuje určitou polohu těla i jeho segmentů [30]. Současná aktivace agonisty i antagonisty se nazývá kokontrakce nebo také koaktivace. Při rychlém balistickém pohybu, v našem případě běhu, převládá aktivace agonisty a inhibice antagonisty. Ke koaktivaci obou „partnerů“ dochází teprve v konečné fázi pohybu, kde funkcí antagonisty je zabránění poškození agonisty a kloubu [141].

### **5.2.2.3 Anatomické a programové řízení svalové smyčky a svalového řetězce**

Svaly umožňují udržet jak polohu segmentů proti vlivu zevní síly, tak i provádět pohyb. Většina běžných pohybů probíhá nejčastěji diagonálně a ve více segmentech. Při pohybu vždy působí několik svalů současně a tvoří tím svalové skupiny se společnou funkcí. Svaly jsou propojeny do širších funkčních celků, svalových smyček nebo složitějších řetězců, což integruje jejich funkci, proto nelze pohlížet na jednotlivý sval, ale je třeba přihlížet i k funkci svalových řetězců, které dávají pohybu jeho konečný účelový průběh, v našem případě běh. Svalový řetězec vzniká vzájemnou fyzikální i funkční vazbou několika svalů

nebo smyček [141]. Anatomické zřetězení probíhá v analogickém sledu a je opodstatněno ve vzájemném propojení mezi kineziologickým obsahem programu a anatomickými strukturami [70; 72]. Propojení svalů a svalových smyček je zajišťováno fasciálními, šlachovými a kostními strukturami do řetězce, který je programově řízen z CNS, a proto je možné jejich funkci ovlivňovat i vůlí a měnit ji učením [141]. Prostřednictvím programového řízení z CNS jsou definovány senzomotorické vztahy mezi jednotlivými články organismu [72].

Mechanická souvislost mezi svaly je zajištěna fasciálními snopci. Zřetězené svaly nemusí pracovat synchronně ve všech svých člancích a CNS umožňuje sekvenční zapojování jednotlivých článků podle předem programového časového rozvrhu, označovaného jako timing, kterým se pohyb svalů koordinuje a tím se dosahuje přesnosti pohybu při úspoře energie. Při poruše rovnováhy uvnitř svalového řetězce mohou vznikat různé poruchy držení těla. Například nerovnováha svalového napětí vzniklá nocicepcí při traumatech, která jsou ve sportu častá, vede ke změně klidové polohy segmentů a tím ke změně držení těla, což má za následek nejen lokální změny napětí, které však mohou mít i ochranný ráz. Vliv řetězců se překrývá a může to vést k tomu, že vyrovnáním jedné části řetězce vynikne nerovnováha jiné části. Tomuto fenoménu říká Brügger [105; 141] vrstvení poruch. Klinické projevy svalové nerovnováhy mohou být příčinou dalšího zranění. Terapeutické ovlivnění těchto klinických projevů může být trvalé či pouze dočasné v závislosti na správném odhalení příčiny vzniku poruchy a porušení svalové rovnováhy. Svalové řetězce mohou odpovídat topografickému uspořádání svalů od jejich začátku k úponu, tak jak to vidíme u diagonál popisovaných v rámci propioceptivní nervosvalové facilitace [51].

Existence funkčních smyček a řetězců umožňuje vznik vzdálené přenesené motorické poruchy. Tyto poruchy se nevyskytují izolovaně, ale mohou se řetězit většinou v průběhu dané smyčky [72]. Je proto nutné respektovat lokálně citlivé spouštěvé body signalizující možnost vzdálených motorických fenoménů. Jako příklad lze uvést hypertonus ischiokrurálních svalů, který může být spojen s nerovnováhou ve smyčce m. peroneus brevis – m. tibialis posterior, která je podrobněji popsána níže [141].

V rámci funkční anatomie a kineziologie je třeba hledat morfologické vztahy mezi jednotlivými strukturami pohybového systému, které by nám mohly vysvětlit systémové

změny funkce. Tyto vztahy jsou důležité zejména mezi trupem a končetinami a netýkají se pouze tkáně svalové, ale musíme hledat anatomické souvislosti nejen mezi kloubním a svalovým systémem, ale i mezi jednotlivými svaly, které tvoří funkčně anatomické smyčky, ale i vazy, které se na těchto smyčkách podílejí. Všechny tyto struktury tvoří funkční jednotku. Velmi dobře patrné to je zejména v oblasti dolních končetin, pánve a trupu, neboť v této oblasti měkké vazivo i fibrózní struktury tvoří v podstatě kontinuální vazivový obal. Větší svaly, které reprezentují hlavní svaly v této oblasti, například m. multifidus, m. gluteus maximus a nebo m. biceps femoris, mají různé úpony k tomuto prodlouženému „ligamentóznímu vaku“. Svalové a vazivové vztahy, které vytvářejí lumbosakrální spojení, jsou nesmírně důležité při stabilizaci lumbálních segmentů a sacra při přenosu energie z horních končetin na končetiny dolní. K tomuto přenosu dochází poměrně významně zejména při sprintu [70].

#### 5.2.2.4 Hamstringy ve svalových řetězcích

Véle [141] popisuje několik svalových řetězců, které zahrnují hamstringy. Mezi tyto řetězce patří řetězec spojující nohu s hrudníkem, dlouhý řetězec mezi pánví a lýtkem a dále dlouhé řetězce po celé délce těla: řetězec při záklonu se vzpažením, řetězec při úklonu se vzpažením a řetězec působící při „váze“.

Řetězec spojující nohu s hrudníkem začíná na os cuneiforme I a pokračuje přes m. peroneus longus na tibií, dále přes fascia cruris, která je pokračováním stehenní fascie. Jejím prostřednictvím se do řetězce zapojuje m. biceps femoris a m. adductor longus. Tento řetězec dále pokračuje přes m. obliquus abdominis internus a m. obliquus abdominis externus druhé strany na hrudník [141].

Dále Véle [141] popisuje dlouhý řetězec mezi pánví a lýtkem: pánev (spina iliaca) – m. rectus femoris, tibia – semisvaly – pánev (tuber ischiadicum) – fibula – m. biceps femoris – pánev (tuber ischiadicum).

Smyčka m. tibialis posterior – m. peroneus brevis je společně se smyčkou m. tibialis anterior – m. peroneus longus součástí třmenu držícího podélnou klenbu nohy. Zrovna tak jako ovlivňuje postavení nohy rotaci femuru a postavení kyčelních kloubů, tak to platí i obráceně,

kdy rotace femuru působí na klenbu nohy apod. Smyčka m. tibialis posterior – m. peroneus longus začíná na fibule a pokračuje přes m. peroneus brevis na calcaneus, os cuboideum, m. tibialis posterior a končí na tibií [141].

Dále lze uvést řetězec, který začíná na plosce nohy v krátkých flexorech prstů, pokračuje přes metatarzální kůstky, dále přes kotník, fibulu, m. biceps femoris na tuber ischiadicum, kde se napojuje na ligamentum sacrotuberale a v některých případech dokonce až na jeho horní část. Odtud pokračuje přes silné vazy pánve a m. coccygeus na kostrč, ale také šlachy nejhlubší vrstvy m. multifidus často sahají až k horní ploše ligamentum sacrotuberale. Tento vaz pokračuje na spina iliaca posterior superior, překračuje ji a pokračuje dále jako lumbální mezisvalová aponeurosa, která představuje přímé spojení s příčnými lumbálními výběžky cestou m. iliocostalis lumborum a m. longissimus lumborum a na processu spinosi cestou m. multifidus. M. gluteus maximus navazuje na lumbodorzální fascii, přes ni na m. latissimus dorsi, čímž dochází k ovlivnění funkce horní končetiny. Tento řetězec se dále může řetězit směrem nahoru na druhou polovinu těla až po rameno [70; 91]. Do spojitosti s tímto řetězcem bych uvažovala i dlouhé flexory prstů, zejména pak m. flexor hallucis longus, jehož funkcí je inverze nohy a flexe palce nohy, a jeho největší uplatnění je při běhu, chůzi nebo skocích jako „odrazového“ svalu [31]. Tyto funkčně anatomické smyčky ukazují, že hamstringy, ale zejména m. biceps femoris, mají přes tuber ischiadicum, ligamentum sacrotuberale, sacrum a thorakolumbální fascii přímé funkčně anatomické spojení prakticky na celou páteř, horní část torza, ramena a okciput. Tento anatomický vztah mezi hamstringy a thorakolumbální fascií je bohužel často opomíjen, ale tyto souvislosti značně snižují pochyby o spolehlivosti slump testů a možnosti jejich využití v případech „měření“ napětí neurálních struktur, což zahraniční autoři označují jako „neurální tenze“ [53].

### 5.3 BIOMECHANIKA SVALŮ ZADNÍ STRANY STEHNA

V následující části se zaměřím na obecný biomechanický popis, který může přispět k pochopení některých rizikových faktorů a vzniku zranění, které jsou dále popsány v samostatných kapitolách.



Základní fyziologickou vlastností svalu je jeho schopnost kontrakce. Jakmile se sval zkracuje, dochází ke snížení jeho schopnosti maximální kontrakce. Hamstringy při maximálním zkrácení působí extensi kyčle a flexi kolena. Pro dosažení maximálního úsilí hamstringů při cvičení, je nejvhodnější pozicí sed. Leží-li pacient na břiše, jsou hamstringy zkráceny z důvodu extenze kyčle, a tudíž nejsou schopny maximální kontrakce pro flexi kolena [54].

Sumace sil je sekvence načasovaných pohybů, které přispívají k vytvoření žádoucího výsledku pohybu. Tyto působící síly musí být správně načasovány a klouby, přes které síly působí, musí být správně stabilizovány. Pokud není zajištěna správná stabilizace a správný timing, sval se stává náchylným ke zranění [54].

Elasticita je schopnost tkáně vrátit se po ukončení působení deformační síly k původnímu tvaru. Působící síla mění formu nebo tvar těla. Natažení je množství změn velikosti nebo tvaru objektu, které jsou způsobeny působícími silami. Tyto vztahy popisují Hookovy zákony. Každý sval má svoji hranici elasticity. Pokud je tato hranice překročena, již Hookovy zákony neplatí a dochází k plastickým změnám, k trvalé deformaci svalu, což zachycuje Obr. 3 přílohové části. Toto je velmi důležité z hlediska regenerace svalu, neboť nově vznikající tkáň má jiné elastické vlastnosti než sval. Nově vznikající jizva je více elastická než v konečné fázi hojení. „Creep“ nastává při působení malé zátěže, většinou v elastickém rozsahu tkáně. Působí-li dlouhodobě, může vést k deformačním změnám tkáně. Zvýšení teploty tkáně vede ke zvýšení rozsahu poměru pro „creep“. Toto je důvodem, proč aplikace tepla před strečinkem má větší efekt než samotný strečink, ale i větší efekt dlouhodobějšího strečinku [54].

Strukturální únava je stav tkáně, která již není déle schopná odolávat zatížení a dochází k jejímu poškození. K poškození dochází zejména při náhlých pohybech nebo po dlouhodobém působení zátěže a následkem toho dojde k náhlému přetržení vazů, svalu či fraktuře kosti. Příkladem tohoto přetěžování jsou únavové zlomeniny, „syndrom z přetížení“ a další [54].

Poddajnost, také označovaná jako protažitelnost, je schopnost muskulotendinózních jednotek se prodloužit při působení excentrických sil, například při strečinku. Poddajnost ovlivňuje rozsah pohybu, který je determinován stavem měkkých tkání, kam řadíme svaly, šlachy, ligamenta, tíhové vāčky, pokožku, podkoží, nervy a cévy, a kostních struktur kloubu [54].

Hmotnost končetin a jejich částí spolupůsobí při většině pohybů vedle činnosti svalové. Je jen málo pohybů, při nichž je role hmotnosti nevýznamná [24].

### **5.3.1 Mechanické vlastnosti neaktivovaného svalu**

Základní mechanickou vlastností svalu je jeho pevnost a pružnost. Pružnost svalu, také označovaná jako elasticita, znamená, že sval klade odpor deformaci při prodlužování nad tzv. „klidovou délkou“. Přestane-li deformační síla působit, sval se rychle vrací do původní délky, v původním textu označované jako klidové. Při zvětšování síly působící protažení narůstá s protažením elastická síla stále strměji a při překročení jisté hodnoty se sval trhá. Elastická síla, kterou je nutno při protahování svalu překonávat, má nejen statickou, ale také dynamickou složku, která roste s rychlostí protahování [137].

Sporadické biomechanické studie poukazují na menší energetickou náročnost excentrické „kontrakce“, označované jako negativní práce, a tím její vyšší účinnost proti koncentrické. Vysvětlení by bylo možné najít ve větší roli vazivové složky svalu. Při protažení dochází k akumulaci energie do elastických struktur. Proto silová a pracovní schopnost excentrické aktivace je uváděna větší než u koncentrické [46].

## **5.4 NEUROFYZIOLOGICKÝ POHLED**

Neurofyziologicky můžeme na etiologii zranění hamstringů pohlížet z hlediska funkce a řízení svalu, dále na základě pohybového projevu, který je ovlivněn motorickými vzory, dále z hlediska práce motorické jednotky, ale také vlivu mozečku na řízení pohybu a dalších faktorech ovlivňujících vnímání a provedení pohybu. Tyto faktory jsou nastíněny v následujících subkapitolách.

### **5.4.1 Úloha centrálního nervového systému ve vztahu k funkci svalu**

Podívejme se na sval z hlediska vztahu mezi muskuloskeletálním a centrálním nervovým systémem.

Svaly nejsou pouze anatomické jednotky, které mají svůj začátek a konec, ale mají složité cévní a nervové zásobení, které udává jejich funkci. Z popsané anatomické interpretace lze sval pochopit pouze v omezené formě, neboť se zde nepočítá s obsahem funkce, která je určena řídicími procesy centrálního nervového systému (dále CNS), ale ani s logistickou složkou, představující metabolismus, která nastavuje podmínky pro činnost vnitřního prostředí. V této souvislosti nestačí funkci svalu odvodit z jeho začátku a úponu. Musíme brát v úvahu geneticky určený pohybový účel, který vyplývá z funkce CNS [69]. Pohybová aktivita souvisí přímo s činností CNS a tím i s psychikou a stavem mysli [141].

#### **5.4.2 Možnosti diferenciaci svalové funkce na základě motorických vzorů**

Z hlediska tréninku a nácviu nových pohybových dovedností je nutné zmínit genetickou předurčenost k pohybu a možnost míry jejího ovlivnění.

Sval je zavzat do geneticky určeného programu, označovaného jako motorický vzor, v přesně vymezené koordinaci s ostatními svaly. Přestože jsou určité pohybové vzory geneticky dané, má pohybový projev vždy individuální ráz. V rámci začlenění svalu do naprogramovaných motorických vzorů na supraspinální úrovni vidíme, že sval neplní pouze jeden funkční účel, ale je ve své funkci diferencován. Jako příklad lze uvést svaly, které jsou při určitém pohybovém účelu synergisty a při jiném pohybu mohou být antagonisty. Tyto motorické vzory v sobě obsahují vlastní diferenciaci svalové funkce, kterou nelze ovlivňovat pouze tréninkem svalů na základě jejich anatomického uspořádání [69]. Pohyb vychází z předem naprogramovaných pohybových vzorů, které učením zdokonalujeme. Opakovaný pohybový vzor není proveden vždy naprosto stejně, neboť se provedení pohybu průběžně přizpůsobuje okamžitému stavu zevního i vnitřního prostředí včetně mentality. Na zapojování svalů se však i značnou měrou podílí vlastní myoskeletální aparát prostřednictvím proprioceptorů v kloubech, ligamentech, šlachách, fasciích a ve svalech. Proprioceptory tvoří zpětnovazební informace nutné k řízení pohybu [141]. Mohutnost proprioceptivní aference příslušných svalů je v průběhu excentrické aktivity vyšší než u koncentrické, protože jsou nadprahově drážděna svalová vřeténka, sval se prodlužuje, i Golgiho tělíska, kdy sval vyvíjí tenzi, a proto stoupá napětí na rozhraní svalové a šlachové části. Při koncentrické aktivitě se neudržuje zvýšená

aferece z obou typů receptorů po celou dobu aktivace, ale jeví reciproký vztah. Mohutnější aferece vede ke snížení prahu dráždivosti alfa-motoneuronů, a proto některé studie udávají excentrickou aktivitu jako „kontrakci“ s nejmohutnějším nábojem motorických jednotek [46]. Složitější pohyby, mezi které můžeme řadit i běžeckou akceleraci a běh submaximální či maximální rychlostí, nelze dostatečně korigovat pro jejich přílišnou rychlost, proto vyžadují zapojení specializovaných subkortikálních řídicích center do řízení pohybu. Pohyb je řízen výměnou informací, která je obousměrná. Tato výměna informací probíhá mezi CNS a vlastním pohybovým aparátem, který však nemusí zareagovat vždy správně a pohyb se pak může odchýlit od původního záměru. Zpětnovazební informace zajišťují proprioceptory, receptory vestibulárního aparátu, ale i receptory kožní, sluchové a zrakové. Informace z receptorů se v CNS porovnávají s vyslaným signálem. Tato případná odchylka je vyhodnocena mozečkem a následně musí být korigována, aby bylo dosaženo zamýšleného cíle. Při přenosu těchto informací však může docházet k jejich zkreslení, proto je nutná neustálá oprava [141].

#### 5.4.3 Neurofyziologie svalové kontrakce

Pro správné pochopení svalové kontrakce je nutná i určitá znalost neurofyziologie. Vlastním výkonným orgánem motoriky je motorická jednotka. Kontrakce probíhá jako synchronní záškub všech svalových vláken motorické jednotky. Dekontrakce je pasivní fází pracovního cyklu motorické jednotky, která nastává po skončení „záškubu“. Uvolnění je spuštěno chemickým pochodem, který zajišťuje „relaxační faktor“, uvnitř svalových vláken. Dekontrakce přechází v relaxační fázi asi po dobu cca 100 ms, během níž dochází k energetické restituci motoneuronu, který svoji energii vydal při kontrakci. Optimální frekvence záškubů, kdy motorická jednotka může pracovat trvale bez únavy je cca 10/s, tj. interval potřebný k obnovení plného energetického potenciálu motoneuronu. Motorická jednotka může sice vyvinout po kratší dobu i vyšší frekvenci záškubů, ale dostavuje se postupně únava z vyčerpání rezerv, které nemohly být včas doplněny pro zkrácení restituční fáze. Dráždivost motoneuronů zásobujících sval je přímo úměrná protažení svalu díky funkci svalového vřeténka, ale může být i předem nastavována z retikulární formace, nezávisle

na délce svalu. Proprioceptory svalu a kloubu podávají do řídicího centra informace o současném stavu pohybového segmentu, tedy o délce svalu, rychlosti změny délky a o postavení kloubu. Vliv proprioceptivní lze shrnout jako změnu polohy segmentu nebo celého těla za účelem korekce polohy nebo zaujetí polohy nové. Motorické jednotky se při činnosti svalu aktivují asynchronně postupným nábojem v lineární závislosti na vyvíjeném úsilí. Zvyšování úsilí probíhá „prostorovou sumací“ aktivních neuronů, stoupajícím nábojem počtu aktivovaných neuronů ve svalu. Asynchronní aktivita motorických jednotek má za následek plynulé narůstání vyvíjené svalové síly. Maximálního možného momentu síly je však dosaženo při synchronním náboru motorických jednotek, kdy dojde k využití „časové sumace“. Toto vede ke krátkodobému zvýšení svalové síly, ale za cenu stoupající únavy, proto tohoto mechanismu lze využít jen krátkodobě, například při vzpírání. Synchronizací náboru motorických jednotek stoupá velikost okamžitého silového momentu, ale současně klesá plynulost kontrakce, která může mít za následek mikrotraumatizace svalu a následně rozvoj entezopatií. Za normálních okolností se synchronizace objevuje pouze na konci maximálního úsilí a jenom krátkodobě [141].

#### **5.4.4 Úloha mozečku na provedení a vnímání pohybu**

Pro správné provedení pohybu je důležitá orientace po vnitřním tělesném schématu a korekce chyb při pohybu, proto je v této části nastíněna funkce mozečku.

Při řízení pohybu nesmíme opomenout mozeček, který je považován za generátor rychlých pohybů. Mozeček zpracovává aferentní signalizace proprioceptivní, exteroceptivní a informace z kortexu o zamýšleném pohybu. Na základě vyhodnocení těchto informací lze konstatovat, že mozeček řídí koordinaci uvnitř pohybové soustavy, tedy orientaci po tělesném schématu, ale i hodnocení prostoru a času zevního prostředí [141]. Orientace po tělesném schématu je spojována s tzv. „tělesnou slepotou“. Kolář [71] „tělesnou slepotu“ popisuje jako neschopnost rozlišení těla v prostoru, vnímání našeho těla v prostoru, postavení jednotlivých segmentů těla a schopnosti „cítit“ průběh pohybu bez zrakové kontroly. Tato forma rozlišování souvisí s relaxací a pohybovou diferenciací. Člověk je na základě diferenciaci schopen zapojit do vykonávaného pohybu nejnížší možný počet svalů a tento pohyb provést

kvalitně s vynaložením minimální síly. Informace z proprioceptorů o aktuální poloze a pohybu jednotlivých pohybových segmentů vstupují přímo do mozečku drahami spinocerebelárními a porovnávají se s informací přicházející z kortexu o plánovaném pohybu. Při zjištění rozdílu mezi záměrem pohybu a aktuálním stavem vychází z mozečku signál pro příslušnou korekci, aby pohyb mohl dosáhnout zamýšleného cíle. Mozeček zpracovává informace na principu dopředné vazby (z angl. feed forward), čímž umožňuje krátkou predikci dění v zevním prostředí. V interneuronální síti cerebela mohou příslé vzruchy konvergovat nebo divergovat na různý počet výstupních Purkyňových buněk. Na tomto základě pak mohou vznikat různá časová zpoždění a tím i různé časové rytmy. Z tohoto důvodu se mozeček pokládá za „vnitřní hodiny“, které rozvrhují časově sekvenci jednotlivých fází pohybu, tzv. „timing pohybu“ [141].

#### **5.4.5 Vliv faktorů prostředí na průběh pohybu**

Na průběh pohybu nemají vliv pouze faktory zevního prostředí, mezi které řadíme teplotu, vlhkost vzduchu apod., ale také informace z vnitřního prostředí, aferentních receptorů a nociceptorů. Nocicepce může být vnímána jako bolest, pak upozorňuje na poškození systému a nutí k vědomému šetření postižené oblasti. Ať již je nocicepce vnímána jako bolest a nebo není, což záleží na psychologické složce interpretace podnětu, vznikají náhradní „šetřící programy“ jako obranné reakce, které mají umožnit hojení traumatizované oblasti. Trvá-li tento náhradní „šetřící“ program příliš dlouho, může se z něj stát program trvalý, který zatěžuje zdravou část vůči části postižené i po zhojení traumatizované oblasti. Tato asymetrie pak může vyvolat i sekundární pohybové poruchy [141].

Bolest je činitelem omezujícím pohyb a v případě jakékoli bolesti v pohybovém aparátu by se sportovci neměli účastnit žádné náročnější aktivity, neboť bolest mimo jiné signalizuje možnost vzniku mikrotraumat nebo zhoršení stávajícího stavu, a proto by veškerá pohybová aktivita měla být eliminována pouze na nebolestivé rozsahy pohybů a nebolestivou zátěž. Pohybem lze bolest ovlivnit na základě vrátkové či endorfinové teorie pouze v případě, že vykonávaný pohyb neaktivuje přímo zdroj nocicepce. K zabránění dráždění bolestivých míst dochází k vytváření „obránných mechanismů“, například svalové spasmy, které působí

jako „dlaha“. Při léčbě motorických poruch provázených bolestí je nutné zvážit, zda utlumením bolestivých počitků nezbavíme nemocného varovného účinku bolesti. Což znamená, zda neodstraníme varovný účinek bolesti, který omezuje pohybovou aktivitu, aby se podpořil reparační proces [141].

Pohyb je dále ovlivňován taktilní a proprioceptivní signalizací. O proprioceptivní signalizaci jsem se již zmínila výše. Taktilní informace mohou v případě sportovce přicházet z nevhodného oblečení, které může být malé, omezující pohyb nebo z nevhodného materiálu. Taktilní podněty se sčítají s podněty proprioceptivními, čímž se jejich účinek akcentuje a vytváří se speciální aferentní soubor signálů působících specificky na CNS, což může mít za následek ovlivnění pohybového programu, který se při déletrvající signalizaci může opět stát programem náhradním [141].

## **5.5 FYZIOTERAPEUTICKÝ POHLED NA PROBLEMATIKU ZADNÍ STRANY STEHNA**

Z fyzioterapeutického hlediska můžeme zranění hamstringů vnímat různě. Protože rizikovým faktorům, etiopatogenezi a léčbě tohoto zranění bude dále věnováno dostatek pozornosti, ráda bych se zde zmínila o diferenciálně diagnostickém pohledu na bolest zadní strany stehna.

Zranění hamstringů může mít řadu příčin. Nutné je diferenciálně diagnosticky odlišit pravé natržení hamstringů, charakterizované lokalizovanou bolestivostí, omezením rozsahu pohybu a deficitem svalové síly, od bolesti hamstringů z „přenesených příčin“ ze vzdálenějších struktur, což se projevuje difúzní citlivostí, změnou rozsahu pohybu a síla svalu je intaktní [111].

Diferenciálně diagnosticky lze uvažovat o svalových dysbalancích v příslušných svalových řetězcích a ve svalech pracujících v antagonistickém vztahu, m. quadriceps femoris a m. iliopsoas a na druhé straně hamstringy a gluteální svaly. Nebo jak zmiňuje Kolář [71], může se jednat o insuficienci hlubokého stabilizačního systému (dále HSS) páteře.

Dále by bylo asi vhodné zmínit vztah zkrácených hamstringů a držení těla. Zkrácené hamstringy svým tahem působí přenos těžiště a tím i „uzamykání“ kolenních kloubů,

což může mít za následek zvýraznění křivek páteře a následně ohnuté držení těla a změny rotace dolní končetiny, zejména zevně. Toto opět značně ovlivňuje biomechaniku hamstringů, ale také „zdraví“ kloubů [45].

Zranění hamstringů mohou být též spojovány s epizodami „low back pain“ v anamnéze, kdy příčinou mohou být svalové dysbalance v této oblasti a změny v biomechanických souvislostech lumbopelvickeho regionu a kyčelního kloubu. V tomto případě nacházíme zejména asymetrické postavení pánve, hypertonus m. iliopsoas, hamstringů, svalů bederní páteře, gluteálních svalů, svalů v oblasti thorakolumbálního přechodu s kloubními blokádami v této oblasti, blokádu či posun sakroiliakálního spojení, ale i oslabení hýžd'ových svalů a hamstringů. Také neschopnost aktivovat m. transversus abdominis vede k přetížení oblasti bederní páteře a následně k bolesti hamstringů. Opět bychom měli uvažovat o možnosti přenesené bolesti z myofasciálních struktur v oblasti bederní páteře či trigger pointů gluteálních svalů nebo m. piriformis [53; 71].

Přenesená bolest, označovaná v zahraniční literatuře jako „back related hamstring pain“ v sobě zahrnuje příznaky hamstringové i příznaky poruchy bederní páteře [146]. Jedná se o přenos bolesti ze vzdálených struktur. Historie postupného nástupu bolesti hamstringů z přenesených příčin může být mnohem sugestivnější. Často bývá přítomnost „low back pain“ v anamnéze nebo jako současný problém. Příčinou přenesené bolesti do oblasti hamstringů nejčastěji bývá bederní páteř, ale také sakroiliakální kloub, který je v závislosti na změně biomechanice páteře často dysfunkční. Bolesti bederní páteře vyvolané degenerativními změnami kloubů zygapophysiálních či meziobratlových destiček jsou nejčastější zejména na úrovni L4/5 a L5/S1. Jedná se o hlavní segmenty, kterými procházejí nervové kořeny zásobující hamstringy. Degenerativní změny mohou provokovat zvýšení svalového napětí v inkriminované oblasti a tím predisponovat rozvoji zranění [53; 101]. K tomuto typu bolesti může dojít během tréninku, který často přetěžuje bederní páteř a nebo příčinu můžeme najít i mezi aktivitami všedního dne. Bolest hamstringů může vznikat v závislosti na dlouhodobém sezení a tím přetížení bederní páteře při nesprávném sedu nejen v práci, při cestování autem, letadlem, apod., ale také jako následek nesprávně prováděných denních aktivit, například zvedání a přemísťování těžkých předmětů a další. Pokud se jedná o podezření na bolest přenesenou z bederní páteře, je nutné celkové ohodnocení bederní páteře a postury. Často pak



nacházíme snížený rozsah pohybu bederní páteře, bolestivost a nebo ztuhlost intervertebrálních kloubů a „tuhost“ při slump testech nebo bolestivost a „tuhost“ v oblasti sakroiliakálního kloubu [17; 53; 111]. Z oblasti bederní páteře může být bolest dále přenesena z následujících struktur: meziobratlová ploténka, svaly zad a ligamenta páteře či na základě komprese nervových kořenů. V případě kořenové komprese bývají přidruženy neurologické příznaky dle postiženého segmentu.

Příčinou bolesti také může být spondylolistéza a spondylolýza. Dalšími možnými příčinami přenesené bolesti mohou být například ischiadický nerv a „neurální tenze“, ischiogluteální bursa, syndrom m. piriformis. Přenesenou bolest také mohou způsobovat kostní tumory, avulze, kompletní ruptura, od tuber ischiadicum vyžadující neodkladnou chirurgickou léčbu. K odtržení apofýzy jsou náchylní zejména mladí sportovci ve věku 14-18 let [17].

Syndrom hamstringů, nebo-li fibrózní adheze, který je typický u sprinterů a překážkářů, ale i jiných sportů, kde je zapotřebí explozivní síla, je způsoben kompresí n. ischiadicus mezi svaly. Tento syndrom se projevuje bolestivostí při sezení s místní citlivostí v oblasti tuber ischiadicum. Odpor kladený hamstringům při jejich koncentraci také vede ke zvýšení bolestivosti, zejména v oblasti hýždí, ale může i iradovat kaudálně. Trigger pointy m. gluteus maximus, zejména jeho proximálních vláken, laterální části m. gluteus medius, m. piriformis a m. tensor fasciae latae jsou také příčinou přenesené bolesti do oblasti hamstringů, což zachycuje Obr. 4 přílohové části. Palpace těchto aktivních trigger pointů může redukovat symptomy hamstringů [17; 36; 75; 111]. O přenesené bolesti lze uvažovat na základě faktu, že přibližně 19% zranění hamstringů je bez patologického nálezu na MRI [53] i na CT [152]. Léčba tohoto typu „zranění“ pak pochopitelně bude vyžadovat jiné postupy v léčbě, a podrobné vyšetření zejména se zaměřením na oblast bederní páteře, pánve a sacra [53].

Mojžíšová popisuje svalový řetězec, který je spojený s distenzí 5. žebra. V tomto případě dochází k řetězení od 5. žebra přes hluboké paravertebrální svaly v rozsahu obratlů C5 až Th5 a Th5 až S4. V případě tohoto řetězení může docházet k bolestem kyčlí a sacra. Distenze 5. žebra může imitovat i příznaky radikulárního syndromu L4 nebo L5. Toto řetězení je spojeno s blokádami L4, L5, S1, hypertonelem hamstringů, zejména jejich laterální části, hypertonelem pánevního dna a m. adductor magnus, laterální stranou lýtky a mediální částí

plosky nohy a bývá spojen s omezenou dorzální flexí hlezna. Omezení dorzální flexe hlezna se projevuje zejména vleže na břicho s flektovaným kolenem [74; 112].

Také se může jednat o „compartment syndrome“ zadní strany stehna, který nebývá častý, ale nelze jeho vznik vyloučit. Projevuje se ztuhlostí, křečemi a slabostí ve svalu zadní strany stehna. Může se rozvinout jako následek avulze od tuber ischiadicum, po přímém traumatu, fraktuře nebo kompresi [3; 17; 78; 152].

Diferenciálně diagnosticky lze usuzovat i na stresovou frakturu femuru, která může zranění hamstringů též imitovat [58; 111].

Příčinou bolesti v oblasti hamstringů, imitující svalové zranění prvního stupně nebo vedoucí k tomuto zranění, může být probíhající osteitis pubis, což je zánět kosti, nejčastěji u fotbalistů, ale i běžců, z opakovaného přetěžování úponů adduktorů stehna, nebo toto onemocnění v anamnéze, zejména v období předešlých dvanácti měsíců. V těchto případech můžeme během kineziologického rozboru odhalit následující patologie: hyperlordosu bederní páteře a hyperkyfosu hrudní páteře, anteverzi pánve, semiflexi kolenních kloubů, zkrácené flexory kyčelního kloubu a zkrácené hamstringy, hypertonické gluteální svaly, hamstringy, vzpřimovač páteře, zejména v oblasti bederní páteře, m. psoas, s možnou přítomností trigger pointů, omezení rozsahu pohybu v bederní a hrudní páteři a omezený joint play v těchto segmentech páteře. Další vyšetření, která je v tomto případě vhodné provést, jsou Trendelenburgova zkouška, Valsalvův test, neurologické vyšetření, slump testy, vyšetření kyčelních kloubů a sakroiliakálního skloubení, případně ve spolupráci s ortopedem doplnit o ortopedické vyšetření. V těchto „dalších“ vyšetřeních však nemusí být změny výrazné [53].

Zuluaga et al (in Woods et al [152]) uvádějí částečné odchýlení osy kolenního kloubu způsobené poškozením menisků kolenního kloubu jako možnou příčinu vzniku zranění hamstringů, což může vést k nadměrnému zatížení m. biceps femoris, který se účastní zevní rotace flektovaného kolena a extendované kyčle. Tyto souvislosti lze uvažovat spíše ve fotbale, kde jsou zvýšené nároky na stabilizaci kolenního kloubu zejména při bránění protihráče nebo doběhnutí míče a jeho následné zpracování.

Tendinopatie horní nebo dolní části hamstringů vznikají u jejich začátků nebo úponů. Jedná se o typické neinfekční svalové onemocnění projevující se bolestivostí a zhoršující se pohybem. Proximální a distální tendinopatie hamstringů je často spojena v případě proximální

tendinopatie s opakujícím se sprinterským tréninkem a „nestabilitou“ pánve a v případě distální tendinopatie s opakovanou hyperextensí kolena [17; 111].

Myogelózy také mohou imitovat svalové natržení. Svalové myogelózy jsou bolestivá zatvrdnutí, ohraničená podél svalových vláken, zejména při svalových úponech. Důležité je nezaměnit je se svalovým natržením, které probíhá kolmo na průběh svalových vláken. Myogelózy jsou provázeny bolestí, otokem a soudí se, že jejich příčinou je „přetažení“ svalu a lokální podráždění látkami vznikajícími při únavě, například kyselina mléčná [59].

Také je nutné vyloučit bursitidy, které mohou imitovat nejčastěji tendinopatii. V případě hamstringů by se mohlo jednat o následující bursy: bursa ischiadica musculi glutaei maximi proximálně nebo bursa subtendinea musculi bicipitis femoris inferior [17; 24; 35].

Neměli bychom opomenout ani natržení *m. adductor magnus* [17] a *m. vastus lateralis* [111], které se mohou chovat obdobně jako natržené hamstringy. V tomto případě bývá prognóza lepší než natržení hamstringů [17].

Bolest hamstringů z vaskulárních příčin, projevující se ve formě klaudikací, se téměř nevyskytuje, pouze v ojedinělých případech. Je způsobena endofibrózou a iliaca externa, ale může být způsobena i femorální žilní trombózou [17; 104].

Další možností jsou svalové křeče, které jsou u sportovců ve většině případů způsobeny dehydratací a změnami vnitřního prostředí, kdy dochází ke ztrátám elektrolytů [17].

Klinické nálezy přítomné v případě natržení hamstringů a přenesené bolesti jsou shrnuty v Tab. 2 přílohové části.

## 5.6 FYZIOLOGICKÝ A BIOCHEMICKÝ POHLED

Zranění hamstringů lze vnímat i na základě fyziologických a biochemických poznatků, zejména v závislosti na typu svalových vláken a jejich zastoupení v jednotlivých svalech, vlastnostech svalu a šlachy, dále na molekulární stavbě svalu a vlastnostech jednotlivých látek obsažených ve svalu, mechanismu svalové kontrakce a vzniku aktomyozinového komplexu a energetických nárocích na svalovou činnost. Za zmínku také stojí funkce vaziva a typy kolagenních vláken, doba, po kterou je čas schopen pracovat a jakou je schopen vyvíjet sílu a zda dochází k adaptačním změnám svalů na trénink.

### 5.6.1 Přehled typů svalových vláken kosterního svalu a jejich zastoupení u hamstringů

Vzhledem k tomu, že ke zranění hamstringů dochází v případě běhu maximální rychlostí či při startovní akceleraci, budou podrobněji popsána pouze vlákna, která jsou považována za více riziková pro vznik zranění, tedy vlákna glykolytická a oxidativně-glykolytická.

Svalová vlákna mají sice řadu společných makroskopických znaků, které dovolují jejich jednotný obecný popis, ale ve skutečnosti je sval heterogenní populací vláken lišících se řadou mikroskopických, histochemických a fyziologických vlastností [30].

V zásadě se rozlišují tři základní typy vláken kosterního svalu: vlákna oxidativní (SO), glykolytická (FG), oxidativně-glykolytická (FOG) [114].

Vlákna glykolytická, též označovaná FG, „fast glycolytic“, typ IIB, vlákna rychlá bílá, zajišťují rychlý intenzivní krátkodobý stah prováděný maximální silou a jsou málo odolná vůči únavě. Rychlost kontrakce rychlých vláken je do 25 ms, zatímco u pomalých vláken proběhne kontrakce do 75 ms [24; 30; 114].

Vlákna oxidativně-glykolytická, také nazývaná vlákna smíšená, FOG, „fast oxidative glycolytic“, vlákna rychlá červená, typ IIA, „vlákna fázická“, jsou enzymaticky vybavena k rychlým kontrakcím prováděným velkou silou po krátkou dobu. Jsou méně ekonomická než vlákna SO. Tento typ vláken je jakýmsi mezistupněm mezi FG a SO vlákny. Jejich výhodou je poměrně značná odolnost proti únavě. Při déletrvajícím vytrvalostním přípravě dochází k přeměně rychlých vláken IIB na tento typ vláken [30; 114].

Zastoupení jednotlivých svalových vláken v kosterním svalu je geneticky podmíněno, což představuje určitou predispozici jedince k výkonům krátkodobým o maximální intenzitě a nebo k výkonům déletrvajícím s méně intenzivním zatížením [30; 114]. Cvičením lze v daném svalu či svalové skupině vynutit diferenciaci vláken vysoce odolných proti únavě a vláken zajišťujících v rámci svalu polohové, spíše statické a vytrvalostní pohybové parametry. Rychlostní a silové osobnostní znaky jsou podmíněny převážně genotypově, přesto specifická pohybová aktivita má vliv na diferenciaci určitého typu svalového vlákna [30].

Dosud nebyl zjištěn rozdíl v zastoupení typů vláken u lidí různého somatického typu. U několika svalů byly zjištěny rozdíly v zastoupení vláken typu I a typu II u mužů a žen [30].

U mužů převládají vlákna typu II [30], což společně s dalšími faktory umožňuje mužům dosahovat lepších výsledků zejména v rychlostně silových disciplínách. Hamstringy jsou primárně složeny ze svalových vláken typu II [64]. Dylevský [30] však uvádí, že zastoupení vláken I. a II. typu je v případě m. biceps femoris následující: 66,9% pro vlákna typu I a 33,1% pro vlákna typu IIa, což svědčí spíše pro primární složení z vláken typu I. Pro porovnání s m. quadriceps femoris je toto zastoupení 42% vláken typu I a 58% vláken typu IIa. Z tohoto vyplývá, že m. biceps femoris má spíše tendenci k práci rychlostní vykonávané velkou silou, která však není maximální, a nemá tendence k rychlé unavitelnosti.

### 5.6.2 Úloha vazivové složky a její vztah ke zranění hamstringů

V této části bych se ráda zmínila o vlastnostech rizikové oblasti vzniku zranění hamstringů, funkci vaziva a typech kolagenních vláken.

Sval se ke kosti upíná provazcovitou šlachou. Přejít sval – šlacha neprobíhá v jedné rovině, ale svalová vlákna a vlákna šlarchy se mezi sebe schodovitě zasouvají. Tah svalových snopců je proto při kontrakci přenášen plynule a kaskádovitě na vazivo šlarchy a teprve následně na vlastní vlákna šlarchy. Stavba přechodu svalu do šlarchy je realizována na principu vazivo – vazivo. Spojení šlarchy a kosti se pak realizuje buď pomocí periostu nebo přímým průchodem vláken šlarchy až do kostní kompakty. Stavba přechodu svalu a šlarchy zajišťuje nejenom jeho ohromnou mechanickou pevnost, což má za následek, že se dříve utrhne sval než místo přechodu, ale také pružný a elastický přenos síly svalové kontrakce na skelet [30].

Hlavní funkcí muskulotendinózního spojení je přenášení svalové síly, ačkoli se často tvrdí, že je nejslabším článkem svalovo-šlachové jednotky. Tyto rysy vedou právě často k domněnce, že slabost tohoto spojení je příčinou největší četnosti ruptur právě v tomto spojení [111].

Vazivová tkáň ve svalu tvoří vazivové stroma, které přechází ve fasciální obal a dále ústí do šlašitého úponu končícího buď na periostu kostěných segmentů, nebo v jiných tkáních, jako příklad lze uvést thorakolumbální fascii. Vazivo má určité elastické vlastnosti obdobně jako sval, ale nedovede je měnit tak rychle jako sval. Svalová vlákna jsou primárními zdroji mechanické energie a vazivo ve svalu je svojí pružností sekundárním zdrojem energie.

Nejprve je nutno energii pružnému vazivu dodat, aby se mohla z něho opět uvolňovat. Vazivo pomáhá vyhlazovat jednotlivé rázy záškubů. Hlavní vliv na hladký průběh pohybu má však asynchronní nábor motorických jednotek ve svalu. Vazivo zpevňuje sval a současně vymezuje i rozsah pohybu. Pružnost vaziva se udržuje jeho rytmickým protahováním. Pokud nejsou sval a vazivo pravidelně zatěžovány, dochází již mezi 3. – 5. dnem imobilizace k prokazatelným organickým změnám (zkrácení vaziva), což snižuje sílu svalu při kontrakci. Zkrácený sval, který nemůže pracovat z maximálního rozsahu pohybu, není schopen vyvinout maximální úsilí a jeho výkon klesá. Obnoví-li se původní rozsah pohybu v kloubu, zvýší se i výkon svalu [141].

Satelitní buňky se nacházejí ve vazivové tkáni kosterního svalu. Obecně je vazivovou tkáň možné rozlišit dva základní typy vaziva: kolagenní a speciální. Obnova a hojení tkáně závisí především na funkční zdatnosti a přítomnosti fibroblastů, resp. fibrocytů, které se i v dospělém organismu mohou aktivovat, proliferovat a syntetizovat mezibuněčnou hmotu tvořící jizvu. Vazivová tkáň obsahuje značné množství mezibuněčné hmoty, jejíž součástí jsou tři druhy vláken: kolagenní, elastická a retikulární. Kolagenní vlákna jsou velmi ohebná a pevná na tah, ale mají menší pružnost. Prodlužují se asi o 8-10% své délky, ale unesou zatížení až  $50 \text{ N/cm}^2$  [31]. Rozlišujeme čtyři typy kolagenních vláken. Kolageny I.-III. typu tvoří mikrofibrily a fibrily, zatímco kolagen IV. typu, obsažený v placentě a plodových obalech [30; 31], vlákna netvoří. Kolagen I. typu je zastoupen v kůži, šlachách, kostech, kloubních pouzdrech, vazivové chrupavce a dentinu. Jedná se o svazky paralelně orientovaných vláken, která jsou pevná v tahu, jsou ohebná a odolná na tlak. Kolagen II. typu nacházíme v kloubní a elastické chrupavce. Vytváří síť jemných vláken a v kloubní chrupavce má architektonickou úpravu. Je odolný na střídavý tlak [24; 30]. Kolagen typu III se účastní procesů hojení, kdy během proliferační fáze zajišťuje uzavírání rány a poté vede k přestavbě na kolagen I. typu [138]. Kolagen zajišťuje sílu a tuhost tkáně. Kolagenní vlákna jsou 5× silnější než vlákna elastinu [54].

### 5.6.3 Fyziologický pohled na stavbu vláken kosterního svalu a svalovou kontrakci

Jelikož ke zranění hamstringů dochází zejména při silné svalové kontrakci, nastíním v této části základní složky svalu zodpovědné za tento děj a stručně popíšu mechanismus svalové kontrakce, roli aktomyozinového komplexu a faktory ovlivňující svalovou sílu.

Základní strukturální jednotkou kosterního svalu je svalové vlákno [114]. Uvnitř svalového vlákna jsou vláček vlastního stažlivého systému, myofibrily, které jsou orientovány podélně [30]. Myofibrily jsou obaleny a zčásti prostoupeny sarkoplazmatickým retikulem [114], které obsahuje vysokou koncentraci vápenatých a hořečnatých iontů nezbytných pro realizaci svalové kontrakce [30]. Svalový stah je výsledkem souhry základních buněčných složek: povrchové membrány, myofibril a sarkoplazmatického retikula [114].

Základní morfologickou charakteristikou kosterního svalu je jeho nápadné příčné pruhování podmíněné střídáním anizotropních úseků, tzv. pás A a izotropních úseků označovaných jako pás I. Uprostřed pásu I je úzký pruh označovaný jako linie Z [114], telofragma, „ploténka“ [30], či Z-disk [37]. Z-disky jsou nejvíce náchylné struktury ke zranění při vzniku svalového zranění cvičením [37]. Úseky myofibril mezi dvěma sousedními Z liniemi nazýváme sarkomera. Sarkomera je považovaná za základní kontraktilní jednotku svalu [30; 114]. Pružnost sarkomery je podmíněna bílkoviny, titinem a nebulinem. Kromě hlavních kontraktilních bílkovin, aktinu a myozinu, jsou v sarkomeře i další bílkoviny, fixační, mezi které řadíme desmin, vimetin, syndesmin, ale také tropomyozin a troponin, které jsou označovány jako bílkoviny regulační [30]. Každá myofibrila obsahuje množství paralelních vláken, myofilament [114], která jsou tvořena kontraktilními proteiny, aktinem a myozinem [30]. Myozinem představuje 35-45% všech bílkovin kosterního svalu. Na aktin je vázán troponin a tropomyozin, které významně ovlivňují interakci aktinu a myozinu [114]. Aktinová vlákna jsou zakotvena v Z liniích. Mírné odlišnosti ve složení sarkomer nacházíme v marginálních úsecích svalového vlákna. V sarkomerách na koncích vláken je prokázána nepřítomnost titinu a myozinu. Je zde však lokalizován aktin zakotvený do Z linií a spojovací nebulin [30].

Činností kontraktilních bílkovin se sval zkracuje a generuje tah, jehož důsledkem je pohyb. Sval má také vlastnost vracet se do své původní délky, je pružný, což na molekulární úrovni zajišťují titin a nebulin [30].

Po uvolnění vápenatých iontů z „terminálních cisteren“ sarkoplazmatického retikula dochází k reakci těchto iontů s troponinem, tropomyozinem a jeho prostřednictvím s aktinem, který pak získá schopnost reagovat s myozinem. Vlastní mechanismus kontrakce je závislý na přítomnosti ATP, které podmiňuje vznik nového aktomyozinového komplexu. Na přítomnosti ATP nezávisí jen svalová kontrakce, ale také svalová relaxace, neboť jen za přítomnosti ATP je možná disociace aktomyozinového komplexu na aktin a myozin. Svalová ztuhlost po vyčerpávající práci může být v důsledku vyčerpání zásob ATP, CP. Důsledkem tohoto nedostatku může být přetrvávající aktomyozinový komplex [114]. Jednotlivé pochody se opakují do odeznění nervových podnětů a odstranění vápenatých iontů kalciovou pumpou do cisteren sarkoplazmatického retikula nebo do vyčerpání zásob či přísunu ATP [30; 114]. V kosterních svalech člověka jednotlivá vlákna vyvíjejí sílu a relaxují v různém poměru a diferencovaně zodpovídají za změnu v poměru stimulů [153].

Významným ukazatelem svalové funkce je maximální svalová síla. Z anatomického hlediska závisí svalová síla na počtu svalových vláken, délce svalového vlákna a počtu aktivovaných motorických jednotek inervovaných jedním motorickým vláknem, tzv.  $\alpha$ -motoneuronem. Čím je více svalových vláken, a zároveň čím je sval delší, tím větší sílu je obvykle schopen vyvinout. Svalová síla je výsledkem působení elastické složky svalu a šlachy. Silové působení v místě úponu šlachy není výsledkem pouhé kontrakce vyvolané interakcí molekul aktinu a myozinu, ale je i důsledkem napětí elastických složek svalu a šlachy. Elastická síla roste nelineárně a její přírůstek je největší při maximálním protažení svalu. Sval se při kontrakci zkracuje o 30-40% své délky [30]. Síla stahu svalu je u různých svalů odlišná. Sval zdvihne hmotnost 5-12 kg/1 cm<sup>2</sup> průřezu svalových snopců [24]. Svaly s paralelním uspořádáním vláken se obvykle upínají dále od osy kloubu a mají proto menší sílu, ale větší zdvih. U svalů upínajících se blíže kloubu, což jsou zejména svaly zpeřené, to platí obráceně [30].



#### 5.6.4 Stručný popis faktorů ovlivňující svalovou činnost a vznik únavy

Vyčerpání energetických zásob vede k rozvoji únavy, která může ovlivnit koordinaci pohybu, proto v následující části nastíním alespoň základní energetické požadavky pro svalovou práci a faktory omezující dobu, po kterou je sval schopen pracovat.

Základními zdroji energie pro svalovou práci jsou makroergní fosfáty, adenosintrifosfát (ATP), ale také kreatinfosfát (CP), které představují pohotovou energii pro rychlou krátkodobou činnost. Dále je energie získávána ze substrátů uložených přímo ve struktuře svalového vlákna a ze zdrojů přiváděných krví. Nejvýznamnějším zdrojem energie je svalový glykogen. Zdrojem glukózy ve svalu je svalový glykogen, nebo je přiváděna krví. Funkční nároky na činnost svalů determinují vzájemný poměr způsobu energetického krytí. Podíl zastoupení jednotlivých živin, mezi které řadíme cukry, tuky, bílkoviny, je závislý na intenzitě a době trvání pohybové činnosti. V zapojování podílu živin na energetickém krytí existuje značná individuální variabilita, jejíž charakter je možné měnit sportovní přípravou. Zásoby energetických zdrojů jak ve svalu tak v játrech lze do jisté míry ovlivnit dietou [114]. Odolnost vůči únavě se dle Yoshioka et al [153] zdá být spíše energetická spotřeba než tvorba energie.

Fyziologickou činností svalu je krátkodobá rytmická aktivace střídaná s relaxací. Doba práce svalu je omezená nejen z důvodu vyčerpání energetických zásob, ale i únavou CNS. Při prolongované excentrické aktivitě svalu může dojít stejně jako při isometrické aktivitě k ischemickým změnám, které mohou nepříznivě ovlivnit mechanismus řízení a mohou vést ke strukturálnímu poškození, bolestem svalu apod. Pro udržení výkonu svalu jsou nutné relaxační pauzy. Prodlužuje-li se doba aktivity či se zkracuje relaxační pauza, dostavuje se únava svalů. Pokud jde o celkový výkon jedince, musí se svaly aktivovat koordinovaně a ekonomicky, aby nedocházelo k plýtvání energií tím, že se do aktivity zapojují svaly, které nejsou pro daný pohyb nutně potřebné [141].

### 5.6.5 Vliv zátěže na svaly a možné změny ve svalech s přibývajícím věkem

Každá pohybová aktivita vede k rozvoji změn ve svalu. S přibývajícím věkem také dochází k určitým změnám ve svalu, což by mohlo mít spojitost se zvyšujícím se rizikem vzniku zranění. Tyto změny budou níže nastíněny.

U trénovaných jedinců dochází k řadě adaptačních změn na úrovni strukturální i biochemické. Tyto adaptační změny jsou patrné jak za klidových podmínek, tak i v metabolické reakci svalu na fyzické zatížení organismu. Právě typ pohybové aktivity je hlavním faktorem, který zabezpečuje specifickou ve vztahu k žádoucímu účinku tréninku na sval. Adaptační změny jsou shrnuty v Tab. 3 přílohy části [47].

S přibývajícím věkem dochází k zmenšení plochy příčného řezu kosterním svalem a zvyšuje se plocha příčného řezu pojivovou tkání. Redukce svalových vláken typu II a počtu svalových vláken přispívá k zmenšení plochy příčného řezu svalu a svalové hmoty. Úsilí, které sval může vyvinout, je úměrné ploše příčného řezu svalem. Snížení svalové síly je pak přisuzováno výše nastíněným změnám. Tyto změny mohou zvýšit riziko vzniku zranění hamstringů při zatížení této svalové skupiny [42]. Lze považovat za prokázané, že po čtyřicátém roce života dochází k atrofii všech typů svalových vláken. Je však sporné, nakolik jsou tyto změny vázány na typologii svalových vláken. Na základě některých údajů se zdá, že po 25. roce života dochází ve svalech ke zvýšení podílu vláken typu I na úkor vláken typu II a to až 5% na každých pět let věku [30]. Je nesporné, že s přibývajícím věkem roste vytrvalostní složka pohybových dovedností [31].

### 5.6.6 Regenerace svalu

Dále se budu zabývat regenerací svalu a jejími jednotlivými fázemi. Procesy probíhající v jednotlivých fázích vysvětlují volbu léčebných metod, postupů a procedur.

Proces hojení po poškození svalu, tedy jeho regenerace, je závislý na rozsahu zranění. Je-li „oddělení“ tkáně malé, probíhá „primární záměr“ hojení svalů, kdy buňky vytvoří jakýsi „most“, který vede ke spojení konců poškozené tkáně. Toto je typické pro malé rány a nebo po chirurgických incizích, kde jsou poškozené konce sešity dohromady. V případě vážnějších zranění, kdy jsou konce rány od sebe více vzdáleny a nemůže dojít k vytvoření

buněčného přemostění, probíhá „sekundární záměr“ hojení. V tomto případě je produkována nová tkáň, která vyplní poškozený prostor. „Sekundární záměr“ hojení je typický pro svalová natržení druhého stupně, kde je tkáň roztržena, ale není chirurgicky řešena. Tento typ hojení trvá obvykle mnohem déle než „primární záměr“ hojení. Jednou zraněná tkáň již nedosáhne 100% úrovně odolávat „tahové síle“, což je množství působení zevní síly, které je struktura schopná odolat, než dojde k jejímu poškození. Tato síla významně ovlivňuje dobu potřebnou k návratu ke sportu. Je přítomna již 24-48 hodin po vzniku zranění, zvyšovat se začíná kolem pátého dne. Dosažení jejího maxima trvá u člověka až rok [54].

Proces regenerace je velmi pomalý. Poškozený sval se běžně hojí vazivovou jizvou, která se nemůže plně kontrahovat a sval je v různém rozsahu defektní. Jakousi rezervu příčně pruhovaných svalů tvoří tzv. satelitní buňky, které mají schopnost rychlého dělení při destrukci svalových vláken. Tato schopnost je aktivována v zápětí po vzniku zranění. Počet klidných satelitních buněk je závislý na věku a typu svalových vláken. Procentuální zastoupení těchto buněk se s přibývajícím věkem snižuje. Hustota satelitních buněk je vyšší v oxidativní tkáni než ve tkáni glykolytické, což pravděpodobně může ovlivňovat schopnost a rychlost regenerace těchto dvou tkání. Zatímco se populace satelitních buněk snižuje s přibývajícím věkem, jejich počet se relativně nemění vzhledem k cyklu degenerace-regenerace.

Zranění kosterních svalů je obecně následováno řadou dějů, které vedou k regeneraci svalu. Jedná se zejména o fázi degenerace, regenerace a dozrávání. Fáze regenerace svalu bývají označovány jako fáze zánětlivá, proliferační a remodelační [24; 30; 37; 54; 108]. Regenerace kosterního svalu je kompletní tehdy, jsou-li vyvinuty i neuromuskulární struktury, které mohly být též poškozeny [54]. Doba potřebná k hojení zraněného svalu je uvedena v Tab. 4 a návaznost a prolínání jednotlivých fází dokumentuje Obr. 5 přílohou části.

Proces regenerace se skládá z několika fází, fáze alarmové, zánětlivé, proliferační, konsolidace a fáze přestavby. Alarmová fáze, také označovaná jako fáze vaskulární, trvá 0-2 dny. Fáze zánětlivá, jinak označovaná jako fáze buněčná, probíhá mezi druhým až pátým dnem. Myofibroblasty svojí aktivitou uzavírají ránu a do procesu hojení se zapojuje kolagen III. typu, který je v této fázi velmi tenký. Od pátého dne probíhá fáze proliferační, kdy dochází k uzavření rány a orientaci kolagenních fibril, která může v případě nesprávné léčby vést

k neuspořádané orientaci vláken a vzniku nekvalitní tkáně [138]. Přestavbu svalové tkáně a formování jizevnaté tkáně je možné podpořit mírným strečkem a lehkým cvičením [6]. Proliferační fáze končí přibližně 21. den od vzniku úrazu a následuje fáze konsolidace, trvající zhruba do 60. dne. V tomto období dochází k přeměně kolagenu III. typu na kolagen typu I. Od 60. do 360. dne probíhá fáze přestavby. Největší kolagenní syntéza probíhá do 120. dne. Během 150 dnů je přebudováno 85% kolagenu typu III na kolagen typu I. Pro možnost návratu po zranění je nutná alespoň 30%-ní přestavba kolagenu III na kolagen I, podle typu postižené tkáně [138]. Regenerace svalu však nemůže začít, nedojde-li k reparaci poškozeného cévního zásobení svalu u vážnějších zranění [6].

#### **5.6.6.1 Fáze zánětlivá**

Fáze zánětlivá, také označovaná jako fáze degenerativní, je charakteristická odstraněním všech známek původně poškozených svalových vláken fagocytárními buňkami, zejména neutrofily a leukocyty, a akumulací chemických látek v poškozené oblasti na principu chemotaxe již během prvních hodin. Neutrofily se významně zvyšují během prvních šesti hodin a jejich zvýšené množství v některých případech přetrvává až několik dní. Počet neutrofilů se snižuje cca po 9-12 hodinách od vzniku poškození a jsou nahrazovány monocyty a mikrofágy, které představují více než 50% buněk a které mají hlavní úlohu během 24-48 hodin. Tento poměrně složitý proces trvá přibližně 3-5 dní, než je úplně dokončen. Je možné, že neutrofily facilitují reparaci svalu tím, že odstraňují poškozenou tkáň a aktivují satelitní buňky [37; 54; 108; 136].

Bezprostředně po vzniku zranění dochází k vasokonstrikci (trvá přibližně 5-10 minut) cévního a lymfatického systému, což vede k lokální anémii, která je vystřídána hyperemií z vasodilatace. Počáteční efúze krve a plazmy do místa zranění trvá 24-36 hodin. Dochází k uvolnění chemických mediátorů, zejména histaminu, leucotaxinu a necrosinu. Histamin způsobuje vasodilataci a zvyšuje buněčnou permeabilitu endoteliálních buněk, což vede k rozvoji otoku. V důsledku působení histaminu se do místa zranění také dostávají serotonin a kininy, jejichž působením se do místa zranění dostávají prostaglandiny PGE<sub>1</sub> a PGE<sub>2</sub>, které stimulují reparaci poškozené oblasti a svým působením zahajují proliferační fázi.

Bezprostředně po vzniku zranění dochází k celulární reakci, která začíná prostupem krevních elementů do místa zranění. Krevní destičky uvolňují fosfolipidy stimulující mechanismus zastavující krvácení a další důležité substance (fibronectin, růstové faktory a fibrinogen). Fibronectin váže fibrin a kolagen dohromady a vznikají tzv. „sesítnění“ (z angl. „cross-link“) ve tvaru mřížky, které se účastní zástavy krvácení. Tato „záplata“ je dočasná a velmi fragilní, ale je schopná zajistit ráně odolnost vůči tahové síle, která během zánětlivé fáze dosahuje až 50% normálu. Tento proces začíná již během 24-48 hodin vzhledem k typu poškozené tkáně. Jak hojení pokračuje, je tato „záplata“ nahrazena kolagenem typu III [54; 108]. Významnou roli také hrají cytokininy a interleukin-1, které mohou stimulovat fibroblasty k sekreci kolagenu a tím přispívat k proteolýze extracelulární matrix [37].

Známkami probíhajícího zánětu jsou zarudnutí, způsobené vasodilatací a zvýšenou permeabilitou cév. Otok vzniká na základě zvýšené permeability cév a přítomnosti substancí blokujících lymfatické cévy. Bolest je způsobena přítomností histaminu, prostaglandinů a bradykininu, které způsobují hypersenzitivitu nervových zakončení utlačovaných otokem. Zvýšená teplota je způsobena zvýšenou buněčnou a chemickou aktivitou. Charakteristická je i ztráta funkce [54].

Pokud je zánětlivá fáze prodlužována než je normální doba, stává se škodlivou. Ovlivnění zánětlivé fáze ve smyslu jejího zkrácení může teoreticky redukovat svalové poškození, ale zrovna tak může ovlivnit signály důležité pro tvorbu nové tkáně a vznik jizvy [54; 136]. Mikrofágy a „buněk zánětu“ hrají hlavní roli v odstranění všech poškozených vláken. Reakce těchto buněk je velmi důležitá pro úspěšné léčení svalu. Léčba NSAID je známá svým narušením zotavení poškozených svalů [37].

#### **5.6.6.2 Fáze proliferační**

Fáze proliferační se také označuje jako fáze fibroblastická či fáze regenerace [37; 54; 108] a obecně trvá 2-4 týdny v závislosti na velikosti, lokalizaci zranění a typu poškozené tkáně [54]. Regenerace myofibril začíná bezprostředně po odstranění všech zničených buněk fagocytózou a aktivací satelitních buněk, které jsou mobilizovány po několika hodinách [37; 54; 108]. Dalším krokem je proces obnovy a růstu krevních cév (angiogeneze) a formování

granulační tkáň tvořené kapilárami, kolagenem a fibroblasty. Toto jsou markery počínající proliferální fáze [54; 108]. Pro formování jizevnaté tkáň je důležitá značná angiogeneze. Po 3-5 dnech od zranění zvyšují svoji aktivitu fibroblasty a proteoglykany. Důležitá je migrace fibroblastů, protože jsou primárně zodpovědné za tvorbu nových kapilár a extracelulární matrix. Fibroblasty produkují kolagen, kolagenázu, proteoglykany a elastin, které jsou důležité pro hlavní formování jizevnaté tkáň a její dozrávání. Základní substance vyplňuje prostor mezi vláknitými elementy matrix a snižuje jejich vzájemné tření. Vláknité elementy matrix jsou tvořeny kolagenem, elastinem a retikulinem. Kolagen a retikulin jsou neelastické, zatímco elastin má vysokou úroveň elasticity. Tyto elementy jsou produkovány během 5.-7. dne od vzniku zranění. V prvních dnech této fáze je produkován kolagen typu III, který je patrný již po 24-48 hodinách od vzniku zranění. Struktura vláken kolagenu typu III je velmi slabá a tenká, přesto dobře odolává tahu již v počátečních fázích hojení. Kolagen typu III má náhodné neorganizované uspořádání. Po sedmi dnech je v místě poškození značně zastoupen a od 12. dne je přeměňován na kolagen typu I, který je silnější a mnohem odolnější. Zevní projevy probíhající aktivity během této fáze jsou zarudnutí, způsobené značným prokrvením v závislosti na vzniku nových kapilár, a otok. Nervová zakončení citlivá na tlak a napětí mohou způsobovat bolestivé pocity při natažení svalu [54].

#### **5.6.6.3 Fáze remodelační**

Fáze remodelační, také označovaná jako fáze „dozrávací“, je dlouhodobý proces, během kterého probíhají některé procesy, například kontrakce rány, které probíhaly již ve fázi proliferální. Za tuto aktivitu zodpovídají myofibroblasty, které jsou v ráně pozorovány již od 5. dne a během následujících dvou měsíců od zranění. Tím, že je rána kontrahována, dochází ke zmenšení jizvy, což může být znemožněno v případě postižení kloubů. Nastane-li zranění v blízkosti kloubu, kontrakce jizevnaté tkáň a její adheze může způsobovat omezení rozsahu pohybu příslušného kloubu. Hlavními rysy této fáze jsou přeskupení a remodelace kolagenových vláken formujících jizevnatou tkáň podle tahových sil, kterým je vystavována. Toto přeskupení začíná již během fáze proliferální. Se zvyšujícím se zatížením a napětím se kolagenní vlákna řadí paralelně k linii napětí. Paralelní uspořádání kolagenu zajišťuje

optimální sílu. Tkáň postupně získává normální vzhled a funkčnost, ačkoli jizva je zřídka tak silná jako nezraněná tkáň. Přibližně do konce 3. týdne existuje pevná, silná, kontrahující se nevasikulární jizva. Obecně se udává, že doba trvání této fáze je v průměru 12 měsíců (rozmezí 6-18 měsíců), ale často vyžaduje i několik let, než je kompletně dokončena [54; 108]. Dochází k redukci otoku, zarudnutí a většinou i k optimalizaci napětí pokožky nad danou oblastí [54].

## 5.7 SPECIFIKACE BĚŽECKÉ LOKOMOCE

Pro lepší pochopení běžecké lokomoce je v této části nastíněna technika běžecké lokomoce v rychlém provedení, analýza běžecké lokomoce z pohledu kineziologie, elektromyografický popis běhu a pohyby těžiště.

Běh je stejně jako chůze přirozený způsob lokomoce člověka. Na rozdíl od chůze ztrácí běžec při fázi letu kontakt se zemí [67]. Rychlost pohybu závisí na reakční době, startovní akceleraci, maximální běžecké rychlosti a rychlostní vytrvalosti [95]. Sprint na 100 m můžeme rozdělit na tři složky: akceleraci, dosažení a následné udržení maximální rychlosti, deceleraci. Akcelerační složka začíná startem z bloků a trvá do doby, dokud není dosažena maximální rychlost. Počáteční rychlost vrcholových sprinterů se pohybuje přibližně okolo 4-5 m/s a zvyšuje se i na více než 10 m/s cca po 30 m běhu. Vrcholoví sprinteři jsou schopni akcelarovat až do vzdálenosti 50-60 m a dosahují rychlosti kolem 10,5 – 12 m/s muži – ženy. Složka dosažení a udržení maximální rychlosti je úsek, po kterém je sprinter schopen udržet maximální rychlost [85].

U mužů se fáze udržovací pohybuje přibližně mezi 20-30 m a u žen 15-20 m. Během této fáze je velmi důležitý poměr frekvence a délky kroků. Povětrnostní podmínky zde také hrají určitou roli. Fáze decelerace u vrcholových sprinterů obvykle začíná přibližně na 80 m. Dochází ke ztrátě výkonu i frekvence kroků. Správná technika může šetřit energetické zdroje a oddálit nástup únavy [85].

### 5.7.1 Fáze běžecké lokomoce

Při jednotlivých fázích běžecké lokomoce se účastní svaly v různých kontrakčních režimech, proto v této části nastíním kineziologický pohled na běžeckou lokomoci.

Véle [141] při běhu odlišuje fázi švihovou (také označovanou jako fázi letovou) a fázi opory, která by měla být co nejkratší. Při rychlém běhu se opora omezuje na bříška metatarzů a na prstce. Švihová končetina je více flektována, snižuje se moment setrvačnosti a zvyšuje se úhlová rychlost švihů nohy, což akcentuje pohyb těžiště směrem dopředu. Během oporové fáze dochází v páteři k torznímu pohybu a k přesunu trupu na stranu oporné nohy. Krátké hluboké svaly páteře otáčejí obratle protisměrně na obou koncích páteře. V jisté míře se účastní i delší svaly střední vrstvy zádočných svalů. Během oporové fáze přechází kyčel z flexe do extenze hlavně činností m. gluteus maximus, který je aktivní zejména při dopadu nohy. Flexory kolena a m. quadriceps femoris stabilizují pánev. Flexe v koleně vzrůstá s rychlostí a přechází do extenze, která kolísá s rychlostí běhu. M. rectus femoris a oba mm. vasti se aktivují excentricky při flexi a maxima dosahují při extensi, kdy se aktivují koncentricky již při odvíjení paty. Propulzní síla je značná, protože se musí zvednout těžiště proti gravitaci poměrně rychle, a proto je nutno překonat silou váhu těla zvětšenou až o 20% v závislosti na rychlosti propulzního impulsu. Během celé fáze opory i propulze s maximem při odvíjení prstců je aktivní m. triceps surae. I zde se uplatňují „vnitřní svaly“ nohy, které spolupracují při adaptaci nohy na terén, po kterém se běží [141]. Pro rychlý pohyb mají největší význam mohutné skupiny svalů, například m. quadriceps femoris, zatímco pro techniku běhu jsou důležité i menší svaly, svaly plosky nohy [67]. Jak jsem se již výše zmínila, nejdůležitějším svalem pro sprint je m. biceps femoris, přestože síla hamstringů představuje přibližně 70% síly m. quadriceps femoris [125]. Hlavními složkami pohybového cyklu jsou odraz jedné dolní končetiny a švih druhé. Odraz vychází z momentu vertikály a podílejí se na něm zejména m. gluteus maximus, m. quadriceps femoris a m. triceps surae. Odrazová dolní končetina se z mírného pokrčení v koleně rychle napne. Po opuštění země se dolní končetina začíná flektovat v kyčelním kloubu převážně činností m. iliopsoas, m. tensor fasciae latae, m. pectineus, m. rectus femoris, m. adductor longus et brevis, m. sartorius. Běrec se skládá pod stehno činností hamstringů. Hned na to se končetina extenduje v kolenu převážně prací m. quadriceps femoris. Noha se připravuje k aktivnímu došlapu. Po doteku se zemí zajišťuje moment amortizace opět m. quadriceps femoris, hamstringy a m. tibialis anterior. Běžec přechází do momentu vertikály, odrazu, celý cyklus se opakuje. Pohybu dolních končetin odpovídá pohyb kontralaterální paže. Při pohybu paže vpřed se zapojuje převážně



m. pectoralis major a přední část m. deltoideus, pohyb vzad zajišťuje m. latissimus dorsi, m. teres major a dlouhá hlava m. triceps brachii [67; 98]. Tento stručný přehled práce svalstva však zdaleka nevystihuje jejich složitou koordinaci při běhu, která spočívá nejen ve střídání stahů a natahování svalů, ale i jejich schopnosti relaxovat [67]. Hamstringy jsou nejvíce aktivní na konci letové fáze a počátku oporové fáze. Během letové fáze pracují hamstringy excentricky, kdy brzdí dopředný pohyb stehna a bérce. Během oporové fáze jsou hamstringy nataženy přes dva klouby. Jejich aktivita se mění z excentrické v koncentrickou, kdy extendují kyčel společně se svaly gluteálními a flektují koleno [49; 64]. Dle Stanton a Purdam (in Kelton [64]) pracují hamstringy v kokontrakci s m. quadriceps femoris a gluteálními svaly. V terminální poloze letové fáze dolní končetiny je dvoukloubový m. rectus femoris natažen přes kloub kyčelní i kolenní, a pracuje excentricky, tedy působí jako antagonist flexorů kolena a extensorů kyčle. Jak se natahuje, šlacha m. rectus femoris absorbuje energii, která je vydávána během aktivní flexe kyčle a švihem kolena urychlujícím pohyb bérce. Před počátečním kontaktem se zemí se hamstringy musí aktivovat excentricky a musí generovat velký moment síly k zpomalení dopředného momentu tibie, zvyšující zátěž na hamstringy a tím zvyšující jejich náchylnost ke zranění. Jestliže je m. rectus femoris příliš „napjatý“, může docházet ke zvýšení aktivity pasivních složek, šlach, a zvyšování zrychlení flexe v kyčli a extenze kolena, proti kterému působí excentricky hamstringy. Tudiž větší zatížení může být na ischiokrurálních svalech a potenciálně zvyšovat riziko jejich poškození [42]. Biomechanika běhu je podrobněji popsána v kapitole 5.7.

Tittel [134] popisuje svaly, které se zapojují při běhu. Pro názornost v přílohové části uvádím obrázky těchto řetězců v případě sprinterského startu a běhu. Obr. 6-8.

### 5.7.2 Technika sprinterského běhu

V této subkapitole bych se ráda zaměřila na faktor techniky sprinterského běhu, neboť ta je základním předpokladem pro ekonomické využití funkčních a morfologických schopností běžce.

Podle Vinduškové [148] se dokonalá technika sprintu projevuje uvolněností a relativní stálostí délky běžeckého kroku. Základem správné techniky běhu je tedy správná koordinace pohybů, která je založena na schopnosti svalových skupin rychle střídat stah a útlum.

Sprinterský běh začíná nízkým startem, následuje startovní rozběh charakteristický šlapavým způsobem běhu, který následně přechází v švihový způsob běhu. Tyto způsoby běhu budou níže popsány.

Správný start velmi závisí na mechanice pohybu, přestože jeho pojetí je značně individuální. Sprinter při startovním výběhu využívá šlapavý způsob běhu, aby získal co nejvyšší rychlost v poměrně krátkém časovém úseku, a to buď z klidu, nebo z pohybu, tedy při akceleraci na trati [67; 95; 125]. Nový trend v běžecké technice je neodrazovat se z úplně extendované končetiny, neboť je snaha o větší využití síly hýžd'ových svalů a hamstringů, hlavně m. biceps femoris, který je pro sprint nejdůležitějším svalem [125]. Startovní výběh začíná pohybem paží, které se od země odrážejí jako první, a napomáhají dolním končetinám k rychlému pohybu. Odrazová fáze je charakterizována prudkým zvednutím stehna švihové končetiny a rychlým napnutím končetiny odrazové. Podstatným znakem šlapavého způsobu běhu je „násilné“ došlápnutí na přední část chodidla a odraz za svislou těžnicí [67]. Došlápnutí před těžnicí zpomaluje [125]. Běh šlapavým způsobem je uskutečněn po přední části chodidel, nedochází proto na počátku startovního rozběhu k odvíjení chodidla, neboť svaly hlezenního kloubu nedovolují spuštění paty, což by vedlo k napřímení trupu a zpomalení pohybu. Pro šlapavý způsob běhu je charakteristický značný náklon trupu dopředu [67]. Pánev je podsazená, ramena jsou vpředu, došlap je co nejbližší k těžnici. Vzdálenost došlapu od těžiště se postupně prodlužuje [125]. Dochází k postupnému zvyšování frekvence kroků a prodlužování délky kroků. Svaly pracují usilovně a nepřetržitě, což vede ke značné spotřebě energie. Odrazy při šlapavém způsobu běhu probíhají rychle za sebou. Švihová končetina se spustí rychle dozadu dolů a vzad za těžiště. Odrazová končetina se prudce flektuje, neskládá se však bércelem těsně pod stehno, nýbrž „vyráží ostrým kolenem“ vpřed. Bérec vykyvuje kupředu jen nepatrně. Když dosáhne rovnoběžné polohy s náponem odrazové nohy, spustí se prudce dolů a vzad. Paže pracují velmi usilovně. Další kroky jsou opakováním předešlých, trup se však poznenáhlu napřimuje, úhel odrazu se stává postupně větším až běžec přejde do švihového způsobu běhu. Tento přechod je individuální. Předčasný přechod k běhu

švihovým způsobem má za následek napřimění trupu a zpomalení tempa. Delší setrvání v šlapavém způsobu běhu vede k velké svalové únavě [67].

Zbývající trať absolvuje závodník švihovým způsobem běhu, který je charakteristický téměř stabilní délkou i frekvencí kroků [95]. Jeho úkolem je udržet získanou rychlost po zbytek trati. Charakteristickým znakem tohoto způsobu běhu je „pružné“ došlápnutí švihové nohy před svislou těžnicí a dvojitá práce kotníků [67]. Trup je vzpřímen. Hlava, krk, trup i odrazová dolní končetina běžce jsou v jedné linii a tvoří tzv. běžecký luk [67; 125]. Vzpřímená poloha trupu vytváří příznivé podmínky pro práci ventrálních i dorzálních svalů dolních končetin pro odraz i švih. Při spouštění švihové končetiny na zem se bėrec aktivně vykyvuje v koleně.

Odraz nastává v momentě vertikály. Oporová končetina se začíná postupně napínat ve všech kloubech. Švihová končetina se vytáčí kupředu, koleno této končetiny se zdvihá vpřed a bėrec se rozvinuje kývnutím dopředu. Paže pracují v rozsahu odpovídajícím rychlosti běhu. Fáze letu je z hlediska mechaniky výsledkem odrazu. Bėrec švihové končetiny pokračuje ve výkyvu vpřed, koleno klesá. Odrazová končetina se flektuje v koleně, bėrec se skládá pod stehno. Švihová končetina dokončuje vykývnutí bėrece. Bėzec se snaží rychle došlápnout na zem. Následuje dokrok a cyklus se opakuje [67]. Dokrok je součástí momentu opory, kdy dochází k dotyku nohy s podložkou [125] a trvá až do momentu vertikály. Švihová končetina, mírně pokrčená v koleni, došlapuje na zem na vnější stranu přední části chodidla. Oporová noha přechází na celé chodidlo a ještě více se pokrčuje, dochází k amortizaci. Druhá končetina švihá stehnem dopředu a kolenem vzhůru. Při přechodu těžiště nad opěrnou nohu přechází bėzec do momentu vertikály. Obě paže jsou přibližně ve stejné poloze. Spojnice ramen je kolmá ke směru běhu. Oporová končetina je mírně pokrčená. Váha těla spočívá na přední části chodidla. Těžiště je přesně nad opěrnou nohou. Nyní je švihová končetina v koleně nejvíce ohnuta, bėrec je složen pod stehno. Svalstvo se připravuje na odraz. Dopad švihové dolní končetiny je třeba amortizovat a změnit jej na měkké a pružné došlápnutí. Svalstvo dolních končetin pracuje usilovně hlavně při odrazu, kdežto za letu dochází k určitému svalovému uvolnění. Vzdálenost došlápnutí před svislou těžnicí je závislá na rozsahu pohybu obou dolních končetin v letové fázi [67].

Pro rychlý běh je nebytná velmi důrazná práce paží, která aktivně předbíhá pohybu dolních končetin. Důležitá je práce loktů směrem nazad, která je pomocníkem vysokého zvednutí

kolena a správného vykývnutí bérce. Rozsah práce paží musí být přizpůsoben rozsahu práce dolních končetin, nikoli naopak. Je třeba upozornit, že správná práce paží v plném rozsahu je možná jedině tehdy, dovede-li běžec pracovat uvolněnou pánví i trupem. Natáčení trupu, odpovídající opačnému pohybu pánve je nezbytné pro správnou práci paží. Paže mají také funkci vyrovnávací, neboť se mohou stát hlavním pomocníkem při udržování rovnováhy, zejména při únavě, běhu v zatáčce či kolizi ve štafetě. Snaha po maximální rychlosti, což je charakterizováno velmi rychlým střídáním impulsů, vede k tomu, že běžec nedovede pracovat svalstvem v harmonickém sledu a vkládá do běhu v trati takové úsilí, jako do šlapavé techniky při startovním rozběhu [67].

### 5.7.3 Stručný popis elektromyografické analýzy ve sprinterském provedení pohybu

Elektromyografické poznatky mohou přispět k vysvětlení vzniku zranění hamstringů, neboť na základě elektromyografické analýzy jsme schopni stanovit nejvíce aktivní svaly při sprintu, proto zde budou stručně nastíněny.

Novatchek (in Heynen [49]) odhalil, že se zvyšující se rychlostí běhu dochází ke zvyšování aktivity proximální svaloviny. Svaly v oblasti kyčle produkují více síly se zvyšující se rychlostí běhu. Extensory kyčle dominují na konci letové fáze a v první polovině fáze aktivního došlapu, zatímco flexory kyčle dominují jako generátory svalové síly během druhé poloviny odrazové fáze a časné letové fáze. Mann et al (in Heynen [49]) poznamenali, že během 150ms kontrakce při joggingu produkuje m. iliacus 46% celkového rozsahu pohybu kyčelního kloubu do flexe, při sprintu se jeho aktivita zvyšuje na 88% celkové flexe kyčle. Na základě těchto poznatků lze říci, že k zvýšení rychlosti běhu je nutná schopnost zvýšit rychlost flexe kyčelního kloubu. Jiný názor však zastávají Weimann a Tidow (in Heynen [49]), kteří za hlavní svaly udělující propulzi nutnou pro sprint považují hamstringy, m. gluteus maximus a m. adductor magnus, což zachycuje Obr. 9 přílohové části. Ito et al (in Heynen [49]) tvrdí, že světoví rekordmani jsou schopni táhnout nohu během závěru letové fáze v mnohem vyšších úhlových rychlostech než ostatní sprinteři. Mann (in Heynen [49]) dospěl k závěru, že zrychlení běhu je závislé na době kontaktu nohy se zemí. Čím je tato doba kratší, tím je běh rychlejší. Jeho tvrzení pak podpořili i další autoři [49], kteří toto tvrzení

rozšířili o další teorii. Čím rychleji je bėrec tažen na konci letovė fize, tım efektivněji dojde ke kontaktu se zemı rychlým došlapem nohy pod tělo. Brzdné síly a kontaktnı čas mohou být zmenšeny v případě, že je menší potřeba působení horizontálních a vertikálních sil. Na základě EMG studiı (in Heynen [49]) byly hamstringy označeny za nejaktivnější svaly při běžeckém kroku. Dosažení rychlejšího běhu je spojeno s delším obdobım aktivity hamstringů během oporovė fize. Během běžeckého kroku pracují m. gluteus maximus a m. adductor magnus jako synergisté při výpadu nohy během extense kyčle. M. adductor magnus má důležitou funkci při zajišťování neutralizujících sil na stehno a kyčel, neboť m. gluteus maximus má tendenci kyčel abdukovat během její extense. Správná synergistická aktivita těchto svalů hraje důležitou roli při vzniku zranění hamstringů. Excitace m. biceps femoris se výrazně zvýší mezi 70-80% cyklu letovė fize. Při excentrické aktivitě m. biceps femoris dochází ke kumulaci energie v elastických komponentách svalu. Z textu však není úplně zřejmý význam excitace a údaje o excitaci považuji za nedostatečné [130].

#### 5.7.4 Pohyby těžiště

Vezmeme-li v úvahu techniku běhu jako rizikový faktor vzniku zranění hamstringů, tak bychom se měli zaměřit i na pohyby těžiště, které mohou značně ovlivnit nároky na stabilizaci pánve, ke které se hamstringy upínají.

Při chůzi, ale i běhu mluvíme o pohybech pánve kolem tří os: vertikální, předozadní a příčné. Při běhu také dochází k výkyvům těžiště. Vertikální výkyvy těžiště jsou poměrně velké, až 12 cm. V okamžiku odrazu musí být těžiště značně před místem odrazu. Těžiště běžce je v nejnižší poloze v momentu vertikály a v nejvyšší poloze uprostřed letovė fize. Laterální výkyvy těžiště jsou u technicky vyspělého běžce nepatrné. Pro popis pohybů těžiště při běhu lze použít příkladu vypouklého povrchu převráceného žlabu. Ke značným vertikálním výchylkám dochází tehdy, je-li úhel vzletu příliš velký. Čím techničtěji běžec běží, tım užší je „žlab“. Velké vertikální výkyvy těžiště nepříznivě ovlivňují rychlost běhu, proto je snaha o jejich zmírnění měkkým došlapnutím a odrazem převážně kupředu. Značné vertikální výchylky těžiště vyžadují větší nároky na stabilizační svaly trupu [67; 125].

## 5.8 NÁZORY VYSVĚTLUJÍCÍ ETIOPATOGENEZI ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ

Podívejme se na problematiku zranění hamstringů, která je tématem řešení této diplomové práce. Na základě ankety provedené mezi českými vrcholovými sportovci můžeme pozorovat zranění hamstringů jako častý problém, a proto se zaměříme na vysvětlení etiopatogeneze tohoto zranění.

Jedná se o názor většího množství autorů, tudíž nemusí docházet ke shodě mezi jednotlivými tvrzeními, ale často se můžeme setkat s názorovými rozpory.

Následně uvádím v bodech některé názory vysvětlující etiopatogenezi tohoto zranění:

- Korbelař (in Tichý, Kaplan [63]) popisuje, že v atletickém sprintu dochází k poranění hamstringů vlivem prudkého svalového stahu při startu, únavě tkání a nekoordinovanému pohybu, který přesahuje fyziologickou kapacitu tkáně.
- Mezi nejčastější příčiny zranění ischiokrurálních svalů dle Wiemanna (in Kaplan, Tichý [63]) patří nedostatečné „zahřátí svalů“, překročení hranice fyziologické výkonnosti a svalová nerovnováha.
- K tvrzení, že únava a nedostatečné zahřátí svalů před výkonem hrají roli při zranění svalů, se přiklání řada autorů [6; 152].
- Dle Beránkové a kol. [55] je příčinou změna funkčních parametrů, ve smyslu zkrácení hamstringů, což vede k výraznému snížení jejich absolutní síly. Následkem může být poranění kolenních kloubů, neboť hamstringy jsou výraznými stabilizátory kolenního kloubu.
- Anderson et al [1] zastávají názor, že ke zranění hamstringů často dochází při jejich náhlé změně svalové aktivity. Při sprintu nejprve stabilizují koleno a následně se koncentricky účastní extenze kyčle.
- Nekoordinovanost, či nefyziologická reakce svalového systému se vyskytuje, když svaly a jejich inzerční šlachy přecházejí přes více než jeden kloub, tzn., že při běhu se jedna část napíná tehdy, kdy by měla relaxovat. Tím se dle Nobleho (in Kaplan, Tichý [63]) vytváří předpoklady pro přetížení. Anatomické uspořádání hamstringů a jejich funkce, jsou typickou příčinou svalového natržení na konci letové fáze běhu, kdy brzdí extenzi kolena a následně dochází k náhlé změně

jejich aktivity na koncentrickou pro zajištění extenze kyčle [107]. Řada autorů [17; 19; 64; 111; 152] se shoduje na teorii vzniku svalového natržení jako na nepřímém zranění způsobeném zvyšující se silou působící na sval. Předpokládají, že příčinou může být velmi silná kontrakce nebo naopak rychlá excentrická aktivita svalu. Hamstringy se při excentrické aktivitě, ke které dochází během letové fáze běhu a došlapu nohy, prodlužují přes dva klouby, což vede ke zvýšení předpětí ve svalu vlivem zvýšení sériové elasticity v Hilově modelu. Hamstringy během letové fáze brzdí bérce a současně kontrolují extenzi kolena. Před došlapem nohy dosahují své maximální délky a absorbují značné množství energie, která se kumuluje jako potenciální energie v elastických komponentách svalu a následně je použita během koncentrické aktivity svalu [111; 152]. Tato nakumulovaná energie umožňuje silnější koncentrickou kontrakci [120]. Vlastností této energie je zvýšení síly generované těmito svaly. Excentrická aktivita hamstringů se mění z excentrické v koncentrickou aktivitu zajišťující extenzi kyčle a flexi kolena. Tato náhlá změna aktivity je kritickým okamžikem vzniku zranění hamstringů [111; 152]. Excentrická svalová aktivita při stejném stupni aktivace vyvíjí vyšší sílu než aktivita koncentrická. Síla svalu je závislá na rychlosti kontrakce v závislosti na vztahu rychlosti a síly, což znamená, že čím je vyšší rychlost svalové aktivity, tedy se zkracuje oporová fáze, tím rozdílnější je maximální svalové napětí během excentrické a koncentrické práce svalu. Čím kratší je doba opory, tím rychleji musí hamstringy pracovat. Na základě vztahu síly a rychlosti musí docházet při zvyšování rychlosti běhu ke zvyšování síly působící ve svalech, tudíž zvyšující se rychlost při sprintu může být predisponujícím faktorem vzniku zranění hamstringů. Tato teorie je podporovaná Jonhagenem (in Kelton [64]), který dospěl k závěru, že rychlejší sprinteři trpí zraněními hamstringů častěji než ti pomalejší. Orchard et al [64] tvrdí, že většina zranění hamstringů se odehrává při běhu v průběhu oporové fáze.

- MacAuley [88] popisuje jako rizikové „období“ pro zranění hamstringů, aktivní extenzi kolena a jejich kontrakci v maximálním prodloužení. Mechanismem zranění je protažení svalu nebo ochrana excentrickou aktivitou při brždění dopředného pohybu bérce.

- Avioli et al [6] považují za vyvolávající moment příliš rychlé protažení svalu případně kombinované s rotačním pohybem v kyčelním nebo kolenním kloubu.
- Někteří autoři [1; 6; 139; 152] popisují svalové zkrácení jako možnou příčinu vzniku zranění hamstringů. Svalové zkrácení také můžeme označit jako sníženou poddajnost nebo sníženou protažitelnost svalů.
- Jonhagen et al [61], ale také Woods et al [152] a Robertson a Molloy [111] vysvětlují etiopatogenezi na základě snížené svalové síly při koncentrické i excentrické aktivitě svalů. Zranění hamstringů lze přisuzovat slabosti m. gluteus maximus a m. adductor magnus. Tyto svaly pracují synergisticky jako silné extensory kyčle. Pokud jsou tyto dva svaly oslabené, musí hamstringy vyvíjet větší aktivitu při extenzi kyčle. Dochází k jejich nadměrnému zatížení a riziku zranění [111].
- Knapik i Jonhagen (in Kelton [64]), ale i další autoři [1; 152] popisují vznik zranění hamstringů na základě svalových dysbalancí. Knapik i Jonhagen (in Kelton [64]) předpokládají, že hamstringy jsou náchylné ke zranění v případě svalových dysbalancí mezi m. quadriceps femoris, hamstringy a hýždřovými svaly, neboť společně pracují v kokontrakci během oporové fáze, kdy jsou „nataženy“ přes dva klouby.
- Někteří autoři [1; 18] se shodují na tvrzení, že příčinou vzniku zranění je „vadné držení těla“, jehož důsledkem je „muskuloskeletální porucha“. V tomto případě se jedná zejména o posturální změny vedoucí ke zvýšenému svalovému napětí, snížený rozsah pohybu bederní páteře nebo sakroiliakální „ztuhlost“, ale také nedostatečnou koordinaci při pohybu nebo časný nástup únavy spojený se svalovou slabostí. Diskrepance v délce dolních končetin, která ovlivňuje biomechanické poměry v oblasti pánve a prodloužení kroku. Neměli bychom opomenout ani prolongovanou nebo opožděnou pronaci či supinaci nohy, která pozmění funkci dolní končetiny a pánve během běžeckého cyklu [18]. V této souvislosti bych ráda připomněla i běh v zatáčce, kde se každá končetina pohybuje po různé trajektorii v závislosti na rozdílné délce drah, a nutnosti překonání působení odstředivé síly, což je pro sprintera nejenom koordinačně, ale i silově náročné. Rozlišnosti v křivosti zatáčky způsobují asymetrii zátěžového režimu podle náklonu trupu. Nutné je udržet si svoji základní rychlost ze 100m sprintu a mít dobře zvládnutou běžeckou techniku, která dovolí vypořádat se



právě s působením odstředivé síly [98], která, přestože je často zmiňována, by neměla ovlivnit energetické nároky na dopředný pohyb. O tomto fenoménu lze uvažovat i u kolektivních sportů, kde jsou nutné rychlé reakce ke změně směru pohybu za účelem vyhnutí se protihráči, ale též v závislosti na charakteru povrchu sportoviště.

- Naopak Kaplan a Tichý [63] považují za příčinu vzniku zranění antevertzi pánve a změny v rozsahu pohybu v kyčelních, kolenních a hlezenních kloubech. S tímto tvrzením se shodují i někteří další autoři [53; 60], kteří popisují příčinu vzniku zranění hamstringů na základě neadekvátního rozcvičení nebo strečinku, nedostatečném rozsahu pohybu bederní páteře a abnormálních biomechanických poměrech v oblasti lumbopelvicke. Například antevertze pánve vede ke vzniku zranění hamstringů či jeho recidivě.
- Spojitost mezi postavením pánve a vznikem zranění hamstringů popisují i Robertson a Molloy [111]. Pánev je místem začátku hamstringů, tudíž změny v postavení pánve při sprintu vedou ke změnám ve vztazích mezi délkou a napětím svalu, ale také silou a rychlostí. Tyto vztahy mohou významně zvýšit zatížení na hamstringy.
- Dle Koláře [71] vede porucha timingu zapojení bránice, pánevního dna a břišních svalů při běhu k výraznému zapojení bederních extensorů, nestabilitě bederní páteře a následnému přetížení hamstringů až jejich poranění. Zapojená stabilizační síla eliminuje vnější působící síly. Svaly HSS jsou zapojeny do stabilizace trupu automaticky při jakémkoli zatížení. Je-li porušen timing zapojení bránice a břišních svalů, tzn., že se břišní svaly zapojují dříve než bránice, dochází k výraznému zapojení extensorů bederní páteře, která se stává nestabilní [71; 73]. Posturální nastavení je pro sportovní výkon a nácvik nových pohybových dovedností velmi důležité, neboť umožňuje provedení pohybu v maximálním rozsahu při vyvinutí minimálních sil pro stabilizaci pohybujících se segmentů. Páteř by měla být stabilizována při jejím optimálním postavení, aby byla co nejvíce schopna odolávat působení sil z dolních a horních končetin. Zároveň s páteří musí být stabilizovaná i pánev, která umožňuje plný rozsah pohybu dolním končetinám. „Posturální nastavení“ se promítá do všech pohybů. Není-li zajištěno, nedochází při sprintu ke korekci nesprávného nastavení segmentů včas a může dojít k poškození svalů, které se musí na korekci daného

segmentu více účastnit. Porucha tzv. "vnitřních sil" se promítá do každého pohybu a dochází k přetěžování příslušných struktur. Není rozhodující vlastní svalová síla, ale kvalita zapojení svalu, timingu, který je v případě posturálních poruch nesprávný. Poruchy HSS páteře jsou významným etiopatogenetickým faktorem vzniku poruch pohybového systému a v důsledku toho zvýšení rizika vzniku zranění [120; 126].

- Avioli et al [6] popisují vznik zranění hamstringů také na základě silové dysbalance ve svalech dolní končetiny. Hamstringy na jedné dolní končetině mohou být výrazně silnější než na druhé a nebo m. quadriceps femoris může být výrazně silnější než skupina hamstringů.
- Nedostatečná (z angl. poor) svalová koordinace je podle Burgess [18] možným mechanismem vedoucím ke vzniku zranění. Běh vyžaduje svalovou protažitelnost a sílu, vytrvalost a koordinaci. Problém nastává, pokud jsou hamstringy slabé, zkrácené, nebo mají nízkou neuromuskulární koordinaci. Silový poměr mezi m. quadriceps femoris a hamstringy by měl být v poměru 60:40. Ztráta tohoto vyváženého poměru může vést k vyvinutí nadměrné síly v m. quadriceps femoris nebo nadměrné slabosti hamstringů [18].
- Někteří autoři [18; 32] popisují vznik zranění hamstringů v souvislosti s chybným tréninkem, chybou v tréninku nebo nepřiměřeným či nevhodným tréninkem. Jedná se zejména o nepřiměřené tréninkové dávky, jako příklad lze uvést dlouhé vzdálenosti či výrazné zvýšení délky trati, neadekvátní rozcvičení a docvičení, nedostatečný strečink, nekvalitní běžecký povrch a starou obnošenou a nekvalitní obuv nebo protetické pomůcky [18].
- Podle Burgess [18] může být kromě tréninkových chyb predisponujícím faktorem svalového i jiného zranění v pohybovém aparátu únava a nedostatečná regenerace. Únava se může odrážet v době potřebné pro regeneraci, neboť oddaluje nástup regenerace zejména na neuromuskulární úrovni, což má za následek snížení svalové aktivity, zpomalení odstraňování metabolitů látkové výměny vzniklých při zátěži a následné snížení schopnosti svalové kontrakce. Únava tedy snižuje protažitelnost svalu, sílu a výkon svalu, což vede ke zvýšení rizika zranění.

- Nedostatečná léčba a fyzioterapie, zejména předčasný návrat k aktivní činnosti po již prodělaném svalovém zranění, tedy nedodržení léčebného plánu či nesprávná léčba, nebo jiném onemocnění je podle Burgess [18] dalším možným vysvětlením vzniku zranění.
- Burgess [18] přispívá k vysvětlení problematiky zranění hamstringů mimo jiné i na základě opakovaných mikrotraumat. Svalová mikrotraumata nemusí vždy působit obtíže v době jejich vzniku. Postupná sumace těchto mikrozranění může vést k dysfunkci a bolesti v dané oblasti. Výrazné protažení kroku, například při startu z kopce vede k výraznému excentrickému zatížení hamstringů, které musí zároveň stabilizovat kolenní kloub. Toto zatížení může způsobovat mikrotraumata svalových vláken, která se projeví jako zranění okamžitě nebo jako následek chronických drobných mikrotraumatizací. Pravidelně se opakující svalová mikrotraumata během excentrického zatížení mohou vést k mnohem vážnějším svalovým zraněním. Je-li sval zkrácen, stává se náchylnějším ke zranění. Je dobře známé, že předchozí zranění je významným faktorem recidivy zranění, neboť dochází ke zkrácení „optimální“ délky svalu v porovnání s nezraněnou stranou. Po období provádění excentrických cvičení s mírnou zátěží, pokud se však sval na toto cvičení adaptoval, dochází ke snížení rizika zranění [109].
- Dle Woodse et al [152] lze poranění hamstringů spojovat s následujícími oblastmi či patologickými změnami: sakroiliakální kloub, tibiofemorální skloubení, bederní páteř, svalový hypertonus, ischiogluteální bursa, syndrom m. piriformis, odtržení od tuber ischiadicum, „compartement syndrome“ zadní strany stehna, „hamstring syndrom“ či vazivové adheze, nádory kostí.
- Dle Javůrka [59] je sklon k svalovým poraněním podporován nedostatečným tréninkem, špatnou přípravou před sportovním výkonem, přetížením při únavě, chladem a nedostatečným prokrvením svalů. Lze uvažovat i o souvislosti svalových zranění s akutními zánětlivými onemocněními, mezi které patří například angína, nebo tzv. fokální infekce zubů, vedlejších dutin nosních, atd. Provokujícím momentem je svalová inkoordinace, kdy dochází k náhlým změnám tonu jednotlivých svalových

- vláken proti velkému zevnímu odporu nebo proti kontrakci antagonistických svalů zejména při svalové dysbalanci.
- Někteří autoři [64] popisují vznik svalového zranění v době zvýšeného svalového napětí. Může se jednat o aktivní zvýšení napětí způsobené nadměrnou kontrakcí svalu nebo o zvýšení napětí z „přetažení“ svalu, což lze uvažovat za předpokladu, že existuje limitní stav svalu. Pokud by byl tento limitní stav překročen, mohlo by dojít ke vzniku mikrotraumatu, které nepostihuje fyziologický průřez svalu. Zvýšení svalové síly koreluje se zvýšením svalového napětí v elastických komponentách svalu. Patologické síly mohou nadměrně zvýšit napětí a vést ke svalovému natažení. Nedostatečně trénované nebo slabé svaly mohou být predisponujícím faktorem zranění, neboť jsou méně odolné vůči působení „potenciálně zraňujících“ sil. Sval má sníženou kapacitu k vytvoření aktivního napětí, a proto může být náchylnější k natržení již při působení menšího „stresu“ a „zatížení“.
  - Sanders a Nemeth (in Kelton [64]) mluví o svalech se svalovými vlákny typu II jako o svalech náchylnějších k natržení, protože mají kapacitu zvyšovat poměr ve vztahu rychlost a vyvíjená síla. Právě vyšší zastoupení rychlých svalových vláken v hamstringách v porovnání s ostatními svaly dolních končetin způsobuje jejich častější poškození, neboť jsou schopny vyvíjet větší rychlost [152].
  - Worrell (in Kelton [64]) navrhuje, že zvýšení pravděpodobnosti zranění hamstringů je způsobeno komplexně, interakcí více faktorů. Mezi tyto faktory řadí zejména svalovou sílu hamstringů, svalovou dysbalanci mezi hamstringy a m. quadriceps femoris, nedostatečnou poddajnost hamstringů, nedostatečné zahřátí před výkonem a únavu. Domnívá se, že sportovec vystavený kombinaci těchto faktorů je mnohem náchylnější ke zranění než sportovec, na kterého působí pouze jeden z faktorů.
  - Ačkoli je věk spojován s rizikem vzniku tohoto zranění, svalové zkrácení m. quadriceps femoris je podle Gabbe et al [42] považováno za významnou nezávislou známku zranění hamstringů. Mechanismus, kterým by zvýšení poddajnosti m. quadriceps femoris mohlo chránit hamstringy, není jasný, ale může to být dáno změnami v biomechanice sprintu, které však nebyly podrobněji popsány.

- Kolektiv autorů z University of Wisconsin-Madison [48] stanovil jako kritický moment probíhajícího zátěžového mechanismu vzniku zranění hamstringů 130 ms periodu na konci letové fáze běhu a velmi počáteční fáze opory, kdy dochází k velmi dynamickému impaktnímu rázovému jevu. V tomto okamžiku dosahuje m. biceps femoris maximální muskulotendinózní délky, kdy v případě konkrétního zranění došlo k prodloužení o 12% za hranici „normální“ délky svalu při „správné postuře“, za což lze považovat anatomické postavení, ale autoři tento termín dále nevysvětlují. Maximální prodloužení mediálních hamstringů bylo u m. semitendinosus o 9,8% a v případě m. semimembranosus o 10,4%. Semisvaly jsou při sprintu protaženy méně než m. biceps femoris a také s mírným opožděním. Podle těchto autorů [48] dosahují všechny hamstringy maxima své délky v době zranění. M. biceps femoris dosahuje o něco vyšší hodnoty než „semisvaly“, proto je nejčastěji zraněným svalem. V době maximální délky muskulotendinózního spojení m. biceps femoris jsou kyčel i koleno flektovány, v konkrétním případě se jednalo o flexi kyčle 69° a flexi kolena 58°. „Střední oporová“ fáze běžeckého cyklu před odrazem nohy je charakteristická extensí kyčle a kolena, v tomto konkrétním případě byla kyčel extendována cca 16° a koleno se extendovalo z 50°. Předpokládáme-li stimuly pro horní i dolní končetiny a deviace v jejich pohybových vzorcích, pak se jedná o incident zranění hamstringů. Flexe kyčle a kolena koresponduje s vrcholem dosažitelné délky m. biceps femoris a u zraněné nohy bývají větší než u nohy zdravé. Hraniční hodnoty momentů sil extenze kyčle a flexe kolena během letové fáze byly v konkrétním případě u zraněné nohy o 22% a 12% větší než u nezraněné. Největší hodnoty momentů sil byly u zraněné dolní končetiny o něco vyšší než u nezraněné, což autory [48] vedlo k domněnce, že zranění vzniklo na základě většího zatížení svalu. Z textu však nevyplývá, jakým způsobem a jakou metodou autoři k tomuto závěru dospěli.
- Podle Thelen et al [131; 132] dochází k největšímu prodloužení hamstringů na konci letové fáze sprintu. Prodloužení m. biceps femoris je významně větší než u „semisvalů“, nastává v pozdější fázi cyklu při maximální rychlosti, ale významněji se nezvyšuje s rostoucí rychlostí. Natržení v muskulotendinózní oblasti

není dle Thelen et al [131; 132] závislé na zvyšování rychlosti ze submaximální na maximální. Kinematika tohoto spojení by tedy neměla být potenciálním rizikovým faktorem natržení hamstringů u sprinterů. Maximální prodloužení hamstringů je ovlivněno dvojí funkcí tohoto svalu, který vykonává extenzi kyčle a flexi kolena. Intermuskulární difference momentů sil hamstringů v kyčli a koleni může být faktorem přispívajícím k jejich větší náchylnosti k natržení, zejména m. biceps femoris.

- Největší natažení muskulotendinózního spojení nastává dle Chumanov et al [57] přibližně v 90% krokového cyklu, což odpovídá konci letové fáze, a je podle autorů nezávislé na rychlosti. Maximální síla hamstringů a negativní muskulotendinózní práce se významně zvyšují se zvyšující se rychlostí. Svaly lumbopelvicke oblasti mají větší vliv na protažení hamstringů než svaly ovládající koleno a kotník. Flexory kyčle způsobují podstatné protažení hamstringů druhé dolní končetiny, což ovlivňuje zvýšení rychlosti běhu. Chumanov et al [57] se domnívají, že zranění hamstringů při sprintu může mimo jiné vyplývat z nesprávné koordinace v oblasti svalů pánve, které způsobují nadměrné protažení hamstringů v jednotlivých krocích. Letovou fázi považuje za rizikovou i kolektiv autorů z University of Wisconsin-Madison [48] a Thellen et al [131; 132].
- Podle Shephard a Astrand [115] mohou poruchy motorické kontroly a proprioceptivní deficit vést k funkční instabilitě a zvýšení náchylnosti sportovce ke zranění.

## 6. RIZIKOVÉ FAKTORY VZNIKU ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ

Nyní bych se ráda zaměřila na popis rizikových faktorů, které vycházejí z jednotlivých pohledů v obecném přehledu a z názorů vysvětlujících vznik zranění hamstringů. Rizikové faktory budou na základě zpracované literatury konkretizovány a blíže vysvětleny. Samostatný popis rizikových faktorů po obecném uvedení považuji za důležitý z hlediska postupů léčby a vytvoření preventivních programů, které jsou stavěny právě na základě znalosti rizikových faktorů.

Zranění hamstringů je způsobeno podle řady autorů [19; 111] interakcí více faktorů. Lze ho tedy označit za multifaktoriální. Nepředpokládá se, že by příčinou vzniku tohoto zranění byl pouze jediný faktor. Worrell a Perin (in Carruthers [19]) předpokládají zvýšení rizika zranění v případě zvyšujícího se počtu rizikových faktorů. Předpokládá se, že zranění vzniká v případě, kdy je dosaženo určitého „prahu“ negativně působících faktorů. Tato kombinace negativních faktorů zvyšuje riziko vzniku zranění [107].

Právě porozumění rizikovým faktorům vede k pochopení vzniku zranění a tím vytvoření léčebného a preventivního programu, proto se stanovení rizikových faktorů stává středem zájmu [48; 53; 111].

Byla navržena celá řada potenciálních rizikových faktorů vedoucích ke zranění hamstringů, ale pouze některé jsou evidovány a některé jsou založeny zejména na teoretických předpokladech [107]. Obecně mezi rizikové faktory tohoto zranění můžeme zařadit svalovou slabost a svalovou dysbalanci, nedostatečné rozcvičení, svalové zkrácení, „dys-synergické kontrakce“, tento pojem však není blíže specifikován, dále „neurální tenzi“, zranění v anamnéze, sníženou kondici a únavu [19; 53; 152]. Olympijský výbor v manuálu z roku 2000 [58] uvádí jako etiologické faktory neadekvátní rozcvičení, sníženou poddajnost hamstringů, sníženou svalovou sílu hamstringů vedoucí ve svalovou dysbalanci mezi jednotlivými svaly skupiny hamstringů a hamstringy a m. quadriceps femoris, diskrepanci v délce dolních končetin, bolesti zad způsobené dysfunkcí v oblasti pánve zvyšující náchylnost hamstringů k jejich hypertonu z důvodu mechanického dráždění v oblasti bederní páteře, neboť jsou-li svaly ve zvýšeném napětí, stávají se náchylnějšími ke zranění. Přetížení u začínajících sportovců, kam řadíme nováčky či sportovce vracející se ke sportovní

aktivitě po delší pauze, vede k větší náchylnosti ke zranění. Dalším faktorem jsou slabé břišní svaly.

Na základě obecných rizikových faktorů je lze různě dělit, zejména podle možnosti jejich ovlivnění [111] na rizikové faktory:

- Modifikovatelné, ovlivnitelné, a nemodifikovatelné, nebo-li neovlivnitelné. Mezi nemodifikovatelné faktory řadíme věk, rasu, zranění hamstringů či jiná zranění v anamnéze, degenerativní změny pohybového systému [7; 111; 152]. Mezi potenciálně modifikovatelné faktory lze zahrnout nedostatečnou poddajnost hamstringů, m. quadriceps femoris a flexorů kyčle, sníženou svalovou sílu hamstringů, zejména je-li síla hamstringů v porovnání s nezraněnou stranou menší než 90%. Dalšími faktory jsou vadné držení těla, zejména nedostatečná stabilita bederní páteře a oblasti pánve, omezený rozsah dorzální flexe hlezna, svalová únava způsobená přetrénováním, nesprávnou technikou běhu a nebo nevhodnou výživou. Neměli bychom opomenout ani faktory jako neadekvátní zahřátí před zátěží nebo předčasný návrat ke sportovní aktivitě po předchozím zranění či onemocnění [111]. S tímto dělením koreluje i následující dělení na faktory zevní, označované jako modifikovatelné a vnitřní, označované jako nemodifikovatelné.
- „Vnitřní“ a „zevní“ faktory. Mezi zevní faktory řadíme faktor prostředí působící z vnějšku [7; 17; 22; 88; 107]. Vnitřním faktorem značně ovlivňujícím výkon a riziko zranění je anatomické uspořádání v dané oblasti a morfologie dolní končetiny, které ovlivňují vztah mezi působením sil a osami otáčení v kloubech [96]. Vnitřní faktory predisponující ke vzniku zranění můžeme rozdělit na základní, primární a sekundární. Základní vnitřní faktory zahrnují věk, pohlaví, u žen fázi menstruačního cyklu, kdy jako příklad lze uvést zranění předního zkříženého vazů (dále ACL ), ke kterému došlo ke konci luteální fáze u 9 ze 17 žen, výšku, body mass index a hmotnost. Mezi důležité primární faktory patří nesprávné postavení segmentů, kloubní dysfunkce, diskrepance v délce dolních končetin, svalové dysbalance, reakční doba, objem svalů označovaný jako „cross sectional area“ (dále CSA), což je fyziologický průřez svalu probíhající kolmo na vlákna. CSA je závislá na připojení vláken svalu ke šlaše a je proporcčně úměrná k vyvinutí maximální síly. Dále se mezi



vnitřní rizikové faktory řadí nedostatečná svalová síla, svalová tuhost a rozsah pohybu v kloubech a neuromuskulární koordinace. Obecným rizikovým faktorem je i dominance končetin, což však neplatí pro zranění hamstringů a lýtka. Sekundární vnitřní faktory jsou takové faktory, které zahrnují celé kinetické řetězce, předešlá zranění, předchozí imobilizace a nedostatečnou léčbu zraněného svalu. Sekundární faktory se mohou rozvíjet na základě hypomobility či hypermobility segmentu zahrnutého v příslušném řetězci. Dalším významným faktorem je posturální stabilita, neboť při její nedostatečnosti je nutná zvýšená neuromuskulární kontrola, která zvyšuje stabilizační síly struktur kolem kloubů, ligament a svalů, což následně vede k jejich přetěžování [8; 88; 96; 115]. Mezi zevní faktory obecně řadíme úroveň soutěže, zatížení těla podle druhu a rychlosti vykonávaného pohybu, počtu opakování pohybu, kvalitu a typ obuvi, povrch, po kterém se běží a další používané pomůcky, například ortézy, dále tréninkové chyby, nedostatečné ovládání techniky, rozcvičení a zahřátí, nadměrné „naběhané“ vzdálenosti, rychlou progresi či vysokou intenzitu zátěže, tréninky běhu do kopců, monotónní a asymetrický trénink, únavu, úroveň trénovanosti, ale také podmínky zevního prostředí, počasí a povětrnostní podmínky, ale také nevhodné oblečení, nedostatečný příjem tekutin a pravidla soutěže, například opakovaný start. Obecně je známo, že k většině zranění dochází při závodech [88; 96; 115].

- Svalové a klinické [146]. Mezi nejvýznamnější svalové faktory řadí Verrall et al [146] svalovou slabost, zvýšenou svalovou tuhost, vadné držení těla, zejména v oblasti bederní páteře, nedostatečné rozcvičení a svalovou únavu. Jako klinické faktory označili osteitis pubis, zranění hamstringů, kolena, zejména ACL, třísel a zad v anamnéze, zvláště bylo-li toto zranění během předchozích dvou závodních sezón. Zranění hamstringů v anamnéze souvisí se zvýšeným rizikem recidivy tohoto zranění, ale zvyšuje se i riziko bolesti hamstringů z přenesených příčin. Dále mezi klinické faktory byl zařazen přibývající věk, výška, hmotnost a rasa. Rasa je pravděpodobně významným rizikovým faktorem, neboť sportovci černé pleti a aboriginského původu jsou tímto druhem zranění postiženi mnohem více než sportovci bílé pleti [146; 152]. Sportovci černošského i aboriginského původu jsou považováni za „rychlejší,

obratnější a výbušnější“, což může být způsobeno vyšším zastoupením vláken typu II, o kterém se uvažuje. Toto může být predisponující vzniku zranění. Zřejmě však je větší antevertze pánve u černošské rasy, což je možnou příčinou, proč těmito zraněními trpí častěji [146; 152].

Takto tedy lze shrnout dělení rizikových faktorů, které přestože jsou jinak nazývány, jsou ve své podstatě totožné. Dále bych se zaměřila na bližší popis jednotlivých faktorů, které hrají významnou roli při vzniku zranění hamstringů. Významnými rizikovými faktory nemodifikovatelnými jsou věk a černošský nebo aboriginský původ [17; 107; 111; 146; 152]. Sportovci mladší 22 let trpí zraněním hamstringů méně často než ti starší [152]. S přibývajícím věkem, zejména nad 23 let, dochází častěji ke vzniku zranění hamstringů [17; 111], ale i svalů lýtky [99; 119]. U sportovců nad 23 let se míra incidence vzniku zranění hamstringů zvyšuje až 4× [42; 152]. S přibývajícím věkem dochází ke snížení svalové síly zejména z důvodu redukce množství a velikosti svalových vláken a následné ztrátě svalové hmoty a tím i síly. Zvýšená četnost zranění u starších sportovců se připisuje zvýšenému množství degenerativních změn hlavně v oblasti bederní páteře, což vede k impingement syndromu L5 a S1. Degenerativní změny páteře v oblasti L5/S1 mohou způsobit útlak kořene L5 a následně zhoršení inervace svalů zadní strany stehna a tím snížení svalové síly [17; 111; 152]. Arnason et al (in Bahr, Holme [7]) se neshodují s předchozími tvrzeními, neboť udávají jako průměrný věk, kdy dochází k vzniku nových zranění hamstringů 27,8 let, zatímco průměrný věk nezraněných sportovců je 23,8 let. Ale tato analýza neodhaluje, zda se riziko zvyšuje lineárně s věkem či nikoliv. S každým rokem dochází ke zvýšení rizika vzniku zranění hamstringů o 40%. Jinými slovy lze říci, že věk je velmi rizikovým faktorem. Dle Verralla et al [146] se s každým rokem zvyšuje pravděpodobnost zranění hamstringů 1,3× nezávisle na tom, zda sportovec v minulosti utrpěl tento typ zranění. Společně s věkem a rasovými odlišnostmi, zejména aboriginci a černoši, se jako nejvýznamnější rizikové faktory podle některých autorů [111; 146; 152] jeví zranění kolena, nejčastěji poranění ACL, a hamstringů v anamnéze [146]. Zranění ACL v anamnéze bylo statisticky významným faktorem vzniku zranění hamstringů u hráčů ragby [77]. Zejména došlo-li k některému z těchto zranění v předchozích 12 měsících, ale nelze opomenout i jiná zranění kolena

či poranění oblasti třísla a nebo natržení jiných svalů dolní končetiny, zejména svalů lýtky a m. quadriceps femoris [17; 111; 152]. Rizikovými faktory vzniku zranění hamstringů jsou i bolesti či zranění třísla a osteitis pubis, neboť vedou ke změnám v oblasti pánve a kyčelních kloubů, což je také považováno za rizikový faktor pro vznik zranění hamstringů [44]. Předchozí zranění je některými autory považováno za hlavní rizikový faktor, neboť je spojeno se snížením svalové síly [17]. Orchard [99] dokonce tvrdí, že nedávná historie stejného zranění, ale i jiná zranění téhož druhu jsou nejsilnějším rizikovým faktorem. Tato zranění pak mají za následek změnu biomechanických poměrů dolní končetiny a tím mohou zvyšovat riziko vzniku poranění hamstringů [111; 152]. Vyšší pravděpodobnost tohoto zranění je u lidí, kteří již toto zranění utrpěli [14]. U sportovců s předchozím zraněním hamstringů je riziko recidivy zranění 11,6× vyšší než u sportovců, kteří toto zranění zatím neutrpěli [7]. Zranění zad v anamnéze nekoreluje se zvýšeným rizikem zranění hamstringů, ale má značný vztah ke zvýšení pravděpodobnosti vzniku bolestí zadní strany stehna z důvodu přenesené bolesti [146].

Gabbe et al [40] považují zranění hamstringů v předešlých 12 měsících a přibývajícím věku za nezávislé faktory pro vznik tohoto zranění.

Po operacích ACL, kde byl použit štěp z m. semitendinosus, dochází k významnému oslabení hamstringů, hlavně při větších úhlech flexe kolenního kloubu, a následně zvýšení rizika zranění. Tato slabost může být minimalizována, pokud je zachována alespoň šlacha m. gracilis [128].

Někteří autoři [17; 28] uvádějí významný vliv m. quadriceps femoris na vznik zranění hamstringů. Donaldson a Dreese [28] považují věk a sníženou poddajnost m. quadriceps femoris za významné prediktivní faktory tohoto zranění. Je-li poddajnost m. quadriceps femoris snížena, pak se zvyšuje riziko poranění hamstringů [17].

Často diskutovaným rizikovým faktorem je poměr hamstringy:m. quadriceps femoris (H:Q). Názory na tento faktor jako rizikový se různí [14]. Někteří autoři [14] tvrdí, že příčinou je nedostatečné pochopení neuromuskulárních vzorců, které by mohly vést k vysvětlení příčiny zranění, zatímco jiní autoři [107] připisují nízkému H:Q poměru, tedy jakési „silové dysbalanci“, ale i dalším faktorům, mezi které řadíme svalovou únavu, „tuhost“ hamstringů

a předchozí zranění, významný vliv. Tyto faktory jsou považovány za nejčastější modifikovatelné faktory.

Jako potenciální rizikové faktory zranění hamstringů se jeví poddajnost hamstringů a m. quadriceps femoris, m. iliopsoas, rozsah pohybu bederní páteře, zejména do extense, kyčelních kloubů, zejména do rotací, řízení motoriky a nesmíme opomenout postupné stárnutí organismu [42]. Mezi britskými fotbalisty bylo častější zranění hamstringů u těch sportovců, kteří se protahovali méně [17]. Poddajnost hamstringů se jeví jako významný faktor pro vznik zranění, zatímco neurofyziologické aspekty řízení pohybu, úroveň a roční období vzhledem k frekvenci sportovní činnosti se tak významnými nejeví [42]. Ohodnocení svalového zkrácení flexorů kyčle, m. quadriceps femoris, iliotibiálního traktu je považováno za velmi důležité, neboť tyto svaly působí jako antagonisté při extensi a flexi kyčle. Jsou-li flexory kyčle a m. quadriceps femoris zkrácené nebo ve větším napětí, musí se extensory kyčle a hamstringy do činnosti zapojit více pro dosažení stejného výkonu. Toto má za následek jejich zvýšenou únavu a hamstringy se stávají více náchylnými ke zranění [49]. Svalové zkrácení je často považováno za vnitřní rizikový faktor pro vznik svalového zranění. U hráčů fotbalu se zraněním hamstringů nebo m. quadriceps femoris byla zjištěna významně nižší poddajnost před tím, než došlo ke zranění, v porovnání s nezraněnou stranou. Hráči se svalovým zkrácením hamstringů nebo m. quadriceps femoris mají statisticky vyšší pravděpodobnost, že u nich dojde ke zranění těchto svalů [151]. Zkrácení hamstringů, zejména 70° a méně při flexi extendované dolní končetiny, významně zasahuje do kvality funkčního svalového řetězce, dynamických a statických funkcí dolních končetin, pánve a páteře, s vyústěním do patologických stavů, zejména dolní části páteře [133]. Neadekvátní strečink v interakci s dalšími faktory byl navržen jako faktor částečně zodpovědný za vznik zranění hamstringů, ale i „extrémní“ protažitelnost je spojována s rizikem vzniku svalové distenze či natržení [25].

Jenkins [60] označuje za predisponující faktory akutního zranění neadekvátní zahřátí či strečink, snížený rozsah pohybu bederní páteře a anteverze pánve.

Dadebo et al [25] uvádějí jako rizikové faktory dysbalanci, kterou překvapivě člení na silovou a svalovou, dále neadekvátní rozcvičení, nedostatečnou ohebnost či naopak hypermobilitu, svalovou únavu, zranění hamstringů v anamnéze a jeho neadekvátní léčbu.

Toto tvrzení se shoduje s dalšími autory [1; 10; 14; 17; 19], kteří jako rizikové faktory uvádějí nedostatečné zahřátí a rozcvičení před výkonem, nedostatečný rozsah pohybu v kloubech, svalové zkrácení či hypertonus, neadekvátní svalovou sílu, fyzickou kondici, vadné držení těla, dysfunkci osového orgánu a posturální poruchy v oblasti bederní páteře, přetížení, nedostatečnou regeneraci či zotavení, nedostatečnou neuromuskulární kontrolu, předchozí zranění, nesprávnou techniku běhu. Dále se k těmto faktorům přičítají zranění v anamnéze, zkrácené flexory kyčle, kompenzační slabost gluteálních svalů, „silová dysbalance“ jednotlivých svalů, snížený rozsah pohybu v daných segmentech, asynchronní aktivita nervů inervující hamstringy při jejich dvojí inervaci. Zranění hamstringů může nastat při změně poměrů mezi agonisticky a antagonisticky působícími svaly a tím změnám v rozsahu pohybu kloubů, rychlosti pohybu a pohybovém vzoru kloubů, neboť se v případě běhu jedná o multiartikulární akci [19]. K zranění hamstringů dochází při jejich příliš rychlém protažení, tedy jedním z rizikových faktorů je rychlost pohybu, dále nedostatečná kondice, svalové zkrácení, svalová únava a nedostatečné rozcvičení. Děti pouze zřídka trpí zraněním hamstringů, protože jsou mnohem „ohebnější“ než dospělí [6]. Dysbalance ve svalové síle svalů dolních končetin mohou také vést k zranění hamstringů. Jako příklad lze uvést hamstringy, které mohou být na jedné straně silnější než na straně druhé a nebo m. quadriceps femoris může být silnější než hamstringy a pak tyto svaly „přetáhne“, neboť m. quadriceps femoris může vyvinout větší exkurzi v kyčli při flexi a tím větší protažení hamstringů a tudíž zvýšené namáhání extensorů kyčle [6]. Dysbalance mezi m. adductor magnus a m. gluteus maximus též hraje klíčovou roli při vzniku zranění hamstringů, neboť tyto svaly jsou svaly neutralizační, zajišťující co nejpřímější průběh pohybu v kyčli. Pokud je mezi těmito svaly dysbalance, musí hamstringy během jejich kontrakce ještě zastávat stabilizační funkci, aby nedocházelo k výchytkám stehna do stran během letové fáze. Dysbalance se projevuje oslabením m. gluteus maximus a zkrácením m. adductor magnus. Tato dysbalance může mít obrácený charakter [49]. Svalová slabost často vychází z dřívějších zranění, neboť jizevnatá tkáň není tak silná jako jiné komponenty muskulotendinózního spojení. V této oblasti je zvýšené riziko svalového zranění nejenom z důvodu svalové dysbalance, ale také z nevhodných poměrů mezi antagonistickými svaly. Jizevnatá tkáň může vést k fibróze

a způsobovat adheze, což má za následek snížení rozsahu pohybu v daném segmentu a tím ovlivnit celý pohybový řetězec [115].

Svalová síla flexorů kyčle může být také považována za rizikový faktor vzniku zranění hamstringů, neboť jsou-li tyto svaly slabé, musí sportovec vyvinout mnohem větší úsilí při odrazu [49]. Svalová síla se také jeví jako významný faktor pro vznik svalových zranění. U sportovců se zraněním hamstringů byla svalová síla hamstringů snížena. Ke snížení svalové síly nebo svalovému zkrácení může vést neadekvátní léčba [17].

Neuromyofasciální faktor je spojován s rizikem natržení hamstringů, neboť se předpokládá vztah mezi „neurální tenzí“ a bolestí zadní strany stehna. Přítomnost myofasciálních trigger pointů v gluteálních svalech a hamstringách se spojuje se snížením poddajnosti svalů a možného motorického úsilí svalu [17].

Verrall et al [147] udávají, že k 84% zranění hamstringů dojde po významném, dlouhém rozcvičování. Na základě těchto zjištění se domnívají, že svalová únava je významným rizikovým faktorem. Opakovaný krátkodobý sprint po dobu 6s je spojován s rozvojem periferní i centrální únavy. Během opakované sprinterské zátěže dochází k progresivnímu svalovému odkysličení, přestože využívání kyslíku je plně zachováno. Povrchové elektromyografie poukazují na výrazný úbytek povrchové elektromyografie během akcelerační fáze každého sprintu při opakovaných sprinterských cvičeních. Úbytek motorické síly byl potvrzen po cvičení výrazným snížením schopnosti maximální volní kontrakce [110]. Svalová únava snižuje schopnost svalu absorbovat energii. Možná také proto můžeme většinu zranění hamstringů pozorovat spíše ke konci zápasu, například fotbalového. Svalová únava může vést k fyziologickým změnám ve svalu, změnám koordinace, techniky a nebo koncentrace. Toto predisponuje hráče ke vzniku svalového natržení. Abnormality v běžeckém stylu mohou být následkem únavy, zvýšení pracovního zatížení na stabilizující biartikulární svaly v okolí pánve. S narůstající svalovou únavou dochází u sportovců zejména při pokusu o běh maximální rychlostí k dřívější aktivaci m. biceps femoris a m. semitendinosus [17; 152]. Dvojí inervace m. biceps femoris také může způsobovat asynchronní aktivaci obou hlav a vést k snížení výkonnosti [17]. Tato asynchronie může být též příčinou lokální svalové únavy, „neurální únavy“. Doba vzniku zranění hamstringů je charakterizována jako časná, střední, opožděná v závislosti na fázi zápasu či závodu, kdy ke zranění dochází, respektive ve fázi

tréninku. Většina zranění hamstringů (2/3) se u kolektivních sportů stává v pozdní fázi tréninku či zápasu. Toto je přičítáno svalové únavě [25]. Všichni sprinteři, kteří byli zahrnuti do studie provedené Brocket et al [14] se domnívají, že ke zranění došlo během poslední fáze závodu, kdy se již zvyšuje únava neuromuskulárního systému. Sekundární únava, nedostatečný či nekvalitní spánek, stres, nevhodná strava mohou mít za následek centrální nervovou únavu, která může být také rizikovým faktorem pro vznik tohoto zranění [152].

Potenciálním rizikovým faktorem a významnou technickou chybou sprinterského běhu jsou příliš dlouhé kroky. Jestliže sprinter přenáší nohu dolů pod COG během oporové fáze, mohou se zvýšit reakční síly působící od země. Při zajištění kompenzace tohoto „extrazatížení“, může dojít k přetížení nebo natržení hamstringů, protože extensory kyčle musí zvýšit svoji aktivitu, aby provedly „přenesení“ těla přes oporovou nohu [49].

Do souvislosti se vznikem zranění hamstringů je dáována i dysfunkce sakroiliakálního kloubu. Na základě randomizované klinické studie, dospěli Cibulka, Rose, Delitto a Sinacore [53] k velmi zajímavému výsledku. Po mobilizaci sakroiliakálního kloubu došlo ke zvýšení svalové síly. Lumbopelvicá stabilita je zajišťována neuromotorickou kontrolou tohoto regionu, což zahrnuje antevertzi a retrovertzi pánve. Toto postavení může nastavovat podmínky pro optimální funkci hamstringů během sprintu. Změny postavení pánve mohou vést ke změnám ve vztahu mezi délkou a napětím svalu a v rámci vztahu síly a rychlosti, proto zlepšení stability bederní a pánevní oblasti je jedním ze základních kamenů terapeutického programu [17]. U pacientů se zraněním hamstringů, zejména s jeho recidivou, je evidován častější výskyt dysfunkce v oblasti lumbopelvicé, což může být příčinou, ale i následkem tohoto zranění [149]. Kloubní dysfunkce v oblasti bederní páteře, sakroiliakálního kloubu mají také vztah k zranění hamstringů. Hyperlordosa bederní páteře, často spojovaná s degenerativními změnami vyššího věku, bývá častým nálezem u sportovců, kteří během posledních dvanáct měsíců utrpěli zranění hamstringů. Stejnostranný sakroiliakální kloub vzhledem ke zranění bývá klopen anteriorně a antevertze pánve bývá spojována s oslabením m. transversus abdominis, který může způsobovat, že se hamstringy stávají funkčně „méně protažitelné“ [17].

Zahřátí, rozcvičení před výkonem se jeví jako podstatný faktor. K většině svalových natržení dochází právě po nedostatečném rozcvičení. Úroveň kondice se také podílí na vzniku tohoto

zranění, zejména byla-li nedostatečná kondiční příprava během tréninkové přípravy. Metody tréninku také ovlivňují riziko vzniku tohoto zranění. Je-li kladen přílišný důraz na aerobní trénink místo na zvýšení intenzity běžeckých dovedností a akcelerační rychlost, může být i tréninková metoda příčinou zranění. Náhlé zvýšení objemu a intenzity tréninku může přispět ke vzniku tohoto zranění [17].

Epidemiologická evidence se přiklání k tvrzení, že natržení hamstringů má spojitost s excentrickou aktivitou, kdy se sval prodlužuje. K tomuto dochází během letové fáze dolní končetiny při sprintu, kdy hamstringy pracují excentricky, aby zabránily hyperextenzi kolene a flexi kyčle [14; 28]. Excentrická cvičení u dříve nebo déle netrénovaných svalů bývají druhý den vnímána jako „ztuhlost“ a bolestivost. V tomto případě může docházet k mikrotraumatům svalových vláken a následnému rozvoji lokální zánětlivé fáze. Mikrotraumata vláken mohou být při přetrvávajícím excentrickém zatížení iniciální příčinou většího zranění. Místa, kde došlo ke vzniku mikrotraumatu mohou být oslabeným místem, ve kterém může dojít k vážnějšímu zranění. Událost, která má za následek mikrotrauma po excentrickém cvičení, je způsobena nejednotným prodlužováním sarkomer a tím větší náchylnosti k mikrotraumatům [14].

Závislost zranění hamstringů na dominanci končetiny nebyla prokázána [99; 152], zatímco m. quadriceps femoris je častěji postižen na dominantní končetině [99].

Biomechanické vlastnosti tkáně a její odolnost vůči zatížení společně s působením vnitřních faktorů, zejména věk, pohlaví a fyzická kondice, a zevních faktorů, jsou základem pro stanovení rizika jejího poškození. Mechanické vlastnosti lidské tkáně udávají míru odolnosti na zatížení. Na vzniku zranění má také významný podíl doba a okolnosti, kdy ke zranění došlo [8]. Většině nepřímých svalových zranění se dá předejít [17].



## 7. SYMPTOMATOLOGIE SVALOVÉHO ZRANĚNÍ

Pro stanovení diagnózy svalová distenze či ruptura je nutné znát symptomy, kterými se toto zranění projevuje, proto symptomy tohoto zranění budou v této kapitole nastíněny.

Symptomy namožení nebo natržení svalu se mohou projevit náhle, nebo pomalu s určitou latencí [15]. K náhlému nástupu zranění hamstringů dochází v 91% případů [147]. Symptomy namožení nebo natržení způsobené rychlým během nebo v rámci tréninku speciální běžecké síly, například pomocí tréninku běhu do kopce se projevují náhle vzniklou lokální bolestí a palpační citlivostí, při ohýbání nebo delším sezení, ačkoli se mohou vyskytnout i výjimky [15; 147]. V případě distenze, kdy se nejedná o vážné postižení, může sportovec pociťovat zvýšené napětí a tah na zadní straně stehna [6]. Sportovci většinou bývají po deseti dnech bez symptomů, přestože proces hojení není zdaleka dokončen [21].

Hlavními projevy tohoto zranění jsou vznik náhlé bolesti na zadní straně stehna, který může být doprovázen i slyšitelným prasknutím ve svalu [6; 88]. Bolest se zvyšuje při svalové činnosti, protažení hamstringů, ale i jejich kontrakci. Přestože Brody [15] mluví o náhle vzniklé lokální bolesti, Javůrek tento symptom charakterizuje odlišně. Dle Javůrka [59] a jiných [88] může být bolest v prvních dnech difúzní, teprve později se „omezuje“ na poraněné místo, kde se postupně objeví otok, který je dalším symptomem [6]. V místě poranění nemusí být pouze edém, ale také zde může být přítomen hematoma. Hematom může být patrný bezprostředně po vzniku zranění, nebo až s určitou latencí, což je charakteristické pro zranění hlouběji uložených struktur. Hematom je neklamnou známkou porušení svalových vláken, ale jeho přítomnost není podmínkou. Dále nacházíme měkkost tkáně při palpaci, nebo můžeme palpat malou „prohlubinku“ ohraničenou „uzlíkem“ natržených svalových snopců, která se může plnit krví [3: 41; 58; 59]. Ostrá bolest v oblasti zadní strany stehna, zvýšená bolest nebo svalová slabost je pociťována zejména při pasivní extenzi kolena, pasivní flexi kyčle, aktivní flexi kolena a aktivní extenzi kyčle s extensí kolena, také při flexi kolena proti odporu a extenzi kyčle s extensí kolena proti odporu. Otok bývá patrný 1-2 dny od vzniku zranění nejčastěji ve fossa poplitea [1]. V případě úplné ruptury je palpovatelný defekt proximálně s prominencí svalového břicha distálně [88]. V případě zranění

proximálního muskulotendinózního spojení m. biceps femoris bývá maximální bolest pociťována cca 10 cm pod subgluteální rýhou [26].

## 8. MOŽNOSTI DIAGNOSTIKY SVALOVÝCH ZRANĚNÍ

Na základě výše uvedených symptomů tohoto zranění přistupujeme ke stanovení diagnózy. V této části bych se ráda zaměřila na kategorizaci a stručný popis diagnostických metod, mezi které v případě zranění hamstringů řadíme klinické vyšetření a zobrazovací metody, zejména magnetickou rezonanci a ultrasonografi, ale i radiodiagnostiku, která může vyloučit zranění kosti.

Natažení hamstringů je velmi dobře rozpoznatelné jak lékaři, tak i trenéry a samotnými sportovci, neboť je provázeno výraznou bolestivostí v místě postižení a vyplývá tedy z akutně vzniklé epizody [111; 152].

Diagnóza je nejčastěji stanovena na základě odebraných anamnestických dat a klinického vyšetření postižené končetiny, kdy nacházíme přítomnost výše popsaných symptomů, zejména bolesti při pasivním i aktivním pohybu. Velmi důležité je přesně lokalizovat bolest. K diagnostice lze využít zobrazovacích metod, nejčastěji ultrasonografie a magnetické rezonance [6; 146]. Dle Javůrka [59] diagnózu upřesní rentgenové vyšetření, arteriografie, impedanční pletysmografie, vyšetření enzymů a elektrodiagnostika.

Zjištění predispozice hamstringů ke zraněním typu natržení může být determinována „testy síly“ a svalového zkrácení [64]. K diagnostice se také osvědčil tzv. „taking off the shoe“ test (TOST) prováděný na zraněné i nezraněné straně. TOST dle Zerena a Oztekina [155] lze ohodnotit jako senzitivní, specifický na 100% a má pozitivní prediktivní hodnotu a negativní prediktivní hodnotu 100% pro m. biceps femoris, což bylo porovnáváno s nálezy na UZ. Pro porovnání s ostatními testy byla jejich senzitivita 57%, specificita 100%, přesnost 79% a negativní prediktivní hodnota byla 70%, samozřejmě by bylo vhodné tyto výsledky ověřit dalšími studii.

### 8.1 KLINICKÉ VYŠETŘENÍ

Klinické vyšetření zahrnuje všechny běžné metody vyšetření. Klinické vyšetření začíná odebráním anamnézy a inspekcí postižené oblasti, pokud je to možné ve stoji, chůzi a v leže na břiše. Vyšetření pokračuje palpací svalové skupiny, kde předpokládáme zranění a palpační nález porovnáváme s nepostiženou stranou. Při palpaci se soustředíme zejména

na otok, napětí a přítomnost bolestivých bodů, trigger pointy a tuber ischiadicum, dále palpujeme svaly při jejich kontrakci. Následuje vyšetření aktivního a pasivního rozsahu pohybu do flexe a extense v kyčelním a kolenním kloubu. Zajímá nás svalové zkrácení, případně hypertonus svalů, které rozsah pohybu omezují. Svalová aktivita excentrická i koncentrická by měla být sledována během aktivní extense a flexe v daných kloubech. Při klinickém vyšetření bychom neměli zapomenout vyšetřit aktivity denního dne, které vyšetřujeme ihned, jakmile nám to zdravotní stav pacienta dovolí. Dále bychom se měli zaměřit na některé speciální testy. Mezi tyto testy běžně užívané v zahraničí lze zařadit „Wallace test“, „straight leg raising test“, slump test, „test of action of lateral and medial hamstring“ [75]. Z testů běžně užívaných v našich podmínkách lze zmínit vyšetření zkrácených svalů dle Jandy a Thomayerovu zkoušku.

## 8.2 ZOBRAZOVACÍ METODY

V nejistých případech nebo v případech, kdy chceme znát vážnost zranění hamstringů se používají zobrazovací metody. Nejčastěji používanými metodami jsou magnetická rezonance (MRI) a ultrasonografické vyšetření (UZ). Jedná se o užitečné a velmi senzitivní metody pro odhalení typu a rozsahu zranění. Jsou však užívány velmi zřídka, asi v 5% případů [107; 111]. Zranění hamstringů nebývá nutné potvrzovat metodami zobrazovacími, neboť klinický obraz bývá pro stanovení diagnózy více než jasný. Tyto metody také nejsou běžně používány pro jejich vysokou cenu a proto se provádějí většinou jen u vrcholových sportovců, zatímco sportovci nižších výkonnostních tříd vyšetřování nebývají [111].

V případě zobrazovacích metod se zajímáme zejména o šest parametrů: zraněný sval, místo zranění ve svalu, longitudinální délku zranění (v milimetrech), neboť myofibrily hamstringů probíhají longitudinálně se svalem, „cross-sectional area“, která je vyjádřena procentuálně a přítomnost intermuskulárního nebo intramuskulárního hematomu. Intermuskulární hematom nemusí být přítomen. V případě přítomnosti hematomu jej rozlišujeme podle jeho velikosti na mírný ( $<2 \text{ cm}^2$ ), střední ( $<6 \text{ cm}^2$ ) a velký ( $>6 \text{ cm}^2$ ) nebo absorbovaný. Intramuskulární hematom je měřen ve třech dimenzích a hodnocen podle objemu [21].

Schneider-Kolsky et al [122] porovnávali výsledky klinického vyšetření a MRI provedených na 58 probandech. Klinický nálezu souhlasil s nálezem na MRI v 65,5% případů. Nález byl klinicky pozitivní v 31,0% případů, ale na MRI nedošlo k zobrazení žádné patologie. Pouze ve 3,4% detekovalo MRI pozitivní nález, zatímco klinicky byl nález negativní nebo zanedbatelný. Na základě těchto výsledků lze shrnout, že vyšetření pomocí MRI není nutné vyžadovat pro stanovení diagnózy natržení hamstringů.

### **8.2.1 Radiodiagnostika**

Rentgenové vyšetření obvykle neprokáže svalové zranění, ale je možné ho použít k diagnostice avulzí či fraktury femuru [6; 75]. Rentgenové vyšetření nebo vyšetření pomocí radionuklidů může pomoci stanovit diagnózu [58].

### **8.2.2 Magnetická rezonance**

Magnetická rezonance (dále MRI) může být velmi užitečná při stanovení diagnózy a zobrazení detailů zranění. Jedná se o speciální neinvazivní radiologické vyšetření, které využívá magnetických vln k vytvoření obrazu [6; 12]. Odborníci [146] se shodují na tom, že MRI je jako diagnostická metoda detekce zranění hamstringů citlivější než počítačová tomografie (dále CT). MRI se obvykle používá v období 48–120 hodin od vzniku akutního zranění [146]. Nedoporučuje se během prvních 48 hodin, neboť obraz bývá často negativní, a není tedy prokázáno makroskopické poškození fibril, z důvodu probíhající akutní zánětlivé reakce [111]. MRI není schopné zobrazit hematom dokud nedojde k přeměně hemoglobinu na methemoglobin, tedy přibližně po 3-4 dnech [75].

Během MRI vyšetření dochází ke snímání sekvencí v sagitální rovině pomocí T1 a T2 zobrazení. Za pozitivní je považováno zobrazení, kdy je v případě T2 zobrazení detekována intramuskulární nebo intratendinózní hyperintenzita v místě zranění. Tento nález označujeme diagnózou, natržení hamstringů. Negativní MRI vyšetření zobrazuje normální nález. V případě bolesti na zadní straně stehna byl při hodnocení MRI nález pozitivní u 81,25% případů a u 18,75% „zranění“ zadní strany stehna neprokázalo na MRI svalové poškození.

Pravděpodobně se jednalo o přenesenou bolest [26; 146]. MRI zobrazení zranění znázorňuje Obr. 10 přílohové části.

MRI je výhodnější metodou pro rozlišení avulze hamstringů od jejich natržení v muskulotendinózní jednotce než UZ. Tudiž je MRI vhodnější metodou při určování nutnosti chirurgické léčby [76]. Avulzi hamstringů znázorňuje Obr. 11 přílohové části.

Koulouris et al [77] hodnotili na 41 hráčích australského fotbalu pomocí MRI délku zranění, CSA, postižený sval a lokalizaci zranění v muskulotendinózní jednotce. Průměrná délka zranění byla 83,4 mm, u recidivujícího zranění byla tato délka 98,7 mm a byla vždy větší než při prvním zranění. Pouze 7% hráčů s natržením svalu menším než 60 mm bylo postiženo recidivou zranění. Hráči se zraněním větším než 60 mm byli postiženi recidivou zranění v 33%.

### 8.2.3 Ultrasonografie

Ultrasonografie bývá preferována pro její nižší cenové nároky, přestože je MRI mnohem citlivější metodou [17]. Ultrazvukové vyšetření umožňuje diagnostikovat natržení svalu i v případě přítomnosti hematomu v časné fázi. Toto vyšetření je vhodné pro rozlišení svalového natržení a svalové kontuze [75].

Connell et al [21] hodnotili výsledky získané z MRI a sonografie. První měření bylo do tří dnů od zranění, následující měření byla provedena po dvou a šesti týdnech. První měření MRI identifikovalo 70% zranění, zatímco sonografie odhalila 75% zranění. Pomocí sonografie nebylo detekováno 11,9% abnormálních nálezů na MRI, ale sonografie detekovala 17,8% zranění, které nezobrazila MRI. Měření po dvou týdnech od úrazu přineslo následující výsledky: 59,2% "skenů" odhalilo abnormální nález na MRI a 51% na sonografii. Z 29 abnormálních nálezů na MRI, vypadalo 34,5% na UZ normálně, zatímco 24% abnormálních nálezů na UZ nebylo detekováno MRI. Měření po šesti týdnech ukázalo na MRI 48,4% abnormálních nálezů a na UZ bylo 32,3% abnormálních nálezů. Na UZ nebylo detekováno 38,46% zranění identifikovaných na MRI a 20% zranění identifikovaných na UZ nebylo detekováno na MRI. Rozdíly mezi nálezy na MRI a sonografií nejsou statisticky významné [21].

CSA se na MRI jeví rozsáhlejší než na UZ při základním měření a při měření po dvou týdnech. V případě malých zranění nebývá po šesti týdnech toto zranění patrné ani na MRI ani na UZ. V případě měření délky zranění i CSA bylo vždy naměřeno více na MRI při prvním i druhém měření, neboť MRI je citlivější na zobrazení i jen jemného otoku. Zmenšení rozsahu těchto dvou parametrů bylo patrné až po šesti týdnech [21].

### 8.3 VÝSLEDKY ZOBRAZOVACÍCH METOD VE VZTAHU K NÁVRATU K TRÉNINKOVÉ ČINNOSTI

Gibbs et al (in Robertson [111]), ale i jiní autoři [17] uvádějí vztah mezi výsledky MRI a dobou potřebnou k návratu k závodní činnosti. Negativní nálezy na MRI poukazují na příčinu vzniku bolesti hamstringů na základě přenesené bolesti ze vzdálenějších struktur. Obvykle je v tomto případě návrat k závodní činnosti možný v průměru již po 6 [44] či 8 dnech [111] a dle Verrall et al [147] až po 16 dnech. Žádný sportovec s negativním MRI neutrpěl recidivu zranění [44]. Je-li nález na MRI pozitivní, obvykle bývá návrat k závodní činnosti minimálně po 20 [44] či 22 dnech [111], zatímco Verrall et al [147] udávají 27 dní. Gibbs et al (in Robertosn [111]) také došli k závěru, že délka a šířka zranění koreluje s dobou potřebnou pro zotavení. Je-li rozsah zranění na délku větší než 60 mm nebo CSA je větší než 10%, pak doba nutná pro hojení je minimálně 21 dní a je 30-40% riziko recidivy zranění. Je-li však rozsah poškození menší než 60 mm na délku a méně než 10% CSA, pak je riziko recidivy zranění menší než 5 % [111]. Ačkoli rozsah zranění koreluje s dobou léčby, nebyly zjištěny významnější souvislosti mezi rozsahem zranění a jeho návratem. Tyto hodnoty a doba k návratu k soutěžní činnosti byly sledovány u fotbalistů, kde „sprint“ není stěžejním parametrem soutěže, proto se tímto nemohou orientovat sprinteři, u kterých je požadováno maximální úsilí. Ti si musí počkat na úplné zotavení [111]. Lze tedy shrnout, že délka léze má silnější korelační koeficient s časem potřebným k návratu než CSA. MRI může pomoci s předpovědí doby potřebné pro zotavení [44]. Není patrná souvislost mezi lokalizací zranění proximálně či distálně a dobou nutnou pro zotavení před návratem k soutěžní či závodní činnosti [123]. Svalová zranění zahrnující jak postižení svalového bříška, tak přilehlé muskulotendinózní spojení neovlivňují dobu zotavení. U zranění hamstringů byla průměrná

doba potřebná pro zotavení 27 dní (13-48 dní). CSA větší než 50% byla spojena s delší dobou nutnou pro zotavení, zrovna tak i „objem“ svalového zranění [123]. Je-li objem zranění větší než 21,8 cm<sup>3</sup>, pak riziko recidivy vzrůstá až 2,2-2,3× [145]. Askling et al [4] tvrdí, že na základě palpačního vyšetření během prvních 3 týdnů od vzniku zranění a MRI během prvních 6 týdnů od vzniku zranění je možné předpovědět čas nutný pro regeneraci a pro návrat potřebný na stejnou sportovní úroveň jako před zraněním. Průměrná doba potřebná pro návrat ke sportu byla 16 týdnů (rozmezí 6-50 týdnů). Proximálně volná šlacha a zranění v blízkosti tuber ischiadicum vyžadovaly delší dobu hojení a návrat na stejnou úroveň jako před zraněním trval déle.



## 9. NEJČASTĚJŠÍ LOKALIZACE ZRANĚNÍ

Zobrazovací metody také slouží k určení lokalizace zranění. Znalost nejčastěji zraněných oblastí může přispět k potvrzení či vyvrácení některých teorií o etiopatogenezi a rizikových faktorech zranění hamstringů. Přesná lokalizace poškozené oblasti může být stanovena pouze na základě použití zobrazovacích metod, proto je kapitola zařazena za kapitolou popisující možnosti diagnostiky zranění hamstringů.

K natržení hamstringů dochází při dvou základních situacích, při sprintu nebo naopak při pomalém protahování. V těchto případech jsou i odlišné lokalizace zranění. Vyšetření pomocí magnetické resonance odhaluje patologické změny u sprinterů v distální části m. semitendinosus a u tanečníků v proximální šlaše m. semimembranosus. Na základě tohoto pozorování se pravděpodobně dá předpokládat spojitost mezi etiologií a lokalizací zranění hamstringů [3; 5].

Na základě výsledků MRI a ultrasonografie byl nejčastěji zraněným svaem stanoven m. biceps femoris (80%). Ve většině případů je tento sval poškozen v blízkosti nebo v místě svalově šlachového přechodu, tedy muskulotendinózního spojení. Druhým nejčastěji zraněným svaem byl označen m. semitendinosus. K většině zranění dochází proximálně, zejména v muskulotendinózním spojení [6; 19; 21; 47; 88; 111].

Všichni citovaní autoři se shodují na m. biceps femoris jako na nejčastěji postiženém svalu, ale již se neshodují na upřesnění četnosti zranění jednotlivých hlav. De Smet a Best [26] udávají jako nejčastěji postiženou dlouhou hlavu m. biceps femoris v proximálním muskulotendinózním spojení a druhým nejčastěji zraněným svaem označili m. semitendinosus. Askling et al [4] za nejčastěji zraněný sval označili také dlouhou hlavu m. biceps femoris. S tímto tvrzením se rozchází řada autorů [75; 117; 129], kteří jako nejčastěji postiženou označili krátkou hlavu m. biceps femoris. Slavotinek, Verrall a Fon [123] udávají jako nejčastěji postiženou dlouhou hlavu m. biceps femoris 86,67% případů. Společně s dlouhou hlavou m. biceps femoris bývá postižen i m. semitendinosus (36,66%). V tomto případě je dominance poškození těchto dvou svalů vyrovnaná. Krátká hlava m. biceps femoris byla postižena v 16,67% případů, ale ve všech případech bylo alespoň minimální zranění dlouhé hlavy m. biceps femoris. Muskulotendinózní spojení bylo postiženo v 93,33% případů,

pouze v 6,67% případů bylo poškozeno epimysium. Pro klasifikaci proximálního a distálního zranění byl jako kritérium použit začátek krátké hlavy m. biceps femoris. Na základě této klasifikace se v 36,67% případů jednalo o proximální postižení a v 63,33% případů o postižení distální, což neodpovídá tvrzení výše uvedených autorů, kteří však nepopisují kritéria pro hodnocení proximality a distality.

Ke všem intramuskulárním zraněním dochází v muskulotendinózním spojení, ale můžeme pozorovat i poranění na koncích svalu a ve svalovém bříšku [26]. Ačkoli k většině zranění dochází proximálně, ve studii, kterou provedli De Smet a Best [26] bylo u 33,33% zraněných nalezeno vícečetné zranění, tzn., bylo zraněno více svalů než jeden, což zachycuje Obr. 12 a Obr. 13 přílohové části. Primárně byl poškozen m. biceps femoris a sekundárně m. semitendinosus. Zranění lokalizované distálně bylo u 40% sportovců. Všechna zranění byla lokalizována v muskulotendinózním spojení a to jak v proximálním muskulotendinózním spojení, tak intramuskulárním muskulotendinózním spojení a distálním muskulotendinózním spojení. V závislosti na mechanismu zranění, ve sprintu či tanci, nacházíme odlišné lokalizace zranění a také poškození v různých tkáních. U sprinterů bývá větší palpační bolestivost distálněji (12 cm) od tuber ischiadicum než u tanečnicků (6 cm) [3].

U sprinterů se jednalo primárně zejména o postižení svalové tkáně, zatímco u tanečnicků byla postižena zejména šlacha [3].

## 10. KLASIFIKACE SVALOVÝCH ZRANĚNÍ

Na základě diagnostických postupů můžeme svalové zranění klasifikovat do několika kategorií podle rozsahu poškození svalu. Na základě rozsahu poškození svalu také následně přistupujeme k léčbě tohoto zranění, která se v jednotlivých případech může odlišovat. Popis jednotlivých kategorií bude nastíněn v této části diplomové práce.

Zranění hamstringů jsou velmi častá, nejčastěji se jedná o distenze, parciální či úplné ruptury, ale neméně časté jsou tendinopatie začátků a úponů těchto svalů [81].

Svalová zranění můžeme rozlišovat na základě různých hledisek. Těmito hledisky mohou být mechanismus vzniku, pak tato zranění můžeme klasifikovat jako přímá, kam řadíme lacerace a kontuze, a zranění nepřímá. Dalším hlediskem pro rozlišení zranění je dle lokalizace zranění (proximální, distální) a podle časového úseku jejich vzniku a trvání na akutní a chronická [10; 60; 107].

Typické je rozdělení akutního zranění hamstringů do tří kategorií podle závažnosti poškození svalu [6; 107]. Tato dělení korespondují s dělením poranění dle Javůrka [59], který rozlišuje svalovou distenzi, natržení a rupturu. Toto dělení popisují i další autoři [25]. Svalové natržení probíhá kolmo na průběh svalových vláken. Stupeň svalového poranění závisí na vyvolávající příčině a na podmínkách vzniku [59]. Znázornění jednotlivých stupňů poškození svalu včetně avulze zachycují Obr. 14 -17 přílohové části.

- Stupeň 1: „mírné poškození“ – svalová distenze, tzv. „natažení“ svalu. Většinou není výrazné poškození struktury svalu. Jedná se o funkční reverzibilní poruchu, která vznikla při dosažení hranice svalové elasticity a pevnosti. Ztráta svalové síly či omezení rozsahu pohybu v kyčli nemusí být přítomny. Bolest se většinou zhoršuje při pasivním protažení svalu. Rozsah pohybu nebývá výrazněji změněn. Bolest nastupuje jako u svalového natržení. Často je v těchto dvou případech diagnóza možná až kolem 5. dne od úrazu [6; 59; 107; 111; 75; 119]. Tento stupeň zranění byl původně pravděpodobně popsán na základě přenesené bolesti [146].
- Stupeň 2: „střední poškození“ – svalové natržení vzniká při překročení hranice svalové elasticity a pevnosti. Dochází k anatomickému porušení, částečné ruptuře, vaziva nebo několika svalových vláken, jednoho či více, nebo hrubému porušení svalových

snopců. Poškození svalových vláken vede ke vzniku značné bolesti a otoku. Svalová síla je snížena. Svalová kontrakce vyvolává bolest a rozsah pohybu je limitován bolestí, většinou je výrazně omezen rozsah pohybu [6; 59; 75; 107; 111; 119].

- Stupeň 3: „vážné poškození“ – svalová ruptura je charakterizována kompletním porušením svalové kontinuity, tedy úplnou rupturou svalu či šlachy. K úplným rupturám dochází nejčastěji v muskulotendinózním spojení. Svalová ruptura vzniká náhle za velmi silných bolestí, je provázena bolestivou kontrakcí postiženého svalu a příznaky krevního výronu [6; 59; 107; 111; 119]. Dochází k výraznému snížení rozsahu pohybu a to až o 50%, i více a výrazné svalové slabosti, kdy postižený není schopen unést sebe sama [75]. V některých případech může dojít i k odtržení šlachy od kosti, k tomuto dochází v místě jejího úponu na tuber ischiadicum. Tento stav vyžadující chirurgické řešení nazýváme avulze [6].

Většina zranění hamstringů (97%) je hodnocena stupněm 1 a 2 [25].

Další možností, jak lze zranění hamstringů dělit, je dělení na zranění akutní a chronická [60].

Akutní zranění hamstringů je příčinou vzniku náhlé bolesti, otoku a omezení pohybu [60].

Více je uvedený problém popsán v kapitole 7. Symptomatologie svalového zranění

Chronická zranění hamstringů vznikají obvykle na podkladě nesprávné a nedostatečné léčby akutního zranění a předčasného návratu ke sportu, ale mohou také vznikat na základě malého množství neustále se opakujících mikrotraumat v delším časovém úseku. Nedostatečná svalová poddajnost zvyšuje pravděpodobnost vzniku malých „trhlinek“, které vedou ke zmnožení vaziva ve svaly a tím dochází k jeho zkrácení a oslabení. Tímto způsobem může vzniknout „začarovaný kruh,“ který může být příčinou chronifikace tohoto zranění. Tomuto „začarovanému kruhu“ lze zabránit okamžitou a náležitou iniciální léčbou při vzniku akutního zranění [60; 97].

## 11. MOŽNOSTI LÉČBY ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ

Na základě prostudované literatury následuje shrnutí nejčastěji doporučovaných léčebných metod a fyzioterapeutických postupů při zranění hamstringů. Doporučení léčebných postupů vychází zejména z pohledu fyziologie na regeneraci svalu, na základě přítomnosti symptomů tohoto zranění a rizikových faktorů, které je nutné terapií eliminovat. Tato kapitola byla rovněž rozdělena do jednotlivých subkategorií.

Cílem léčebného postupu je zahojení tkáně malou nebolestivou elastickou jizvou, dosažení nebolestivého provedení pohybu a prevence recidivy zranění. Léčebný proces by měl napomáhat resorpci krevního výronu a zabráňovat svalové atrofii [59].

Velkým nedostatkem léčby hamstringů je chybějící klinický výzkum zaměřený na efektivitu fyzioterapeutických metod v případě svalové distenze, parciální ruptury, či úplné ruptury v oblasti ischiokrurálních svalů [107].

Léčba zranění hamstringů závisí na stupni poškození a lokalizaci zranění [58; 88]. Doba zotavení je závislá na vážnosti zranění a pohybuje se od několika dnů až po několik týdnů [117]. Při malých svalových distenzích se obvykle sportovci vrací ke sportovní činnosti po dvou až čtyřech týdnech, při vážnějších stavech se doba návratu prodlužuje na dva až tři měsíce. Sval by měl být „kompletně“ vyléčen po čtyřech až šesti měsících [6]. Léčba, než je možný návrat k závodní činnosti, trvá přibližně deset týdnů [58]. Po ukončení léčby by sportovec měl být schopen vrátit se k výkonům své sportovní úrovně [6]. Zotavení trvá mnohem déle, došlo-li ke zranění šlachy [111]. Návrat k plné funkční aktivitě by měl postupovat velmi pozvolna a měl by být pečlivě monitorován. Léčba svalového zranění nesmí být uspěchána, neboť příliš rychlý návrat k aktivní činnosti může způsobit rychlou recidivu zranění [60]. Při návratu k tréninkové aktivitě by sval měl být „zajištěn“ tejpem či pružným obinadlem, nebo jinou formou zpevnění, aby se zabránilo jeho maximálnímu svalovému napětí [59]. Před návratem k plné sportovní aktivitě by měl poměr m. quadriceps femoris:hamstringy být 3:2 [58].

Léčbu lze rozlišit na léčbu chirurgickou, nechirurgickou, tedy konzervativní, a následnou fyzioterapii [6].

Konzervativní léčba je poměrně náročná a jsou na její kvalitu a průběh kladeny vysoké nároky, neboť nekompletní a nedostatečná léčba může vést k recidivě zranění [6]. Téměř všechna zranění hamstringů jsou léčena konzervativně s výjimkou asi 1,6%, kdy léčba vyžaduje chirurgický přístup [25]. Léčba avulzí je shodná s léčbou svalového natržení, případně je přistupováno k léčbě chirurgické [117].

Management léčby zranění hamstringů vyžaduje první pomoc, která má zajistit minimalizaci krvácení, otoku a zánětu. Následná léčba by měla podporovat efektivní formování jizvy. Za tímto účelem můžeme využít posilovací cvičení, metody fyzikální terapie, terapii měkkých tkání a strečink. Některé metody zachycuje Tab. 5 přílohy části [17]. V rámci fyzioterapie se doporučuje UZ, elektrostimulace, ohodnocení dysfunkce v oblasti pánve, kyčle, nohy a bederní páteře [14; 58].

## 11.1 POSTUPY LÉČBY POČÍNÁJÍCÍ AKUTNÍ FÁZÍ

V této části bych se ráda zaměřila na poskytnutí tzv. první pomoci a léčebného postupu v akutní fázi vzniku zranění a na otázku farmakologické léčby během akutní fáze zranění.

Z hlediska vnímání léčebného postupu považují někteří autoři [111] délku akutní fáze 0-48 hodin, zatímco jiní [6] za akutní období považují až prvních pět dní.

Zejména prvních 3-5 dní je hlavním cílem léčby kontrola otoku, bolesti a krvácení [6]. V léčbě svalových zranění neexistuje žádný přesný léčebný a fyzioterapeutický konsensus, proto je v iniciální fázi akceptována klidová léčba, kterou Javůrek [59] označuje jako základní pravidlo léčby svalového natržení, dále kryoterapie, komprese a elevace zraněné končetiny.

### 11.1.1 R.I.C.E metoda

Léčbu zranění v akutní fázi lze označit zkratkou, R.I.C.E, vzniklou z anglických slov: Rest, Ice, Compression, Elevation. Případně lze léčbu doplnit o vhodné medikamenty [12; 14; 15; 58; 59; 60; 107; 117]. R.I.C.E. přístup by měl být aplikován prvních 48-72 hodin [88]. Taylor [129] léčbu akutní fáze označuje zkratkou P.R.I.C.E., kdy P znamená bezbolestný (z angl. pain free), v ostatních fázích dochází u autorů ke shodě.

Zraněné místo by mělo být v klidu a mělo by být chráněno minimálně prvních 48-72 hodin [108]. Klid je kritická forma terapie, neboť ne vždy je dobře akceptována sportovcem. Klidová terapie vyžaduje setrvávání vleže nejlépe s elevovanou končetinou. V případě nutnosti jakéhokoliv transferu je nutné využívat hole či berle, neboť pokud by byla tkáň nadměrně zatěžována, mohlo by dojít k vytvoření větší jizvy než je nutné. V některých případech jsou doporučovány i dlahy, zejména v případě ruptury šlachy [6; 129]. Starší literární zdroje udávají dobu klidové léčby přibližně 10-12 dní, nebo do doby, kdy přestanou být aktivní a pasivní pohyby postiženého svalu bolestivé [59]. Časná imobilizace je vhodná k urychlení formování granulační tkáně matrix a může urychlit proces léčení [88]. Imobilizace místa se svalovým zraněním se jeví vhodná jako metoda redukce tvorby pojivové tkáně, ale její efekt se nevztahuje přímo k zánětlivé fázi [37]. Prolongovaná kompletní imobilizace však může způsobit svalovou atrofii, úbytek svalové síly, dále vede ke svalovému zkrácení a neelastickému formování jizvy [88]. K redukci svalové síly a k hypotrofii svalu, ale také ke zkrácení tkání, dochází již po dvou týdnech imobilizace. Čím je doba imobilizace delší, tím více dochází k degenerativním změnám svalů a zvýšení množství vazivové a tukové složky svalu. Také dochází k histologickým změnám, kdy dlouhodobá imobilizace vede ke snížení množství ATP, ADP, CP, kreatinu a glykogenu ve svalu. Takovýto sval při zátěži produkuje větší množství laktátu a společně se snížením množství mitochondrií vede ke snížení oxidativní kapacity svalu, což má za následek dřívější nástup svalové únavy při aktivitě. Hamstringy nepodléhají těmto změnám tak rychle jako je tomu v případě m. quadriceps femoris [54].

Ledování kontroluje otok a bolest. Tyto symptomy nesmíme ledováním úplně potlačit [6]. Přikládání ledových obkladů má podle Javůrka [59] pouze krátkodobé protibolestivé působení. Chlad snižuje metabolismus ve tkáni a při dlouhodobém působení zpomaluje průtok krve danou oblastí, také snižuje senzitivitu nervových zakončení poškozené oblasti a tím snižuje bolest, což může mít i vedlejší účinky, neboť je-li bolest úplně eliminována, pak zranění není vnímáno a končetina není dostatečně šetřena. Nejefektivnější metodou kryoterapie je aplikace „kryosáčku“ po dobu 20-30 min, který je fixovaný elastickým obinadlem k zajištění komprese [6]. Někteří autoři [88; 111] doporučují ledovat pouze 15 min nebo nejdéle do 20 min. Kryoterapie by měla být aplikována co nejčastěji, nejlépe každé dvě hodiny [6; 88; 111].

Doporučená doba pro aplikaci ledu není přesně stanovena. Jenkis [60] doporučuje kryoterapii po dobu jednoho až dvou dnů, jiní autoři [6] doporučují tři dny.

Kompresa subjektivně snižuje bolest, pomáhá redukovat krvácení, limituje zvětšení jizvy a rozvoj otoku [6]. Omezení tvorby otoku okamžitou kompresí je dáno tlakem mechanicky zmenšujícím prostor pro akumulaci tekutiny. Kombinace komprese a kryoterapie se tedy považuje za nejefektivnější metodu redukce otoku. Vhodné je tento postup kombinovat s elevací končetiny k zabránění „hromadění“ krve v postižené oblasti a redukcii otoku [6; 108; 129].

### 11.1.2 Farmakologická léčba v akutní fázi

Lékař také může předepsat medikamentózní léčbu. Jedná se o nesteroidní protizánětlivé léky (dále NSAID), například Ibuprofen, Diclofenac, které ulevují od bolesti a otoku, jejichž redukce je z mého pohledu nežádoucí, neboť fungují jako ochranný faktor proti dalšímu poškození, proto bych je aplikovala pouze v případě, že by bolest bránila spánek, k čemuž se přiklánějí i někteří autoři [6; 88; 138]. Medikamentózní léčba mezi lékaři vyvolává značně diskuze. Někteří lékaři [6; 17; 107] doporučují užívání NSAID bezprostředně po vzniku zranění a jejich užívání ukončit po 3-5-7 dnech, zatímco jiní [6; 107] zastávají názor, že by neměly být užívány během dvou až čtyř dnů, aby nebyl přerušen přirozený proces léčby, neboť zánětlivý proces je důležitou fází léčby všech zranění. Probíhající neinfekční zánětlivá reakce v místě zranění pomáhá v léčení poškozených svalů. Kdyby tato reakce neproběhla, nedošlo by k vytvoření fyziologicky funkční tkáně [6; 138]. Jiní autoři [111] naopak tvrdí, že časná kontrola zánětlivého procesu podporuje hojení a minimalizuje poškození okolních tkání. Cílem aplikace NSAID je udržet zánětlivou reakci pod kontrolou a zajistit analgesii, ačkoli by normální proces regenerace mohl být opožděn. Existuje ovšem důvod, proč by měla být aplikace NSAID zahájena až po 2-4 dnech od vzniku zranění. NSAID interferují s chemotakticky aktivními buňkami, které jsou nezbytné pro reparaci a remodelaci regenerujícího svalu [17]. Aplikace léků, včetně vitamínů má potenciálně řadu nežádoucích účinků.

Ačkoli výzkumy neprokazují zvlášť významnou výhodu aplikace NSAID v závislosti podpory



léčby zranění, existuje dostatečná evidence jejich užívání. NSAID jsou aplikovány k redukci bolesti a podpoře hojení minimalizací zánětu u akutních i chronických zranění. Primárním důvodem jejich aplikace v případě muskuloskeletálních zranění je redukce bolesti, tím že inhibují produkci prostaglandinů, které stimulují nociceptory a zvyšují tvorbu otoku zvýšením vaskulární permeability. Utlumením prostaglandinů se urychlí přechod ze zánětlivé fáze do fáze proliferační, čímž se podpoří proces léčení. Redukcí otoku a bolesti se může dříve přistoupit k terapii vedoucí ke zvětšování rozsahu pohybu a k dalším terapeutickým postupům a tím podpořit zotavení [54]. Časné podávání NSAID vede k inhibici funkce mikrofágů a neutrofilů, což na pokusech se zvířaty vedlo ke zpomalení svalové regenerace v porovnání se zvířaty neléčenými. U skupiny léčené pomocí NSAID docházelo ke zpomalení odstranění poškozené tkáně a ke zvýšení syntézy a uvolnění rozpustných faktorů důležitých pro aktivaci regeneračního procesu činností makrofágů. Na základě tohoto pozorování by během zánětlivé fáze neměly být podávány NSAID, neboť jejich aplikací brzdíme svalovou reparaci [37].

Dle Javůrka [59] je možné využití prokainové infiltrace, která může příznivě ovlivnit svalový spasmus. Obstřík by však měl být aplikován do místa svalového úponu, nikoli přímo do struktur, ale pouze v jejich okolí, neboť bolest je vodítkem postupu celé terapie.

Pro kontrolu zánětu je také používána steroidní léčba. Ta je značně limitována pro velkou řadu vedlejších účinků [54]. Steroidní léčba během zánětlivého procesu je kontroverzní a stále velmi diskutována! Kortikosteroidy byly kontraindikovány u akutních svalových natržení, protože se lékaři domnívali, že vedou k opoždění resorpce a eliminace hematomu a nekrotické tkáně, ale také z obavy, že způsobují opoždění svalové regenerace [17]. Steroidy aplikované v časně fázi hojení inhibují fibroplasi, proliferaci kapilár, syntézu kolagenu a zvyšují tažnou sílu hojící se jizvy [54]. Vědecký tým z University v Marylandu [84] zabývající se sportovní medicínou podal zprávu o aplikaci kortizonových injekcí do zraněného svalu jako metodu urychlení léčby včetně redukce bolesti u sportovce se svalovým zraněním. Během třináctileté praxe Dr. Moormana s hráči Národní fotbalové ligy (NFL) byl zkoumán efekt kortizonových injekcí na svalová zranění, zejména zranění hamstringů. Po aplikaci kortizonové injekce byli hráči většinou schopni navrátit se okamžitě do tréninkové činnosti a nemuseli kvůli zranění většinou vynechat ani jeden zápas. Po kortizonových injekcích dle Dr. Moormana

nedocházelo k recidivě zranění. Kortizon působí výrazně protizánětlivě. Kortizonová injekce by měla být aplikována během 48 hodin. Vzhledem k značnému množství nežádoucích vedlejších efektů kortizonu, je jeho aplikace doporučována injekční cestou, tedy co nejbližší k postiženému místu, neboť zde bude působit pouze lokálně. Injekce kortikosteroidů však může způsobit hypoxické degenerativní změny ve šlachách, snížení "tahové" síly svalu a vést k svalové nekróze [115]. Kortizon podle Dr. Moormana přináší rychlou úlevu od bolesti a urychluje návrat hráče do soutěžního procesu. Na základě retrospektivního rewieu počítačové databáze NFL týmů v letech 1985-1998 [83] byly zkoumány případy hráčů se zraněním hamstringů léčených pomocí kortikosteroidů a analgetika. U těchto hráčů nebyly prokázány žádné přidružené komplikace týkající se injekční aplikace kortikosteroidů. Pouze 16% hráčů vynechalo několik zápasů z důvodu tohoto zranění. Závěrečná vyšetření nepotvrdila jakýkoli deficit svalové síly a ani svalového bříška, svalové napětí bylo normální a hráči byli schopni podávat normální výkon. Levin et al [83] se na základě této studie domnívají, že intramuskulárně aplikované kortikosteroidy urychlují návrat hráčů k plné soutěžní činnosti.

Také je možné využít aplikaci růstových hormonů k následné aktivaci satelitních buněk. Růstové hormony hrají značnou roli během procesu regenerace, a proto jsou schopny zlepšit léčení poškozeného svalu. V porovnání s neléčenými svaly se ukázaly injekce růstových hormonů výhodné, neboť docházelo k urychlení léčby a snížení množství vytvořené pojivové tkáně, což se přisuzuje urychlení léčby. Při této metodě léčby došlo k významnému zlepšení již po patnácti dnech [37].

## 11.2 POSTUPY NAVAZUJÍCÍ NA FÁZI AKUTNÍ LÉČBY

Jenkins [60] doporučuje po 1–2 dnech intermitentní aplikace chladové terapie její přerušování a následně pokračovat strečinkem, který musí být velmi mírné intenzity. Nesmí dojít k přetažení poškozeného svalu a nemocný nesmí pociťovat bolest, neboť tyto dva faktory by mohly vést k rozvoji či zhoršení rozsahu svalového poškození [60; 138]. Předpokládá se, že protahování hamstringů v nebolestivém rozsahu pohybu podporuje správné uspořádání nově vznikajících vláken [111]. Někteří autoři [6] po třech dnech chladové terapie doporučují

střídání aplikace tepla a chladu po 20 – 30 min. Postupně se přechází k pozitivní termoterapii. Teplo se jeví jako významný faktor ovlivňující léčbu v další fázi léčby, tedy po odeznění zánětu. Aplikuje se před zahájením cvičení. Teplo zvyšuje cirkulaci krve a podporuje hojení a lepší výměnu přívodních a odpadních látek, dále relaxuje svaly a tím dovoluje lepší provádění pohybu s menší bolestí a redukuje viskozitu tkání, které se pak pro strečink stávají více poddajnými [54]. K podpoře prokrvení dané oblasti a urychlení léčby poškozených tkání může být použit UZ [6]. Javůrek [59] doporučuje od pátého dne denně aplikovat infrazářič na 10-15 minut, mikrovlny 20-30 minut, parafinové zábaly, eventuelně jemné podvodní masáže. Od desátého dne pak doporučuje diadynamické proudy, ultrazvuk, interferenční proudy, z počátku v menších dávkách a s kratším působením [59]. Vhodná je terapie měkkých tkání, která napomáhá k návratu plného rozsahu pohybu a napomáhá ke správnému formování tkáně a vzniku orientovaného uspořádání kolagenu v jizvě [60; 138]. Jemná masáž nebo spíše techniky měkkých tkání napomáhají odstranění otoku a správnému uspořádání nových vláken svalu a také napomáhají rozložení a formování adhezivních složek svalu [14; 111]. Velmi vhodné jsou měkké techniky k uvolnění mediálních hamstringů, zejména v případě poškození m. biceps femoris, dále adduktorů, gluteálních svalů a iliotibiálního traktu, které mohou být v důsledku zranění v hypertonu, případně na trigger pointy těchto svalů může být použita technika suché jehly [111]. Masáž je však v akutní fázi zakázána, aby nedocházelo k podpoře dalšího krvácení. Po celou dobu léčby je možné zaměřit se na nepostížené svaly. Od třetího dne je možné procvičovat postižený sval v představě a přibližně od sedmého dne, v závislosti na ustupující bolesti, začít s pasivními pohyby, které postupně nahrazujeme pohyby aktivními [59]. Již během prvních 48 hodin se také doporučuje časná mobilizace, zejména extenze kolenního kloubu v sedě na židli, pohyb je prováděn pouze v nebolestivém rozsahu pohybu a po každém cvičení by měla následovat aplikace ledu na 10-15 min. Tento strečink hamstringů by měl být prováděn po dobu 5 min každou hodinu po dobu 2-3 dnů [17]. Do raného terapeutického programu se doporučuje zařadit cvičení v bazénu a relaxační cvičení, dle Javůrka [59] až od desátého dne, jízda na rotopedu velmi nízkou intenzitou. Tato cvičení umožňují hamstringům pracovat v jejich plném možném rozsahu bez zatížení hmotností těla [6]. Po 36 hodinách může pacient absolvovat vířivou koupel [15]. Lze doporučit bezzátěžové aerobní cvičení, mezi které řadíme například „deep water running“,

plavání, jízdu na rotopedu). Strečink typu „hamstring-tubing exercise“ a „hamstring flicks“, které znázorňuje Obr.20 přílohové části, a postupně zvyšovat excentrické zatížení [58]. Relaxační cvičení je dle mého názoru možné zařadit již první den terapie. Jakmile je pacient schopen chodit bez kulhání a pociťuje pouze velmi mírnou citlivost či bolestivost, je možné zařadit chůzi do terapeutického programu, eventuálně lze přistoupit k mírnému klusu. Hlavním rysem celého fyzioterapeutického programu by měl být strečink a pacient by v něm neměl ustát, neboť strečinkem se snižuje riziko recidivy zranění. Zvyšování poddajnosti hamstringů může sportovce „ochránit“ před novým zraněním. Dobrá „protažitelnost“ hamstringů je udržuje „zdravé“ [6]. Když potíže povolí, může se začít s mírným aktivním cvičením [15]. Během cvičení nesmí zraněný pociťovat žádnou bolest [6]. Posilovací cvičení začínají isometrickým posilováním a postupně se přechází k aktivnímu posilování nejprve bez zátěže a následným pomalým zvyšováním zátěže. V akutní fázi zranění je třeba vyvarovat se posilování s činkami [15]. Časné obnovování „normálních“ pohybových vzorů a cvičení bezbolestného provedení extenze kolenního kloubu jsou velmi důležité jako prevence či snížení rizika vzniku adhezí v pojivových tkáních [111]. Konečná fáze léčby, stejně tak jako prevence, vyžaduje korekci dosavadních biomechanických nedostatků a posilovací program zaměřený na hamstringy. Nejenom lékař a fyzioterapeut, ale i dobrý trenér, by měli odhalit abnormální pohybové stereotypy, nejen běhu, které je nutné následně odstranit. K tomuto nám může velmi dobře pomoci videoanalýza [60].

V konečné fázi léčby a v preventivním programu je nutné odstranění svalových dysbalancí, kdy nejčastěji nacházíme slabé břišní svaly, což vede k anteverzi pánve. Zásadním prvkem léčby a prevence zranění hamstringů jsou excentrická cvičení hamstringů s postupným zvyšováním zátěže například pomocí závaží upevněných na kotníky apod. [60].

Léčba svalové distenze je podobná léčbě svalového natržení, ale většinou nevyžaduje tak dlouhou dobu. Prvních pět dní je doporučován klid postiženého svalu, fixace elastickým obinadlem a bolest se může mírnit analgetiky. Lokální infiltrace 0,5-1% prokainem do místa maximální bolestivosti může značně zmírnit obtíže. Od třetího dne lze použít fyzioterapeutických postupů, které jsou shodné s postupy u svalového natržení. První tréninky je opět vhodné absolvovat s pružnou fixací postiženého svalu [59].

V případě, že se nejedná o zranění svalu, ale pouze bolest hamstringů, která se mohla rozvinout v závislosti na prodělané osteitis pubis v anamnéze, která se léčí zejména klidem a případně modifikovanou aktivitou, je metodou volby v terapii využití kryoterapie, NSAID, „slump strečink“, mobilizace bederní páteře, ultrazvuk a masáž hamstringů [53].

Strečink vycházející z poloh slump testů vede k maximálnímu ovlivnění oblasti krční, hrudní i bederní páteře, plné flexi kyčelních kloubů, extensi kolenních kloubů a dorzální flexe hlezna, proto je vhodný v případě omezení rozsahu pohybu v jakémkoli z těchto segmentů, neboť jejich vzájemná propojenost přes svaly, fascie a vazy svalových smyček je dobře známá. Slump strečink se jako léčebná metoda při zranění hamstringů ukázal mnohem výhodnější než klasicky používané metody, například ultrasonografie, masáž, „progresivní flexibilita“ a strečink, a to právě na základě vztahu hamstringů a thorakolumbální fascie. Posturální změny jako například předsunuté držení těla vede také ke zvýšenému napětí hamstringů a riziku vzniku zranění. Předsunuté držení těla je spojeno se změnami v thorakolumbální fascii [53]. Propojení thorakolumbální fascie s hamstringy vedlo autory [53] k názoru, že právě slump strečink je vhodnou metodou volby v případě léčby zranění hamstringů. Hyperlordosa bederní páteře, dysfunkce v oblasti pánve, sakroiliakálních kloubů a slabost hamstringů mohou být významnými faktory recidivy zranění. Proto by léčebný program měl být zaměřen na jejich eliminaci. Manipulační léčba páteře a obnovení správných vztahů v lumbopelvicke oblasti má pozitivní efekt na léčbu i prevenci zranění hamstringů.

Podle Edgertona et al [19] je monitorování EMG aktivity během „funkčních“ testů, na příkladu vertikálního výskoku, přímou strategií léčby zranění hamstringů.

Chronická natržení hamstringů by po důkladném vyšetření měla být individuálně léčena, zejména se zaměřením na ztrátu svalové síly, omezený rozsah pohybu, poruchu neuromuskulární kontroly a „abnormální neurodynamiku“ [97].

### 11.3 NEJČASTĚJI UŽÍVANÉ METODY V ZÁVISLOSTI NA PRŮBĚHU JEDNOTLIVÝCH FÁZÍ

Ráda bych zde přiblížila postup a užívané metody vzhledem k průběhu jednotlivých fází hojení.

### **11.3.1 Postupy během fáze zánětu**

V akutní fázi se doporučuje „R.I.C.E. terapie“ [107]. Využívá se kryoterapie pro redukci otoku a bolesti. Ledové sáčky, studené zábaly a ledová masáž mají dobrý analgetický efekt. V této fázi je chybou aplikovat tepelné procedury. Doporučuje se intermitentní komprese zraněné oblasti pro podporu redukce otoku. K redukci bolesti mohou být použity formy fyzikální terapie a laser. Pro zvětšení rozsahu pohybu je využíváno aktivního a pasivního cvičení ve smyslu flexe a extenze kolena v nebolestivém rozsahu, aby se zabránilo vzniku adhezí pojivových tkání. Pokud cvičení podporuje vznik nového otoku, měla by být snížena intenzita cvičení [107; 108]. V tzv. alarmové fázi je vhodné začít s aktivními pohyby v nebolestivém rozsahu pohybu [138].

### **11.3.2 Postupy během fáze fibroblastické**

Proliferační fáze začíná přibližně čtvrtým dnem od vzniku zranění a může trvat až několik týdnů [107; 108]. V léčbě se upouští od chladové terapie, která je nahrazována pozitivní termoterapií, do které řadíme parafin, teplou vířivku, teplé zábaly a řadu dalších. Účelem termoterapie je zvýšení cirkulace v postižené oblasti a podpora hojení. I v této fázi lze použít intermitentní kompresi k facilitaci odstranění nežádoucích látek, „zplodin“, z místa zranění. Toto může podporovat i elektrická stimulace, podporou svalové kontrakce a tím zajištění lepší práce svalů jako svalové pumpy [108]. Pokračuje se ve zvyšování rozsahu pohybu a posilovacích cvičení s postupně se zvyšující zátěží a intenzitou, a submaximální isometrickou kontrakcí [107; 108]. Vhodné jsou mobilizace. Trénink svalové síly a strečink jsou prováděny v nebolestivém rozsahu pohybu [138].

### **11.3.3 Postupy během fáze remodelační**

Remodelační fáze je nejdelší fází ze čtyř fází hojení a může trvat i několik let. Hlavním cílem v této fázi je návrat k původní sportovní aktivitě na stejné úrovni jako před zraněním. Využívá se zejména hlubokého působení tepla, které pomáhá zvýšit cirkulaci v hlubokých tkáních. Tento účinek má například UZ, krátkovlnná a mikrovlnná diatermie. UZ je využíván zejména

pro jeho akustickou energii, kterou je kolagen schopen absorbovat, zvýšení prokrvení, a tím zlepšení přívodu látek důležitých pro podporu hojení tkáně. UZ také podporuje lymfatický systém, který tak může rychleji odstraňovat zplodiny probíhajícího metabolismu. Povrchově působící teplo nemá tak významný účinek. Fyzikální terapie se používá pro redukci bolesti, podpory svalové kontrakce, což má za následek zvyšování rozsahu pohybu a svalové síly. Laser snižuje bolest. Po odeznění bolesti může být terapeutické cvičení dávkováno intenzivněji. Strečink by měl začínat v této fázi. Peterson a Holmich [107] doporučují strečink provádět denně po dobu 30 s, čtyři opakování. Již je možné začít s excentrickým posilováním. Peterson a Holmich [107] rozlišují celkem pět fází. První fáze, akutní, 1-7 dní. Druhá fáze, subakutní, 3 dny – 3 týdny. Třetí fáze, remodelační, 1-6 týdnů. Čtvrtá fáze, funkční, 2 týdny až 6 měsíců. V této době by mělo dojít k návratu ke sportu, což je možné na základě zvýšení svalové síly a zařazení strečinku, aby se zabránilo recidivě zranění. Fáze pátá, nebo-li fáze návratu do soutěže, trvající 3 týdny až 6 měsíců, by měla pokračovat udržovacím posilovacím a protahovacím programem, aby se zabránilo recidivě zranění.

Také se obecně doporučuje Aquajogging [138].

Na základě Wolfových zákonů je známé, že progresivní zvyšování zátěže může mít negativní vliv na formování jizevnaté tkáně ve svalu a její remodelace. „Kontrolovaná mobilizace“ se proto ukazuje jako výhodnější než imobilizace a to jak pro formování jizvy, revaskularizaci, svalovou regeneraci, reorientaci svalových vláken a vlastností svalového napětí. Vodítkem pro zvyšování zatížení je bolest. Pokud během této fáze dojde ke vzniku otoku, bude celý proces hojení negativně ovlivněn a může dojít k nesprávnému formování jizevnaté tkáně [108].

#### **11.4 FYZIOTERAPEUTICKÝ PROGRAM**

Doposud nebyl stanoven optimální fyzioterapeutický plán, kterého bychom se měli držet při léčbě tohoto zranění [12]. Statisticky je však prokázáno, že intenzivní strečink zkracuje dobu potřebnou k znovuzískání normálního rozsahu pohybu a zkracuje dobu léčby přibližně o dva dny [90]. Existuje značné množství zevních faktorů, které mohou ovlivňovat proces hojení. Tyto faktory můžeme podporovat, ale i kontrolovat jejich nadměrný projev [54].

Pro akutní iniciační fázi zranění je metodou volby kryoterapie, komprese, fyzikální terapie, například UZ a laser [108; 117]. Nejčastěji používanými léčebnými prostředky jsou fyzikální terapie, pozitivní i negativní termoterapie [54]. Také lze využít hydrokinesiterapii a „isokinetické metody“ [135]. Možností volby mohou být i Faradické proudy, které stimulují inhibované svaly, ale jsou kontraindikovány při podezření na myositis ossificans [119].

Kryoterapie způsobuje vasokonstrikci, nejprve povrchově, později i v hlouběji uložených tkáních, tím zastavuje krvácení, které provází každé zranění. Led je aplikován za účelem analgesie, na základě vrátkové teorie bolesti, a redukce zánětu. Ledové sáčky, studené zábaly a ledová masáž mohou být použity stejně efektivně [108]. Led je používán k redukci zánětu způsobeného terapeutickým cvičením, například po intenzivním strečinku, kdy se mohou objevit známky nového zánětu zvýšením otoku [54].

Elektrická stimulace se během prvního týdne léčby ukazuje jako vhodná metoda pro podporu proteinové syntézy důležité pro hojení. Také může být aplikována na svaly jako metoda vedoucí k relaxaci svalového spasmu, ale i k urychlení resorpce otoku a následné redukci bolesti. S mírnější bolestí pak pacient může cvičit mnohem ochotněji. Elektrická stimulace také významně ovlivňuje riziko rozvoje svalové atrofie z dlouhodobé inaktivity po zranění, neboť facilituje svalovou kontrakci a podporuje reaktivaci a nábor nevyužitých vláken [54]. Elektrická stimulace také může redukovat bolest na základě vrátkové teorie. Je však nutné vyhnout se intenzitám vyvolávajícím svalové kontrakce, neboť by mohlo dojít ke vzniku krevní sraženiny [108].

Ultrazvuk je využíván pro jeho tepelný a mechanický účinek. Kontraindikací aplikace kontinuálního UZ je akutní zánětlivá fáze, kdy je teplo škodlivé. V tomto období je indikován pulzní UZ, neboť se věří, že podporuje aktivitu kolagenu, neovaskularizaci a produkci myofibroblastů. Pro jeho hluboké tepelné působení může být použití UZ výhodné před strečinkem k ovlivnění šlach či kapsulárních adhezí, které leží hlouběji, než je povrchově aplikované teplo schopné proniknout [14; 54]. UZ facilituje proces hojení, je-li aplikován co nejdříve od vzniku zranění, určitě tedy během prvních 48 hodin. V této fázi se využívá nízká intenzita,  $0,2\text{W}/\text{cm}^2$ , která nemá termický účinek, ale fyziologicky ovlivňuje permeabilitu buněčných membrán pro ionty důležité v procesu hojení, zejména ionty sodíku a vápníku [108].



Laser má také značný účinek na modulaci bolesti. Je pro něj typické okamžité použití, kdy jsou stimulovány trigger pointy [108].

S postupem času od úrazu jsou některé faktory během léčby vypouštěny, neboť již nejsou potřeba, například aplikace ledu po zátěži. Pokud nedojde ke vzniku nového otoku, již není zapotřebí. Pokud symptomy, které by měly být léčbou a v závislosti na hojení eliminovány přetrvávají, doporučuje se podrobnější vyšetření problematické oblasti [54].

Pohybová aktivita je základním faktorem ovlivňujícím proces hojení. Podporuje svalový růst a remodelaci svalu [37].

V průběhu léčby je vhodné ohodnotit a případně léčit dorzální flexi hlezna, bederní páteř, neurální struktury a pánev, aby byla zajištěna korekce jakéhokoliv omezení v těchto oblastech [111].

Terapie měkkých tkání je závislá na vážnosti zranění. Léčba trigger pointů využívá ischemickou presuru [17].

Manuální terapie se využívá zejména v případě blokády páteře a sakroiliakálního kloubu. V případě zvýšeného napětí se používá „neurální strečink“ [17]. Manipulace sakroiliakálního kloubu má také svůj význam při léčbě zranění hamstringů, neboť i zde je pravděpodobná souvislost mezi dysfunkcí tohoto kloubu a zraněním hamstringů. Je prokázáno, že po manipulaci tohoto kloubu došlo k zvýšení síly hamstringů [20]. Neurodynamické testy jsou používány k mechanické stimulaci a pohybu nervových tkání k získání představy o jejich protažitelnosti a citlivosti na pohyb. V současné době se polohy těchto testů užívají i terapeuticky ke zlepšení „mobility“ neurálních struktur a následně k redukci sensitivity na pohyb a napětí. K ovlivnění hamstringů došlo i po ovlivnění vzdálených struktur, například po flexi hlavy a krku, neboť komplex fascií přechází přes thorakolumbální fascii na pánev. Flexe krku znamená excitaci obrovského množství proprioceptorů lokalizovaných v této oblasti. Lze tedy navrhnout, že ke zvětšení rozsahu pohybu můžeme využít mobilizace neurálních struktur [79; 118]. Pro ovlivnění hamstringů se používá poloh SLR (Straight Leg Raise), ale také PNF (Passive Neck Flexion) a SLUMP, které jsou metodou volby v případě přenesené bolesti [17; 118].

Aktivní pohyby v nebolestivém rozsahu je možné provádět již po 1-5 dnech dle závažnosti zranění. Během prvních čtyř týdnů se doporučuje posilování, zvětšování rozsahu pohybu

a protažitelnosti svalů. Vhodné je začít se statickým pasivním strečkem. Před protahováním je dobré zařadit zahřátí měkkých tkání. Posilování provádíme v nebolestivém rozsahu pohybu, později podle schopnosti tolerovat zátěž zařazujeme koncentrická cvičení s odporem, zatímco rychlost cvičení je snižována. Teprve poté přecházíme k excentrickým cvičením [88].

Po čtyřech týdnech zařazujeme strečink a posilování k udržení poddajnosti a adekvátního poměru hamstringy: m. quadriceps femoris [88]. „Trénink progresivní hbitosti, trupové stabilizace a ledování“ (PATS) je efektivnější než „izolované protahování, posilování hamstringů a ledování“ (STST) jako podpora návratu ke sportu a prevence recidivy akutního zranění. V případě využití STST byla průměrná doba návratu ke sportu  $37,4 \pm 27,6$  dne, zatímco u skupiny absolvující PATS tato doba byla  $22,2 \pm 8,3$  dne. Během prvních dvou týdnů od návratu ke sportu byl poměr recidivy zranění významnější u skupiny STST, kde u 6 z 11 sportovců došlo k recidivě zranění, zatímco u PATS skupiny k žádné recidivě. Po jednom roce byl tento poměr významný, neboť u STST došlo během tohoto roku k recidivě u 70%, zatímco u PATS pouze u 7,7% [88; 116]. Strečink by měl být zahájen během akutní fáze hned, jakmile je to možné. Dlouhodobá pauza vede ke snížení rozsahu pohybu, a pak je nutné podstoupit specifický strečink k ovlivnění postižené oblasti [17].

Důraz na krajní rozsah pohybu, nejčastěji v následujících polohách: „sit and reach“, aktivním slump strečinku a aktivní extensi kolena, nepřináší žádné výhody jako prevence recidivy zranění. Naopak byli evidováni sportovci, u nichž po důrazném strečinku během léčebného období došlo k recidivě zranění hamstringů. Vhodné však je protahování flexorů kyčle, m. quadriceps femoris, gluteálních svalů a adduktorů stehna. Pokud jsou tyto svaly zkrácené, musí hamstringy vyvíjet větší aktivitu při běhu a jsou tudíž náchylnější ke zranění [111].

Robertson a Molloy [111] doporučují jako protahovací program cvičení skládající se z cviků, které jsou prováděny s velkým počtem opakování a malým odporem, kdy hlavním cílem je „facilitace motorického náboru“ (z ang. facilitating motor recruitment), zvyšování vrozených pohybových vzorů a motorické přeučování bez zvyšování bolesti, zánětu nebo formování jizevnaté tkáně. S tímto cvičením se může začít již po 48 hodinách od vzniku zranění. Musí se však akceptovat bolest. Počáteční cvičení by mělo zahrnovat pomalou extensi kyčle s mírným odporem therabandu nebo kladkového stroje. Příklad využití therabandu znázorňuje Obr. 18 a Obr. 19. Výchozí polohou cviku je flexe kyčle vleže na zádech a postupně se zvyšují polohy

pro cvičení až do stoje. Extense kyčle by měla být prováděna pouze s 50% zatížením, aby nedošlo k přetížení hamstringů. Další cvik je prováděn v leže na břiše, kdy hamstringy excentrickou aktivitou brzdí extenzi kolena z flexe 20-30°, po čemž následuje rychlá koncentrická reakce. Tímto cvičením se pokoušíme simulovat aktivitu svalů při běhu. Oba tyto cviky se obvykle provádějí ve třech až čtyřech sériích po 10-20 opakováních 2× denně. Postupně se zvyšuje rychlost, počet opakování, kladený odpor, nebo se přidává zátěž na kotníky v poloze vleže na břiše. Dalším stupněm může být provádění tohoto cviku vleže přes okraj lehátka či lavice. Následuje tzv. „step-up“ cvičení, které je prováděno od nejnižších poloh až po vysoké výstupy, kde se výška přizpůsobuje výšce nohy během letové fáze běhu. Posledním doporučeným cvikem pak je posilování flexe kolena pomocí therabandu v sedě na lavici či lehátku [111]. V tomto programu je dále zařazeno cvičení typu „most“, pracovní označované „double leg bridge“. Tento cvik je přidán pouze, je-li zraněný již bez bolestí a postupně tento cvik může být ztěžován zvedáním či „pokládáním“ jedné či druhé nohy. Tento cvik se provádí ve třech až čtyřech sériích po 8-15 opakováních, 2× denně. Postupně na tento cvik můžeme navazovat cvičením typu „squat“ (viz. Obr. 21 přílohové části), „leg press“, „lunges“, „dead lift“ s nataženými či pokrčenými koleny. Tato cvičení však nesmí vyvolávat bolest. Větší specifický cvičení bude dosaženo, budou-li cvičení prováděna na jedné noze. Tato cvičení zdůrazňují aktivitu m. gluteus maximus, adduktorů stehna a svalů lýtky, které se také významně podílejí na běhu. Konečná fáze posilovacího procesu je charakterizována silovými aktivitami, jako je cvičení typu „split jumps“, „squat jumps“, „power cleans“ a plyometrická cvičení. Tito autoři [111] dále doporučují „trénink vnitřní stability“, který je založen na neuromuskulární kontrole lumbopelvické oblasti. Vyžaduje aktivaci m. transversus abdominis, pánevního dna a mm. multifidi. „Vnitřní stabilita“ je základem pro správné nastavení osového orgánu, pánve a tím správné funkci svalů při rychlém běhu či akceleraci. Správné nastavení HSS a pánve by mělo předcházet zapojení všech globálních svalů, jejichž příkladem jsou hamstringy. Toto nastavení podporuje optimální biomechanické nastavení, které minimalizuje riziko zranění hamstringů [17; 111]. Také se doporučuje posilování stabilizátorů pánve, zejména m. gluteus medius et minimus, m. iliopsoas a m. quadratus femoris. Studie Sherryho a Besta (in Robertson a Molloy [111]) dospěla k závěru, že program složený z „progresivní hbitosti“ a „aktivace vnitřní stability“ má

výraznější efekt než izolované protahovací a posilovací cvičení hamstringů a také tento program zaznamenal větší úspěch v rámci prevence recidivy zranění hamstringů [111]. Cvičení k zlepšení stabilizace trupu jsou zaměřena na stabilizační cvičení dokazující svůj značný efekt. Mezi tato cvičení řadíme cviky typu „bridge“ a jeho modifikace patrné z Obr. 22-23 přílohové části, „leg-stance“ na jedné noze s trupem napřímeným či rotovaným apod. [17].

## 11.5 FYZIOTERAPEUTICKO TRÉNINKOVÝ PROGRAM

Pro sportovce by bylo nejvhodnější vytvoření programu, který by byl postaven na základě spolupráce fyzioterapeuta a trenéra, kteří by se museli respektovat, a jejichž cílem by mělo být opětovné začlenění sportovce do tréninkového procesu.

Fyzioterapeut nebo trenér přizpůsobí trénink terapeutickým a léčebným potřebám. Během léčby by se měla udržovat kondice sportovce podle přesně stanoveného plánu, který by neměl být zatěžující pro zraněné hamstringy [6]. Vzhledem k charakteru zatížení na konci letové fáze běhu musí být hamstringy dostatečně silné, ale i poddajné, aby se sportovec mohl vrátit k závodní činnosti a riziko recidivy zranění bylo minimální. Proto musí být hamstringy léčeny co nejvyšší intenzitou [152]. Posilování je základní komponentou terapeutického a preventivního programu zranění hamstringů. Mělo by být specifické pro daný silový deficit, typ kontrakce (koncentrická či „excentrická“) a schopnost využití této síly při vyvíjení rychlosti. Posilovací cvičení volíme nejprve bez zátěže a později se zátěží, v plném rozsahu pohybu. Často se doporučují cvičení typu „leg press“ k posílení m. quadriceps femoris, „leg curls“ k posílení hamstringů, funkční „step-up“ a „step-down“ cvičení, „StairMaster“ cvičení jako funkční forma tréninku, isokinetický trénink svalů přední i zadní strany stehna, poskoková cvičení, pro sport specifické funkční aktivity, koncentrická a excentrická cvičení, propioceptivní trénink a kondiční cvičení [12; 75; 135]. Často se využívá tzv. „Nordic eccentric exercise“ [17]. Důležitý je i aerobní trénink, který je možné zahájit plaváním, boxováním, turistikou volným tempem, či jízdou na rotopedu. Zátěž se dávkuje podle schopnosti hamstringů tolerovat zátěž [111]. Během období léčby musíme neustále udržovat případně zlepšovat svalovou sílu, protažitelnost, neuromuskulární kontrolu

a kardiorespirační vytrvalost [108]. Běhat je možné ihned, jakmile bolest odezní a nebude v rámci běhu vyvolávána. Běžec může začít během prvních tří dnů v případě zranění stupně 1 a 2 [111]. Běh a běžecká cvičení mají na svalovou regeneraci významný vliv, neboť dochází ke zlepšení růstu poškozené tkáně, ale také se zlepšuje její oxidativní kapacita. Tudiž lze shrnout, že pohybová aktivita hraje klíčovou roli v procesu hojení poškozené svalové tkáně [37]. Návrat k závodní či soutěžní činnosti je možný tehdy, bylo-li dosaženo 90% síly nepostížených hamstringů a pacient má plný rozsah pohybu v kyčli i kolenu. Dále je požadováno, aby poměr mezi hamstringy a m. quadriceps femoris byl alespoň 50-60%. Před návratem k aktivnímu sportu by měl být zařazen specifický sportovní trénink, který by měl zajistit maximální zotavení a minimalizovat změny dalšího zranění. K tomuto tréninku by měl být pacient veden i nadále jako k prevenci dalšího zranění. Návrat do soutěže je závislý na závažnosti zranění. Bylo-li poškození hamstringů ohodnoceno stupněm 1, bývá návrat k soutěžní činnosti možný již po  $20 \pm 7$  dnech, v případě stupně 2 to bývá  $36 \pm 15$  dní a u stupně 3 návrat trvá cca  $45 \pm 14$  dní [88]. Časné zatížení muskulotendinózní jednotky při dodržení tzv. „ochranné“ délky pomáhá redukovat riziko svalové atrofie, ale také pomáhá vyvarovat se přetížení jizevnaté tkáně. Tento program začíná první den joggingem, druhý den následuje běh na  $6 \times 100$  m, návrat chůzí, třetí a čtvrtý den se zvyšuje na dvě až tři série běhu na 100 m. Běh je postupně zrychlován po 30 m, udržení získané rychlosti dalších 30 m a postupné zpomalování zbývajících 30-40 m. Tento běžecký program se může opakovat 2-3 dny po sobě a pak by měla následovat jednodenní pauza. Odhaduje se, že by se s každým dnem měla zvyšovat intenzita běhu, ale nesmí být při běhu pocíťována žádná bolest a ani tah hamstringů.

Při běhu by se běžec měl vyvarovat dlouhým krokům a po tomto tréninku by mělo následovat polévání studenou vodou. Běžecký výcvik, který je typem cvičení „hbitosti“, zdůrazňující neuromuskulární koordinaci, je efektivním způsobem, jak trénovat excentricko-koncentrický cyklus hamstringů, gluteálních svalů a flexorů kyčle, které se při běhu aktivují. Trénink techniky zajišťuje správný mechanismus běhu a opravu chyb, jako jsou například příliš dlouhé kroky [111]. Klíčovým bodem léčby je nácvik správné techniky běhu a zlepšení „ohybnosti“. Poučení o správném rozcvičení a strečinkovém programu před návratem k plné sportovní aktivitě. Dále by měla být odstraněna případná dysbalance mezi m. quadriceps femoris

a hamstringy [117]. Strečink doporučuje řada dalších autorů [12; 75; 135]. Statisticky bylo prokázáno snížení doby potřebné k návratu ke sportovní činnosti intenzivním strečkem, který byl aplikován 4× denně místo 1× denně. Strečink, progresivní odporová cvičení a ledování se také ukázaly jako výhodnější než stabilizační cvičení trupu, „progresivní hbitost“ a ledování, které nevedly ke zkrácení doby léčby. Testování efektu manuální terapie zaměřené na měkké tkáně nepřineslo významné výsledky [92].

Jsou pouze omezené evidence, které by podporovaly tvrzení, že doba potřebná pro zotavení může být zkrácena na základě zvýšení frekvence strečinku hamstringů na denní aplikaci. Lze uvažovat o změnách v oblasti bederní páteře, sakroiliakálních kloubů, pánve a mechanismů posturální kontroly jako o řídicích orgánech vedoucích k zranění hamstringů. Stabilita bederní páteře a motorická kontrola v oblasti pánve mohou být faktory, které redukuje riziko recidivy zranění hamstringů. Dokud nebude dostupná další evidence, současná praxe a širší odborné protokoly, nelze zavrhnout ani podporovat jednu či druhou teorii [92].

## 11.6 CHIRURGICKÁ LÉČBA

V některých případech svalové zranění nelze řešit konzervativními postupy a musí se přistoupit k chirurgickému řešení, jehož principy jsou níže nastíněny.

Chirurgické řešení léčby zranění hamstringů není časté. Natržení vážného rozsahu je možné častěji pozorovat u sprinterů a někdy je třeba přistoupit k okamžitému operativnímu řešení. Indikováno je v případech kompletní či vážnější proximální svalové ruptury, nebo při odtržení šlachy od tuber ischiadicum, ale také v případech distální ruptury u úponu [6; 15; 88]. Klinicky lze identifikovat rozsáhlý defekt v podobě kostního odtržení, tzv. avulze, od tuber ischiadicum a jeho posunutím nejčastěji o 2 cm, což je radiologicky identifikovatelné. V tomto případě se konce svalu znovu upevňují [88]. Chirurgický zákrok je nutné provést okamžitě, do 48-72 hodin [129]. Pokud se chirurgická léčba avulze opozdí, může dojít k retrakci šlachy a jizevnatá tkáň se může začít formovat v okolí konce odtržené šlachy, což má za následek zhoršení možnosti chirurgické léčby [6]. Chirurgická léčba je indikována i v případech ruptury distální části m. semimembranosus, kdy se přistupuje k tenotomii, která bývá úspěšná. Distální ruptury hamstringů se po chirurgickém přístupu hojí poměrně dobře, kdy v 72,2% případů

bylo dosaženo výborného výsledku. Přibližně po 4 měsících (2-6 měsíců) se sportovci dostanou na stejnou sportovní úroveň jako před zraněním [82; 121]. Při rozsáhlých krváceních se provádí punkce hematomu, aby se zabránilo rozvoji rozsáhlého intramuskulárního hematomu [107]. Chirurgickou léčbu je také možné využít v případě neúspěšné konzervativní léčby parciální ruptury proximálního úponu hamstringů. Pacienti byli po této léčbě ještě 36 měsíců sledováni. Výsledek operační léčby byl v 70,2% ohodnocen jako excelentní, v 19,1% jako dobrý, v 8,5% jako přijatelný a ve 2,1% jako slabý. Celkem 87,2% operovaných byli schopni se v průměru po pěti měsících (rozsah 1-12 měsíců) vrátit ke sportovní aktivitě na stejné úrovni jako před vznikem zranění. Chirurgická léčba se tedy v případě, kdy konservativní léčba selhala, ukázala jako velmi dobrá [81; 121]. Po chirurgické léčbě úplné proximální ruptury šlachy hamstringů došlo k návratu svalové síly z 91%. Spokojenost pacientů byla vysoká a 77,8% sportovně aktivních se vrátilo ke sportu na stejné úrovni jako před zraněním v průměru po 6 měsících (rozsah 3-10 měsíců). Nebyl shledán žádný významný rozdíl mezi časnou a pozdní chirurgickou reparací, vezmeme-li v úvahu funkční výsledek nebo návrat ke sportu. Závěrem lze tedy shrnout, že uspokojivých výsledků může být dosaženo jak časným, tak pozdním chirurgickým zákrokem [66]. Po chirurgickém zákroku většinou zůstává pouze malá jizva, ale následky neoperovaných ruptur bývají značné, neboť dochází ke svalovým atrofiím a k velkému defektu postižené tkáně [59]. Pokud po zranění či operaci není končetina imobilizována, zvyšuje se riziko vzniku adhezí pojivových tkání a zvýšení množství fibrózní tkáně v místě zranění. Ačkoli svaly těmito změnám nepodléhají tak snadno, mohou být postiženy na základě těchto změn v okolních strukturách jako jsou fascie, ligamenta apod. [54]. Po chirurgickém zákroku by měl po určitou dobu následovat klidový režim a léčba fyzioterapeutická, která začíná již v prvních dnech. Cvičení zahajujeme tréninkem nepostižených svalů, cvičením v představě. Po deseti dnech je možné začít s isometrickým cvičením postiženého svalu. Po odstranění sádrové fixace je vhodné doplnit léčbu o fyzikální terapii, zejména procedury využívající krátké vlny, mikrovlny, dráždivé procedury, diadynamické proudy a ultrazvuk. Někdy je po sejmutí dlahy či sádrové fixace nutno přistoupit i k elektrogymnastice [6; 59]. Terapie hamstringů po chirurgické léčbě ruptury proximální šlachy by měla obsahovat zejména v iniciální fázi isotonickou flexi kolena v leže na břiše z 90° do plné flexe a pasivní extensi dle hranice

tolerance bolesti. Později by mělo být zařazeno isotonické posilování se zátěží, na což by měla navazovat isokinetická práce a dynamický strečink [56]. První trénink povolujeme podle stavu pacienta nejdříve po dvou měsících. Je však nutné sval chránit před přetížením a odlehčit ho, proto aplikujeme různé elastické bandáže, pružná obinadla či tejpky [59].



## **12. NEJČASTĚJŠÍ NÁLEZY U SPORTOVců S PRODĚLANÝM ZRANĚNÍM HAMSTRINGŮ, ASPEKTY NÁVRATU K TRÉNINKU A S TÍM SPOJENÉ MOŽNÉ KOMPLIKACE**

Obecně bych chtěla shrnout nejčastěji popisované nálezy u sportovců se zraněním hamstringů. Tyto nálezy by měly být výše uvedenou léčbou eliminovány, aby se zabránilo vzniku recidivy zranění případně dalších komplikací, které jsou v této části také popisovány. Dále bych ráda na základě prostudované literatury přiblížila možnost návratu ke sportu po zranění a možná rizika, která s tím jsou spojena, zejména úspěchali se proces léčby.

### **12.1 NEJČASTĚJŠÍ NÁLEZY U SPORTOVců S PRODĚLANÝM ZRANĚNÍM HAMSTRINGŮ**

Většina studií zabývajících se zraněním hamstringů je prováděna po prodělaném zranění, což má za následek velké množství faktorů, které by mohly být příčinou tohoto zranění, ale ve skutečnosti mohou být pouze následkem tohoto zranění. Proto zde udávám pouze obecně nejčastěji popisované „poruchy“ spojované se zraněním hamstringů.

U sportovců se zraněním hamstringů po odeznění akutních projevů jako je otok, zarudnutí apod., nacházíme zejména [8; 17; 53; 61; 88; 96; 115; 149]:

- dysfunkci v oblasti bederní páteře,
- hyperlordosu bederní páteře,
- dysfunkci v oblasti pánve (anteverzí či lateroposun pánve) a sakroiliakálních kloubů,
- svalové dysbalance,
- snížení svalové síly postižených svalů při koncentrické i excentrické aktivitě,
- svalové zkrácení, zejména hamstringů nebo m. quadriceps femoris,
- dysfunkce kloubů dolní končetiny a nohy včetně omezené dorzální flexe hlezna,
- poruchy posturální stability, tedy nesprávnou funkci HSS,
- změny pohybových stereotypů, zejména kyčelního kloubu a bederní páteře,
- trigger pointy ve svalech: hamstringy, gluteální svaly, adduktory stehna, vzpřimovače páteře,

- hypertonus hamstringů, adduktorů stehna, gluteálních svalů.

## 12.2 NÁVRAT K TRÉNINKOVÉ ČINNOSTI PO ZRANĚNÍ HAMSTRINGŮ

V této subkapitole bych se ráda zaměřila na „pravidla bezpečného návratu“ ke sportu po prodělaném zranění.

Návrat k závodní či soutěžní činnosti je individuální a závisí zejména na rozsahu postižení. Neexistuje tedy žádný standardní postup určující dobu návratu ke sportu, který by vyloučil riziko recidivy zranění při pohybu maximálním úsilím. Obecně se udává, že sportovec s distenzí hamstringů, se ke sportu může vrátit přibližně za 12 – 18 dní, pokud je optimálně léčen. V případě parciální ruptury je návrat ke sportu možný později vzhledem k závažnosti zranění [17; 100]. Návrat je možný tehdy, je-li normalizována svalová síla, svalová protažitelnost a provedení pohybu je bezbolestné [107].

Byla stanovena obecná kritéria pro návrat ke sportovní aktivitě, která jsou níže bodově popsána. Pokud tato kritéria nebudou dodržena, zvyšuje se riziko recidivy zranění [17; 75]:

- Ukončený progresivní běžecký program.
- Plný rozsah pohybu v kloubu kolenním i kyčelním. Rozsah pohybu by měl být stejný v porovnání s nezraněnou končetinou.
- Dobrá protažitelnost svalů, zejména hamstringy a m. quadriceps femoris.
- Plná svalová síla, stejná nebo téměř stejná jako na nezraněné dolní končetině. Mělo by být dosaženo 90-95% excentrické síly zdravé končetiny.
- Správná svalová vyváženost bez dysbalancí, poměr hamstringy:m. quadriceps femoris by měl být větší či roven 55%.
- Nebolestivá maximální kontrakce.
- Funkční testy:
  - sprint z vysokého startu,
  - náhlé změny rychlosti při běhu, běh s akcelerací, „sprint and hop test“,
  - stepping do stran,
  - předklon v plné rychlosti pro chycení míče, pokud je to v daném sportu vyžadováno.

- Úspěšné ukončení týdenního tréninkového programu zaměřeného na trénink maximální intenzitou.

Je velmi důležité pokračovat v posilovacím tréninkovém programu ještě několik týdnů po návratu do soutěže [17].

Identifikace zranění pomocí MRI, což zachycuje Obr. 24 přílohové části, a ohodnocení svalové síly pomocí „isokinetických metod“ může pomoci ke snížení, ale ne eliminaci recidivy tohoto zranění, neboť bude možné předpokládat dobu potřebnou k léčbě [121].

Nebyl shledán žádný rozdíl v době potřebné pro regeneraci v případě zranění muskulotendinózního spojení či myofasciálního spojení [21].

Natržení hamstringů, ke kterému došlo při rychlém pohybu, vyžaduje kratší dobu pro hojení než zranění způsobené nadměrným pomalým natažením, což je typické například pro tanečnický a gymnastický. U sprinterů však byla výrazněji delší doba nutná pro návrat na sportovní úroveň, na jaké byli před vznikem zranění. U sprinterů tato doba trvala přibližně 4 týdny, zatímco u tanečnicků cca 1 týden.

### 12.3 MOŽNÉ KOMPLIKACE SPOJENÉ SE ZRANĚNÍM HAMSTRINGŮ

Obecně je známé, že každé zranění s sebou nese řadu dalších komplikací, které se mohou, ale nemusí projevit. Ráda bych se zde zmínila o některých rizicích spojených s tímto zraněním.

Se zraněním hamstringů je spojena celá řada komplikací. Nejčastěji se setkáváme s recidivou zranění. Zranění hamstringů je závažným zraněním se značnou tendencí se vracet. K recidivě zranění dochází zejména v následujících dvou letech od vzniku zranění a někdy toto zranění a jeho recidivy vedou k ukončení sportovní kariéry [3]. Recidiva tohoto zranění je popisována u 12-14% případů, zatímco u ostatních typů zranění dochází k znovu zranění „pouze“ v 7%, proto je nepodcenění prevence a léčby po zranění velmi důležité [25; 152]. Askling et al [3] ve své studii udávají recidivu zranění hamstringů u sprinterů 17%. Petersen a Hölmich [107] udávají procento recidivy až 12-31% a MacAuley [88] tvrdí, že k recidivě zranění hamstringů dochází až v 33% případů.

Za nejrizikovější období jsou označovány první dva týdny po návratu ke sportovní aktivitě [111]. Orchard a Best [53] tvrdí, že největší riziko recidivy zranění je během prvních pár týdnů po návratu k závodní činnosti a riziko recidivy zranění během zbytku sezony v případě, že k úrazu došlo na jejím začátku, je 30,6%. K většině recidiv dochází během prvního týdne závodní činnosti [14].

Jako příčina recidivy zranění je označována nedostatečná léčba a předčasný návrat ke sportovní aktivitě [152].

Obecně se má za to, že kosterní svaly jsou plně schopny regenerace po zranění, ačkoli Stauber et al (in Woods et al [152]) vyslovili domněnku, že po opakovaných svalových zraněních dochází ke zmnožení pojivové tkáně, tudíž úplné obnovení normální funkce je zhoršeno až znemožněno. Tento stejný autor na základě zkoumání opakovaného svalového natržení m. soleus u krys dospěl k závěru, že se sval po chronických poraněních zotavuje pomalu a neúplně.

V případě nevhodné léčby je podle Garretta (in Woods et al [152]) zvýšené nejen riziko recidivy zranění, ale i riziko vzniku kalcifikací ve svaly. Tento stav již nedovolí svaly vrátit se k jeho „normálu“ a může být příčinou recidiv zranění, neboť takovýto sval již není schopen vyvinutí maximální aktivity.

Recidivy zranění jsou méně časté u fotbalistů anglických „Premiere league“ (9%), zatímco divize a nižší soutěže mají vyšší výskyt recidiv tohoto zranění (21%) [25]. Pravděpodobně lze tento fakt spojovat s větší kompenzací zatížení a obecným povědomím nutnosti prevence a regenerace ve vyšších soutěžích, neboť u nich v případě „výpadku“ ze soutěže hraje velkou roli i finanční stránka a tlak sportovního klubu.

V Australské fotbalové lize hráči „vypadnou“ ze hry na 16% hracího období a zranění recidivuje v 34% případů [14].

Recidivě svalového natržení se dá předejít, na což poukazují výsledky, které uvádí Croisier et al [23]. U sportovců se svalovou dysbalancí byl zaveden individuální terapeutický plán, který byl zaměřen na odstranění dysbalancí pomocí „isokinetických postupů“. Program se skládal z 10-30 návštěv. Tito sportovci byli po dobu 12 měsíců od návratu k závodní činnosti sledováni. Během této doby u nich nebyla diagnostikována recidiva zranění hamstringů a pocity dyskomfortu byly výrazně redukovány. Lze tedy shrnout, že trvalé „abnormality“

ve svalové síle mohou být příčinou návratu zranění či pocitu dyskomfortu a přetrvávající bolesti [23].

Abychom mohli spolupracovat se sportovcem a zabránit recidivě zranění, je nutné znát nejenom jeho klinický stav, ale také jeho tréninkové návyky včetně formy regenerace a kompenzace, ale také běžné denní činnosti. Je nutné znát přesný popis situace, při které došlo ke zranění, v jakém to bylo období, jaké byly podmínky počasí. Zda sportovec měl dostatek času na řádné rozcvičení, včetně protažení a jaké tréninkové metody používá k zlepšování kondice [25]. Základem prevence recidivy zranění je neuspěchat rychlost léčebného procesu a odstranit „poruchy“, které jsou se zraněním hamstringů spojovány (viz. 12.1). Návrat zranění během dvou měsíců je známkou zanedbaného či nevhodného léčebného a fyzioterapeutického procesu [135]. Je nutné zajistit, aby cvičení byla „předepsána“ v příslušné zátěži, ve vhodný čas procesu léčení a byla prováděna s minimem bolesti nebo rizika zranění [111].

Incidence tohoto zranění by mohla být snížena specifickým sportovním tréninkovým programem, který by měl být zaměřen na zlepšení svalové poddajnosti, zvětšení rozsahu pohybu v kloubu a anaerobních tréninkových prostředků, které simulují závodní či herní podmínky [28].

Recidiva zranění je nejčastější komplikací, ale není jediným rizikem pro sportovce. Můžeme se setkat i s jinými komplikacemi než je návrat zranění.

Se vznikem svalového zranění bývá spojeno krvácení. Vzniklý hematoma není nutné odsávat, ale v případě nadměrného tlaku způsobovaného přítomností hematomu se může rozvinout „compartment syndrome“ [129]. Byl popsán i případ [78], kdy v důsledku odtržení šlachy od tuber ischiadicum může ve výjimečných případech dojít k rozvoji „compartment syndrome“ zadní strany stehna, který se projevuje ztuhlostí, křečemi svalů, slabostí a i jinými neurologickými příznaky.

Jako následek odtržení šlachy m. biceps femoris od tuber ischiadicum může být pozdní ochrnutí n. ischiadicus [127].

Může také dojít k chronifikaci zranění. K chronifikaci zranění dochází na základě nesprávně aplikované léčby v akutním období, ale také mohou být výsledkem dlouhodobě se opakujících mikrotraumat, která nemusela být zaznamenána [60].

Opakovaná svalová natržení mohou vést k oslabení hamstringů a následkem toho může dojít při silné svalové kontrakci k avulzi hamstringů od tuber ischiadicum [117].

Následkem svalového traumatu může dojít k rozvoji myositis ossificans, která se v případě zranění hamstringů vyskytuje zřídka, ale jsou popsány případy rozvoje tohoto onemocnění. Jako o možnosti profylaxe se diskutuje o NSAID, bifosfátech, magnesiu, Indomethacinu, cílené terapii, zejména zlepšení svalové poddajnosti a rozsahu pohybu v kloubech. Časná mobilizace, zejména strečink, však může průběh léčby ovlivnit i negativně [65; 94; 119]. Tato negativa nebyla autory popisována.

Následkem svalového natržení může také dojít k rozvoji infekce, formaci cysty, aneurysmatu, arteriovaskulárních píštělí, flebitidě a flebotrombose [119].

### 13. PREVENCE ZRANĚNÍ

Přestože by prevence měla být v popředí, uvádím ji až v této části v souvislosti s předchozí kapitolou, kde jsou popsány nejčastější nálezy a možné komplikace spojené se zraněním hamstringů, zejména recidivou zranění, které se dají možnými preventivními postupy eliminovat. Ale část zabývající se prevencí zranění úzce souvisí s kapitolou rizikové faktory, neboť na základě znalosti rizikových faktorů a jejich ovlivnění prostřednictvím preventivních programů, se dá tomuto zranění předejít.

Tato kapitola je rozčleněna na jednotlivé subkapitoly zabývajícími se preventivními postupy v jednotlivých obdobích sportovní sezóny, formami regenerace, která je stěžejním předpokladem preventivních postupů a fyzioterapeuticko tréninkovým pohledem. Dále se zde zabývám jednotlivými pohledy na strečink jako na jednu z nejméně doporučovaných metod prevence i léčby zranění hamstringů.

Na tuto kapitolu navazuje stručný přehled preventivních programů ve vybraných sportovních odvětvích.

Porozumění rizikovým faktorům a mechanismu vzniku zranění může mít velký přínos pro vytvoření preventivního programu tohoto zranění a nebo alespoň zabránění jeho recidivy, což je sportovní prioritou [19; 42]. Úspěšná prevence zranění závisí na schopnosti stanovit míru zranění, monitorovat vzory zranění a určit preventivní strategii [43]. Jedním z možných preventivních kroků je předsezónní lékařské vyšetření a kineziologický rozbor, neboť jimi lze odhalit řadu dysbalancí, „dovednostní deficit“, snížení aerobní i anaerobní kapacity, zhoršený „zdravotní stav“ a nesprávné muskuloskeletální funkce, které by mohly vést ke vzniku zranění. Lze tedy říci, že tímto vyšetřením bychom mohli identifikovat sportovce s predispozicí ke zranění, uvažujeme-li multifaktoriální působení [17; 88; 115]. Velký význam má také vzdělávání sportovců a trenérů v otázkách zdravotních, zejména ve vztahu k rizikovým faktorům zranění. Důležitou preventivní roli může mít používání pomůcek, jako jsou ortézy, tejpky, vložky do bot apod., a vhodná sportovní obuv, která by měla redukovat působení sil přenášených z běžeckého povrchu. Ortopedické pomůcky by měly zabraňovat abnormálním pohybům v subtalárním a metatarzálních spojeních, zajistit „neutrální“ postavení

nohy, upevnit postavení paty v případě její deviace, maximalizovat funkce palce nohy, zejména během propulze a dovolit normální pohyb a svalovou aktivitu ve správný čas [115]. Za nejlogičtější se považuje ovlivnění všech faktorů modifikovatelných [111].

### **13.1 PREVENTIVNÍ POSTUPY V JEDNOTLIVÝCH OBDOBÍCH ROČNÍHO TRÉNINKOVÉHO CYKLU**

Preventivní postupy volíme z hlediska charakteru zátěže během jednotlivých období sportovní sezóny. Ve sportu rozlišujeme přípravné, závodní a přechodné období, ale pro zjednodušení popisu postupů se omezíme na dělení na období přípravné a speciální. V přípravném období se zaměřujeme spíše na odstraňování svalových dysbalancí a funkci HSS, zařazujeme zejména strečink, jógu, powerjógu, pilates cvičení. V přípravném období jsou nejčastěji používanými regeneračními metodami procedury myorelaxační, celotělové, mezi něž řadíme masáže, perličku, vířivku, zábaly, páru, saunu, lymfodrenáže, celotělovou kryoterapii a přísadové lázně [112; 113]. Vzhledem k náročnosti vrcholového sportu můžeme očekávat řadu bolestivých stavů, bolestivých kožních a svalových zón. Tyto změny mají tendenci se řetězit a být příčinou řady obtíží. Na bolestivé stavy se doporučují měkké techniky. Nezaměřujeme se však pouze na lokální dysbalance, ale musíme uvažovat ve funkčních zřetězeních [89].

Terapie ve speciálním období zahrnuje zejména tyto regenerační prostředky: chladová terapie bezprostředně po tréninku, ledování, lokální kryoterapie, střídavé koupele, dodržování klidového režimu, pokud to stav vyžaduje. Dle diagnózy využíváme fyzikální terapie: elektroterapie, laser, UZ, biolampa, magnetoterapie apod. Nejčastěji používanými metodami pro ovlivnění HSS je sensomotorická stimulace, například můžeme využít úseče či balanční sandály, TherapyMaster, velké míče, trénink reakce na uklouznutí, závěsy v zóně opory a spousta dalších. Důležitým regeneračním „prostředkem“ je dodržování dostatečného spánkového režimu [112; 113].

### **13.2 FORMY REGENERACE**

Obzvláště u vrcholových sportovců je velmi důležitá regenerace, proto by měla být základem každého preventivního programu, neboť nedostatečná regenerace a prevence vedou k výrazné



náchylnosti sportovce ke vzniku jakéhokoli zranění, nejenom zranění hamstringů, proto se o regeneraci alespoň krátce zmíním.

Rozlišujeme dvě formy regenerace: aktivní či pasivní. Formou pasivní regenerace je spánek, koupele, masáže, saunování, slunění, působení tepla a jiných fyzikálních prostředků, mezi které lze uvést aplikaci ionizovaného vzduchu, impulsního magnetického pole apod. Účelem aktivního odpočinku je udržení průtoku krve v předtím zatěžovaných oblastech na hodnotách vyšších než klidových, tedy za stavu hyperemie, což způsobuje rychlejší odstraňování zátěžových metabolitů a tím i únavy. Formami aktivní relaxace jsou kompenzační cvičení, cvičení ve vodě a doplňkové sporty. V případě anaerobní zátěže by měla převládat regenerace aktivní, která zajišťuje rychlejší odstranění laktátu z organismu, zatímco u pomaleji vznikající únavy aerobního charakteru se doporučují formy pasivní regenerace. Hyperemizační účinky mají regenerační prostředky reflexní, jako příklady lze uvést reflexní masáž, akupresuru a akupunkturu či aplikaci derivačních prostředků [47; 89; 112; 113].

Správná životospráva má také významný vliv na zdraví sportovce. Proto by strava měla být dobře vyvážená a měl by být dodržován určitý režim, který by měl zahrnovat dostatek spánku pro regeneraci, abstinenci alkoholu a jiných drog. Sportovci by se měli vyvarovat látkám, které by mohly přispět k rozvoji zranění, zejména zakázaným dopingovým látkám jako jsou například anabolické steroidy, lokální anestetika a kortikosteroidy, stimulantia a narkotika. Sportovci by měli dbát i na svoji duševní hygienu a vyhýbat se situacím zvyšujícím jejich psychické napětí, které je s vrcholovým sportem již tak dostatečně spojeno. Samozřejmě by měla být udržována i hygiena celého těla [115].

Podcenění doby potřebné pro zotavení vede ke vzniku zranění [3; 5].

### **13.3 MOŽNOSTI UPLATNĚNÍ FYZIOTERAPEUTICKÝCH POSTUPŮ V RÁMCI TRÉNINKOVÉ JEDNOTKY**

Pro docílení co nejlepšího efektu preventivních postupů by podle mého názoru mělo dojít k propojení tréninkových a fyzioterapeutických postupů. Sportovci by měli věnovat pozornost i drobným zraněním, aby nedošlo k rozvoji vážnějšího zranění. Vždy, v případě objevení se

prvních příznaků zranění, je nutné upravit tréninkové dávky tak, aby je zraněný sportovec mohl absolvovat, aniž by došlo k dalšímu poškození již poškozených struktur. Zejména kryoterapie a lehký strečink mohou přispět k urychlení hojivého procesu. Základem prevence každého sportovního zranění z trenérského pohledu je dobrá trénovanost. Přestože sportovec může být ve vynikající „formě“, velká řada sportovních zranění vychází z tréninkových chyb, chybného vedení trenérem či špatné tréninkové návyky sportovce. Je nutné se těchto chyb vyvarovat [32]. Velký význam pro prevenci má malá progresivní zátěž, tzn. pomalé postupné zvyšování intenzity tréninkových dávek, neboť každodenní těžký trénink od samého počátku může vést ke vzniku zranění a to nejenom svalového [32; 115]. V přípravném období by měl kondiční program zahrnovat trénink rozvíjející kardiovaskulární funkce, plyometrická cvičení, silový trénink a „sport cord drills“ [17; 115]. Plyometrická cvičení, kterým předchází krátkodobý statický strečink, ovlivňují dysbalance mezi šlachou a svaelem způsobené rychlým nárůstem svalové síly a relativně pomalou adaptací šlachy na novou svalovou sílu, zvyšují toleranci muskulotendinózního spojení na zatížení a aktivují pojivovou tkáň v komplexu kloub-šlacha [156].

Jako prevence jsou důležité správná technika prováděného pohybu a správné rozcvičení, také označované jako zahřátí, které má tělo připravit na pohybovou zátěž a závěrečné zklidnění, někdy nazývané docvičení [17; 53; 88; 107; 115]. Účelem rozcvičení je prevence zranění a zvýšení výkonnosti, neboť již po aktivitě trvající 10-20 min se zvýší cévní cirkulace v kosterních svalech přibližně o 55%. Elastické komponenty svalu jsou mnohem náchylnější ke zranění, jsou-li nezahřáté. Správné rozcvičení může mít na sportovce relaxační a zklidňující účinek i po psychické stránce. Rozlišujeme aktivní a pasivní zahřátí. Formou pasivního zahřátí je například sauna, teplá sprcha, teplé oblečení nebo masáž, ale účinek je menší než v případě aktivního zahřátí. Aktivní formou je rozklusání či jízda na rotopedu. Doba trvání fáze zahřívání by měla být alespoň 15-20 min v závislosti na potřebách jedince a charakteru nastávající zátěže [115]. Strečink jako forma rozcvičení, kompenzace či při svalové únavě statisticky snižuje riziko zranění hamstringů [17]. Docvičení by mělo být prováděno na závěr tréninku, aby došlo ke zklidnění organismu po zátěži. Účelem tohoto zklidnění je urychlení odvodu metabolitů, zejména laktátu, ze svalů a tím urychlení procesu regenerace. Využívá se zejména aerobních cvičení, mezi které řadíme výklus, a strečinku [115].

Preventivní programy by měly být zaměřeny na individuální potřeby sportovce. U sportovců starších 25 let dochází častěji ke zranění hamstringů, neboť u nich nacházíme výrazné odlišnosti ve faktorech jako je tělesná hmotnost a body mass index, svalové zkrácení flexorů kyčelního kloubu, omezení rozsahu pohybu do vnitřní rotace kyčelního kloubu a dorzální flexe hlezenního kloubu. Změny související s věkem jsou potenciálně modifikovatelné pro snížení rizika zranění u „starších“ sportovců, proto se starším sportovcům doporučuje věnovat více pozornosti kompenzačním cvičením a regeneraci. Potenciálně modifikovatelné faktory lze vzít v úvahu při výzkumu preventivních programů zranění hamstringů v této vysoce rizikové skupině. Na základě těchto rozdílů je vhodné doporučit „starším“ sportovcům věnovat se více kompenzačním a preventivním cvičením [39; 42].

Preventivní trénink a preventivní programy založené na teorii multifaktoriálního působení faktorů, jsou klíčovou komponentou v prevenci zranění, úspěšného zotavení po zranění, prevenci recidivy a měly by zahrnovat posilovací trénink v rámci všech kontrakčních mechanismů. Isometrická cvičení před výkonem potenciálně působí jako prevence svalových natržení [32; 107]. Doporučuje se posilování v uzavřených řetězcích než v řetězcích otevřených. Posilovací program využívající posilování v otevřeném řetězci v přípravném období snižuje počet menších svalových zranění, ale neovlivňuje vznik významnějších zranění [17]. Excentrická cvičení se v prevenci zranění hamstringů jeví jako významná [111; 109]. Vedou ke zvýšení rozsahu pohybu a zvětšení tolerance na protažení [80]. Specifický excentrický trénink se zdá být mnohem důležitější z mechanického pohledu vzniku zranění než posilování v otevřeném řetězci [17]. Již po deseti týdnech tréninku excentrického i koncentrického dochází k významnému zvýšení rychlosti. Excentrické posilování typu „Nordic hamstring“, které je zachyceno na Obr. 25-26 přílohové části, prokazuje významné změny ve svalové síle [107]. Excentrické cvičení by mělo být zařazeno v přípravném období minimálně po dobu dvanácti týdnů, aby se snížilo riziko vzniku zranění hamstringů [41]. Brockett [13] popisuje cvičební program, který redukuje incidenci natržení hamstringů. V tomto programu je zahrnuta excentrická aktivita, zejména v případě, jestliže jeho provedení vyvolává opožděný nástup svalové bolestivosti. Během excentrické kontrakce sarkomery produkují sílu, která způsobuje jejich prodloužení. Většina sarkomer je schopná vypořádat se s těmito délkovými změnami, ale u některých dojde k „přetažení“ a následně k jejich roztržení

a vzniku mikrotraumatu. Nedochozí pouze k obnově poškozených sarkomer, ale nové sarkomery jsou začleněny do poškozených vláken. Dochází tedy ke zvýšení počtu sarkomer v sérii, což mechanicky znamená, že nedochází k „natažení“ všech sarkomer během příštího excentrického cvičení, čímž se snižuje pravděpodobnost poškození svalových vláken. Toto také vysvětluje, proč při prvním cvičení jsou svaly bolestivé a při příští jednotce tohoto charakteru je bolestivost menší. Tento proces pokračuje, dokud síla vláken není maximální. Gabbe et al [41] porovnávali vliv strečinku a excentrického cvičení zejména v přípravném období před zahájením sezony a dospěli k závěru, že excentrické cvičení prováděné alespoň po dobu dvanácti týdnů redukuje četnost zranění hamstringů. Excentrická cvičení společně se strečinkem jsou vhodnou formou pro prevenci a léčebnou fázi zranění z přetížení. Opakované cvičení s pomalu se zvyšující zátěží zlepšuje mechanické a strukturální vlastnosti svalů, šlach, kloubů, vazů a kostí zvýšením jejich hmoty a napínavé síly. Posilovací trénink má negativní vliv na rozsah pohybu v kloubech a vede ke svalovému zkrácení, proto je nutná kompenzace zejména strečinkem. S těmito cvičeními by se mělo začít již v době po prudké růstové akceleraci, kdy dochází k výraznému zvýšení svalového objemu a síly [115]. Obecně trénink vedoucí ke zlepšení kondice a silový trénink zahrnující excentrický posilovací trénink jsou obhajovány pro jejich vhodnost prevence zranění, zrovna tak jako strečink [25].

Dále je vhodné do preventivního programu zařadit trénink koordinace, „stabilizace“ a „propriocepce“, který vyžaduje „spolupráci“ nervového systému, svalů, šlach, kloubů a ligament. Lze ho označit jako trénink „vnitřní stability“, nebo-li cílené ovlivnění HSS páteře, zejména šikmých břišních svalů, m. transversus abdominis a mm. multifidi, což má význam preventivní, léčebný a je základním předpokladem kvality pohybu a sportovního výkonu. Dále cvičení sensomotorická zlepšující stabilitu kotníků a kolen, pružnost, ale i svalovou sílu trupových svalů a svalů dolních končetin, včetně zlepšování koordinace [17; 32; 53; 88; 111; 115; 120; 126].

Do preventivního programu by měly být zavzaty zejména oblast pánve a bederní páteře, neboť zranění svalů stehna lze řadit mezi zranění vzniklá na podkladě „posturální vady“ zahrnující hyperlordosu bederní páteře a hyperkyfosu hrudní páteře, dále změny poměrů v oblasti kolenního kloubu. Toto vede k nepřímému závěru, že zlepšení „lumbopelvicových

biomechanických poměrů“ může hrát významnou roli v léčbě a prevenci zranění hamstringů [27; 53].

V případě prevence recidivy ještě zajišťujeme lokální nález na hamstringách [27; 53]. Manipulační léčba a mobilizace páteře, kolenního kloubu a fibuly by jako forma prevence zranění hamstringů neměla být opomíjena, neboť bolesti bederní páteře vyvolané zygapophysálními klouby, kterými procházejí nervové kořeny zásobující hamstringy, mohou provokovat zvýšení svalového napětí v inkriminované oblasti a tím predisponovat rozvoji zranění [53].

Někteří autoři [40] doporučují v rámci prevence nezapomínat na uvolňování omezené dorzální flexe kotníku, ale již podrobněji nepopisují souvislosti.

Na hypertonické svaly je v zahraniční literatuře [53] doporučována metoda „active release soft tissue massage techniques“ (ART). Masáž je běžně používanou preventivní metodou. Masáží dochází k výraznému okamžitému svalovému uvolnění a výraznému zlepšení pasivní extenze kolena. Obdobný okamžitý efekt jako masáž má i „dynamic soft tissue mobilisation“ [52]. Maximálního terapeutického zlepšení je možné dosáhnout nejdříve po deseti týdnech aktivní spolupráce [53]. Techniky švédských masáží aplikované 2 hodiny po zátěži vedou ke snížení svalové ztuhlosti po 48 hodinách [50].

Také se v případě potřeby doporučuje korekce pohybových stereotypů, zejména extenze a abdukce kyčle [53].

Jednou z nejefektivnějších forem primární prevence je specifický sportovní trénink. Do tohoto typu tréninku řadíme strečink, posilovací cvičení, trénink reakčních schopností, trénink pohybových schopností, anaerobní trénink a tzv. „cross-tréninky“. Posilovací cvičení jsou zaměřena na podporu svalů nohy: nízké podřepy „squat“ a jejich modifikace, „step-up“, „step-up“ laterálně, „step-down“, „cross-lift“, „leg-press“, „benchpress“, „neckpress“, posilování abduktorů kyčle a obecná posilovací cvičení, atd. Trénink reakčních schopností se osvědčil zejména při kolektivních sportech. Zvláště u fotbalu se osvědčil trénink reakčních schopností. Je nutné vyvarovat se ukončení tréninku pohybových schopností příliš brzy během tréninkové sezóny. Místo tréninku aerobního by měly být zvyšovány intervaly anaerobního tréninku. Vhodnější je provádět menší množství cviků správně, než mít sestavu velkého množství cviků, které budou prováděny nekvalitně [17; 32; 88; 115; 138]. Využívání

tzv. „cross-tréninků“, které jsou založené na udržování kondice kardiovaskulárního systému, přestože by tělo mělo relaxovat, se ukazuje jako vhodné. Příkladem takového tréninku může být aquajogging či plavání [32].

Téměř všechny rizikové faktory vzniku zranění hamstringů lze ovlivnit jógovými technikami či powerjógu právě pro jejich komplexnost, kdy dochází k protažení i posílení celého těla a často i po ránu k „nastartování“ organismu, kdy se asi nejlepší volbou jeví tzv. pozdrav slunci. Pomalé provádění cviků, které je typické pro jógová cvičení má řadu výhod. Jednou z nich je i schopnost „prociťovat“ pohyb a tím zvyšovat schopnost „vnímání“ proprioceptivní aference, což pozitivně ovlivňuje tzv. „vnitřní slepotu“, která často znesnadňuje nácvik nových tréninkových postupů. Výsledkem je také zlepšení schopnosti koordinace. Charakter jógových cvičení vede k posílení svalů celého těla jak ve smyslu koncentrické aktivace svalu, tak i jeho excentrické aktivace. Tímto cvičením se zkrácené svaly velmi dobře protahují, stávají se poddajnými, obecně se zlepšuje schopnost těchto svalů pracovat v jejich maximálním možném rozsahu. Dechová cvičení pak významně ovlivňují funkci bránice, pánevního dna a HSS. Jako prevenci zranění hamstringů a jejich protažení lze použít celou řadu cviků ve všech polohách, které jóga využívá. Tyto cviky lze v rámci tréninku zařadit na závěr tréninkové jednotky. Jedná se o formu kompenzačního cvičení, které se doporučuje provádět po tréninku či kdykoliv během dne. Není doporučováno cvičit jógu před tréninkem a není vhodná jako rozcvičení. Pro minimalizaci rozvoje rizikových faktorů pro vznik zranění hamstringů lze doporučit dechová cvičení, spinální cvičení, stabilizační cvičení trupu, protažení svalů zadní strany stehna a svalů páteře [29; 68; 112].

Znalost konkrétních sil vykonávaných svalem má řadu výhod. Na základě těchto znalostí můžeme například předpovědět maximální sílu konkrétního svalu či časový vztah zapojení hamstringů během sprintu s ohledem na trénink, prevenci zranění a terapii. Při využití modelu síla-délka-rychlost-aktivita se dá odhadnout vztah mezi jednotlivými svaly skupiny hamstringů. Tyto vztahy se dají odvodit na základě 2D či 3D analýzy pohybu. Bylo zjištěno, že je možné využít 2D analýzu, neboť odchylky od 3D analýzy jsou v tomto případě velmi malé [140].

## 13.4 STREČINK

V této části jsou popsány strečinkové metody, které by měly být jedním ze základních preventivních postupů, a pohled na jednotlivé techniky a dobu protahování.

„Trénink flexibility“, pod který je v zahraniční literatuře zahrnut strečink, by měl zajistit udržení nebo zlepšení rozsahu pohybu v kloubu, redukovat riziko přetížení a zranění, zvýšit odolnost svalů a šlach, zvýšit koordinaci mezi různými částmi muskuloskeletálního systému a adaptovat ho na specifické požadavky konkrétního sportu. Poddajnost svalů se snižuje s věkem, proto by se s přibývajícím věkem měl klást čím dál větší důraz na strečinková cvičení [115]. Významným faktorem pro vznik zranění hamstringů se jeví věk a svalové zkrácení m. quadriceps femoris, proto bychom se měli zaměřit i na strečink tohoto svalu [42]. Strečink by měl být zaměřen na všechny svalové skupiny s tendencí ke zkrácení, zejména pak na svaly dolní končetiny a oblasti bederní páteře, ale nemělo by se zapomínat ani na svaly prsní a svaly krku. Strečink je vhodné zařadit do tréninkové jednotky před jejím zahájením i po jejím ukončení [32]. Doba provedení jednoho protahovacího cviku by dle Evanse [32] měla být kolem 15-20 s.

Strečink lze charakterizovat na základě vztahu mezi agonistou a antagonistou. Agonista se stává aktivně insuficientní, nemůže se dále kontrahovat před tím, než se antagonist stane pasivně insuficientní, nemůže být dále protažen. Systematický pravidelný strečink je považován za jednu z nejdůležitějších metod. K udržení či znovuzískání původní protažitelnosti svalů a zvětšení rozsahu pohybu, zejména z důvodu zvýšení tolerance na protažení, než změny svalové elasticity. Strečink by měl být aplikován na relaxované svaly a mělo by mu předcházet tří až pěti minutové prohřátí [80; 87; 88; 115; 139]. Prohřátí svalů před strečinkem prokázalo větší efekt. Teplo může být aplikováno jak pasivně, tak aktivně. Aktivní prohřátí je aplikováno formou rozcvičení, například jízda na rotopedu. Pasivní aplikace tepla ovlivní různě hluboko uložené tkáně. Aplikace povrchového tepla neovlivní teplotu hlouběji uložených tkání. Prohřátí hlouběji uložených tkání je pro svaly bezpečnější než povrchové prohřátí [54]. Vlhké teplo aplikované po dobu 20 minut před strečinkem se jeví jako vhodná forma pro zlepšení protažitelnosti hamstringů [38].

Ke zvýšení rozsahu pohybu dochází již po čtyřech týdnech protahování, ale nedochází ke změnám svalové tuhosti a opoždění nástupu svalové únavy [80]. Názory na dobu a frekvenci provádění strečinku, jako významné faktory pro ovlivnění svalového zkrácení, se značně liší [154]. Jelikož jedním z rizikových faktorů zranění hamstringů je jejich zkrácení, tak se neustále diskutuje o strečinku těchto svalů, kdy a za jakých podmínek a jakou metodu zvolit, aby byl zajištěn co nejlepší efekt [87]. Výběr „správné“ protahovací techniky, která by nejlépe ovlivnila protažení a zabránila vzniku či recidivě zranění, je sporný. Strečink můžeme rozdělit na pasivní strečink, aktivní strečink nebo jejich kombinace [54].

Aktivní strečink zahrnuje cvičení vykonávané bez asistence druhé osoby. V závislosti na době trvání a počtu opakování dochází k ovlivnění hranice elasticity a plasticity pojivových tkání. Houghlum [54] doporučuje protahovat po dobu 15-30 s, čtyři až pět opakování. U pacientů se značným omezením rozsahu pohybu je vhodné tyto série opakovat několikrát denně. Platí zde fenomén antagonistické inhibice, kdy při kontrakci antagonisty dochází k relaxaci svalu protahovaného, což vede ke zvětšení efektu strečinku. Jako příklad lze uvést koncentrickou aktivaci m. quadriceps femoris při protahování hamstringů. Na základě těchto vztahů se předpokládá i oslabení antagonisty, je-li agonista zkrácen [54].

Pasivní strečink zahrnuje metody, kdy je k protažení zapotřebí asistence druhé osoby nebo speciálního vybavení. Madding et al (in Houghlum [54]) popisují, že strečink trvajících 15 s je u zdravých lidí stejně efektivní jako strečink trvajících 2 minuty. Krátkodobé pasivní protažení primárně ovlivňuje elastický rozsah pojivové tkáně a může být vhodnější než aktivní strečink, protože pasivní strečink může být aplikován po delší dobu. Při pasivním strečinku dovedeme končetinu do maximálního možného rozsahu pohybu a v této pozici setrváme. Pacient by měl cítit tah nebo napětí, ale nesmí pociťovat bolest. Pohyb je prováděn pomalu a doporučuje se počet opakování šest. Při provádění pasivního strečinku se doporučuje udržení maximální pozice po dobu 10-60 s [115]. Pasivní strečink sice zvyšuje svalovou poddajnost, ale nemá významnější vliv na změny viskoelastických schopností svalu. V tomto případě se osvědčilo tzv. „Awareness Through Movement“ (ATM), což je soubor pomalu a jemně prováděných aktivních cviků, které jsou vedeny verbálně. Předpokládá se, že tento proces facilituje učení strategie pro zlepšení organizace a koordinace tělesných pohybů, redukuje úsilí při vykonávání pohybu a vede k nácviku uvědomování si „délky“ aktivních svalů. ATM je



podle autorů [124] efektivní metodou pro zvýšení poddajnosti hamstringů, aniž by byl použit strečink. Pasivní statické protahování natažené končetiny po dobu 10 s a následnou 10s pauzou při deseti opakováních je dle Yuktasira a Yildirima [154] účinnější než protahování po dobu 30 s a 10 s fáze pro zotavení při deseti opakováních. Po šesti týdnech při strečinku aplikovaném 5× týdně došlo k zvětšení rozsahu pohybu.

Statický strečink je charakteristický pomalu prováděným pohybem v plném možném rozsahu pohybu s následnou výdrží v dané poloze po různě dlouhou dobu [25].

“Balistický” strečink je založen na švihových pohybech, které vedou k dosažení plného rozsahu pohybu [25]. Švihové cvičení je považováno za potenciálně nebezpečné, neboť využívá rychlých pohybů, jejichž provádění nelze dostatečně kontrolovat. Tento typ strečinku není v rámci terapie příliš často používán, neboť by mohlo dojít k dalšímu poškození tkáně. Dochází k aktivaci svalových vřetének i Golgiho šlachových tělísek, které při protahování svalu působí proti sobě, aby zabránily poškození svalu. Plastická deformace je vztažena k velikosti a trvání síly. Čím větší síla působí během krátké doby, tím se zvyšuje riziko zranění pojivových tkání. Zranění má za následek vznik jizevnaté tkáně, která následně mnohem více sníží protažitelnost tkáně. Tento typ strečinku je nejčastěji využíván právě mezi sportovci pro zvýšení dynamické poddajnosti tkání [25; 54].

Kombinací aktivního a pasivního strečinku je propioceptivní neuromuskulární facilitace (dále PNF). Pro zvětšení rozsahu pohybu se nejčastěji používá technika kontrakce-relaxace. Výdrž by měla trvat asi 5-10 s [54]. PNF technika kontrakce-relaxace (CRPNF) i statický strečink zvyšují poddanost hamstringů u sportovců mladších 65 let. CRPNF se jeví jako výhodnější metoda v porovnání se statickým strečinkem. Strečink trvajícím 32 s při jednom opakování již má pozitivní vliv na zvýšení protažitelnosti hamstringů [34]. CRPNF strečink prováděný submaximální intenzitou, kontrakce 6 s, následně pauza 10 s denně po dobu pět dní, má stejný efekt jako strečink prováděný maximální intenzitou, ale při submaximální intenzitě jsou eliminována rizika zranění spojená s PNF strečinkem [33]. Tato rizika nebyla autory popisována.

Dadebo et al [25] doporučují statický strečink v kombinaci s PNF a zároveň navrhli program výrazně zvyšující poddajnost hamstringů, kdy doporučují používat statický strečink nebo PNF strečink, kterým předchází fáze zahřívací. Program by měl být prováděn 3-5× týdně,

kdy každý prvek by měl být opakován 4-5× a doba, po kterou by se mělo setrvat v dané poloze by měla být 15-30 s. Prodloužení doby setrvání v dané pozici na 1-2 minuty nepřineslo žádné významnější výhody. Jiným autorům [115] se osvědčil statický strečink s výdrží v pozici po dobu 20-60 s.

Dále se často používá „static contract-relax-hold“ strečink, kdy po 4-6s isometrické kontrakci následuje 2-3s relaxace [115].

Van den Tillaar [139] testoval vliv strečinku na zvětšení rozsahu pohybu a zlepšení poddajnosti hamstringů a zároveň vliv strečinku porovnával s metodou „celotělové vibrace“. Probandi byli instruováni k systematickému strečinku metodou „contraction-release“ 3× týdně po dobu čtyř týdnů. Tato metoda je založena na isometrické kontrakci svalu trvající 5 s na každou stranu, počet opakování 3 s následným 30s statickým strečinkem. Po této době došlo ke zvětšení rozsahu pohybu o 14%. Tento výsledek porovnával se skupinou, která měla navíc zařazenu „Whole-Body Vibration“ (dále WBV). WBV program se skládal ze stoje v pozici squat s flexí v kolenou 90° na vibrační plošině po dobu 30 s, při vibraci 28 Hz, amplitudě 10 mm, celkem 6× za trénink. Tento postup ukázal významný vliv na zvětšení rozsahu pohybu hamstringů až o 30%, což znamená, že WBV může mít velmi pozitivní vliv na poddajnost hamstringů, je-li kombinována se strečinkovou metodou kontrakce-release [139]. Tato metoda v sobě zahrnuje kombinaci strečinku a proprioceptivní facilitace tím, že je využita vibrace na nestabilní plošině při přesném nastavení segmentů, což se ukazuje nejen u této metody, ale i u relaxačních technik PNF velmi výhodné nejen pro relaxaci svalů, ale i jejich protahování a zvětšování rozsahu pohybu. Vibrace či chvění jako metodu volby v prevenci recidivy zranění doporučují i jiní autoři, kteří použili techniku „Thermal pants“, která však nebyla blíže specifikována [17].

## 14. STRUČNÝ PŘEHLED MOŽNOSTÍ ŘEŠENÍ VE VYBRANÝCH SPORTOVNÍCH ODVĚTVÍCH

Zaměříme se nyní na některé konkrétní sporty a možnost vytvoření preventivních programů. Dělení této kapitoly na jednotlivé subkapitoly vzniklo na základě odlišných potřeb atletů v porovnání se sportovci účastnících se kolektivních sportů.

### 14.1 PREVENTIVNÍ PROGRAMY V ATLETICE

Askling et al [3] ve své studii uvádějí, že u všech sprinterů došlo ke zranění během závodu, kdy se snažili o dosažení běhu maximální rychlostí.

Mann (in Heynen [49]) vypracoval doporučení pro sprintery na základě EMG a biomechanických výsledků. Tato doporučení měla být jakýmsi preventivním programem pro sprintery, kteří utrpěli zranění hamstringů při sprintu. Mezi tato doporučení byl zařazen:

- Nácvik specifických běžeckých dovedností, které korespondují s výsledky získanými z EMG studií.
- Nácvik správné techniky sprintu.
- Zaměřit se v nácviku techniky běhu na minimalizaci působení vertikálních sil ze země a rychlý přechod přes konečnou fázi letové fáze, aby došlo ke zvýšení horizontální akcelerace.
- Čistě od sebe oddělit trénink kvantitativního rázu s nízkou intenzitou a trénink kvalitativního rázu s vysokou intenzitou.
- Zaměřit se na vnitřní vnímání pohybu ke zlepšení sprinterské běžecké lokomoce.

Dále se v rámci sprinterského tréninku jako prevence zranění hamstringů doporučuje nácvik běžeckých dovedností a plyometrická cvičení, která jsou efektivním způsobem tréninku excentricko-koncentrického cyklu specifických svalových skupin využívaných při běhu. Důraz je zaměřen zejména na rychlou změnu mezi těmito dvěma způsoby svalové aktivity u flexorů kyčle, gluteálních svalů a hamstringů. Opět je kladen důraz na správnost technického provádění cvičení a nácvik techniky běhu [49].

Sprinterský trénink a vše, co s tím souvisí, vede k adaptaci muskuloskeletálního systému na zátěž a minimalizuje riziko zranění, které by mohlo být následkem nedostatečné neuromuskulární a metabolické adaptace [49].

Mentální trénink, cvičení v představě, motorické aktivity zlepšuje motorické dovednosti. Pokud sprinter je správně veden a zná správnou běžeckou techniku, může tohoto cvičení využít k zlepšení běžecké techniky. Výhodou tohoto cvičení je zapojení správných motorických vzorů a tím redukce potenciálních rizikových faktorů [49].

Do preventivního programu vhodného pro atlety můžeme zařadit i cvičení uvedená v následující subkapitole, pouze s drobnými obměnami specifickými pro konkrétní druh pohybu.

## **14.2 PREVENTIVNÍ PROGRAMY V KOLEKTIVNÍCH SPORTECH**

Kolektivní sporty vyžadující provedení pohybu maximální rychlostí a akceleraci jsou známé vysokým výskytem zranění hamstringů, případně recidivou tohoto zranění. Mezi tyto sporty můžeme zařadit fotbal, ragby, ale i basketbal, házenou a lední hokej. V této kapitole se zaměřím na popis možných preventivních programů či cvičení doporučených hráčům fotbalu a australského fotbalu.

Australský fotbal, přestože je klasifikován jako kontaktní sport, vyžaduje sprinterské provedení pohybu s důrazem na frekvenci, ale i na techniku vedení míče s následným odkopem, tudíž je pro něj charakteristická vysoká incidence (13%) zranění hamstringů. Zranění hamstringů se na základě epidemiologického průzkumu ukázalo jako nejběžnější zranění, které způsobilo neschopnost zraněných hráčů účastnit se soutěže v průměru po dobu 21 zápasů [25; 42; 102].

Zranění hamstringů je nejčastějším zraněním u hráčů Australského fotbalu a incidence recidivy tohoto zranění v případě tohoto sportu je okolo 35 % [64]. Natržení hamstringů je příčinou absence až 16-20% hrací doby u prvoligových hráčů, proto se neustále hledají rizikové faktory vzniku tohoto zranění a následné preventivní programy se zaměřením na konkrétní sport, přestože mechanismus zranění je velmi podobný [64; 146].

Verrall et al [143] hodnotili výkonnost hráčů australského fotbalu při návratu po zranění. Sportovci po návratu ke sportu mají mnohem nižší výkonnost než v období před zraněním. Často z důvodu předčasného návratu do soutěže. Verrall et al [144] vytvořili preventivní program, který rozdělili do dvou základních period, preintervenční a intervenční, kdy každá trvala 2 roky. Tento program byl založen zejména na strečinku při únavě, specifické sportovní přípravě a zvýšení intenzity anaerobního tréninku. Výsledkem bylo snížení počtu zranění hamstringů a doba potřebná k návratu po zranění. Zvýšení anaerobního tréninku, strečinku při únavě a specifického tréninku snižuje riziko vzniku zranění a zkracuje dobu potřebnou k návratu do zápasu.

U fotbalistů jsou jako preventivní cvičení doporučována cvičení pracovně nazývaná „pawback exercise“, „prone reverse hypers“ a „glute-ham-gastroc raises“. Při provádění cvičení „glute-ham-gastroc raise“ dochází k postupnému zapojování těchto svalů obdobně jako je tomu u cvičení „squat“, „dead lift“, „step-up“, „lunges“. Toto vše poskytuje pevný základ pro hráče fotbalu, ale i pro sprintery. Cvičení „leg curl“ není jako trénink hamstringů nejvhodnější, neboť se strukturálně ani funkčně neslučuje s funkcí hamstringů [19].

Nordic hamstring je založeno na zdůraznění excentrické aktivity hamstringů. Zranění hamstringů se stávají během excentrické aktivity, kdy svaly vyvíjejí značné napětí během jejich prodlužování. Excentricky působící síly se podstatně zvyšují se zvyšující se rychlostí běhu. Proto paradoxně role svalového komplexu jako systému absorbujícího energii pro další využití by mělo být použito jako prevence vzniku tohoto zranění. Specifická excentrická aktivita zdůrazňující trénink flexe kolena proto může mít velký význam v prevenci zranění. Profesionální hráči ragby, kteří do tréninku zařadili tuto formu cvičení měli menší incidenci zranění hamstringů než hráči, kteří zvolili pouze protahovací a posilovací trénink [16; 19]. Vezmeme-li v úvahu fázi sprinterského běhu, kdy dochází nejčastěji ke zranění, ideálním cvičením by bylo cvičení excentrické k brždění velmi vysoké úhlové rychlosti s produkcí maximální síly přibližně při 30° flexi [17]. Cvičení „Nordic hamstring“ (obr. 56; 62 přílohové části) zpracované Brockettem a Mjolsnesem [17; 19] by mohlo mít preventivní význam pro vznik zranění hamstringů. Je zaznamenáno, že zdůraznění excentrické aktivity má určitý efekt na zvýšení poddajnosti svalů a současný rozvoj svalové síly. Toto cvičení může být prováděno kdekoliv, pouze kolena by měla být chráněna, neboť se provádí v kleku. Cílem této

práce však není popis této techniky, pouze její nastínění. Výchozí polohou je klek, kyčle jsou flektovány, kolena jsou také flektována, svaly pracují koncentricky, nebo jsou extendována a svaly pracují excentricky [17]. Cvičení „Nordic hamstring“ je vhodné pravidelně zařazovat do tréninkového procesu. Bolest vzniklá při tomto tréninku je významným faktorem, který je běžný pro začátečníky nezvyklé na excentrickou aktivitu a tím jakousi slabost této aktivity. Adaptace na tuto formu zatížení nastane v případě pravidelného opakování tohoto cvičení a postupném zvyšování jeho frekvence zejména v období přípravném. Nezbyvá než se zaměřit a řádně ověřit vhodnost tohoto cvičení jako prevence zranění hamstringů. Postupně je zvyšována zátěž a rychlost prováděného pohybu [17; 19]. Jelikož pro běh jsou velmi důležité i gluteální svaly, které zajišťují minimálně 50% extenze kyčle, je vhodné posilovat i tyto svaly, k čemuž při tomto druhu „tréninku“ dochází. M. adductor magnus je také považován za významný extensor kyčle. Posilovací cvičení mělo by být zaměřeno na správnou funkci a posílení všech těchto svalů [17].

Opět se doporučuje strečink, který je blíže popsán v kapitole 13.

Progresivní běžecký program a jeho časné zahájení je důležitou částí terapeutického programu. Mezi základní principy tohoto běhu patří správné načasování zátěže. Tento program začíná již po 48 hodinách od vzniku zranění. Každý den je zařazen 20-ti minutový běh, kterému předchází mírný strečink hamstringů, je zahájen jogging s krátkými kroky, pacient je postupně podporován k prodloužení délky kroku a tempa postupně v závislosti na bolesti, ta nesmí být během celého programu přítomna, intervalový běh cca 100 m s akcelerací, udržením rychlosti a decelerací. Pokud dojde k rozvoji bolesti hamstringů, musí být trénink okamžitě ukončen, měl by být aplikován led a k programu bychom se měli vrátit během následujících 12 hodin. Zakončení programu by mělo obsahovat desetiminutový mírný strečink hamstringů a aplikaci ledu na zraněné místo po dobu 10 minut. Další podrobnosti jsou nastíněny v kapitole 11 a dále v Tab. 6 přílohové části [17].

Askling et al [2] jako preventivní program doporučují tzv. „extra trénink“ se zaměřením na specifické excentrické „přetížení“ hamstringů. Tento program by měl být zařazen 1-2× týdně po dobu deseti týdnů. V tréninkové skupině došlo mimo jiné k výraznému zvýšení svalové síly a rychlosti, ačkoli není patrná spojitost mezi výkonem a výskytem zranění. Tyto výsledky poukazují na vhodnost zapojení „specifického předsezónního posilování“

hamstringů zahrnující excentrické „přetížení“ jak z hlediska prevence, tak i zvýšení výkonu svalů.

Můžeme upozornit na fakt, že zranění hamstringů nevzniká pouze u sportů vyžadujících běh. Je zajímavostí, že specifický pohyb tanečnicka také může vést k přetížení či překročení hranice elasticity svalu při strečinku, který je v případě tanečnicků charakteristický nadměrnými rozsahy pohybů, nejen při strečinku. U tanečnicků dochází ke zranění již během rozcvičování. Většina tanečnicků se zraní během závěrečné fáze tréninku, během tzv. „docvičení“, méně během rozcvičování a nejméně při vlastním výkonu či tréninku [3].

## 15. ANKETNÍ ŠETŘENÍ

Na základě obsáhlého množství informací z odborných literárních zdrojů jsem vytvořila anketu a provedla šetření, abych zjistila a porovнала situaci v některých sportovních odvětvích, které využívají startovní akceleraci. Oslovila jsem záměrně vybrané skupiny atletů ve sprinterských disciplínách, házenkářů, fotbalistů a basketbalistek. Této anketě se zúčastnili hráči házené, kteří se dlouhodobě pohybují na extraligové úrovni soutěže, dále basketbalistky na úrovni Euroligy a první české ligy, fotbalisté účastníci se Evropských fotbalových pohárů a účastníci Gambrinus ligy, ale také atleti, účastníci Mistrovství republiky. Vyhodnocení ankety bylo provedeno na základě jednoduché statistické metody, výpočtu procent, a písemného zhodnocení.

Celkem bylo osloveno 25 hráčů házené, 24 fotbalistů, 10 basketbalistek a 8 atletů a atletek, z toho 5 mužů a 3 ženy.

Návratnost anketě byla 100% u atletů, hráčů házené a basketbalistek, zatímco u fotbalistů na anketu odpovědělo pouze 58,33% hráčů.

V příloze je přiložena předloha anketě.

### 15.1 ATLETIKA

Na tuto anketu odpovědělo celkem 8 atletů a atletek (5 mužů a 3 ženy). Zranění hamstringů postihlo celkem 80% dotázaných mužů a 100% dotázaných žen. Lékařské ošetření vyhledaly všechny zraněné sprinterky a 50% sprinterů.

Zraněním hamstringů bylo celkem postiženo 80% mužů. Ke všem zraněním (100%) došlo během tréninku rychlosti, zatímco u žen došlo k zranění hamstringů při rychlostním tréninku pouze v 66,67% případů, zbylých 33,33% zranění nastalo při tréninku síly. K žádnému zranění nedošlo během závodu.

Sprinteři ze všech sportovců nejčastěji vyhledali lékařské ošetření, přesněji 100% zraněných žen a 50% mužů. U mužů byla v 50% případů zvolena metoda R.I.C.E. doplněná o medikamentózní léčbu a v 50% případů bylo zranění léčeno jinak. Jednalo se zejména o léčbu zahrnující klid, laser, elektrošoky a saunu. Všechny ženy vyhledaly lékařské ošetření. V 66,67% případů jim jako léčba byl doporučen klid a ledování. Léčba byla dále doplněna



o „odblokování zad, rázovou vlnu, masáže, regeneraci a strečink“, jak sprinterky v dotazníku uvedly. Metodu R.I.C.E. doplněnou o medikamentózní léčbu uvedlo 33,33% sprinterek.

Obtíže přetrvávaly u 75% mužů po dobu jednoho měsíce a u 25% mužů přetrvávaly obtíže pouze po dobu jednoho týdne, u 66,67% žen obtíže přetrvávaly po dobu dvou týdnů a 33,33% žen uvedlo, že se problémy průběžně vracely cca půl roku a nebylo možné začít s tréninkem na stejné úrovni jako před vznikem zranění.

K recidivě zranění došlo u 33,33% sprinterek ihned po návratu (během prvních 14 dnů) k tréninkové činnosti a u stejného počtu sprinterek došlo ke zranění po jednom měsíci a 4-6 měsících. U mužů došlo k recidivě zranění u 50% sprinterů, z toho u 50% během 4.-6. měsíce od návratu k tréninkové činnosti a u 50% po jednom roce.

Vzhledem k faktu, že lékařské ošetření vyhledala většina zraněných sportovců a nejednalo se o velkou skupinu dotázaných, nelze hodnotit efekt léčby stanovené lékařem s efektem tzv. „samoléčby“.

## 15.2 HÁZENÁ

Z celkového počtu hráčů házené (25), kteří se zúčastnili této ankety, bylo zraněno nebo se potýkalo s problémy se svaly zadní strany stehna 56% hráčů. Z celkového počtu zraněných hráčů vyhledalo 35,7% hráčů lékařské ošetření. Postupy léčby se však výrazně nelišily v závislosti na lékařském ošetření. Pouze v jednom případě byla lékařem předepsána ke klidové léčbě zahrnující kryoterapii a kompresi elektroléčba, jinak v 60% případů léčebný postup zahrnoval pouze klid a ledování.

Celkem zranění hamstringů utrpělo 14 hráčů z 25 (56%). Z toho se 42,86% zranění vyskytlo během zápasu. Dobu zápasu upřesnilo pouze 50% hráčů. V prvním poločase došlo ke zranění u 33,33% hráčů, kteří na tuto otázku odpověděli a pouze u 16,66% hráčů v druhé polovině utkání. Ke zbytku zranění, tedy 57,14% zranění, došlo v průběhu tréninku, z toho 62,5% při tréninku rychlosti, ve 12,5% případech byl uveden současně trénink rychlosti i vytrvalosti a 25% hráčů nevedlo formu tréninku.

Nejčastější metodou léčby se ukázal klid a ledování, ke kterému přistoupilo 35,71% hráčů, druhým nejčastějším postupem se ukázala kombinace klidové terapie, ledování a komprese

elastickým obinadlem či tejpem (28,57%). U 14,29% hráčů byla kromě klidové terapie, ledování, komprese elastickým obinadlem a vyvýšení postižené končetiny aplikována i medikamentózní léčba, ke které přistupovali i hráči, kteří nevyhledali lékařské ošetření. U 21,43% hráčů nebyly obtíže nijak výrazné a nebylo nutné je léčit.

Obtíže nejčastěji přetrvávaly po dobu 2 týdnů (42,86% hráčů). Žádný hráč neuváděl dobu trvání obtíží delší než 1 měsíc, ale u 21,42% hráčů obtíže přetrvávaly právě 1 měsíc. Pouze u 7,14% hráčů trvaly obtíže pouze několik dní a u 28,57% hráčů se obtíže objevovaly po dobu jednoho týdne.

U skupiny hráčů, kteří vyhledali lékařské ošetření, trvaly obtíže u 40% hráčů 1 týden, u 20% hráčů 2 týdny a u 40% hráčů obtíže přetrvávaly 1 měsíc. U skupiny hráčů, kteří lékařské ošetření nevyhledali, přetrvávaly obtíže několik dní u 11,11% hráčů, 1 týden u 22,22% hráčů, 2 týdny u 55,55% hráčů a u 11,1% hráčů obtíže přetrvávaly jeden měsíc.

K recidivě zranění došlo u necelé poloviny hráčů, přesně u 42,86% hráčů, 57,14% hráčů nemělo opakované obtíže se svaly zadní strany stehna. U 14,29% hráčů se obtíže opakovaly ihned po návratu do tréninkového procesu, tzn. 1.-14. den návratu po zranění, a během prvního roku po vzniku zranění. Během prvního měsíce došlo k recidivě u 7,14% hráčů a u stejného počtu hráčů došlo k recidivě zranění po době delší než 12 měsíců.

U hráčů, kteří vyhledali lékařské ošetření, došlo k recidivě zranění či obtíží v 40% případů. Hráči, kteří lékařské ošetření nevyhledali, měli opakované obtíže ve 44,45%. Tyto výsledky dle mého názoru odpovídají přístupu lékařů, který se nijak významně nelišil s přístupem, který zvolili hráči, kteří lékařskou pomoc nevyhledali.

### 15.3 FOTBAL

Se zraněním hamstringů se potýkalo 64,29% dotázaných (14) hráčů fotbalu. Z celkového počtu (14) zraněných hráčů vyhledalo lékařské ošetření 77,78% hráčů. Ani u jednoho hráče, kteří vyhledali lékařské ošetření nebyl zvolen speciální přístup či fyzioterapie.

Hráči, kteří vyhledali lékařské ošetření, byli v akutní fázi léčení R.I.C.E. metodou a medikamentózně v 42,86% případů, 28,57% hráčů použilo pouze kompresi, a 14,29% hráčů přistoupilo ke klidovému režimu a ledování a stejný počet hráčů tento postup doplnil

o kompresi elastickým obinadlem či tejpem. Lékařské ošetření nevyhledali pouze 2 hráči. Jeden z hráčů udával pouze mírné bolesti, které nebylo třeba léčit a druhý hráč zvolil jako metodu léčby klid a ledování. Postupy lékařské léčby opět potvrdily pouze první pomoc při zranění.

Celkem došlo k 22,22% zranění během utkání a z toho 100% v druhé polovině utkání, 77,78% zranění se vyskytlo během tréninků. Při tréninku rychlosti došlo k projevu obtíží u 57,14% hráčů, 28,57% zraněných hráčů připisovalo dobu vzniku zranění strečinku a u 14,29% hráčů došlo k projevu obtíží během tréninku síly.

Nejčastější metodou léčby byla kombinace klidu, ledování, komprese elastickým obinadlem či tejpem, vyvýšená poloha končetiny a léčba medikamentózní. Tento postup zvolilo 33,33% hráčů. Klid a ledování zvolilo 22,22% a pouze kompresi postižené oblasti zvolil stejný počet hráčů. Pouze 11,11% hráčů zvolilo kombinaci klid, ledování, komprese elastickým obinadlem či tejpem a stejný počet hráčů udával tak mírné obtíže, že je nebylo nutné léčit.

Obtíže nejčastěji přetrvávaly po dobu dvou týdnů (44,44% hráčů) nebo pouze několik dní (33,33% hráčů). U žádného z hráčů fotbalu obtíže netrvaly déle než 1 měsíc. Trvání obtíží 1 týden a 1 měsíc udávalo shodně 11,11% hráčů.

U hráčů, kteří vyhledali lékařské ošetření, trvaly obtíže v 57,14% případů 2 týdny, ostatní možnosti uvedl vždy pouze jeden hráč (14,29%).

K recidivě zranění došlo u 77,78% hráčů, pouze 22,22% hráčů bylo bez obtíží. K recidivě obtíží došlo nejčastěji během 2.-4. měsíce po návratu k tréninkové činnosti (42,86%), během prvního měsíce došlo k recidivě obtíží u 28,57% hráčů, během jednoho roku a po době delší než 12 měsíců se obtíže objevily shodně u 14,29% hráčů. U žádného z hráčů se obtíže neobjevily ihned během prvních 14 dní od návratu k tréninkovému procesu.

U hráčů, kteří vyhledali lékařské ošetření, došlo k recidivě zranění u 85,71% hráčů, z toho shodně u 33,33% hráčů během prvního nebo 2.-4. měsíce. Toto vysoké procento hráčů s recidivou zranění může poukazovat na nepřiměřený postup lékařů a nesprávný postoj k tomuto zranění. K recidivě zranění u hráčů, kteří lékařské ošetření nevyhledali, došlo v 50% případů a to během 2.-4. měsíce tréninkové činnosti.

#### 15.4 BASKETBAL

Zranění hamstringů se ukázalo jako časté zranění i u hráček basketbalu (celkem 9), kdy toto zranění postihlo 88,89% hráček. Z celkového počtu (8) zraněných hráček vyhledalo 25% lékařské ošetření, přesto se postupy léčby výrazně nelišily. Zranění recidivovalo u 50% hráček basketbalu.

Hráčky, které vyhledaly lékařské ošetření, byly léčeny dle metody R.I.C.E a medikamentózně v 50% případů, zatímco v druhých 50% bylo přistoupeno k ledování a návštěvám lékaře. U hráček, které vyhledaly lékařské ošetření trvaly obtíže déle než 1 měsíc.

Ke zranění či projevu obtíží došlo v 25% případů během druhé poloviny utkání a v 75% případů při tréninku, nejčastěji tréninku rychlosti (83,33%), zbývající hráčky (16,67%) udávaly trénink síly.

Nejčastější metodou léčby se ukázala metoda zahrnující pouze klid a ledování (25%) a zrovna tak častá byla i metoda R.I.C.E. doplněná o medikamentózní léčbu. U 25% hráček nebyly obtíže tak výrazné, aby musely být léčeny. Pouze u 12,5% hráček byla léčba doplněna o masáže a „uvolňování svalů“. Tento postup však nebyl doporučen lékařem, neboť návštěva lékaře nebyla podle hráčky nutná.

Obtíže trvaly několik dní u 50% hráček, ale 25% hráček udávalo dobu přetrvávání obtíží delší než 1 měsíc. Doba trvání obtíží jeden či dva týdny byla shodná u 12,5% hráček. U jedné hráčky obtíže trvají již 2 měsíce a stále přetrvávají, proto nebude zahrnuta do výpočtu recidiv zranění.

K recidivě zranění došlo u 50% hráček basketbalu, u 37,5% hráček k recidivě zranění či obtíží nedošlo a u 12,5% obtíže trvají již přes 2 měsíce a ještě neustaly, ale i přes to trénuje. K recidivě zranění došlo mezi 1.-14. dnem a 2.-4. měsícem od návratu k tréninkové činnosti shodně v obou případech u 25% hráček. Z hráček, které lékařské ošetření nevyhledaly, došlo k recidivě zranění v 66,67% případů.

## 16. DISKUSE

Vzhledem k tomu, že se jedná o podrobný rozbor dané problematiky zejména z hlediska etiopatogeneze, pokusím se v závěrečné diskuzi o shrnutí společných myšlenek či tvrzení a porovnání s myšlenkami odlišnými.

Poranění hamstringů patří mezi častá poranění dolních končetin ve sportu s vysokou tendencí recidivovat. Na tom se shoduje řada autorů [9; 152] a potvrzují to i výsledky anketního šetření. Co se týče četnosti vzniku a recidivy tohoto zranění, se údaje značně liší. FIFA [152] udává četnost zranění hamstringů 2,5× vyšší než zranění m. quadriceps femoris. K recidivě zranění dochází přibližně u 12-33% hráčů [19; 88; 107; 152]. První týdny po návratu ke sportovní aktivitě označují autoři shodně jako nejrizikovější [14; 53; 111]. Tato tvrzení potvrdily výsledky ankety, které se zúčastnili sportovci nejvyšší výkonnostní úrovně v České republice. Četnost zranění hamstringů u hráčů házené byla 56%, zatímco u basketbalistek byly problémy se svaly zadní strany stehna u 90% dotázaných. Zraněno bylo 64,29% fotbalistů a 50% dotázaných sprinterů a 100% sprinterek.

V člancích [25; 42; 55; 152], které se zabývaly četností zranění hamstringů při jednotlivých sportovních činnostech, nejsou patrné významné názorové rozdíly na dobu vzniku zranění a charakter zátěže v době vzniku zranění. K většině zranění dochází v průběhu závodu či soutěže při snaze o značnou akceleraci a běh maximální rychlostí a nebo u fotbalistů v okamžiku kopu do míče [42]. Většina zranění, až 67%, nastává při zápase a 32% během tréninků, 47% všech zranění hamstringů vzniká během poslední třetiny první poloviny a v druhé polovině zápasu [152]. Většinou se v případě poranění jedná o zranění typu svalová distenze, parciální či celková ruptura svalu, ale neméně časté jsou tendinopatie jejich začátků a úponů [55]. Zranění hamstringů je hodnoceno v 97% stupněm 1 a 2 [25]. Porovnáme-li výsledky výše citovaných autorů s výsledky mého šetření, došlo k většině zranění během tréninků, zejména tréninku rychlosti.

Někteří autoři [19; 30; 107; 152] se shodují na anatomickém uspořádání hamstringů jako na faktoru predisponujícím ke vzniku tohoto zranění. Zejména se jedná o dvojí inervaci těchto svalů a s tím spojeným rizikem asynchronní aktivace obou hlav, ale také jejich biartikulární

uspořádání. Také byl popsán velmi spekulativní názor, který popisuje anatomicke odlišnosti hamstringů, kdy dlouhá hlava m. biceps femoris může začínat již na dolní části ligamentum sacrotuberale, tudíž sval může být považován za tříkloubový [152]. Tento názor uvádím pouze jako zajímavost, neboť si myslím, že považovat tuto odlišnost za rizikový faktor vzniku tohoto zranění je téměř vyloučené, protože četnost této odchylky v populaci nepovažují za významnou, zejména zúžím-li svůj pohled pouze na sportující populaci.

Autoři [1; 6; 17; 18; 19; 48; 57; 63; 64; 71; 73; 88; 111; 120; 126; 131; 132; 139; 152] zabývající se problematikou zranění hamstringů vyslovili řadu teorií o vzniku zranění hamstringů. Řada z nich [17; 19; 64; 111; 152] se shoduje na teorii vzniku svalového natržení jako na nepřímém zranění způsobeném zvyšující se silou, tedy prudkým stahem svalu. Předpokládají, že příčinou může být velmi silná kontrakce nebo naopak rychlé „prodlužování“ svalu. Okamžik vzniku zranění je řadou autorů [111; 152] též popisován shodně. Za nejkritičtější okamžik zranění byl označen okamžik dokončení letové fáze a počátek fáze oporové, kdy hamstringy dosahují maximálního prodloužení [48; 57; 64; 131; 132]. Jedná se zejména o okamžik náhlé změny z excentrické aktivity na aktivitu koncentrickou. Tato náhlá změna aktivity je kritickým okamžikem vzniku zranění hamstringů [1; 111; 120; 152]. Ke zranění hamstringů dochází během aktivní extenze kolena a při jejich kontrakci v maximálním prodloužení svalu. Mechanismem je tedy pasivní protažení nebo ochrana excentrickou aktivitou při brždění běrce [88].

Jako další časté příčiny jsou uváděny svalová únava a nedostatečné rozcvičení případně zahřátí svalů před výkonem [6; 18; 63; 152], svalové zkrácení [1; 6; 139; 152]. Autoři [1; 19; 152] se také často shodují na svalové dysbalanci, zejména mezi hamstringy, m. quadriceps femoris, gluteálních svalech a adduktorech stehna jako na možném etiopatogenetickém faktoru zranění hamstringů. Někdy však je rozlišována svalová a silová dysbalance [6], což je v české literatuře neobvyklé, ale ani tento popis nelze vyloučit, neboť můžeme vzít v úvahu dominanci jedné dolní končetiny, která může být silnější a nebo lze uvažovat i o schopnosti svalu vyvinout různě velkou sílu v závislosti na jeho velikosti. Toto lze uvažovat například v porovnávání schopnosti vyvinutí maximální svalové síly ve skupině antagonistických svalů, m. quadriceps femoris a skupina hamstringů. Také se

často setkáváme s poměrem H:Q, který určuje poměr síly mezi hamstringy a m. quadriceps femoris. Tento poměr však již není všemi autory popisován stejně. Podle některých autorů [18] by tento poměr měl být 40:60, ale jiní autoři [17; 75] tento poměr popisují zejména vzhledem k návratu ke sportu, kdy by měl dosahovat alespoň 55%. Dalším popisovaným mechanismem vedoucím ke vzniku zranění hamstringů je porucha timingu zapojení bránice, pánevního dna a břišních svalů, tedy nedostatečná funkce HSS, což má podle autorů [71; 73; 120; 126] za následek výrazné zapojení bederních extensorů, nestabilitu bederní páteře a následkem toho dochází k přetížení hamstringů až jejich natržení při běhu. V popisu prací podporujících teorii o nedostatečné funkci HSS však chybí popis tohoto systému, tudíž nelze přesně říci, zda tento pojem všichni autoři vnímají stejně.

Woods et al [152] popisují spojitost zranění hamstringů s následujícími oblastmi či patologickými změnami: sakroiliakální kloub, tibiofemorální skloubení, bederní páteř, svalový hypertonus, ischiogluteální bursa, syndrom m. piriformis, odtržení od tuber ischiadicum, „compartment syndrome“ zadní strany stehna, „hamstring syndrom“ či vazivové adheze, nádory kostí. Zatímco Kaplan a Tichý [63] považují za etiopatogenetické faktory antevertzi pánve a změněný rozsah pohybu v kyčelních kloubech, kolenních kloubech a hleznu.

Burges [18] a Proske et al [109] považují opakovaná svalová mikrotraumata, zejména během excentrického zatížení, za faktory, které mohou vést k mnohem vážnějším svalovým zraněním, neboť je-li sval zkrácen v závislosti na vzniku četných mikrotraumat, stává se náchylnějším ke zranění.

Také se setkáváme s tvrzením [64; 152], že hamstringy jsou svým složením a uspořádáním náchylné ke zranění, neboť mají poměrně vysoké zastoupení svalových vláken typu II, která jsou popisována jako náchylnější k natržení, protože mají kapacitu zvyšovat poměr ve vztahu rychlost a vyvíjená síla. Právě vyšší zastoupení rychlých svalových vláken v hamstringách v porovnání s ostatními svaly dolních končetin způsobuje jejich častější poškození, neboť jsou schopny vyvíjet větší rychlost. Toto tvrzení žádný z citovaných autorů nevyvrací.

Při zpracovávání literatury jsem se také setkala s názorem, že zatížení hamstringů při běhu je závislé i na vzdálenosti dopadu nohy od „center of gravity“ (dále COG). Čím dále

noha dopadne od COG, tím větší zatížení je na hamstringy vyvíjeno. Ideální stav, snižující riziko zranění a zvyšující rychlost běhu, by měl nastat v případě dopadu nohy přímo pod COG a doba kontaktu se zemí by měla být co nejkratší. Pokud běžec nedošlapuje pod jeho COG, zvyšuje se i reakční síla podložky působící na hamstringy, které toto „extrazatížení“ musí kompenzovat [111]. Podle tvrzení biomechaniků by těžiště těla nemělo být měřítkem pro riziko zatížení hamstringů, ale obecně o něm podle mého názoru lze uvažovat.

Natržení v muskulotendinózní oblasti není dle Thelen et al [131; 132] závislé na zvyšování rychlosti ze submaximální na maximální. Kinematika tohoto spojení by tedy neměla být potenciálním rizikovým faktorem natržení hamstringů u sprinterů. Maximální prodloužení hamstringů je ovlivněno dvojí funkcí tohoto svalu, který vykonává extenzi kyčle a flexi kolena. Intermuskulární diference momentů sil hamstringů v kyčli a koleni může být faktorem přispívajícím k jejich větší náchylnosti k natržení, zejména m. biceps femoris. Toto tvrzení se však neshoduje se základními biomechanickými poznatky a mechanickými zákony, kdy vyvíjená síla svalu se zvyšuje v závislosti na zvyšující se rychlosti a s rostoucím zrychlením. V muskulotendinózním spojení dochází k interakci dvou viskoelastických komponent. Šlacha však má více kolagenu, což snižuje protažitelnost přechodu mezi tuhou šlachou oproti protažitelnému svalu. Tento přechod hůře odolává krátkým rychlým dějům a tudíž se síly přenášejí z tuhé šlachy k viskózním prvkům. Protahování muskulotendinózního spojení není ani podle Chumanov et al [57] závislé na rychlosti protažení.

Autoři [19; 59; 107; 111] se shodují na multifaktoriálním působení, tedy na interakci více rizikových faktorů vedoucím ke vzniku zranění hamstringů. Předpokládá se zvýšení rizika zranění v případě zvyšujícího se počtu rizikových faktorů. Byla navržena celá řada potenciálních rizikových faktorů vedoucích ke zranění hamstringů. Většinou se navržené rizikové faktory shodují, jen některým není některými autory dáván takový význam. Negativem popisovaných rizikových faktorů je nedostatečná evidence těchto faktorů, neboť některé jsou založeny zejména na teoretických předpokladech, což tvrdí i Petersen a Holmich [107]. Významnými nemodifikovatelnými rizikovými faktory jsou věk a černošský nebo aboriginský původ [17; 107; 111; 146; 152]. Sportovci mladší 22 let trpí zraněním hamstringů méně často než ti starší [152]. S přibývajícím věkem, zejména nad 23 let, dochází



častěji ke vzniku zranění hamstringů [17; 111], ale i svalů lýtka [99; 119]. U sportovců nad 23 let se míra incidence vzniku zranění hamstringů zvyšuje až 4× [42; 152]. Zvýšené riziko zranění hamstringů u sportovců nad 23 let lze spojovat s dosažením maximálních rychlostních schopností, což je typické pro tento věk. S těmito tvrzeními se rozcházejí Arnason et al (in Bahr, Holme [7]), kteří udávají jako průměrný věk, kdy dochází k vzniku nových zranění hamstringů 27,8 let, zatímco průměrný věk nezraněných sportovců je 23,8 let. Tito autoři jsou jediní, kteří popisují takto „vysoký věk“ jako rizikový, neboť ve většině případů je za rizikový věk považován již věk nižší, kolem 23-25 let. Mezi modifikovatelné faktory řadíme zejména sníženou svalovou sílu, svalovou dysbalanci mezi hamstringy a m. quadriceps femoris, ale i mezi jednotlivými svaly skupiny hamstringů, svalové zkrácení, také označované jako snížená poddajnost či protažitelnost svalů, hamstringů a m. quadriceps femoris a dalších flexorů kyčle s následnou kompenzační slabostí gluteálních svalů, svalový hypertonus, nedostatečné rozcvičení nebo zahřátí před výkonem, nesprávné tréninkové metody a špatnou techniku pohybu, nedostatečnou trénovanost, zranění v anamnéze, zejména předchozí zranění hamstringů, kolena, zejména ACL, třísel a zad, a případně neadekvátní léčbu tohoto zranění, hypermobilitu nebo naopak hypomobilitu, sníženou fyzickou kondici a únavu centrální či svalovú, nedostatečnou neuromuskulární kontrolu, diskrepanci v délce dolních končetin, bolesti zad způsobené dysfunkcí v oblasti pánve, zejména anteverze pánve, zvyšují náchylnost hamstringů k jejich hypertonu z důvodu mechanického dráždění v oblasti bederní páteře, dále také vadné držení těla, dysfunkci osového orgánu a posturální poruchy v oblasti bederní páteře. Přetížení u začínajících sportovců vede k větší náchylnosti ke zranění. Dalším faktorem jsou slabé břišní svaly, nedostatečná regenerace či zotavení, ale také působení chladu [1; 10; 14; 17; 19; 25; 53; 58; 59; 107; 146; 152]. Javůrek [59] pak uvažuje i o souvislosti svalových zranění s akutními zánětlivými onemocněními nebo s tzv. fokální infekcí zubů, vedlejších dutin nosních, atd. Autoři [25; 53; 111] se shodují na tvrzení, že porozumění rizikovým faktorům je důležité pro vytvoření léčebného a preventivního programu.

Symptomy namožení nebo natržení svalu se mohou projevit náhle, nebo pomalu s určitou latencí [15]. K náhlému nástupu zranění hamstringů dochází v 91% případů [147].

Mezi symptomy tohoto zranění řadíme náhle vzniklou bolest, která může být provázena slyšitelným prasknutím, palpační citlivost a „měkkost“ tkáně při palpaci a můžeme palpovat i „prohlubinku“ ohraničenou uzlíkem svalových snopců, která se může plnit krví. Dále nacházíme bolestivost při ohýbání nebo delším sezení, ačkoli se mohou vyskytnout i výjimky, postupně se rozvíjí otok či hematoma [3; 6; 15; 42; 58; 59; 88; 147].

Výraznou bolestivost vyvolává koncentrická i excentrická aktivita svalu, ale i pasivní pohyby [1]. V případě úplné ruptury je palpovatelný defekt proximálně s prominencí svalového břicha distálně [88]. Symptomy zranění byly autory popisovány téměř shodně.

Nejčastěji zraněným svalem z této skupiny svalů je m. biceps femoris (80%), na čemž se shodují všichni citovaní autoři [4; 6; 19; 25; 48; 75; 88; 111; 117; 123; 129] zabývající se četností zranění jednotlivých svalů. Ve většině případů je tento sval poškozen v blízkosti nebo v místě muskulotendinózního spojení a jako druhý nejčastěji zraněný sval je označován m. semitendinosus. K většině zranění dochází proximálně [6; 19; 48; 88; 111]. Výše citovaní autoři se však rozcházejí v četnosti zranění jednotlivých hlav tohoto svalu. Někteří autoři [4; 25; 123] udávají jako nejčastěji postiženou dlouhou hlavu m. biceps femoris. S tímto tvrzením se rozcházejí Sherry a Bokor [117], Kolt a Snyder-Mackler [75], a Taylor [129], kteří považují za nejčastěji zraněnou krátkou hlavu m. biceps femoris. Přestože výše citovaní autoři popisují četnost zranění jednotlivých hlav m. biceps femoris na základě zobrazovacích metod, přikláním se na základě získaných teoretických poznatků o etiopatogenezi tohoto zranění k autorům označujícím dlouhou hlavu m. biceps femoris jako nejčastěji postiženou.

Diagnostika svalového zranění je poměrně snadná již na základě odebrané anamnézy, kdy zraněný popisuje typické klinické symptomy vyplývající z akutně vzniklé epizody [107; 111; 152]. Klinické vyšetření začíná inspekcí postižené oblasti a pokračuje palpací, vyšetřením aktivních a pasivních pohybů, případně lze použít některé speciální testy („taking off the shoe“ test, Wallace test, „straight leg raising test“, slump test, „test of action of lateral and medial hamstring“), které však v některých případech nebývají dostatečně popisovány [75; 155]. Výsledky klinických vyšetření se výrazně shodují s výsledky získaných z vyšetření pomocí MRI, tudíž toto vyšetření není v řadě případů nutné vyžadovat [122]. V případě

pochybností, nebo chceme-li znát rozsah zranění a jeho přesnou lokalizaci, využívá se MRI a ultrasonografie [6; 12; 146]. V případě zobrazovacích metod se zajímáme zejména o šest parametrů (zraněný sval, místo zranění ve svalu, longitudinální délka zranění, CSA, přítomnost intermuskulárního nebo intramuskulárního hematomu) [21]. MRI může být velmi užitečná při stanovení diagnózy a zobrazení detailů zranění [6; 12]. MRI se nedoporučuje během prvních 48 hodin, neboť obraz bývá zkreslen z důvodu probíhající zánětlivé reakce, v tomto případě se doporučuje ultrasonografické vyšetření [75; 111], proto se obvykle používá v období 48 – 120 hodin od vzniku akutního zranění [146]. V případě bolesti na zadní straně stehna je nález na MRI pozitivní v 81,25% případech a cca 18,75% „zranění“ zadní strany stehna neprokázalo na MRI svalové poškození, kdy se pravděpodobně jednalo o přenesenou bolest [26; 146]. Ultrasonografie bývá preferována pro její nižší cenové nároky, přestože je MRI mnohem citlivější metodou [17]. Ultrasonografické vyšetření je vhodné pro rozlišení svalového natržení a svalové kontuze [75]. Ultrasonografické vyšetření a MRI jsou při diagnostice svalových zranění rovnocennými metodami [21]. Nálezy na MRI mohou předpovědět dobu potřebnou k návratu ke sportovní činnosti a riziko recidivy zranění [4; 17; 44; 111; 123; 145; 147].

Svalová zranění rozlišujeme podle mechanismu vzniku na přímá (lacerace, kontuze) a nepřímá (svalové distenze, ruptury), nebo na akutní a chronická [10; 60; 107]. Akutní zranění hamstringů je charakterizováno nástupem náhle vzniklé bolesti, otoku a omezením rozsahu pohybu [60]. Chronická zranění hamstringů vznikají obvykle na podkladě opakujících se mikrotraumat nebo v závislosti ne dostatečné léčbě akutních zranění [60; 97]. Stupeň svalového poškození je podle závažnosti a rozsahu dělen na tři stupně (stupeň 1 = svalová distenze, stupeň 2 = parciální ruptura, stupeň 3 = úplná ruptura) [6; 25; 59; 75; 107; 111; 119]. V dělení svalových zranění panovala shoda mezi citovanými autory. Stupněm 1 a 2 je ohodnoceno 97% zranění [25].

Léčba zranění hamstringů nemá stanovená žádná přesná pravidla. Za velký nedostatek v rámci léčby tohot zranění je považován chybějící klinický výzkum, který by byl zaměřen na efektivitu fyzioterapeutických postupů [107]. Cílem léčby by mělo být odstranění

klinických symptomů a návrat ke sportovní aktivitě na stejné úrovni jako před zraněním a zabránění recidivy zranění [6; 58; 59; 60]. Metody léčby a doba léčby závisí na stupni poškození a lokalizaci zranění. Doba potřebná k léčbě se pohybuje od několika dnů až po několik týdnů [58; 88; 117]. V rámci léčby zranění hamstringů rozlišujeme léčbu chirurgickou, nechirurgickou a následnou fyzioterapii [6]. Většina zranění je léčena konzervativně (nechirurgicky), s výjimkou asi 1,6% případů [25]. V akutní fázi se akceptuje metoda R.I.C.E., na které se shodují snad všichni citovaní autoři [12; 14; 15; 58; 59; 60; 107; 117], kteří se ve své práci léčbou zabývají. Značné diskuze však mezi autory a dalšími odborníky vyvolává farmakologická léčba, která zahrnuje aplikaci NSAID, ale jsou i názory, které doporučují prokainovou infiltraci [59] či dokonce injekčně aplikované kortikosteroidy do místa zranění [54; 84]. Někteří autoři [6; 17; 107] se přiklánějí k aplikaci NSAID, jiní ji naopak nedoporučují, nebo se k ní přiklánějí pouze ve vyjimečných případech, kdy například bolest brání spánku [6; 88; 138]. Autoři [6; 107], kteří doporučují medikamentózní léčbu pak také často diskutují o době, kdy by tato léčba měla být zahájena a jak dlouho by měla trvat. Doposud nebyl stanoven fyzioterapeutický plán, ale obecně se v rámci následné fyzioterapie, pro zlepšení formování jizvy a zkrácení doby hojení, doporučuje fyzikální terapie (UZ, elektrostimulace, diadynamické proudy, interferenční proudy, Faradické proudy, laser), termoterapie (negativní i pozitivní), kineziologický rozbor a odstranění případných odchylek (dysfunkce v oblasti pánve, kyčle, nohy, bederní páteře), terapie měkkých tkání a po absorpci hematomu i masáž, pasivní a aktivní pohyby, strečink, cvičení v bazénu (deep water running, plavání), relaxační cvičení, cvičení v představě, jízda na rotopedu, vířivé koupele (po 36 hodinách), korekce pohybových stereotypů, techniky manuální medicíny (mobilizace, manipulace, zejména v oblasti bederní páteře a sakroiliakálního kloubu), odstraňování svalových dysbalancí, aktivace HSS. Postupně je vhodné zařazovat i posilovací koncentrická a excentrická cvičení („leg press“, „leg curls“, „step-up“, „step-down“, „squat“, „lunges“, „dead lift“, „split jumps“, „squat jumps“, „power cleans“), dále se doporučují pro sport specifická cvičení a sensomotorická cvičení [6; 12; 14; 15; 17; 53; 54; 58; 60; 75; 108; 111; 117; 119; 135; 138]. V případě kompletních ruptur či avulzí se přistupuje k chirurgické léčbě [6; 15; 88], ke které je také přistupováno v případě neúspěšné konzervativní léčby [81; 121].

Uspokojivých výsledků může být dosaženo i v případě opožděné chirurgické léčby [66]. Po chirurgickém zákroku by opět měla následovat léčba fyzioterapeutická [59].

V akutní fázi se doporučuje „R.I.C.E. terapie“, která má redukovat bolest a otok, ale může být použit i laser a aktivní a pasivní cvičení v nebolestivém rozsahu [107; 108; 138]. Ve fázi fibroblastické se postupně přistupuje k pozitivní termoterapii (parafín, teplá vířivka, teplé zábaly), stále lze použít intermitentní kompresi, dále se přistupuje ke strečinku a posilování v nebolestivém rozsahu pohybu [108; 138]. Během fáze remodelační se doporučuje hluboké působení tepla (UZ, krátkovlnné a mikrovlnné diatermie), laser, někteří autoři doporučují zařadit strečink až v této fázi. Již je možné zařadit excentrické posilování [107].

Trénink zraněného sportovce by měl být přizpůsoben terapeutickým a léčebným potřebám. Měl by být zaměřen zejména na udržení kondice sportovce na základě přesně stanoveného plánu, který by neměl být zatěžující pro zraněné svaly [6]. Základními prvky terapeuticko-tréninkového plánu by mělo být posilování a strečink [17; 92]. Doporučuje se například „Nordic eccentric exercise“, pro udržení aerobních schopností se doporučuje plavání, boxování, turistika volným tempem, jízda na rotopedu. Běžecký program je možné zahájit ihned po odeznění bolesti a bolest nesmí být během vyvolávána [111]. Je-li dosaženo 90% svalové síly nepostižené končetiny a je dosaženo poměru mezi silou hamstringů a m. quadriceps femoris alespoň 50-60%, je možný návrat k závodní činnosti. Návrat do soutěže je možný po  $20 \pm 7$ , bylo-li svalové poškození hodnoceno stupněm 1 a přibližně po  $36 \pm 15$  dní, jednalo-li se o postižení hodnocené stupněm 2 [88]. Běžecký program začíná joggingem a postupně se přistupuje k zvyšování intenzity běhu a tréninku rychlosti a náviku správné techniky běhu [111 64]. Léčba by sportovci měla umožnit návrat na stejnou sportovní úroveň jako před vznikem zranění [6]. Zranění šlachy svalu vyžaduje delší dobu pro léčbu [111]. Pokud není léčba správně vedena a dávkována a sportovec se předčasně vrátí ke sportu, zvyšuje se riziko recidivy zranění [18].

Většina studií s tematikou zranění hamstringů byla provedena retrospektivně, což může vést ke „zkreslení“ faktorů vedoucích ke vzniku tohoto zranění, neboť mohou být pouze následkem zranění. U sportovců se zraněním hamstringů nejčastěji nacházíme dysfunkci

v oblasti lumbopelvicke (anteverze či lateroposun pánve, změny v oblasti sakroiliakálního kloubu, hyperlordosu bederní páteře), svalové dysbalance, snížení svalové síly (při koncentrické i excentrické aktivitě) postižených svalů, svalové zkrácení hamstringů nebo m. quadriceps femoris, kloubní dysfunkce (klouby dolní končetiny a nohy), poruchy posturální stability (nesprávná funkce HSS), změny pohybových stereotypů (kyčelní kloub a bederní páteř), trigger pointy ve svalech (hamstringy, gluteální svaly, adduktory stehna, vzpřimovače páteře), hypertonus hamstringů, adduktorů stehna, gluteálních svalů [8; 17; 53; 61; 88; 96; 115; 149].

Prevence vzniku tohoto zranění se stává středem pozornosti odborníků zabývajících se touto tematikou a je neustálá snaha o vytvoření jakéhosi preventivního programu, nebo alespoň zabránění recidivě vzniku tohoto zranění, k čemuž nám může posloužit pochopení mechanismu vzniku a znalost rizikových faktorů vedoucích ke vzniku tohoto zranění [19; 42]. Preventivní přístupy volíme z hlediska charakteru zátěže během jednotlivých období sportovní sezóny [112; 113] a často se o preventivních postupech mluví ve spojitosti s odstraňováním modifikovatelných faktorů [111] a měly by odpovídat individuálním potřebám sportovce [39; 42]. Možností prevence je předsezónní klinické vyšetření zahrnující kompletní kineziologický rozbor, na jehož základě by se odstraňovaly zjištěné dysbalance a případné odchylky (kloubní blokády apod.) [17; 88; 115]. Osobně bych se k provedení tohoto vyšetření přikláběla na konci „speciálního“ období, po ukončení sezóny, aby se do nového „speciálního“ období vstupovalo po přípravném období již v dobré „zdravotní kondici“. Během „speciálního“ období bych doporučovala preventivní kontroly, které by včas mohly odhalit nově vzniklou dysbalanci. Tato dysbalance by tak byla včas odstraněna, neboť se domnívám, že většina vrcholových sportovců, přestože věnuje dostatek času regeneraci, přichází za fyzioterapeutem až v okamžiku, kdy pociťuje určitý dyskomfort nebo po projevu některých obtíží. Takovýto postup bych samozřejmě zařadila u aktivních vrcholových sportovců. U nižších výkonnostních tříd neočekávám výraznější zájem o takovouto spolupráci, ale domnívám se, že s prevencí sportovních zranění by se mělo začínat již v dětském věku, v tzv. „přípravkách“ a v žákovských kategoriích, kde by se fyzioterapeuti měli účastnit tréninkových procesů a pravidelně sledovat „vyvíjející se“ sportovce, aby se odhalily možné odchylky během

růstové akcelerace dítěte, které by mohly být způsobeny nadměrnou tréninkovou zátěží či vrozenou dispozicí. V rámci prevence zařazujeme aktivní či pasivní regeneraci. Důležité je dbát na správnou životosprávu a duševní hygienu, doporučujeme používání vhodné sportovní obuvi a speciálních pomůcek (ortézy, tejpky, vložky do bot apod.). Pozornost věnujeme i drobným zraněním [47; 89; 112; 113; 115]. Důležitá je také dobrá trénovanost, správné metodické vedení a nutné je dbát na techniku prováděného pohybu, důraz by měl být kladen i na strečink, rozcvičení a docvičení [32; 115]. Doporučuje se i „specifický sportovní trénink“, který často využívá „core training“, popřípadě další cvičení typu „squat“ a jeho modifikace, „step-up“, „step-up“ laterálně, „step-down“, „cross-lift“, „leg-press“, „benchpress“, „neckpress“, posilování abduktorů kyčle a obecná posilovací cvičení, atd., posilovací trénink (isometrický, koncentrický a excentrický), „Nordic hamstring“, „trénink flexibility“ [17; 32; 88; 107; 115; 138]. Z fyzioterapeutického hlediska se dále zaměřujeme zejména na sensomotorická cvičení, ovlivňování HSS, manipulační léčbu a ovlivňování poměrů v oblasti pánve a bederní páteře, „active release soft tissue massage techniques“, masáž a měkké techniky, „dynamic soft tissue mobilisation“, korekce pohybových stereotypů, dechová cvičení, jógu či powerjógu [17; 32; 52; 53; 88; 111; 112; 115; 120; 126].

Doba potřebná k návratu ke sportovní činnosti je závislá zejména na rozsahu postižení. Neexistuje protokol, kterým by se dalo řídit v návratu ke sportovní činnosti, ale byla stanovena obecná kritéria. Mezi tato kritéria řadíme ukončený progresivní běžecký program, plný rozsah pohybu v kolenním i kyčelním kloubu, kdy by rozsah pohybu měl být stejný v porovnání s nezraněnou končetinou, dále dobrá poddajnost svalů, plná svalová síla, která by měla být stejná nebo téměř stejná jako na nezraněné dolní končetině, 90-95% excentrické síly zdravé končetiny, správná svalová „vyváženost“ bez dysbalancí, poměr H:Q větší či roven 55% síly, nebolestivá maximální kontrakce, funkční testy, úspěšné ukončení týdenního tréninkového programu zaměřeného na trénink maximální intenzitou. Všechna tato kritéria by měl sportovec obecně splňovat, aby se předešlo recidivě zranění [17; 75]. Pokud nejsou tato kritéria dodržena, zvyšuje se riziko recidivy zranění. Recidivy tohoto zranění jsou časté a to až v 12-33% případů [25; 88; 152]. Na základě anketního šetření byla potvrzena vysoká incidence recidivy zranění u vrcholových sportovců, nejvíce u fotbalistů (77,78%). U hráčů

házené byla incidence zranění téměř 50%. Recidivou zranění bylo postiženo 50% basketbalistek a 50% atletů (mužů). Nejnižší procento recidivy zranění hamstringů bylo u atletek.

Vznik tohoto zranění s sebou nese také řadu možných komplikací, mezi které řadíme recidivu zranění, „compartment syndrome“ [78; 129], ochrnutí n. ischiadicus [127], chronifikaci zranění [60], avulze hamstringů po silné kontrakci při oslabení svalů po předchozím zranění [117], myositis ossificans [119], rozvoj infekce, formace cysty, aneurysmatu, arteriovaskulárních píštělí, flebitidy a flebotrombózy [120].

Preventivní postupy, které lze využít v atletice jsou zaměřeny zejména na nácvik specifických běžeckých dovedností, nácvik správné techniky běhu, zaměřit se v nácviku techniky běhu na minimalizaci působení vertikálních sil ze země a rychlý přechod přes konečnou fázi letové fáze, aby došlo ke zvýšení horizontální akcelerace. Měl by se od sebe oddělit trénink kvantitativního a kvalitativního rázu, zaměřit se na duševní nácvik pohybu k zlepšení „vnitřní prezentace“ sprinterského pohybu, nácvik běžeckých dovedností a plyometrická cvičení. Důraz by měl být zaměřen zejména na rychlou změnu mezi koncentrickou a excentrickou aktivitou svalů [49]. U kolektivních sportů, zejména pak u fotbalu, se doporučuje intenzivní strečink, specifická sportovní příprava a zvýšení intenzity anaerobního tréninku, dále speciální cvičení („pawback exercise“, „prone reverse hypers“ a „glute-ham-gastroc raises“), „Nordic hamstring“ a progresivní běžecký program [16; 17; 19; 45].

Tato diplomová práce podle mého názoru poskytuje základní ucelený pohled na problematiku zranění hamstringů, dostatečně pokrývající informace týkající se etiologie a rizikových faktorů, symptomatologie, diagnostiky a názorů na léčbu, včetně možností prevence. Většina studií zabývajících se touto tematikou byla zaměřena na zranění hamstringů u fotbalistů a u hráčů australského fotbalu, přestože se toto zranění čteně vyskytuje i v jiných sportech. Dostupné studie byly prováděny většinou retrospektivně, což také mohlo ovlivnit jejich výsledek, zejména v sestavování rizikových faktorů, neboť některé zjištěné stavy mohly být důsledkem zranění. V základních rysech se tyto studie shodovaly a nezjistila jsem



mezi jednotlivými autory významnější názorové odlišnosti, pouze s výjimkou aplikace farmakologické léčby a v četnosti poškození jednotlivých hlav m. biceps femoris. Nevýhodou některých studií byl jejich nedostatečný popis metodologického postupu i vlastních použitých technik a nebo některých terapeutických postupů. Zdroje citované v této práci z velké části pocházejí z anglicky mluvících zemí. Přestože jsem si při vyhledávání zdrojů pro tuto práci stanovila klíčová slova, která by měla být v názvu článku a pojem hamstringy měl být hlavní tematikou, použila jsem pro vysvětlení některých pojmů a v obecné části i literární zdroje, které přímo tyto podmínky nesplňovaly. V rámci rozšiřování si fyzioterapeutického rozhledu a získání dalších podnětů pro sepsání této práce, jsem se zúčastnila některých seminářů a kurzů zabývajících se sportovní tematikou, kde i na toto téma proběhla určitá diskuze. Závěrem těchto diskuzí byla absence ucelené monografie a veškeré odkazy k této problematice byly směřovány na zahraniční články a nebo se diskutující odvolávali na tvrzení Doc. Koláře, který je v oboru sportovní fyzioterapie velmi uznávanou autoritou. Toto však nemění nic na absenci ucelené práce v českém jazyce. Podle mého názoru se ucelená monografie zabývající se touto tematikou může stát přínosnou nejenom pro fyzioterapeuty a trenéry vrcholových sportovců, ale zejména pro fyzioterapeuty, pracující se sportovci nižších výkonnostních tříd, jejichž hlavní zaměření není sportovního rázu. Na řadě studií se účastnili zejména odborníci z Austrálie a výzkumný tým fotbalové asociace. Přestože existují některé doporučené programy, které by měly vést k prevenci vzniku tohoto zranění či jeho recidivy, stále není sestavený „optimální“ program. Pokud by takovýto program byl vytvořen, musel by být vztažen vždy k jednotlivým sportům, neboť se domnívám, že by nebylo možné tento program generalizovat na všechny sporty, ale musel by být vytvořen speciální program pro hráče fotbalu, australského fotbalu, ledního hokeje, sprintery atd. Jsem toho názoru, že v oblasti sportovní fyzioterapie, zejména se zaměřením na zranění hamstringů, je ještě potřeba provést řadu výzkumů, které by neměly být založeny na základě retrospektivních postupů. Také se domnívám, že by se mělo apelovat na trenéry žákovských kategorií, aby dbali na prevenci těchto zranění již v dětském věku.

## 17. ZÁVĚR

V rámci diplomové práce, která má charakter literární rešerše odborných zdrojů, jsem shrnula získané názory odborníků zabývajících se sportovní medicínou, sportovní fyzioterapií, sportovní biomechanikou a kineziologií člověka a podala jsem tak základní náhled na problematiku zranění hamstringů v celosvětovém měřítku. Přestože byla v posledních desetiletích ve výzkumu zranění hamstringů provedena řada studií a neustále se touto tématikou odborníci na sportovní trénink, sportovní medicínu a fyzioterapii zabývají, zůstává dle mého názoru tato problematika stále ještě značně otevřená a bude stále tématem budoucích studií a bádání, a to nejen v zahraničí, ale také v České republice.

Na začátku této teoretické práce jsem si stanovila vědecké otázky týkající se tématu. Na základě zpracování této práce mohu některé z nich potvrdit či vyloučit a na tyto otázky odpovědět:

- V zahraniční literatuře se problematika zranění hamstringů v průběhu startovní akcelerace a maximální rychlosti provedení pohybu objevuje poměrně častěji. Česká literatura neposkytuje dostatečné množství informací týkajících se této problematiky. Tato vědecká otázka se potvrdila.
- Svalová dysbalance je řadou autorů [1; 6; 10; 14; 17; 18; 19; 49; 53; 58; 152] popisována jako možný etiopatogenetický faktor. Většina studií byla provedena retrospektivně, po zranění sportovců účastnících se těchto studií, tudíž nelze stanovit, do jaké míry je svalová dysbalance příčinou nebo následkem zranění hamstringů. Někteří autoři [6; 18; 25] překvapivě rozlišují formy dysbalance na dysbalanci svalovou a dysbalanci silovou. Svalová dysbalance je vnímána jako dysbalance mezi svaly tonickými a fázickými ve smyslu jejich zkrácení a oslabení, zatímco dysbalance silová je charakterizována jako rozdílnost svalové síly mezi jednotlivými svalovými skupinami, kde je jedna skupina svalů neúměrně silnější. Příkladem lze uvést významně silnější m. quadriceps femoris a tomu neúměrně „slabou“ skupinu hamstringů, což bývá vyjadřováno poměrem H:Q [14; 18; 107]. Tento poměr by měl být v poměru 40:60 [18]. Tento nepoměr sil však může být

vyjádřen mezi dolními končetinami, kdy hamstringy na jedné dolní končetině jsou silnější než na druhé končetině [6], což může souviset i s dominancí končetin. Vztah síly dolních končetin a jejich dominance však nebyl podrobněji popisován. Setkala jsem se však i s názorem, že dominance dolních končetin nemá vliv na vznik zranění hamstringů. Nejedná se pouze o dysbalanci mezi hamstringy a m. quadriceps femoris, ale i dysbalanci mezi m. adductor magnus a m. gluteus maximus [49] a nebo svalovou dysbalanci vzniklou na základě nesprávné aktivity HSS [71]. Vědecká otázka byla zodpovězena a potvrzena.

- Vědecká otázka zabývající se anteverzí pánve a změnami rozsahu pohybu v kloubech dolní končetiny jako možných rizikových faktorech vzniku zranění hamstringů byla potvrzena. Anteverze pánve [17; 149] může způsobovat, že se hamstringy stávají funkčně „méně poddajné“ [17]. Změny rozsahu pohybu v kloubech dolních končetin byly také jako rizikové faktory poměrně často udávány [19], zejména změny v kyčelních kloubech, především do rotací [42], a omezená dorzální flexe hlezna [111].
- Otázka zabývající se existencí přesně stanoveného léčebného a fyzioterapeutického programu pro sportovce se zraněním hamstringů potvrzena nebyla. Ve studované literatuře nebyl zmíněn ani jeden případ přesně stanoveného plánu, jak postupovat při zranění hamstringů, proto se v akutní fázi zranění akceptuje metoda R.I.C.E. [12; 14; 15; 59; 60; 107; 117; 58] a následně se doporučují určité terapeutické postupy, jejichž principy se obecně shodují.

Podařilo se provést sondáž na základě anketního šetření, kde jsem se pracovníčně zabývala otázkou zranění hamstringů u českých vrcholových sportovců. Výběr účastníků ankety byl záměrný. Této anketě se zúčastnil fotbalový tým, který se dlouhodobě pohybuje mezi týmy vedoucími tabulku české Gambrinus ligy. Pro větší platnost této ankety by bylo dobré porovnání i s ostatními týmy Gambrinus ligy, ale také porovnání výsledků mezi fotbalisty jednotlivých úrovní, tak jako to popisuje Dadebo et al [25]. Tzn. porovnání hráčů fotbalové Gambrinus ligy, druhé ligy a české fotbalové ligy. Tyto výsledky by mohly být případně porovnány s výsledky u anglických fotbalistů, které jsou dostupné.

Toto porovnání by bylo vhodné provést i u ostatních sportovních odvětví, které vyžadují rychlé provedení pohybu a startovní akceleraci, v našem případě u atletů, hráčů házené a basketbalu. V případě hráčů házené by se jednalo o týmy na úrovni extraligové, první ligy a druhé ligy a u basketbalu by byly zařazeni hráči či hráčky týmů evropských pohárů, první ligy a druhé ligy. Atleti by pak mohli být porovnáváni mezi účastníky evropských či světových mistrovství, na úrovni extraligy, první ligy a druhé ligy.

Další možnou otázkou je porovnání četnosti zranění mezi muži a ženami na stejné výkonnostní úrovni a ve stejném sportovním odvětví. K tomuto zamyšlení mě přivedly výsledky mnou zpracované ankety, kde byla vysoká incidence tohoto zranění u hráček basketbalu. Na základě této ankety by se dalo dále uvažovat o příčinách vysoké incidence zranění u žen, která by se takto potvrdila nebo vyvrátila. Otázkou k zodpovězení by pak mohlo být, zda je incidence zranění svalů u žen otázkou morfologických odlišností ženského svalu či v závislosti na fázi menstruačního cyklu, a nebo u mužů otázkou intenzivního posilovacího tréninku.

## 18. SEZNAM LITERATURY

1. ANDERSON, M. K., HALL, S. J., MARTIN, M. *Foundations of athletic training*. Baltimore, Maryland USA: Lippincot Williams&Wilkins, 2004. 3<sup>rd</sup> ed. ISBN 0-7817-5001-6.
2. ASKLING, C., KARLSSON, J., THORSTENSSON, A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol. 13, No. 4, 2003, pp. 244-50.
3. ASKLING, C., SAARTOK, T., THORSTENSSON, A. Type of acute hamstring strain affects flexibility, strength, and time to return to pre-injury level. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 40, No. 1, 2006, pp. 40-44.
4. ASKLING, C. M., TENGVAR, M., SAARTOK, T., THORSTENSSON, A. Acute first-time hamstring strains during high-speed running: a longitudinal study including clinical and magnetic resonance imaging findings. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 35, No. 2, 2007, pp. 197-206.
5. ASKLING, C., TENGVAR, M., SAARTOK, T., THORSTENSSON, A. Sports related hamstring strains – two cases with different etiologies and injury sites. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. Vol. 10, No. 5, 2000, pp. 304-7.
6. AVIOLI, CR., CHAPMAN, JE., Jr., BATLEY, JJ. A Patient's Guide to Hamstring Injuries [online]. © 2003 [cit. 12.9.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.orthogastonia.com>>.
7. BAHR, R., HOLME, I. Risk factors for sports injuries – a metodological approach. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 37, No. 5, 2003, pp. 384-392.
8. BAHR, R., KROSSHAUG, T. Understanding injury mechanisms: a key component of preventing injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39, No. 6, 2005. pp. 324-329
9. BEERS, A., CHEONG, K., GRANT, A., HIBBERT, O., MOIZUMI, T. Is eccentric strength training effective in the prevention of hamstring strains in

- otherwise healthy individuals? [online]. [cit. 20.10.2007]. Dostupné na World Wide Webb: [http://circle.ubc.ca/dspace/bitstream/2429/130/2/team\\_hamstring\\_strains.pdf](http://circle.ubc.ca/dspace/bitstream/2429/130/2/team_hamstring_strains.pdf).
10. BENCARDINO, J. T., MELLADO, J. M. Hamstring injuries of the hip. *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. Vol. 13, No. 4, 2005, pp. 677-690.
  11. BENNELL, K. WAJSWELNER, P. L., SCHALL-RIAUCOUR, A., LESLIE, S., PLANT, D., CIRONE, J. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 32, No. 4, 1998, pp. 309-314.
  12. BEST, T. M., GARRET, W. E. Jr. Hamstring strains [online]. *The Physician and Sportsmedicine*, 1996, [cit. 27.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <http://www.proquest.umi.com/pqdlink?did=10156922&sid=2&Fmt=2&clientd=7783&RQT=309&Vname=PQD>.
  13. BROCKETT, C. Taking the hurt out of hamstring strains [online]. *Australian Science*, 2000, [cit. 27.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <http://www.proquest.umi.com>.
  14. BROCKETT, C. L., MORGAN, D. L., PROSKE, U. Predicting Hamstring Strain Injury in Elite Athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 36, No. 3, 2004, pp. 379-387.
  15. BRODY, DM. Running injuries. *Clinical Symposia*, Vol. 32, No. 4, 1980, pp. 2-36.
  16. BROOKS, J. H. M., FULLER, C. W., KEMP, S. P. T., REDDIN, D. B. Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 34, No. 2006, pp. 1297-1306.
  17. BRUKNER, P., KHAN, K. *Clinical sports medicine*. Australia: McGraw-Hill Companies, 2007. ISBN 007471520
  18. BURGESS, T. Recurrent hamstring injuries [online]. [cit. 9.12.2006]. Dostupné na World Wide Webb: <http://www.time-to-run.com/injuries/hamstring/index.htm>.
  19. CARRUTHERS, J., SANCTURAY, C. *Prevention of hamstring and Ankle injuries in soccer*. [on-line]. © 2007 [cit. 21.10.2007]. Dostupné na World Wide Webb: [http://www.garystebbling.com/uploads/files/Prevention\\_of\\_hamstring.pdf](http://www.garystebbling.com/uploads/files/Prevention_of_hamstring.pdf).

20. CIBULKA, M. T., ROSE, S. J., DELITTO, A., SINACORE, D. R. Hamstring muscle strain treated by mobilizing the sacroiliac joint [online]. *Physical Therapy*, 1986, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.ptjournal.org/archive/>>.
21. CONNELL, D. A., SCHNEIDER-KOLSKY, M. E., HOVING, J. L., MALARA, F., BUCHBINDER, R., KOULOURIS, G., BURKE, F., BASS, CH. Longitudinal Study Comparing Sonographic and MRI Assessments of Acute and Healing Hamstring Injuries. *American Journal of Roentgenology*. Vol. 183, No. 4, 2004, pp. 975-84.
22. CROISER, J. L. Factors associated with recurrent hamstring injuries [online]. *Sports medicine*, 2004, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://tpdweb.umi.com>>.
23. CROISIER, J. L., FORTHOMME, B., NAMUROIS, M. H., VANDERTHOMMEN, M., CRIELAARD, J. M. Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 30, No. 2, 2002, pp. 199-203.
24. ČIHÁK, R. *Anatomie I*, Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5
25. DADEBO, B., WHITE, J., GEORGE, K. P. A survey of flexibility training protocols and hamstring strains in professional football clubs in England. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38, No. 4, 2004, pp. 388-394.
26. DE-SMET, A. A., BEST, T. M. MR Imaging of the Distribution and Location of Acute Hamstring Injuries in Athletes. *American Journal of Roentgenology*. Vol. 174, No. 2, 2000, pp.393-399.
27. DEVLIN, L. Recurrent posterior thigh symptoms detrimental to performance in rugby union: predisposing factors. *Sports Medicine*. Vol. 29, No. 4, 2000, pp. 273-87.
28. DONALDSON, C. T., DREESE, J. C. Hamstring and quadriceps injuries. *Current Opinion in Orthopaedics*. Vol. 17, No. 2, 2006, pp. 145-148.
29. DVOŘÁK, J., ŠŤASTNÁ, E. *Jóga všedního dne pro ty, kteří chtějí lépe žít*. Praha: Imprima, 1990. ISBN 80-7107-009-2

30. DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada, 2007. 192 s. ISBN 978-80-247-1649-7
31. DYLEVSKÝ, I., DRUGA, R., MRÁZKOVÁ O. *Funkční anatomie člověka*, Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-681-1
32. EVANS, D. Preventing Running Injuries [online]. [cit. 9.12.2006]. Dostupné na World Wide Webb: [www.uihealthcare.com/depts/sportsmedicine/newsletter/spring2006/preventing.html](http://www.uihealthcare.com/depts/sportsmedicine/newsletter/spring2006/preventing.html).
33. FELAND, J. B., MARIN, H. N. Effect of submaximal contraction intensity in contract-relax proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38, 2004, pp. 460.
34. FELAND, J. B., MYRER, J. W., MERRILL, R. M. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes [online]. *Physical Therapy in Sport*, 2001, [cit. 29.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/1466853X>.
35. FENEIS, H. *Anatomický obrazový slovník*. Praha: Grada, 1996. ISBN 80-7169-197-6
36. FINANDOVÁ, D., FINANDO, S. *Fundované doteky*. Olomouc: Poznání, 2004. ISBN 80-86606-25-2
37. FRONTERA, W. R. *Rehabilitation of Sports Injuries*. Malden, Massachusetts, USA: Blackwell Publishing, 2003. ISBN 0-632-05813-7
38. FUNK, D., SWANK, A. M., ADAMS, K. J., TREOLO, D. Efficacy of moist heat pack application over static stretching on hamstring flexibility [online]. *Journal of Strength Cond Res*, 2001, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
39. GABBE, B.J., BENNELL, K., FINCH, C.F. Why are older Australian football players at greater risk of hamstring injury? *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 9, Is. 4, 2006, pp. 327-333.
40. GABBE, B. J., BENNELL, K. L., FINCH, C. F., WAJSWELNER, H. ORCHARD, J. W. Predictors of hamstring injury at the elite level of Australian football.



- Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*. Vol. 16, No. 1, 2006, pp. 7-13.
41. GABBE, B.J., BRANSON, R., BENNELL, K.L. A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football [online]. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2006, [cit. 21.10.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.sciencedirect.com/>>.
  42. GABBE, B.J., FINCH, C.F., BENNELL, K.L., WAJSWELNER, H. Risk factors for hamstring injuries in community level Australian football. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39, No. 2, 2005, pp. 106-110.
  43. GABBE, B., FINCH, C., WAJSWELNER, H., BENNELL, K. Australian football: injury profile at the community level. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 5, No. 2, 2002, pp. 149-60.
  44. GIBBS, N. J., CROSS, T. M., CAMERON, M., HOUANG, M. T. The accuracy of MRI in predicting recovery and recurrence of acute grade one hamstring muscle strains within the same season in Australian Rules football players. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 7, No. 2, 2004, pp. 248-58.
  45. GOLD, L. *Free Your Hamstrings, Improve Your Performance And Save Your Knees*. [on-line]. 2007 [cit. 21.6.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.somatics.com/hamstrings-and-knees.htm>>.
  46. HAVLÍČKOVÁ, L. Význam excentrické kontrakce pro posturu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. Č. 1, 1999, str. 9-14.
  47. HAVLÍČKOVÁ L. A KOL. *Fyziologie tělesné zátěže I*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN 80-7184-875-1
  48. HEIDERSCHEIT, B. C., HOERTH, D. M., CHUMANOV, E. S., SWANSON, S. C., THELEN, B. J., THELEN, D. G. Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: A case study. *Clinical Biomechanics*. Vol. 20, No. 10, 2005, pp. 1072-1078.
  49. HEYNEN, M. Hamstring injuries in sprinting. *New Studies in Athletics*. Vol. 16, No. 3, 2001, pp. 43-48.

50. HILBERT, J. E., SFORZO, G. A., SWENSEN, T. The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 37, No. 1, 2003, pp. 72-75.
51. HOLUBÁŘOVÁ, J., PAVLŮ, D. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace 1. část*. Praha: Karolinum, 2007. 115 s. ISBN 978-80-246-1294-2
52. HOPPER, D., CONNEELY, M., CHROMIAK, F., CANINI, E., BERGGREN, J., BRIFFA, K. Evaluation of the effect of two massage techniques on hamstring muscle length in competitive female hockey players. *Physical Therapy in Sport*. Vol. 6, No. 3, 2005, pp. 137-145.
53. HOSKINS, W.T., POLLARD, H.P. Successful management of hamstring injuries in Australian Rules footballers: two case reports [online]. *Chiropractic & Osteopathy*, 2005, [cit. 21.10.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.chiroandosteoo.com/content/13/1/4>>.
54. HOUGLUM, P. A. *Therapeutic Exercise for Musculoskeletal Injuries*. 2<sup>nd</sup> ed. Champaign: Human Kinetic, 2005. p. 1004. ISBN 0-7360-5136-8
55. HRAZDIRA, L., BERÁNKOVÁ, L., SEBERA, M. Poranění hamstringů. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*, Vol. 15, No. 2, 2006, p. 66.
56. CHAKRAVARTHY, J., RAMISETTY, N., PIMPALNERKAR, A., MOHTADI, N. Surgical repair of complete proximal hamstring tendon ruptures in water skiers and bull riders: a report of four cases and review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39, No. 8, 2005, pp. 569-572.
57. CHUMANOV, E. S., HEIDERSCHEIT, B. C., THELEN, D. G. The effect of speed and influence of individual muscles on hamstring mechanics during the swing phase of sprinting. *Journal of biomechanics*. Vol. 40, No. 16, 2007, pp. 3555-62.
58. JACKSON, R. *Sport Medicine Manual 2000*. Lausanna: International Olympic Committee Medical Commission, 2000. p. 476. ISBN 0-9687146-0-9
59. JAVŮREK, J. *Léčebná rehabilitace sportovců*. Praha: Olympia, 1982.
60. JENKINS, A.M. Hamstring injuries [online]. [cit. 21.10.2006]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.rice.edu/~jenky/sports/overtraining.html>>.

61. JONHAGEN, S., NEMETH, G., ERIKSSON, E. Hamstring injuries in sprinters. The role of concentric and eccentric hamstring muscle strength and flexibility. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 22, No. 2, 1994, pp. 262-266.
62. JORDAN, B. D., TSAIRIS, P., WARREN, R. F. *Sports neurology*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998. 2<sup>nd</sup> ed. ISBN 0-397-51629-0
63. KAPLAN, A., TICHÝ, M. Posouzení techniky běhu sprinterů a jejich funkčního stavu klubů. Ppt prezentace. Kurz trenérů olympijské solidarity, Nymburk, 20-22.10.2006.
64. KELTON, J. *Predisposition to hamstring injury cannot be determined!* [on-line]. 2007 [cit. 21.10.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://physiotherapy.curtin.edu.au/>>.
65. KING, J. B. Post-traumatic ectopic calcification in the muscles of athletes: a review. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 32, No. 4, 1998. pp. 287-290
66. KLINGELE, K. E., SALLAY, P. I. Surgical repair of complete proximal hamstring tendon rupture. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 30, No. 5, 2002, pp. 742-747.
67. KNĚNICKÝ, K. A KOL. *Technika lehkooatletických disciplín*. Praha: SPN, 1965
68. KNÍŽETOVÁ, V., TILLICH, J. *Jóga*. Praha: Olympia. 1993. 149 s. ISBN 80-7033-178-X
69. KOLÁŘ, P. Diferenciace svalové funkce z hlediska posturální podstaty. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*. Vol. 1, 1996, str. 4-8.
70. KOLÁŘ, P. Ke vztahům mezi strukturálními a funkčními změnami pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. č. 1, 1999, str. 6-8.
71. KOLÁŘ, P. Seminář v SC Nymburk v rámci akce Kurz trenérů olympijské solidarity MOV 20.-22.10.2006, *Typická zranění pohybového aparátu u atletů, jejich léčba a prevence*. Ústní sdělení. Nymburk, 20.10.2006
72. KOLÁŘ, P. Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. č. 4, 1998, s. 142-147.

73. KOLÁŘ, P. LEWIT, K. Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*. Vol. 5, 2005, str. 270-5.
74. KOLEKTIV AUTORŮ. Léčebné rehabilitační postupy Ludmily Mojžíšové. Praha: Grada, 1996. s. 216. ISBN 80-7169-187-9
75. KOLT, S. G., SNYDER-MACKLER, L. *Physical therapies in sport and exercise*. Auckland: Churchill Livingstone, 2003. ISBN 0 443 071543
76. KOULOURIS, G., CONNELL, D. Evaluation of the hamstring muscle complex following acute injury [online]. *Skeletal Radiology*, 2003, [cit. 29.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=12942206&ordinalpos=21&itool=EntrezSystem2.Pentrez.Pubmed.Pubmed\\_ResultsPanel.Pubmed\\_RVDocSum](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=12942206&ordinalpos=21&itool=EntrezSystem2.Pentrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum)>.
77. KOULOURIS, G., CONNELL, D. A., BRUKNER, P., SCHNEIDER-KOLSKY, M. Magnetic Resonance Imaging Parameters Assessing Risk of Recurrent Hamstring Injuries in Elite Athletes. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 35, No. 9, 2007, pp. 1500-1506.
78. KWONG, Y. PATEL, J. Spontaneous complete hamstring avulsion causing posterior thigh compartment syndrome. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 40, No. 8, 2006, pp. 723-724.
79. LAESSØE, U., PETERSEN, P. M., VOIGT, M., Stretch Tolerance in a Controlled Neural Tissue Tension Test [online]. [cit. 13.12.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.ifess.org>>.
80. LaROCHE, D. P., CONNOLLY, D. A. J. Effects of Stretching on Passive Muscle Tension and Response to Eccentric Exercise. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 34, No. 6, 2006, pp. 1000-1007.
81. LEMPAINEN, L., SARIMO, J., HEIKKILÄ, J., MATTILA, K., ORAVA, S. Surgical treatment of partial tears of the proximal origin of the hamstring muscles. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 40, No. 8, 2006, pp. 688-691.

82. LEMPAINEN, L. SARIMO, J., MATTILA, K., HEIKKITÄ, J., ORAVA, S. Distal tears of the hamstring muscle: review of the literature and our results of surgical treatment. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 41, No. 2, 2007, pp. 80-83.
83. LEVINE, W. N., BERGFELD, J. A., TESSENDORF, W., MOORMAN, C. T. Intramuscular corticosteroid injection for hamstring injuries. A 13-year experience in the National Football League. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 28, No. 3, 2000, pp. 297-300.
84. LEVIT, E. B. *University of Maryland Medical Center Team Reports Innovative Work For Hamstring Injuries*. [on-line]. 2006 [cit. 9.12.2006]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.umm.edu/news/releases/hamstring.htm>>.
85. LIDOR, R., MECKEL, Y. Physiological, skill development and motor learning considerations for the 100 meters. *New Studies in Athletics*. Vol. 19, No. 1, 2004, pp. 7-12.
86. LINC, R., DOUBKOVÁ, A. *Anatomie hybnosti 1*, Praha: Karolinum, 1999. ISBN 80-7184-993-6
87. LIPERT, L.S. *Clinical kinesiology for physical therapist assistants*. Philadelphia: F. A. Davic Company, 2000. 3<sup>rd</sup> ed. ISBN 0-8036-0453-X
88. MacAULEY, D. *Oxford Handbook of Sport and Exercise Medicine*. Oxford: Oxford University Press, 2007. ISBN 0-19-856839-8
89. MADÁR, P., SKLADNÝ, J. Mäkké techniky v terapii bolestivých stavov pohybového aparátu vrcholových hokejistov. *Rehabilitácia*. Vol. 3, 2002, str. 127-192.
90. MALLIAROPOULOS, N., PAPALEXANDRIS, S., PAPALADA, A., PAPACOSTAS, E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up [online]. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 2004, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.mweb01.ucc.usyd.edu.au/pedro/>>.
91. MAREK, J. a kol. *Syndrom kostrče a pánevního dna*. Praha: Triton, 2000. 117 s. ISBN 80-7254-137-4

92. MASON, D., DICKENS, V., VAIL, A. Rehabilitation for hamstring injuries. [online]. *Scandinavian journal of medicine and science in sports*, 2007, [cit. 28.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://web5s.silverplatter.com/webspirs/start.ws?customer=sports>>.
93. MAYER, M., SMÉKAL, D. Měkké struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. č. 3, 2004, s. 111-117.
94. MILLER, A. E., DAVIS, B. A., BECKLEY, O. A. Bilateral and recurrent myositis ossificans in an athlete: a case report and review of treatment options. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Vol. 87, No. 2, 2006, pp. 286-90.
95. MILLEROVÁ, E., HLÍNA, J., KAPLAN, A., KORBEL, V. *Běhy na krátké tratě*. Praha: Olympia, 2001. ISBN 80-7033-570-X
96. MURPHY, D. F., CONNOLLY, D. A. J., BEYNNON, B. D. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 37, No. 1, 2003, pp. 13-29.
97. NEWSHAM, K. The role of neural tension in hamstring injury, part 2: Treatment and rehabilitation. *Athletic Therapy Today*. Vol. 11, No. 5, 2006, pp. 66-69.
98. NOVÁK, A. *Biomechanika tělesných cvičení*. SPN: Praha, 1970. ISBN 14-402-70
99. ORCHARD, J. W. Intrinsic and extrinsic risk factors for muscle strain in Australian football. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 29, No. 3, 2001. pp. 300-3
100. ORCHARD, J., BEST, T. M., VERRALL, G. M. Return to play following muscle strains. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 15, No. 6, 2005, pp. 436-441.
101. ORCHARD, J. W., FARHART, P., LEOPOLD, C., BEST, T. M. Lumbar spine region pathology and hamstring and calf injuries in athletes: is there a connection? *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 38, No. 4, 2004, pp. 502-504.
102. ORCHARD, J., SEWARD, H. Epidemiology of injuries in the Australian Football League, seasons 1997-2000 [online]. *British Journal of Sports Medicine*, 2002, [cit. 27.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://proquest.umi.com/nosession/>>.
103. OTÁHAL A KOL. *Základy biomechaniky*. [online]. [cit. 9.11.2002]. Dostupné na World Wide Webb:

<[http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompndium/biomechanika/vlastnosti\\_komplex\\_sval.php](http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompndium/biomechanika/vlastnosti_komplex_sval.php)>.

104. PAPASTERGIOU, S. G., KOUKOULIAS, N. E., TSITOURIDIS, I., NATSIS, C., PARISIS, C. A. Circumflex femoral vein thrombosis misinterpreted as acute hamstring strain [online]. *British Journal of Sports Medicine*, 2007, [cit. 27.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://tpdweb.umi.com>>.
105. PAVLŮ, D. *Cvičení s Thera-Bandem se zřetelem ke konceptu dle Brüggera*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. ISBN 80-7204-334-X
106. PAVLŮ, D. *Speciální fyzioterapeutické koncepty a metody*. Brno: Akademické nakladatelství CEMR, 2003. 239 s. ISBN 80-7204-312-9
107. PETERSEN, J., HÖLMICH P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39, No. 6, 2005, pp. 319-323.
108. PRENTICE, W. E. *Therapeutical Modalities for Physical Therapists*. New York: McGraw Hill, 2001. p. 548. ISBN 0-07-137692-5
109. PROSKE, U., MORGAN, D. L., BROCKETT, C. L., PERCIVAL, P. Identifying athletes at risk of hamstring strains and how to protect them. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. Vol. 31, No. 8, 2004, pp. 546-550.
110. RACINAIS, S., BISHOP, D., DENIS, R., LATTIER, G., MENDEZ-VILLANEUVA, A., PERREY, S. Muscle Deoxygenation and Neural Drive to the Muscle during Repeated Sprint Cycling [on-line]. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 2007, [cit. 21.6.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/abstract.00005768-200702000-00008.htm>>.
111. ROBERTSON, K., MOLLOY, L. Hamstring Muscle Strain. *Modern Athlete & Coach*. Vol. 45, No. 2, 2007, pp. 10-14.
112. RYBOVÁ, P. Kurz Fyzioterapie u vrcholových sportovců. Ústní sdělení. Praha 10.-11.11.2007
113. RYBOVÁ, P. Atletika a vrcholový sport z pohledu moderní rehabilitace. Ústní sdělení. FTVS Praha, 8.3.2007

114. SEMIGINOVSKÝ B., VRÁNOVÁ, J. *Fyziologická chemie pro posluchače FTVS*. Univerzita Karlova. Praha.
115. SHEPHARD, R. J., ASTRAND, P.-O. *Endurance in sport*. Oxford: Blackwell Science, 2000. ISBN 0-632-05348-8
116. SHERRY, M. A., BEST, T. M. A Comparison of 2 Rehabilitation Programs in the Treatment of Acute Hamstring Strains [online]. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 2004, [cit. 27.2.2008]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://tpweb.umi.com/>>.
117. SHERRY, E., BOKOR, D. *Sports medicine*. London: Greenwich Medical Media, 1997. ISBN 1 900151 533
118. SHOWALTER, CH. R., DOORNE, E. V., The Role of Neurodynamics in the Carpal Tunnel Patient with Double Crush Syndrome [online]. [cit. 13.12.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.ozpt.com/res1.htm>>.
119. SCHAFFER, R. C. *Chiropractic management of sports and recreational injuries*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1982. ISBN 0-683-07581-0
120. SCHEXNAYDER, I. Applied Kinesiological Concerns For Athletics [online]. *Track & Coach*, 1998, [cit. 24.3.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.tracksndfieldnews.com>>.
121. SCHILDERS, E., BISMIL, Q., SIDHOM, S., ROBINSON, P., BARWICK, T. TALBOT, C. Partial rupture of the distal semitendinosus tendon treated by tenotomy – a previously undescribed entity. *Knee*. Vol. 13, No. 1, 2006, pp. 45-7.
122. SCHNEIDER-KOLSKY, M., HOVING, J. L., WARREN, P., CONNELL, D. A. A Comparison Between Clinical Assessment and Magnetic Resonance Imaging of Acute Hamstring Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 34, No. 6, 2006, pp. 1008-1015.
123. SLAVOTINEK, J. P., VERRALL, G. M., FON, G. T. Hamstring Injury in Athletes: Using MR Imaging Measurements to Compare Extent of Muscle Injury with Amount of Time Lost from Competition. *American Journal of Roentgenology*. Vol. 179, No. 6, 2002, pp. 1621-1628.



124. STEPHENS, J., DAVIDSON, J., DeROSA, J., KRIZ, M., SALTZMAN, N. Lengthening the Hamstring Muscles Without Stretching Using „Awareness Through Movement“ [online]. *Physical Therapy*, 2006, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.ptjournal.org/cgi/content/full/86/12/1641>>.
125. SÝKORA, M. Technika a její zdokonalování ve sprinterských a běžeckých disciplínách. Přednáška v rámci Projektu trvalého vzdělávání v oblasti sportu a tělovýchovy. Ústní sdělení. FTVS Praha, 12.3.2007
126. ŠAFÁŘOVÁ, M., KOLÁŘ, P., KOBESOVÁ, A. Význam hlubokého stabilizačního systému páteře pro běžný život a sportovní zátěž. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*. Vol. 15, No. 2, 2006, str. 82.
127. TAKAMI, H., TAKAHASHI, S., ANDO, M. Late sciatic nerve palsy following avulsion of the biceps femoris muscle from the ischial tuberosity. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. Vol. 120, No. 5-6, 2000, pp. 352-4.
128. TASHIRO, T., KUROSAWA, H., KAWAKAMI, A., HIKITA, A., FUKUI, N. Influence of media hamstring tendon on knee flexor strength after anterior cruciate ligament reconstruction. A detailed evaluation with comparison of single- and double-tendon harvest. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 31, No. 4, 2003, pp 522-529.
129. TAYLOR, R. B. *Taylor's Musculoskeletal Problemes and Injuries*. Portland: Springer, 2006. ISBN-13:978-0387-29171-0
130. THELEN, D. G., CHUMANOV, E. S., BEST, T. M., SWANSON, S. C., HEIDERSCHEIT, B. C. Simulation of biceps femoris musculotendon mechanics during the swing phase of sprinting. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Vol. 37, No. 11, 2005, pp. 1931-1938.
131. THELEN, D. G., CHUMANOV, E. S., HOERTH, D. M., HEIDERSCHEIT, B. C., BEST, T. M., SWANSON, S.C. Hamstring Muscle Kinematics During Sprinting [online]. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 2004, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.acsm-msse.org/pt/re/msse/fulltext.00005768-200405001-00007.htm>>.

132. THELEN, D. G., CHUMANOV, E. S., HOERTH, D. M., SWANSON, S. C., LI, L., YOUNG, M., HEIDERSCHEIT, B. C. Hamstring muscle kinematice during treadmill sprinting [online]. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 2005, [cit. 29.2.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://tpdweb.umi.com>>.
133. THURZOVÁ, E. Hamstringy a ich funkčné poruchy u mladých športovcov. *Medicina Sportiva Bohemica & Slovaca*. Roč. 5, č. 3, 1996, s. 112. ISSN 1210-5481
134. TITTEL, K. *Beschreibende und Funktionelle Anatomie des Menschen*. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1985. 596 s.
135. TORNESE, D., BANDI, M., MELEGATI, G., VOLPI, P. Principles of hamstring strain rehabilitation. *Journal of Sports Traumatology and Related Research*. Vol. 22, No. 2, 2000, pp. 70-85.
136. TOUMI, H., F'GUYER, S., BEST, T. M. The role of neutrophils in injury and repair following muscle stretch [online]. *Journal of Anatomy*, 2006, [cit. 17.10.2007]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://blaackwell-synergy.com/>>.
137. TROJAN, S. A KOL. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 1999. 616 s. ISBN 80-7169-788-5
138. TUMA, B. Kurz Sportovní fyzioterapie. Ústní sdělení. Čelákovice, 18.-19.5.2007
139. VAN DEN TILLAR, R. Will Whole-Body Vibration Training Help Increase the Range of Motion of the Hamstrings? [online]. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006, [cit. 15.10.2006]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://nsca.allenpress.com/nscaonline/>>.
140. VAN DON, B. J. C. Errors in hamstring fiber length estimates dutiny sprinting using a two-dimesional versus three-dimensional analysis. [online]. [cit. 22.10.2006]. Dostupné na World Wide Webb: <<http://www.asbweb.org/conferences/1990s/1997/39/index.html>>.
141. VÉLE, F. *Kineziologie*, Praha: Triton 2006. ISBN 80-7254-837-9
142. VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997. 272 s. ISBN 80-7169-256-5

143. VERRALL, G. M., KALAIRAJAH, Y. SLAVOTINEK, J. P., SPRIGGINS, A. J. Assessment of player performance following return to sport after hamstring muscle strain injury. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Vol. 9, No. 1-2, 2006, pp. 87-90.
144. VERRALL, G. M., SLAVOTINEK, J. P., BARNES, P. G. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 39, No. 6, 2005, pp. 363-368.
145. VERRALL, G. M., SLAVOTINEK, J.P., BARNES, P. G., FON, G. T., ESTERMAN, A. Assessment of physical examination and magnetic resonance imaging findings of hamstring injury as predictors for recurrent injury. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. Vol. 36, No. 4, 2006, pp. 215-224.
146. VERRALL, G.M., SLAVOTINEK, J.P., BARNES, P.G., FON, G.T., SPRIGGINS, A.J. Clinical risk factors for hamstring muscle strain injury: a prospective study with correlation of injury by magnetic resonance imaging. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 35, No. 6, 2001, pp. 435-440.
147. VERRALL, G. M., SLAVOTINEK, J. P., BARNES, P. G., FON, G. T. Diagnostic and prognostic value of clinical findings in 83 athletes with posterior thigh injury: comparison of clinical findings with magnetic resonance imaging documentation of hamstring muscle strain. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 31, No. 6, 2003, pp. 969-73.
148. VINDUŠKOVÁ, J. Úskalí techniky v atletických vícebojích. Přednáška v rámci Projektu trvalého vzdělávání v oblasti sportu a tělovýchovy. Ústní sdělení. FTVS Praha, 13.3.2007
149. WALLDEN, M., WALTERS, N. Does lumbo-pelvic dysfunction predispose to hamstring strain in professional soccer players? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. Vol. 9, No. 2, 2005, pp. 99-108.
150. WILLIAMS, P. L. *Gray's Anatomy*. London: Churchill Livingstone, 1995. ISBN 0-443-04560-7

151. WITVROUW, E., DANNEELS, L., ASSELMAN, P., D'HAVE, T., CAMBIER, D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*. Vol. 31, No. 1, 2003, pp. 41-6.
152. WOODS, C., HAWKINS, R. D., MALTBY, S., HULSE, M., THOMAS, A., HODSON, A., The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football – analysis of hamstring injuries. *British Journal of Sports Medicine*, Vol. 38, No. 1, 2004, pp. 36-41.
153. YOSHIOKA, M., TANAKA, H., SHONO, N., SHINDO, M., ST-AMAND, J. Gene Expression Profile of Sprinter's Muscle. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 28, No. 12, 2007, pp. 1053-1058.
154. YUKTASIR, B., YILDIRIM, N. U., The Effect of Stretch Time Exertion on Joint Flexibility. *Studia Sportiva*. Vol. 1, Č. 1, 2007, s. 32-39.
155. ZEREN, B., OZTEKIN, H. H. A new self-diagnostic test for biceps femoris muscle strain. *Clinical Journal of Sport Medicine*. Vol. 16, No.2, 2006, pp. 166-169.
156. ZOTKO, R. Injury prevention specific exercises for tendons and ligaments. *Modern Athlete & Coach*. Vol. 40, No. 3, 2002, pp. 37-40.

## SEZNAM ZKRATEK A JEJICH DEFINIC

m.	musculus
n.	nervus
a.	arteria
lig.	ligamentum
CNS	centrální nervový systém
HSS	hluboký stabilizační systém
SO	slow oxidative
FG	fast glycolytic
FOG	fast oxidative glycolytic
ATP	adenosintrifosfát
CP	kreatinfosfát
ACL	ligamentum cruciatum anterius
CSA	cross sactional area
NSAID	nesteroidní protizánětlivé léky
SLR	straight leg raise
PNF	passive neck flexion
PNF	proprioceptive neuromuscular facilitation
ATM	awareness through movemet
WBV	whole body vibration
MRI	magnetic resonance imaging
UZ	ultrazvuk, ultrasonografie

## PŘÍLOHY

### OBRAZOVÁ ČÁST

#### Obr. 1

Zadní a boční pohled na skupinu hamstringů dle Avioli et al (2003). Převzato z [6].

#### Obr. 2

Svaly zadní strany stehna. Brukner, Khan (2007). Převzato z [17].

#### Obr. 3

„Stress strain curve“ dle Butler et al (1976). Převzato z [54].

#### Obr. 4

Vzorce přenesené bolesti z trigger pointů. Brukner, Khan (2007). Převzato z [17].

#### Obr. 5

Fáze hojení tkání, překrývání jednotlivých fází. Houghlum (2005). Převzato z [54].

#### Obr. 6

Zapojení svalů při výběhu z nízkého startu při sprintu dle Tittela (1985). Převzato z [134].

#### Obr. 7

Zapojení svalů při běhu na krátké tratě dle Tittela (1985). Převzato z [134].

#### Obr. 8

Zapojení svalů při běhu na dlouhé tratě dle Tittela (1985). Převzato z [134].

#### Obr. 9

EMG analýza fází sprinterské lokomoce dle Weimann a Tidow (1995). Převzato z [49].

#### Obr. 10

Zranění hamstringů v horní třetině stehna, stupeň 2, u profesionálního hráče australského fotbalu, 23 let. A) Koronální MRI ukazuje rupturu (označeno šipkami) svalových vláken podél centrální šlachy m. biceps femoris. B) Axiální MRI získané v brzké době po vzniku zranění může být použito k ohodnocení CSA a zjištění množství tekutin prostupujících do místa a okolí zraněné oblasti. Connell et al (2004). Převzato z [21].

#### Obr. 11

Avulze skupiny hamstringů s patrným hematodem a edémem n. ischiadicus na koronálním pohledu. Kwong, Patel (2006). Převzato z [78].

### **Obr. 12**

Rozložení zranění m. semitendinosus a dlouhé hlavy m. biceps femoris získaných na základě MRI. De-Smet, Best (2000). Převzato z [26].

### **Obr. 13**

Rizikové oblasti m. semitendinosus pro vznik zranění dle De-Smet, Best (2000). Převzato z [26].

### **Obr. 14**

Zranění hamstringů – stupeň 1. Avioli et al. (2003). Převzato z [6].

### **Obr. 15**

Zranění hamstringů – stupeň 2. Avioli et al. (2003). Převzato z [6].

### **Obr. 16**

Zranění hamstringů – stupeň 3. Avioli et al. (2003). Převzato z [6].

### **Obr. 17**

Avulze hamstringů. Avioli et al. (2003). Převzato z [6].

### **Obr. 18**

Cvičení s TheraBandem dle Pavlů (2004). Flekční vzorec 1. diagonály pro DK, konečná poloha. Převzato z [105].

### **Obr. 19**

Cvičení s TheraBandem dle Pavlů (2004). Extenční vzorec 1. diagonály pro DK, výchozí poloha. Převzato z [105].

### **Obr. 20**

„Hamstring flicks“ dle Jackson (2000). Převzato z [58].

### **Obr. 21**

Squat dle Brukner, Khan (2007). Převzato z [17].

### **Obr. 22**

„One-legged bridging“ dle Brukner, Khan (2007). Převzato z [17].

### **Obr. 23**

Stabilizační cvičení a cvičení „hbitosti“, tzv. „Bridge catch“ dle Brukner, Khan (2007). Převzato z [17].

#### **Obr. 24**

Graf vyjadřující poměr longitudinální délky zranění a počtu dní potřebných k návrtu k soutěži dle Connell et al. (2004). Spearmonův korelační koeficient byl 0,58. Převzato z [21].

#### **Obr. 25**

Cvičení Nordic hamstring dle Carruthers, Sancturay (2007). Převzato z [19].

#### **Obr. 26**

Cvičení Nordic hamstring dle Brukner, Khan (2007). Převzato z [17].

### **TABULKOVÁ ČÁST**

#### **Tab. 1**

Faktory dynamické podpory funkce předního zkříženého vazy dle Mayer a Smékal (2004). Převzato z [93].

#### **Tab. 2**

Klinické rysy zranění hamstringů a přenesené bolesti dle Brukner a Khan (2007). Převzato z [17].

#### **Tab.3**

Vliv odlišného řízení pohybové aktivity (tréninkového režimu) na strukturní a metabolické vlastnosti kosterního svalu dle Howald (1982). Převzato z [47].

#### **Tab. 4**

Průběh svalového hojení dle Houglum (2005). Převzato z [54].

#### **Tab. 5**

Management léčby zranění hamstringů dle Brukner a Khan [17].

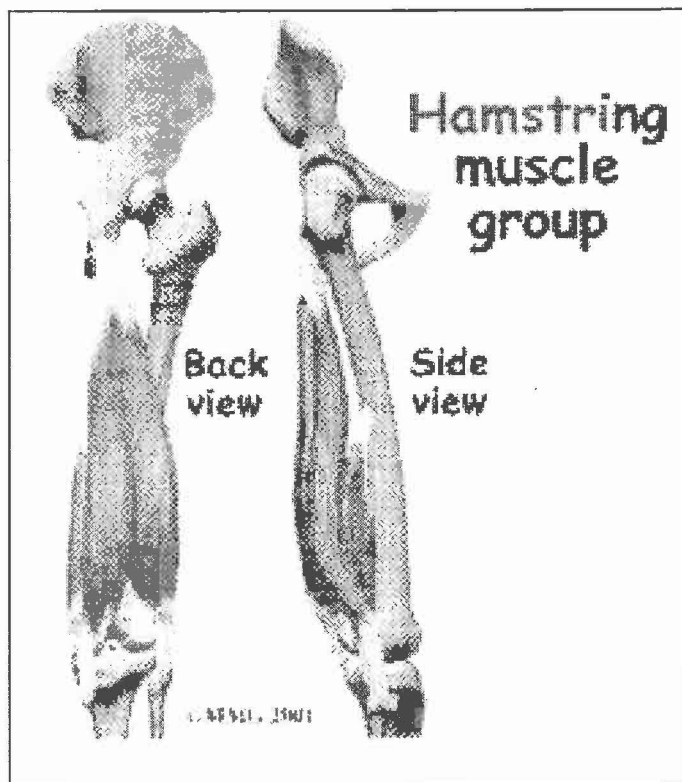
#### **Tab. 6**

Progresivní běžecký program při zranění hamstringů dle Brukner a Khan (2007). Převzato z [17].

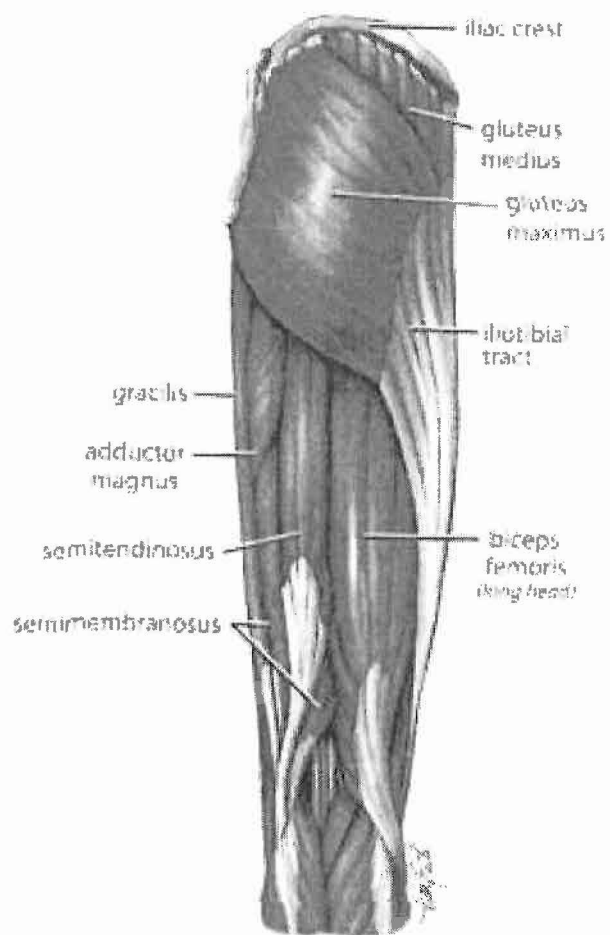
### **ANKETNÍ ŠETŘENÍ**



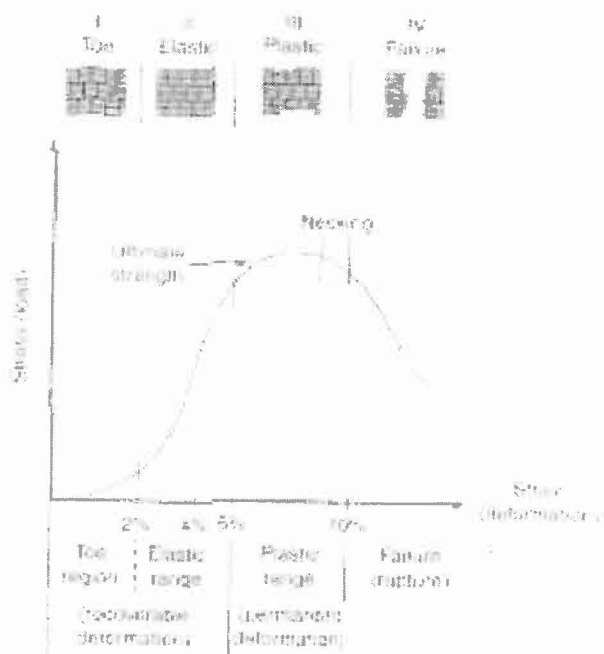
## OBRAZOVÁ ČÁST



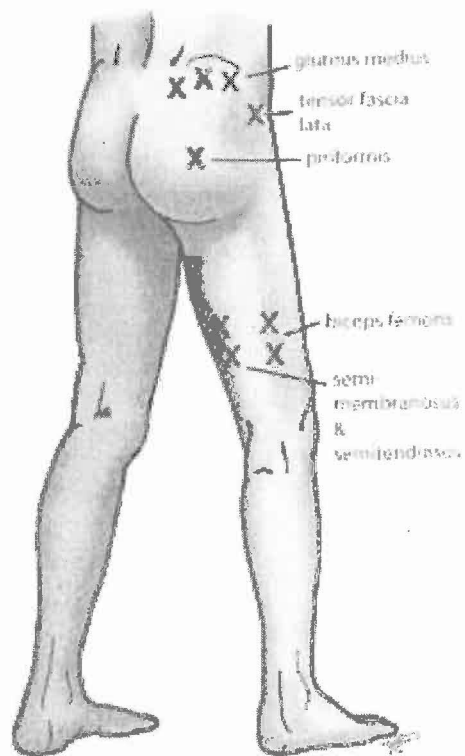
Obr. 1 Zadní a boční pohled na skupinu hamstringů dle Avioli et al (2003).



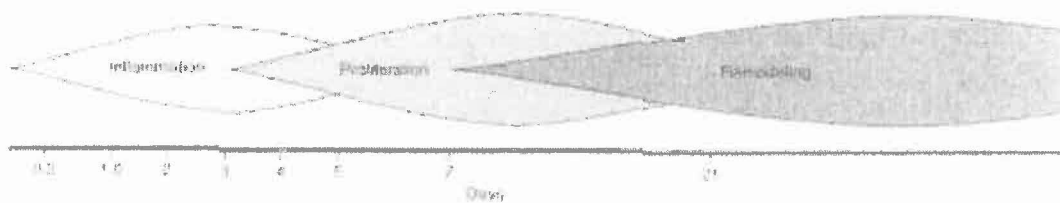
Obr. 2 Svaly zadní strany stehna. Brukner, Khan (2007).



Obr. 3 „Stress strain curve“ dle Butler et al (1976).



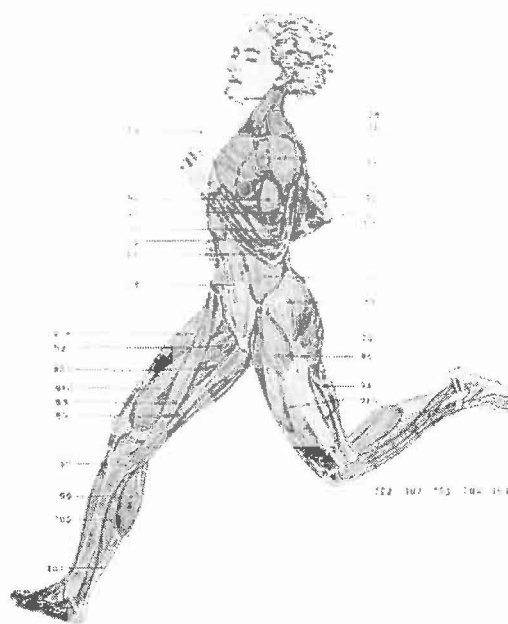
Obr. 4 Vzorce přenesené bolesti z trigger pointů dle Brukner, Khan (2007).



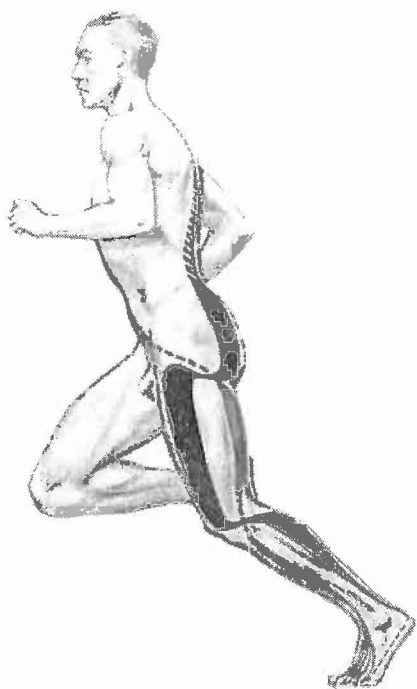
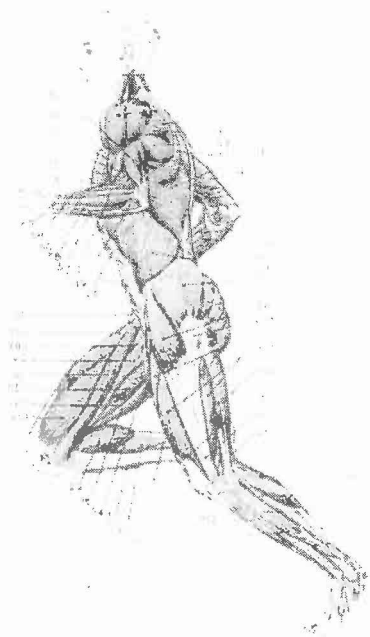
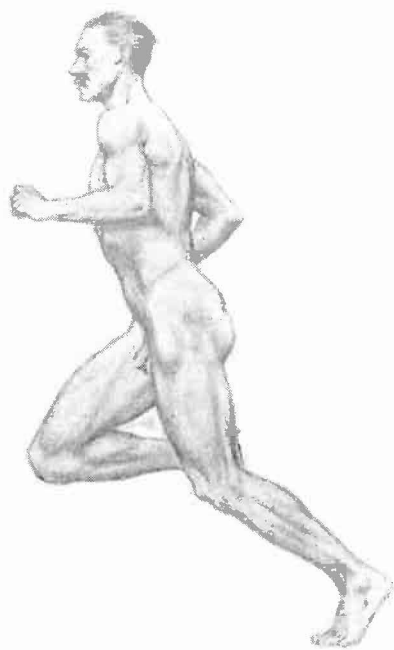
Obr. 5 Fáze hojení tkání, překrývání jednotlivých fází dle Houghum (2005).



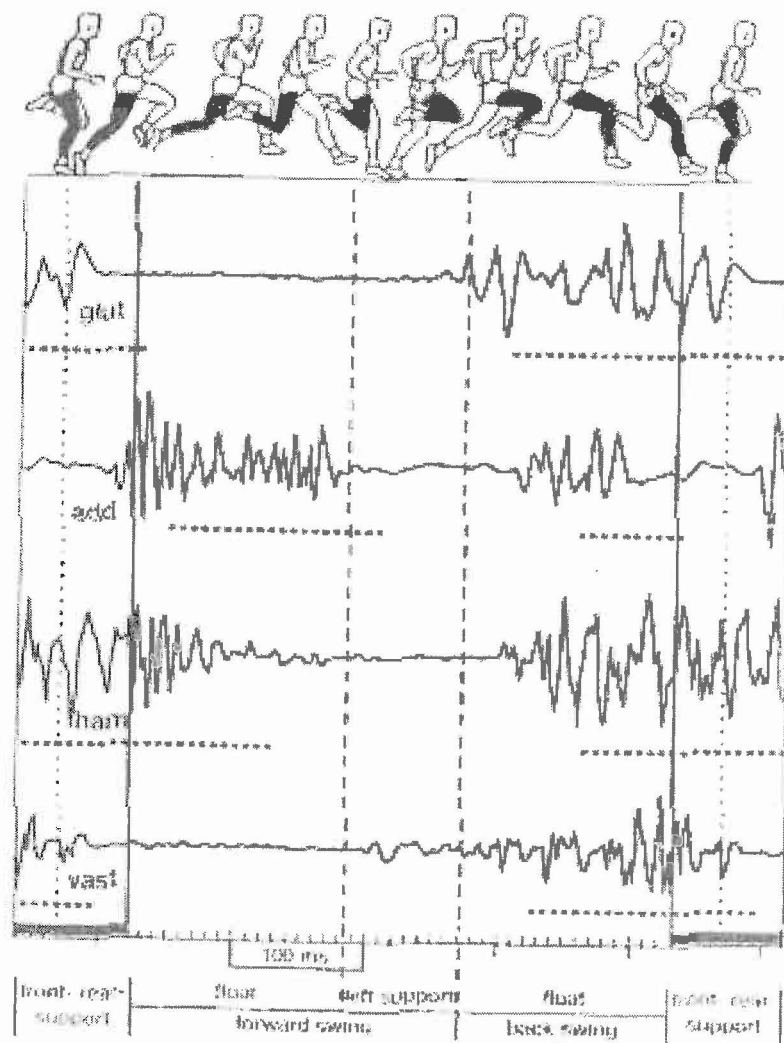
Obr. 6 Zapojení svalů při výběhu z nízkého startu při sprintu dle Tittela (1985).



Obr. 7 Zapojení svalů při běhu na krátké tratě dle Tittela (1985).



Obr. 8 Zapojení svalů při běhu na dlouhé tratě dle Tittela (1985).

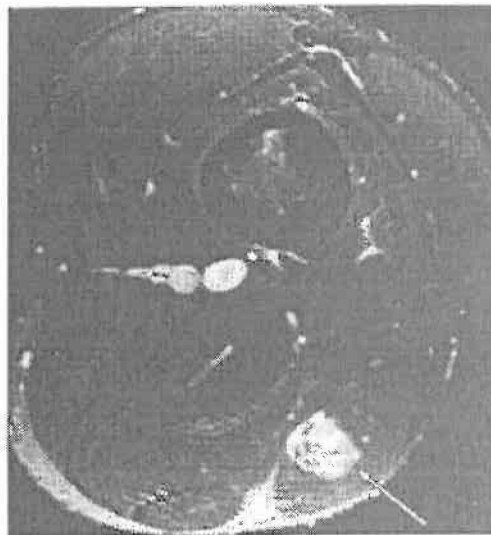


Obr. 9 EMG analýza fází sprinterské lokomoce dle Weimann a Tidow (1975).



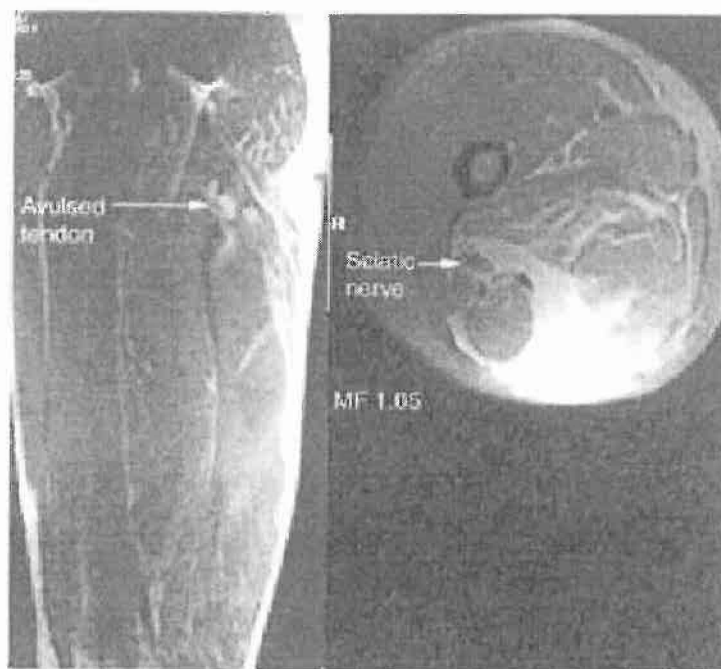


A)

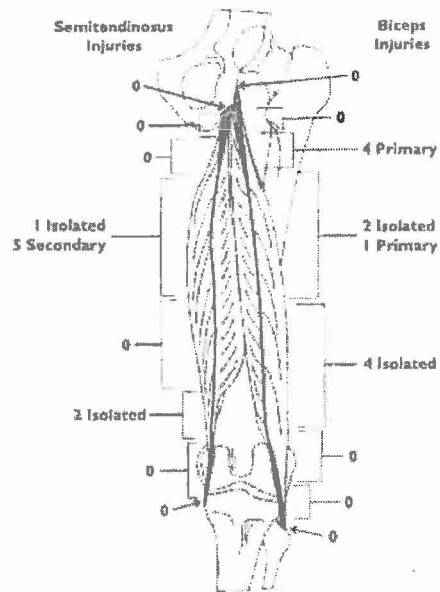


B)

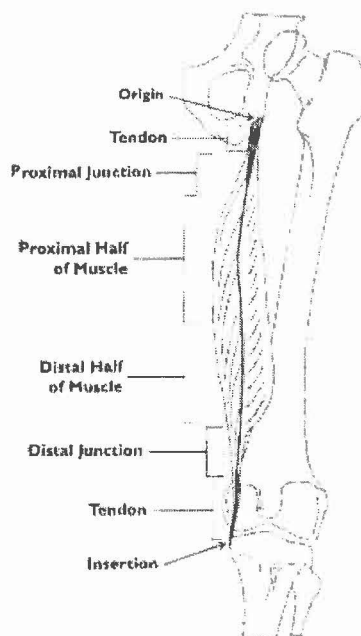
**Obr. 10 Zranění hamstringů v horní třetině stehna, stupeň 2, u profesionálního hráče australského fotbalu, 23 let. A) Koronální MRI ukazuje rupturu (označeno šipkami) svalových vláken podél centrální šlachy m. biceps femoris. B) Axiální MRI získané v brzké době po vzniku zranění může být použito k ohodnocení CSA a zjištění množství tekutin prostupujících do místa a okolí zraněné oblasti. Connell et al (2004).**



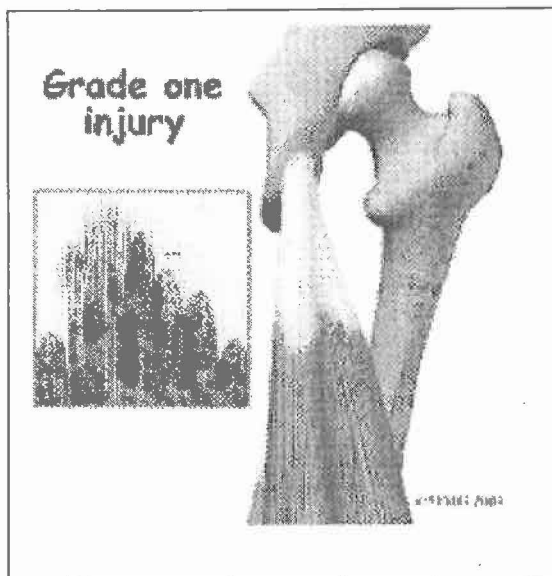
**Obr. 11 Avulze skupiny hamstringů s patrným hematomem a edémem n. ischiadicus na koronálním pohledu dle Kwong, Patel (2006).**



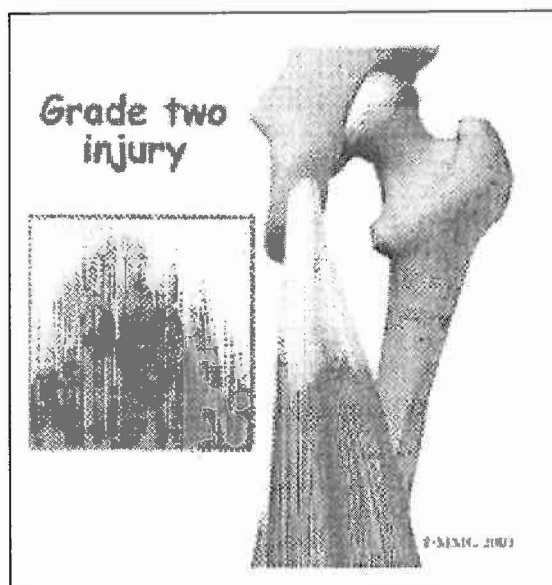
Obr. 12 Rozložení zranění m. semitendinosus a dlouhé hlavy m. biceps femoris získaných na základě MRI dle De-Smet a Best (2000).



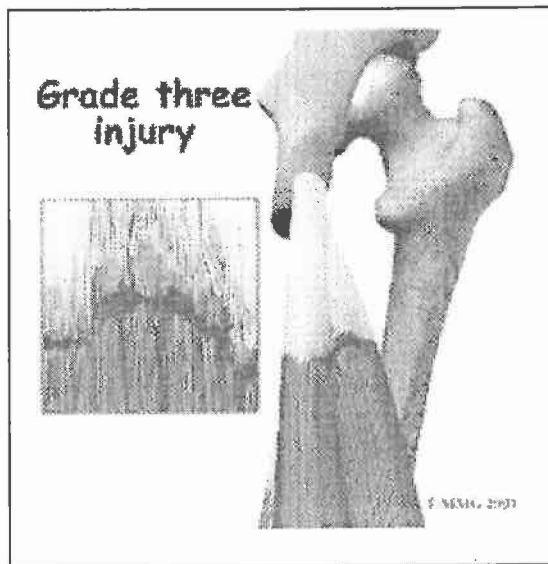
Obr. 13 Rizikové oblasti m. semitendinosus pro vznik zranění dle De-Smet a Best (2000).



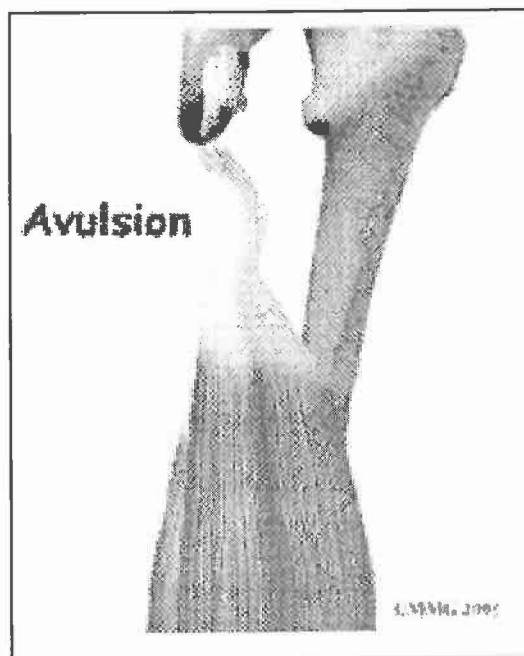
Obr. 14 Zranění hamstringů – stupeň 1. Avioli et al. (2003).



Obr. 15 Zranění hamstringů – stupeň 2. Avioli et al. (2003).



Obr. 16 Zranění hamstringů – stupeň 3. Avioli et al. (2003).



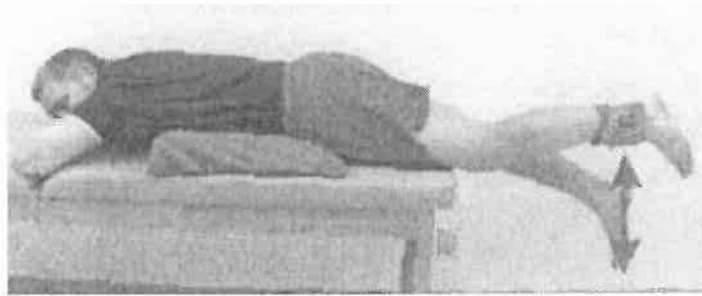
Obr. 17 Avulze hamstringů. Avioli et al. (2003).



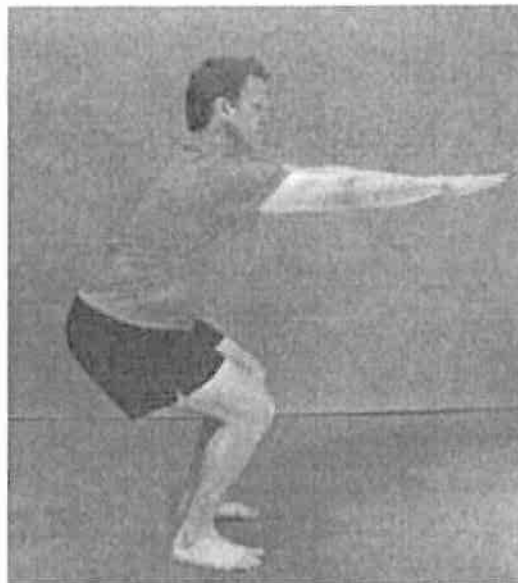
**Obr. 18** Cvičení s TheraBandem dle Pavlů (2004). Flekční vzorec 1. diagonály pro DK, konečná poloha.



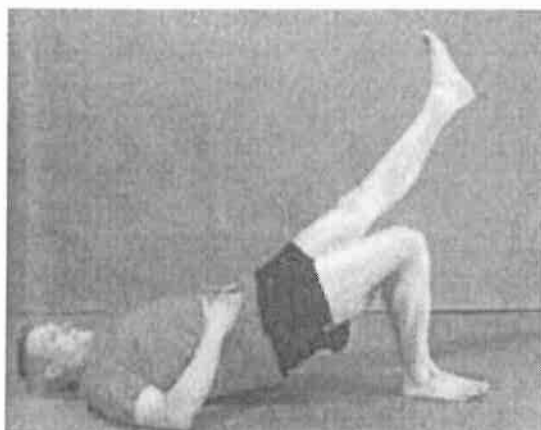
**Obr. 19** Cvičení s TheraBandem dle Pavlů (2004). Extenční vzorec 1. diagonály pro DK, výchozí poloha.



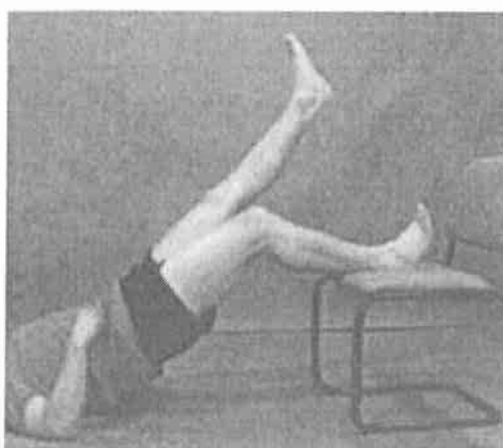
Obr. 20 „Hamstring flicks“ dle Jackson (2000).



Obr. 21 Squat dle Brukner, Khan (2007).

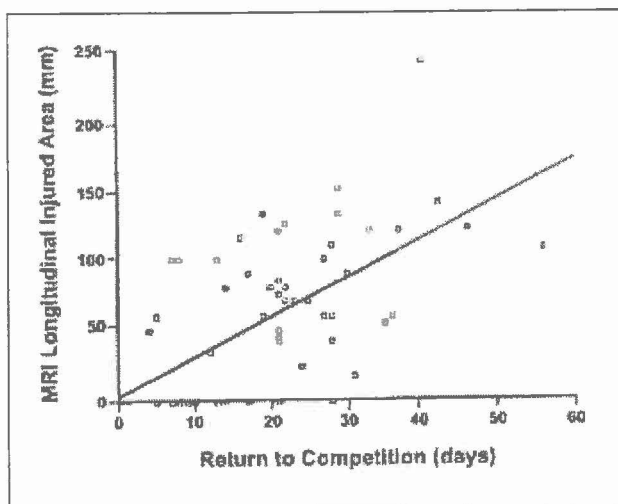


Obr. 22 „One-legged bridging“ dle Brukner, Khan (2007).



Obr. 23 Stabilizační cvičení a cvičení „hbitosti“, tzv. „Bridge catch“ dle Brukner, Khan (2007).





Obr. 24 Graf vyjadřující poměr longitudinální délky zranění a počtu dní potřebných k návrtu k soutěži dle Connell et al. (2004). Spearmonův korelační koeficient byl 0,58.



**Obr. 25 Cvičení Nordic hamstring dle Carruthers, Sancturay (2007).**



**Obr. 26 Cvičení Nordic hamstring dle Brukner a Khan (2007).**

## TABULKOVÁ ČÁST

Vyvážení aktivačních vzorců – optimalizace časování a velikosti momentu síly
- mezi hamstringy a mm. vasti (preaktivace hamstringů)
- mezi laterálními a mediálními hamstringy
- mezi m. vastus medialis a m. vastus lateralis
- mezi m. quadriceps femoris a mm. gastrocnemii

**Tab. 1 Faktory dynamické podpory funkce předního zkříženého vazů dle Mayera a Smékala (2004).**

Natržení hamstringů	Přenesená bolest
Náhlý nástup	Náhlá nebo s postupným nástupem pocitu tuhosti
Střední až výrazná bolest	Obvykle méně vážná bolest, mohou být křeče a „bodavá“ bolest
Neschopnost běhu, obtížná chůze	Chůze a běh většinou bez bolesti
Výrazně omezená protažitelnost	Minimální změny v protažitelnosti
Výrazně omezená síla proti odporu	Maximální nebo téměř normální svalová síla proti odporu
Lokální hematom, krvácení	Žádné místní příznaky
Místní citlivost na tlak	Variabilní citlivost, obvykle nespecifická
Negativní slump testy	Často pozitivní slump testy
Možnost přítomnosti gluteálních trigger pointů	Gluteální trigger point, který způsobuje bolest hamstringů při palpaci
Abnormality v oblasti bederní páteře nebo příznaky sakroiliakální	Často abnormality v oblasti bederní páteře a sakroiliakální příznaky
Nález na UZ/MRI	Normální UZ/MRI

**Tab. 2 Klinické rysy zranění hamstringů a přenesené bolesti dle Brukner a Khan (2007).**

vlastnosti	typ řízené pohybové aktivity (tréninkového režimu)		
	vytrvalostní	rychlostní	silový
<b>strukturní:</b>			
- transformace typu	II C - I	I - II C	-
svalových vláken	II B - II A		
- počet krevních kapilár na svalové vlákno	zvyšuje se	?	?
- povrch mitochondriálních membrán	zvětšuje se	zvětšuje se	snižuje se
- příčná area svalových vláken	variabilní	zvětšuje se	zvětšuje se
- denzita tubulárního systému	nemění se	?	?
-Ca <sup>2+</sup> transportní kapacita	snižuje se	?	?
<b>metabolické:</b>			
- ATP + CP	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- glykogen	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- triglyceridy	zvyšují se	zvyšují se	zvyšují se
- myoglobin	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- štěpení makroergních fosfátů	?	rychlejší	rychlejší
- glykolýza	snižuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- oxidace glycidů	zvyšuje se	zvyšuje se	zvyšuje se
- oxidace volných mastných kyselin	zvyšuje se	?	?
- syntéza glykogenu	zvyšuje se	?	?
- tvorba alaninu z kys. pyrohroznové	zvyšuje se	?	?

Tab.3 Vliv odlišného řízení pohybové aktivity (tréninkového režimu) na strukturní a metabolické vlastnosti kosterního svalu dle Howald (1982).

<b>Doba</b>	<b>Aktivita</b>
6 hodin	Začíná fragmentace zraněných vláken svalu
1-4 dny	Objevují se sfibroblasty
1 týden	Schopnost produkovat svalové napětí je značně redukována
7-11 dní	Pevnost v tahu dosahuje téměř normálních hodnot
10 dní	Ve zraněné oblasti je patrná přítomnost velkého množství fagocytujících buněk, primárně mikrofágů
13 dní	Je patrná regenerace myotubul
18 dní	Objevují se „cross-striated“ („příčně pruhovaná“) svalová vlákna
6 týdnů – 6 měsíců	Schopnost kontrakce dosahuje 90% „normální kontrakce“

**Tab. 4 Průběh svalového hojení dle Houglum (2005).**

<b>Akutní fáze – prvních 48 hodin</b>
RICE
Časná mobilizace
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bezbolestná, aktivní extenze kolena v sedě, s následnou aplikací ledu na 10-15 min</li> </ul>
<b>Následná léčba</b>
Strečink
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hamstringy</li> <li>▪ Antagonistické svaly <ul style="list-style-type: none"> <li>• M. quadriceps femoris</li> <li>• M. iliopsoas</li> </ul> </li> <li>▪ Posilování <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hamstringy <ul style="list-style-type: none"> <li>- koncentricky</li> <li>- excentricky</li> </ul> </li> <li>• Hýžd'ové svaly a m. adductor magnus</li> </ul> </li> <li>▪ Léčba měkkých tkání <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hamstringy</li> <li>• Trigger pointy gluteálních svalů</li> </ul> </li> <li>▪ Neurální strečink</li> <li>▪ Mobilizace páteře</li> <li>▪ „cross-training bike“</li> <li>▪ Běžecský program</li> <li>▪ Program stabilizace</li> </ul>

**Tab. 5 – Management léčby zranění hamstringů dle Brukner a Khan (2007).**

1.	Klus 2 km		
2.	2 km se střídáním úsilí do maxima 75%		
3.	Letmé úseky, zrychlení 40 m, konstantní rychlost 20 m (čas 3,5 s), decelerace 40 m (3×)		
	35 m	20 m	35 m (3×)
	30 m	20 m	30 m (3×)
	25 m	20 m	25 m (3×)
	20 m	20 m	20 m (3×)
	15 m	20 m	15 m (3×)
4.	Letmé úseky, zrychlení 40 m, konstantní rychlost 20 m (čas 2,5 s), decelerace 40 m (3×)		
	35 m	20 m	35 m (3×)
	25 m	20 m	25 m (3×)
	20 m	20 m	20 m (3×)
	15 m	20 m	15 m (3×)
	10 m	20 m	10 m (3×)
5.	Běh za míčem – nesoutěžit (5×)		
6.	Běh za míčem – soutěžit (5×)		
7.	Běh a zvednutí míče – soutěžit (5×)		

Tab. 6 - Progresivní běžecký program při zranění hamstringů dle Brukner, Khan (2007).

## ANKETNÍ ŠETŘENÍ

### Anonymní anketa pro potřeby diplomové práce

Zpracovala: Bc. Iva Hnáťová, studentka fyzioterapie FTVS UK v Praze

Anketa slouží pro potřeby diplomové práce a údaje z ní získané nebudou dále rozšiřovány

#### Téma:

### Zranění svalů zadní strany stehna a přístup k tomuto zranění u vrcholových sportovců.

(Vaši odpověď zakřížkujte do )

Sportovní odvětví: házená  basketbal  fotbal  atletika

1. Potýkal/-a jste se během posledních 2 let s problémy se svaly zadní strany stehna?

A) Ano  B) Ne

2. Bylo nutné ošetření lékařem?

A) Ano  B) Ne

3. Kdy došlo k projevu obtíží či k samotnému zranění?

A) Během zápasu  a) v průběhu 1. poloviny utkání  b) v průběhu 2. poloviny utkání

B) Při tréninku

Pokud při tréninku, při jaké aktivitě k tomu došlo – výběr:

a) Trénink rychlosti  d) Při strečinku

b) Trénink vytrvalosti

e) Ani jedna varianta nevyhovuje (prosím o

c) Trénink síly

její upřesnění).....

4. Jak jste tyto akutní obtíže léčil/-a?

A) Klid a ledování

B) Klid, ledování, komprese elastickým obinadlem či tejpem

C) Klid, ledování, komprese elastickým obinadlem či tejpem, vyvýšená poloha končetiny, léčba medikamentózní (Ibuprofen či jiné nesteroidní protizánětlivé látky)

D) Pouze kompresí elastickým obinadlem, se kterým bylo možné sportovat

E) Nebylo potřeba tyto obtíže léčit, nebyly nijak výrazné

F) Jinak  .....

5. Jak dlouho tyto obtíže trvaly, než bylo možné začít trénovat na stejné úrovni jako před vznikem obtíží?

A) Několik dní

B) Týden

C) 2 týdny

D) 1 měsíc

E) Déle (uved'te prosím jak dlouho).....

6. Měl/-a jste opakované obtíže se zadní stranou stehna po návratu do tréninkového procesu?

A) Ano, ihned po návratu do tréninku, resp. soutěže (1.-14. den po zranění)

B) Ano, během 1. měsíce (po zranění)

C) Ano, během 2.-4. měsíce (po zranění)

D) Ano, během 4.-6. měsíce (po zranění)

E) Ano, během 1 roku (po zranění)

F) Ano, po době delší 12 měsíců (po zranění)

G) Ne, k návratu obtíží/zranění nedošlo (po zranění)

Děkuji za ochotu vyplnit tuto anketu. Přeji mnoho úspěchů ve Vaší sportovní kariéře.