

**POROVNANIE EXCENTRICKEJ SVALOVEJ SILY ZADNÝCH STEHENNÝCH SVALOV
U PROFESIONÁLNYCH HOKEJISTOV A FUTBALISTOV
A JEJ VPLYV NA RIZIKO ZRANENIA
A COMPARISON OF ECCENTRIC HAMSTRINGS MUSCLE STRENGTH IN ELITE HOCKEY
PLAYERS AND FOOTBALL PLAYERS AND ITS IMPACT
ON THE RISK OF HAMSTRING STRAINS**

LÍŠKA Dávid^{1,4}, ŠVANTNER Roman^{1,5}, BRÜNN David^{1,5}, PUPIŠ Martin⁵

¹ Fit factory, Nemce

² Slovenská zdravotnícka univerzita, Fakulta zdravotníctva so sídlom v Banskej Bystrici, Banská Bystrica

³ Vojenské športové centrum DUKLA Banská Bystrica, Banská Bystrica

⁴ Fox rehabsport s.r.o., Banská Bystrica

⁵ Filozofická fakulta, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica

ABSTRAKT

Úvod: Zranenie zadných stehenných svalov v športe predstavuje významný problém, ktorý je spojený s výraznými ekonomickými nákladmi a vysokými požiadavkami na športovú rehabilitáciu. Dôležitú úlohu v prevencii zohráva excentrická svalová sila zadných stehenných svalov.

Cieľ: Hlavným cieľom práce je otestovať veľkosť excentrickej svalovej sily zadných stehenných svalov u profesionálnych hokejistov v porovnaní s profesionálnymi futbalistami. Ďalším cieľom je zistiť riziko zranenia u oboch skupín.

Metódy: NordBord Hamstring Testing System je prístroj založený na meraní excentrickej a izometrickej sily hamstringu. NordBord sa zameriava hlavne na excentrickú svalovú silu, ktorá sa prejavuje počas cvičenia s názvom „nordic hamstring“.

Súbor: Testovaný súbor tvorili profesionálni hokejisti (n = 30) a profesionálni futbalisti (n = 30). Priemerný vek v skupine hokejistov bol 26,3 rokov. Minimálny vek bol 19 rokov a maximálny vek 37. Priemerná hodnota BMI bola 26. Priemerný vek v skupine futbalistov bol 25 rokov. Minimálny vek bol 18 rokov a maximálny vek 38. Priemerná hodnota BMI bola 23.

Výsledky: Priemerné hodnoty excentrickej svalovej sily u hokejistov boli na ľavom zadnom stehennom svalu 419,8 N (SD ± 65,4) a na pravom zadnom stehennom svalu 420,9 N (SD ± 58,2). U futbalistov dosahovali priemerné hodnoty excentrickej svalovej sily nasledovné hodnoty: ľavý zadný stehenný sval 419,6 N (SD ± 44,7), pravý zadný stehenný sval 428,6 N (SD ± 49,8). Štatistickú významnosť sme porovnávali medzi excentrickou svalovou silou zadných stehenných svalov hokejistov a futbalistov. Medzi testovanými skupinami nebol zaznamenaný štatistický významný rozdiel.

Záver: Rozdiel excentrickej svalovej sily medzi futbalistami a hokejistami nebol významný. Vysoké riziko zranenia zadných stehenných svalov bolo zaznamenané u ôsmich futbalistov a šiestich hokejistov.

Kľúčové slová: Zadný stehenný sval. Zranenie zadného stehenného svalu. Excentrická svalová sila. Prevencia.

ABSTRACT

Background: An injury of posterior thigh muscles in sport is a significant problem, which is associated with significant economic costs and high demand for sport rehabilitation. Exercise for eccentric muscle strength of the posterior thigh muscles plays an important role in prevention.

Objective: The main goal of our study is to compare eccentric muscle strength of the posterior thigh muscles in elite hockey players and elite football players, and also to identify the risk of injury in both groups.

Methods: NordBord Hamstring Testing System is an equipment designed to measure eccentric and isometric strength of hamstrings. Nordbord's main focus is on the eccentric muscle strength in exercise which is called Nordic Hamstring.

Sample: Our sample included professional hockey players (n = 30) and professional footballers (n = 30). The average age of hockey players was 26.3 years. The minimum age was 19 years and the maximum age was 37. The average BMI was 26. The average age in the football team was 25 years. The minimum age was 18 years and the maximum age was 38. The average BMI was 23.

Results: Mean values of eccentric muscle strength in hockey players were 419.8 N (SD ± 65.4) on the left posterior thigh muscle and 420.9 N (SD ± 58.2) on the right posterior thigh muscle. In footballers, the average values of eccentric muscle strength were as follows: left posterior thigh muscle 419.6 N (SD ± 44.7), right posterior thigh muscle 428.6 N (SD ± 49.8). The statistical significance was compared between the eccentric hamstrings muscle strength of the hockey players and the football players. There was no statistically significant difference between the groups tested.

Conclusion: The difference of eccentric hamstrings muscle strength between football players and hockey players was not significant. A high risk of hamstring injury was seen in eight football players and six hockey players.

Key words: Hamstring. Hamstring injury. Eccentric muscle strength. Prevention.

ÚVOD

Zadné stehenné svaly patria medzi biartikulárne svaly (Líška, 2019). Medzi zadné stehenné svaly zaraďujeme *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus* a *m. semimembranosus*. Funkcia zadných stehenných svalov je extenzia v bedre a flexia v kolene. Zranenie zadných stehenných svalov je pomerne častým zranením najmä pri športe. Zranenie adných ste-

henných svalov sa často vyskytuje v bežeckých, skokanských či šprintérskych disciplínach. Pomerne často dochádza k ich zraneniu aj vo futbale. Petersen et al. (2005) uvádzajú, že 12 % až 16 % zranení vo futbale obsiahnu práve zranenia zadných stehenných svalov. Dĺžka zranenia zadných stehenných svalov variuje od niekoľko dní až po niekoľko mesiacov (Malinovský, 2017). Najčastejšie sa zranenia zadných stehenných svalov stávajú pri decelerácii v extenzii. Rizikové faktory vzniku poranenia môžeme definovať ako externé a interné (Andreánsky, 2018). Medzi potencionálne faktory vzniku zranenia patrí nedostatočné rozcvičenie a predchádzajúce zranenie zadných stehenných svalov. Potencionálne riziko vzniku zranenia predstavuje aj oslabená excentrická svalová sila zadných stehenných svalov (Sato, 2011). Excentrická svalová aktivita patrí k základným svalovým aktivitám spolu s koncentrickou a izometrickou (Orenčák, 2015). Medzi rizikové faktory sa zaraďuje aj oslabená lumbopelvickej stabilizácia (Líška, 2019). Najčastejšie zranenia zadných stehenných svalov postihujú dlhú hlavu *m. biceps femoris* (Timmins et al., 2010). Zranenia zadných stehenných svalov podľa mechanizmu rozdeľujeme na priame (lacerácia, kontúzia) a nepriame (kompletné, nekompletné). Podľa stupňa závažnosti na ľahké, stredné, ťažké. Cieľom rehabilitácie zranenia zadných stehenných svalov je obnoviť poškodenú funkciu v čo najkratšom čase. Rehabilitačná fáza je rozdelená na niekoľko častí a to akútne, subakútne, fáza remodelácie, funkčná fáza a fázu návratu (Líška, 2019). Do rehabilitácie je možné zaradiť aj preventívnu časť (Frčová, 2018).

Hokej patrí medzi rizikové športy s vysokou prevalenciou a incidenciou jednotlivých zranení. Podľa Hollandera et al. (2018) je výskyt jednotlivých zranení oveľa vyšší ako v iných športoch, najmä zranení dolných končatín. Korčuľovanie predstavuje pomerne novú formu lokomócie pre človeka (Buchtelová, 2016; Sigmund, 2016). Hokejisti sa spoliehajú na reaktívnu silu, ktorá je vyvolaná kolmo na nôž korčule (Bežák, 2017). Pri korčuľovaní sa môže korčuliar extrarotáciou v bedrovom kĺbe, naklonením korčule na hranu pomocou pronácie nohy a zatlačením do vnútornej hrany noža vyvolať veľkú reaktívnu silu potrebnú pre pohyb dopredu (Gemmel, 2019).

Futbal predstavuje šport s najvyššou prevalenciou zranení zadných stehenných svalov. Najčastej-

šie sa toto zranenie prejavuje pri šprinte. Futbal vyžaduje veľkú diverzitu vykonávaného pohybu. Futbalista počas zápasu strieda viacero druhov pohybu pričom každá je v inom percentuálnom zastúpení, čo závisí od pozície hráča na poli. Typy pohybov, ktoré hráči využívajú počas zápasu, môžeme rozdeliť nasledovne: chôdza tvorí približne 24-31%, poklus má najväčšie percentuálne zastúpenie (36%), 20% tvorí striedavá chôdza, šprinty 11%, beh dozadu a pohyb s držaním lopty 2%.

Vzhľadom na vysokú prevalenciu zranení zadných stehenných svalov sme sa rozhodli otestovať veľkosť excentrickej svalovej aktivity u profesionálnych futbalistov a hokejistov a ďalším cieľom bolo určiť riziko zranenia.

CIEĽ

Cieľom práce je otestovať veľkosť excentrickej svalovej sily zadných stehenných svalov u profesionálnych hokejistov v porovnaní s profesionálnymi futbalistami. Ďalším cieľom je zistiť riziko zranenia u oboch skupín.

SÚBOR

Testovaný súbor tvorili profesionálni hokejisti ($n = 30$) a profesionálni futbalisti ($n = 30$). Podmienkou výberu probandov bola účasť v reprezentácii alebo v najvyššej súťaži daného športu. Športovci nesmeli mať akútne ani chronické ochorenie pohybového aparátu, ktoré by ovplyvnilo testovanie. Priemerný vek v skupine hokejistov bol 26,3 rokov. Minimálny vek bol 19 rokov a maximálny vek 37. Priemerná hodnota BMI bola 26. Najnižšia hodnota BMI bola 22,1 a najvyššia hodnota BMI bola 29,9. Deväti hokejisti boli členmi slovenskej hokejovej reprezentácie, šiesti hráči hrali v NHL, traja hráči v KHL, štrnásť hráčov v Tipsport lige, dvaja hráči v českej najvyššej lige, jeden hráč hral v AHL, NCAA, Švédsku a dvaja hráči vo Francúzsku.

Priemerný vek v skupine futbalistov bol 25 rokov. Minimálny vek bol 18 a maximálny vek 38. Priemerná hodnota BMI bola 23, najnižšia hodnota BMI bola 19,88 a najvyššia hodnota BMI bola 25,9. Šesť futbalistov bolo členmi slovenskej futbalovej reprezentácie, dvadsaťtri hráčov hralo slovenskú najvyššiu ligu, jeden hráč hral českú najvyššiu súťaž, jeden hráč hral belgickú ligu, taliansku ligu, izraelskú ligu, cyperskú ligu, katarskú ligu a poľskú ligu.

METÓDY

NordBord: *NordBord Hamstring Testing System* je prístroj (Obr. 1) založený na meraní excentrickej a izometrickej sily hamstringu. *NordBord* je vytvorený spoločnosťou *Vald Performance* so sídlom v austrálskom Brisbane. Tvorcami nordbordu sú Dr. Anthony Sídle a Dr. David Opar. Väčšinu plochy *NordBordu* tvorí plocha, kde probandi kľáčia. Testovaný jedinec si členky zaprie do hákov a potom môže vykonávať požadovaný pohyb na testovanie jednotlivkej excentrickej alebo izometrickej svalovej aktivity. V týchto hákoch je senzor, ktorý meria veľkosť svalovej aktivity v jednotkách Newton. Pre úspešnú realizáciu testu musia byť senzory zariadenia *NordBord* v kolmej pozícii so zemou. *Nordbord* sa zameriava na excentrickú svalovú silu, ktorá sa prejavuje počas cvičenia s názvom „*nordic hamstring*“. *NordBord* umožňuje testovanie v iných cvičeniach na zadný stehenný sval ako *Razor Curl*; v 30- stupňoch a v 60-stupňoch. *NordBord* tiež umožňuje zmerať izometrickú aktiváciu zadných stehenných svalov. Výhodou *NordBordu* je rýchlosť testovania.

Softvér *NordBord*: Softvér *NordBord* má dve samostatné platformy a to *scorebord* a *dashbord Scorebord* dáva testujúcemu a športovcovi spätnú väzbu v reálnom čase o tom, akou veľkou silou pôsobí. *Scorebord* porovnáva rozdiel medzi pravou a ľavou dolnou končatinou. *Scorebord* je možné využiť na zobrazenie predchádzajúcich výsledkov. Zobrazenie predchádzajúcich výsledkov tiež môže slúžiť ako motivačný faktor. *Scorebord* je možné premietnuť na veľkú obrazovku alebo na tablet. Platforma *dashbord* slúži na ukladanie dosiahnutých výsledkov. Prístup je možné získať pomocou nainštalovaného softvéru *Vald Performance*. V tejto platforme je možné porovnávať výsledky športovcov medzi sebou. Systém tiež umožňuje exportovať údaje do formátu excel.



Obrázok 1 NordBord (*Vald performance*)

Testovací protokol: Pred testovaním probandi realizovali rozcvičenie, ktoré pozostávalo zo štyroch komponentov:

- rozohriatie na stacionárnom bicykli v rozsahu 5 minút,
- aktivácia sedacích a zadných stehenných svalov (theraband, cvičenie *gluteus bridge*),
- dynamický strečing a
- individuálne rozcvičenie a potenciácia (výskoky, šprinty).

Probanda sme následne inštruovali o optimálnom prevedení testu, upozornili sme na jeho špecifiká a názorne sme realizovali ukážku. Po zaujatí správnej pozície v sekcii *ScoreBord* vyplníme údaj o pozícii kolien, odľahčíme senzory a spustíme testovanie na príslušnom zariadení so softvérom iOS. Testovaní majú počas celého trvania testu k dispozícii náhľad na aktuálny priebeh testu na obrazovke iPad. Od testu *Nordic Hamstring* vyžadujeme počas celej jeho realizácie udržanie línie medzi kolenným, bedrovým a ramenným kĺbom probandov (obrázok 2). V prípade odklonu od optimálnej techniky, probanda v priebehu testu napomínáme resp. test opakujeme. Každý testovaný má na dosiahnutie svojho maximálneho výkonu dve opakovania.

Určenie rizika zranenia: Ako prípady vysokej pravdepodobnosti vzniku zranenia zadných stehenných svalov u hokejistov a futbalistov sme označili tých, u ktorých bola zaznamenaná hodnota excentrickej svalovej sily zadných stehenných svalov pod 350 N. Ďalším rizikovým faktorom, ktorý sme si zvolili, bol nepomer excentrickej svalovej sily zadných stehenných svalov medzi pravou a ľavou dolnou končatinou. Za rizikový z pohľadu pravdepodobnosti zranenia sme si určiť nepomer nad 10 %.

Štatistické metódy: Použili sme základne formy deskriptívnej štatistiky. Vyhodnocovali sme rozsah súboru (n), medián, modus, priemer, smerodajnú odchýlku (SD). Využili sme tiež minimálnu a maximálnu hodnotu. Na vyhodnotenie rozptylu bol zvolený dvojjvýberový F test pre rozptyl. Na vyhodnotenie štatistickej signifikantnosti sme zvolili dvojjvýberový t-test s nerovnosťami rozptylov. Vyhodnotili sme štatistickú signifikantnosť na hladine významnosti $p < 0,05$. Štatistiku sme vyhodnocovali v programe Microsoft EXCEL.



Obrázok 2 Testovanie NordBord

VÝSLEDKY

Hlavné porovnanie tvorilo porovnanie excentrickej svalovej sily zadného pravého a ľavého stehenného svalu u hokejistov a futbalistov.

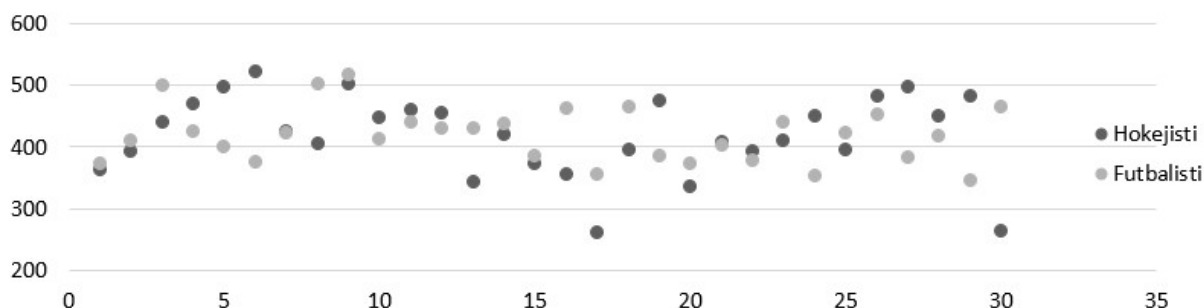
Hokejisti: Priemerné hodnoty excentrickej svalovej sily na ľavom zadnom stehennom svale u hokejistov boli 419,8 N (SD ± 65,4). Minimálna hodnota testovania bola 261 N a maximálna hodnota testovania bola 524 N. Medián hodnôt testovania bol 424 N a modus hodnôt testovania bol 497 N. Priemerné hodnoty excentrickej svalovej sily na pravom zadnom stehennom svale u hokejistov boli 420,9 N (SD ± 58,2). Minimálna hodnota testovania bola 283 N a maximálna hodnota testovania bola 528 N. Medián hodnôt testovania bol 422 a modus hodnôt testovania bol 477 N.

Futbalisti: Priemerné hodnoty excentrickej svalovej sily na ľavom zadnom stehennom svale u futbalistov boli 419,6 N (SD ± 44,7). Minimálna hodnota testovania bola 346 N a maximálna hodnota testovania bola 519 N. Medián hodnôt testovania bol 420,5 N a modus hodnôt testovania bol 386 N. Priemerné hodnoty excentrickej svalovej sily na

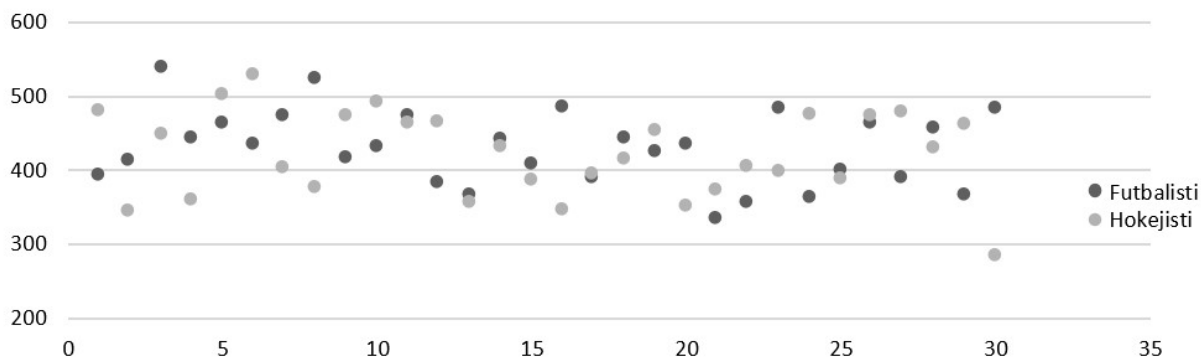
pravom zadnom stehennom svale u futbalistov boli 428,6 N (SD ± 49,8). Minimálna hodnota testovania bola 334 N a maximálna hodnota testovania bola 538 N. Medián hodnôt testovania bol 432, N a modus hodnôt testovania bol 462 N.

Štatistická významnosť: Štatistickú významnosť sme porovnávali medzi excentrickou svalovou silou zadných stehenných svalov hokejistov a futbalistov. Výsledky sú zaznamenané v grafoch 1–4. Testovali sme rozdiely medzi pravou a ľavou dolnou končatinou. Medzi testovanými skupinami nebol zaznamenaný štatistický významný rozdiel.

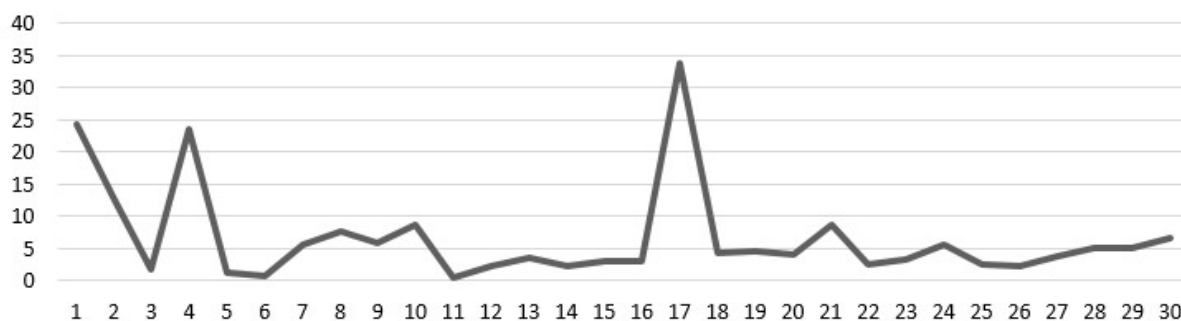
Priemerný rozdiel medzi ľavou a pravou excentrickou silou zadného stehenného svalu u hokejistov bol 6,6 %. Najnižšie zaznamenaný bol rozdiel 0,4 % a najvyššie zaznamenaný rozdiel bol 33,8 %. U štyroch hokejistov bolo zaznamenané vysoké riziko zranenia vzhľadom na nepomer medzi pravým a ľavým zadným stehenným svalom. Z pohľadu nízkej excentrickej svalovej sily bolo vysoké riziko u troch hokejistov. Z toho jeden mal vysoké riziko aj z pohľadu svalového nepomeru. Celkový počet hokejistov s vysokým rizikom zranenia bol 6.



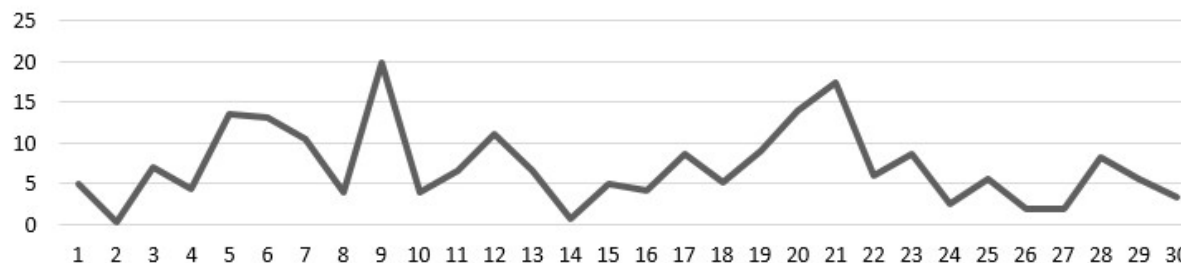
Graf 1 Porovnanie hodnôt excentrickej svalovej sily ľavého zadného stehenného svalu u hokejistov a futbalistov. Legenda: Na spodnej osi je číslo testovaného jedinca. Na ľavej osi je dosiahnutá excentrická svalová sila ľavého zadného hamstringu v jednotke Newton



Graf 2 Porovnanie hodnôt excentrickej svalovej sily pravého zadného stehenného svalu u hokejistov a futbalistov. *Legenda:* Na spodnej osi je číslo testovaného jedinca. Na ľavej osi je dosiahnutá excentrická svalová sila pravého zadného hamstringu v jednotke Newton



Graf 3 Porovnanie rozdielu medzi pravým a ľavým zadným stehenným svalom u hokejistov. *Legenda:* Na spodnej osi je číslo testovaného probanda. Na ľavej osi je percentami vyjadrený rozdiel medzi excentrickou aktivitou zadných stehenných svalov



Graf 4 Porovnanie rozdielu medzi pravým a ľavým zadným stehenným svalom u futbalistov. *Legenda:* Na spodnej osi je číslo testovaného probanda. Na ľavej osi je percentami vyjadrený rozdiel medzi excentrickou aktivitou zadných stehenných svalov

Priemerný rozdiel medzi ľavou a pravou excentrickou silou zadného stehenného svalu bol 7,1 % u futbalistov. Najnižšie zaznamenaný bol rozdiel 0,2 % u futbalistov a najvyššie zaznamenaný rozdiel bol 19,9 % u futbalistov. U siedmich futbalistov bolo zaznamenané vysoké riziko zranenia vzhľadom na nepomer medzi pravým a ľavým zadným stehenným svalom. Z pohľadu nízkej excentrickej svalovej sily bolo vysoké riziko zranenia u dvoch

futbalistov. Jeden futbalista z toho mal vysoké riziko aj z pohľadu svalového nepomeru. Celkový počet futbalistov s vysokým rizikom zranenia bol 8.

DISKUSIA

Pre vysokú prevalenciu jednotlivých zranení zadných stehenných svalov sa vedú rozsiahle diskusie o preventívnych možnostiach vzniku tohto zranenia. Významnú úlohu v prevencii zohráva veľkosť

excentrickej svalovej sily a pomer svalovej sily medzi pravou a ľavou dolnou končatinou. Dôležitý je tiež rozdiel medzi *m. quadricepsom femoris* a zadnými stehennými svalmi (Líška, 2018). Timmins et al. (2016) sa rozhodli spraviť analýzu dostupných údajov a pomenovať rizikové faktory, ktoré sú spojené s rizikom zranenia zadných stehenných svalov pri športe. Okrem iného bola sledovaná aj samotná architektúra svalov pomocou ultrazvuku. Do štúdie bolo zaradených 152 futbalistov. Rizikové faktory u týchto futbalistov predstavovali slabú excentrickú svalovú silu zadných stehenných svalov a tiež skrátenie fasciklov dlhej hlavy *m. biceps femoris*.

V našej štúdií výsledky veľkosti excentrickej svalovej sily boli bez štatisticky významného rozdielu medzi hokejistami a futbalistami. Vysvetľujeme si to podobnými silovými požiadavkami na excentrickú svalovú silu zadných stehenných svalov pri hokeji a vo futbale. Na druhej strane dôležitú úlohu zohráva typológia samotného tréningového procesu, ako len určitý druh športu.

Osem futbalistov z našej štúdie malo vysoké riziko zranenia. Toto riziko pozostávalo najmä z nepomeru medzi pravým a ľavým zadným stehenným svalom u siedmich futbalistov. Veľkosť excentrickej svalovej aktivity u futbalistov bola nižšia len u dvoch futbalistov. Vysoké riziko zranenia zadných stehenných svalov bolo zaznamenané u šiestich hokejistov. Z toho štyria mali nižšiu excentrickú silu zadných stehenných svalov a traja vysoký nepomer. Jeden hokejista mal aj nízku excentrickú svalovú silu aj nepomer, čo podľa nás môže znamenať najrizikovejší prípad.

Známy cvičením pri prevencii zranení zadných stehenných svalov je „*nordic hamstring*“. Dôležitú úlohu pri prevencii zohráva nielen správne svalové načasovanie, ale aj samotná architektúra a morfológia zadných stehenných svalov. Cieľom štúdie od Bourne et al. (2017) bolo zistiť efektivitu *nordic hamstringu* na dlhú hlavu bicepsu. Štúdia trvala 10 týždňov. Dĺžka svalových fasciklov bola vykonávaná pomocou ultrazvuku. V porovnaní so základným vyšetrením sa predĺžili fascikle dlhej hlavy *m. biceps femoris*. Podobné zmeny boli aj pri *m. semitendinosus*. Rovnaké výsledky boli zaznamenané aj v skupine, ktorá robila cvičenie s názvom „*hip extension*“. Toto cvičenie malo zároveň aj lepší efekt na svalovú hypertrofiu dlhej hlavy bicepsu.

Benefit excentrických cvičení nie je len v ovplyvnení celkovej svalovej sily a dĺžky svalov

vých fasciklov ale je aj v ovplyvnení samotnej neuromuskulárnej aktivity s potencionálnym ovplyvnením neuroplasticity (Duchateau, 2014; Bartolčíčová, 2019). Pravidelné excentrické cvičenie tiež môže prispievať k motorickému učeniu a podpore neurogenézy (Kodádová, 2019).

Zranenia zadných stehenných svalov so sebou prinášajú logicky zmeny spojené s funkciou svalu. Cieľom analýzy od Maniar et al. (2015) bolo zistiť efekt predchádzajúceho zranenia na funkciu zadných stehenných svalov z pohľadu svalovej sily a flexibility. Zahrnuté boli údaje z databáz ako PubMed, CINAHL, SPORTDiscus, Cochrane Library, Web of Science and EMBASE. Celkovo bolo v štúdií zahrnutých 898 ľudí (802 mužov, 96 žien) po zranení zadných stehenných svalov. Na diagnostiku boli využité metódy ako klinické vyšetrenie, dotazník, MRI a ultrazvuk. Koncentrické zníženie svalovej sily bolo zaznamenané v 60 stupňoch, avšak nie v 180 stupňoch, alebo 30 stupňoch. Signifikantný deficit bol zaznamenaný pri znížení excentrickej svalovej sily. Nižšia izometrická svalová sila bola zaznamenaná obvykle do 7 dní od zranenia. Po 40.-50. dňoch tento rozdiel už nebol detekovaný. U niektorých pacientov prišlo k normalizácii aj skôr. Deficit koncentrickej a excentrickej svalovej sily perzistoval aj po návrate k športovej aktivite, avšak tento rozdiel je možné ovplyvniť samotnými cvičeniami zameranými na zlepšenie špecifickej funkcie zadných stehenných svalov.

Vysoká prevalencia zranení zadných stehenných svalov sa nájde pri atletickej chôdzi (Czaková, 2018). Ďalším zo športov s najväčšou prevalenciou zranení je rugby. Jedným z najčastejšie vyskytujúcich sa zranení je tiež zranenie zadných stehenných svalov. Bourne et al. (2015) sa rozhodli otestovať vplyv excentrickej svalovej sily zadných stehenných svalov na riziko zranenia. Celkovo bolo do štúdie zahrnutých 178 hráčov rugby. U 20 hráčov rugby sa objavilo zranenie zadného stehenného svalu počas testovacej periódy. Podľa Bourne et al. bola nízka excentrická svalová sila a dysbalancia zadných stehenných svalov spojená so vznikom zranenia zadných stehenných svalov.

Rizikový faktor excentrickej svalovej sily zadných stehenných svalov a ruptúry testoval tiež Opar et al. (2015). Testovali 210 profesionálnych futbalistov. Čez testovacie obdobie bolo zaznamenaných 28 prípadov zranenia zadných stehenných svalov. Rizikový faktor vzniku zranenia bol vysoký u športovcov, ktorí mali zníženú excentrickú svalovú silu

zadných stehenných svalov pod 250 N. Toto riziko zranenia sa zvyšovalo vekom. Podľa Opara et al. predstavuje nízka excentrická svalová sila zadných stehenných svalov rizikový faktor vzniku zranenia. V našej štúdií bolo riziko zranenia určené pod 350 N. Rozdielnosť optimálnych hodnôt je možné vysvetliť prítomnosťou ďalších existujúcich faktorov ako vek, celková svalová sila, BMI, druh športu a pod.

Pri športovej rehabilitácii zranenia zadných stehenných svalov je cieľom, čo najrýchlejší návrat ku športu. Častým rizikom, ktoré je spojené s návratom k športu, je opakovaná re-ruptúra zadných stehenných svalov. Častou chybou po návrate k športu je zníženie cvičení zameraných na zosilnenie šliach a svalov zadných stehenných svalov. Opakované re-ruptúry zadných stehenných svalov variujú od 14 % do 63 % (Wangenstein, 2016). Charakterizovať tieto re-ruptúry sa pokúsili Wangenstein et al. (2015), ktorí skúmali lokalitu, rádiologické odlišnosti a čas týchto opakovaných zranení zadných stehenných svalov. Zahrnutých bolo 180 športovcov. Najčastejším zranením zadných stehenných svalov bol *m. biceps femoris*, z ktorého najviac postihnutou oblasťou bola jeho dlhá hlava. 79 % opakovaných zranení zadných stehenných svalov bolo v tej istej lokalite ako predchádzajúce zranenie. Anatomicky bol najcitlivejším miestom pre vznik zranenia zadných stehenných svalov muskulotendinózny prechod.

Po zranení hamstringov vzniká jazvovité fibrotické tkanivo. Proces hojenia je spojený s degeneráciou, zápalom a reparáciou poškodeného tkaniva. Počas nasledujúcich dní začína regenerácia samotných myofibril. Sformovanie jazvy predstavuje esenciálny komponent v hojení svalov. Niektoré štúdie však poukazujú na perzistenciu fibrotického tkaniva po návrate k športu. Cieľom štúdie od Reurink et al. (2015) bolo zistiť asociáciu medzi prítomnosťou fibrotického tkaniva a návratom k športu. Fibróza bola definovaná pomocou MRI. Charakterizovaná bola nízkou hustotou signálu oproti ostatným tkanivám. Zahrnutých bolo 108 pacientov. Abnormálne nízky signál na MRI bol zistený u 38 % pacientov. U atlétov, ktorí mali prítomnú fibrózu tkaniva sa opakované zranenie objavilo v 24 % prípadoch, avšak zranenie u tých, ktorí nemali prítomnú fibrózu tkaniva sa objavilo tiež v 24 % prípadoch. Podľa Reurink et al. (2015) prítomnosť fibrózneho tkaniva nebola spojená s väčším rizikom re-ruptúry.

ZÁVER

Rozdiel excentrickej svalovej sily medzi futbalistami a hokejistami nebol významný. Vysoké riziko zranenia zadných stehenných svalov bolo zaznamenané u ôsmich futbalistov a šiestich hokejistov.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- ANDREÁNSKY M., LÍŠKA D., BELIČKA P. Miera výskytu bolesti ramenného pletenca u plavcov. *Zdravotnícké listy*. 2018; 6 (2): 57-63.
- BARTOLČIČOVÁ B., MUSILOVÁ E. Vzťah medzi mechanizmami cvičenia a neuroplasticitou. *Rehabilitácia*. 2019; 56 (2): 100-110.
- BEŽÁK J., PŘIDAL V. Upper body strength and power are associated with shot speed in men's ice hockey. *Acta Gymnica*. 2017; 47 (2): 78-83.
- BOURNE M. N., DUHIG S. J., TIMMINS R.G. et al. Impact of the nordic hamstring and hip extension on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *Br J Sports Med*. 2017; 51 (5): 469-477.
- BOURNE M. N., OPAR D. A., WILLIAMS M.D. et al. Eccentric Knee Flexor Strength and Risk of Hamstring Injuries in Rugby Union: A Prospective Study. *Am J Sports Med*. 2015; 43 (11): 2663-2670.
- BUCHTELOVÁ E., VANIKOVÁ K., JELÍNEK M. Využití objektivizačních metod v rámci rehabilitace u športovců mladšího a staršího dorostu hokejové akademie ČSLH Chomutov. *Rehabilitácia*. 2016; 53 (4): 285-294.
- CZAKOVÁ M. K., LÍŠKA D. Atletická chůdza a jej zdravotné úskalí. *Zdravotnícké listy*. 2018; 6 (2): 20-24.
- DUCHATEAU J., BAUDRY S. Insights into the neural control of eccentric contractions. *Appl Physiol*. 2014; 116 (11): 1418-1425.
- FRČOVÁ Z., TOMKOVÁ Š. Zmeny v oblasti ruky u hráčov badmintonu. *Zdravotnícké listy*. 2018; 6 (2): 12-19.
- GEMMEL J., LÍŠKA D. Porovnanie dynamickej stability kolena pomocou Y talance testu u hokejistov a futbalistov. *IX. studentská vědecká konference*. Sborník abstraktů z konference, Ostrava, 2019, ISBN 78-80-7599-082-2.
- HOLLANDER K., WELLMANN K., EULENBURG C. et al. Epidemiology of injuries in outdoor and indoor hockey players over one season: a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*. 2018; 52 (17): 1091-1096.

- KODÁDOVÁ M., OPAVSKÝ J. Mechanismy a aplikácie motorického učení v rehabilitácii. *Rehabil fyzik. lék.* 2019; 26 (2): 55-60.
- LÍŠKA D. *Aplikácia kompenzačných cvičení v športovom tréningu.* Metodika akadémie Mateja Tótha, 2019, ISBN 978-80-973355-0-2.
- LÍŠKA D. Prevencia zranení hamstringov. *Fyzioterapia a šport.* Zborník z 3. medzinárodnej športovej konferencie. Banská Bystrica, 2019, ISBN 978-80-89702-59-6.
- LÍŠKA D. Diagnostika ruptúry predného krížneho väzu. *Mckenzie časopis, The Mckenzie Institute Czech Republic.* 2018, ISSN 1802-274X.
- LÍŠKA D. Prevencia zranení hamstringov. *Mckenzie časopis. The Mckenzie Institute Czech Republic.* 2019, ISSN 1802-274X.
- MALINOVSKÝ P. Encyklopédia futbalovej medicíny. Recenzia. *Rehabilitácia.* 2017; 54 (3): 205-207.
- MANIAR N., SHIELD A. J., WILLIAMS M. D. et al. Hamstring strength and flexibility after hamstring strain injury: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine.* 2015; 50 (15): 909-920.
- OPAR D. A., WILLIAMS M. D., TIMMINS R. G. et al. Eccentric Hamstring Strength and Hamstring Injury Risk in Australian Footballers. *Med Sci Sports Exerc.* 2015; 47 (4): 857-865.
- ORENČÁK R., JANIČKO M., ONUŠKOVÁ Š. Využitie excentrického pohybu v liečbe tendinopatií. *Rehabil fyzik. lék.* 2015; 22 (4): 208-214.
- PETERSEN J., HÖLMICH P. Evidence based prevention of hamstring injuries in sport. *Br J Sports Med.* 2005; 39 (6): 319-323.
- REURINK G., ALMUSA E., GOUDSWAARD G.J. et al. No association between fibrosis on magnetic resonance imaging at return to play and hamstring reinjury risk. *Am J Sports Med.* 2015; 43 (5): 1228-1234.
- SATO K., HOSOKAWA T., MITSUEDA S. et al. Effects of eccentric hamstring strength exercise on knee flexor strength. *British Journal of Sports Medicine.* 2011; 45 (4): 372.
- SIGMUND M., KOHN S., SIGMUNDOVÁ D. Assessment of basic physical parameters of current Canadian-American National Hockey League (NHL) ice hockey players. *Acta Gymnica.* 2016; 46 (1): 30-36.
- TIMMINS R. G., BOURNE M. N., SHIELD A. J. et al. Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *Br J Sports Med.* 2016; 50 (24): 1524-1535.
- WANGENSTEEN A., TOL L. J., WITVROUW E. et al. Hamstring Reinjuries Occur at the Same Location and Early After Return to Sport: A Descriptive Study of MRI-Confirmed Reinjuries. *Am J Sports Med.* 2016; 44 (8): 2112-2121.
- WANGENSTEEN A., ALMUSA E., BOUKARROUM S. et al. MRI does not add value over and above patient history and clinical examination in predicting time to return to sport after acute hamstring injuries: a prospective cohort of 180 male athletes. *Br J Sports Med.* 2015; 49 (24): 1579-1587.