

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Kristýna Adamová

**Vybraná zranění a jejich terapie u fotbalistů
školního věku**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph.D.

Olomouc 2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

V Uničově 27. dubna 2017

podpis

ANOTACE

Typ závěrečné práce: bakalářská práce

Téma práce: Terapie u sportovců školního věku

Název práce: Vybraná zranění a jejich terapie u fotbalistů školního věku

Název práce v AJ: Selected Injuries and Therapy School — Aged Soccer Players

Datum zadání: 2016-12-11

Datum odevzdání: 2017-04-27

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Kristýna Adamová

Vedoucí práce: Mgr. Petra Gaul Aláčová, Ph. D.

Oponent práce: Mgr. Petra Bastlová, Ph. D.

Abstrakt v ČJ: Práce se zabývá vybranými zraněními u fotbalistů školního věku a jejich terapií. Děti nejsou v tomto věku ještě plně motoricky vyvinuté a při sportovním tréninku i rehabilitaci by se měl brát ohled na jejich motorický vývoj. Práce pojednává jak o specifikách motorického vývoje tohoto období, tak rozebírá nejčastější zranění u fotbalistů a sumarizuje možnosti jejich terapie. Na základě mnohočetných výzkumů, které užívají různé typy a kombinace terapeutických přístupů, je evidentní, že v terapii nejčastějších poranění u dětských fotbalistů je vhodnější zařadit multifaktoriální terapii a to jak v rámci rehabilitace, tak i v prevenci.

Abstract: The thesis deals with selected injuries and their therapy in school — age soccer players. Their motor development should be taken into consideration in sport activities and

also rehabilitation. The thesis focuses on the specific motor development of this age and also analyses the most common injuries of soccer players, summarising the possibilities of their therapy. Based on numerous research projects using various types and combinations of therapeutic approaches, it is obvious that in treating and in prevention the most common injuries in children soccer players it is most effective to include multifactor therapy within rehabilitation.

Klíčová slova v ČJ: motorický vývoj, růstové spurty, hypermobilita, zranění u sportujících dětí, zranění u fotbalistů, distorze hlezna, přetržení ACL, natažení a přetížení hamstringů, balanční trénink, senzomotorická stimulace, excentrický trénink hamstringů

Key words: motor development, growth spurts, hypermobility, sports injuries in children, injuries in soccer players, ankle sprains, ACL ruptures, hamstring strain injuries, balance training, sensomotoric stimulation, hamstring eccentric training

Rozsah: počet stran 49

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala Mgr. Petře Gaul Aláčové, Ph. D, za její odbornou pomoc, ochotu a čas strávený při vedení této bakalářské práce.

Obsah

Úvod	7
1 Přehled dosavadních poznatků	8
1.1 Rozdělení školního období	8
1.2 Motorický vývoj dětí školního věku	8
1.2.1 Mladší školní věk	8
1.2.2 Starší školní věk	9
1.3 Růstové spurty	11
1.4 Hypermobilita	12
1.5 Sportovní úrazy u školních dětí	14
1.6 Zranění u fotbalistů	15
1.7 Vybraná zranění mladých fotbalistů	16
1.7.1 Poranění hlezna — distorze hlezenního kloubu	16
1.7.2 Poranění kolene — přetržení ACL	17
1.7.3 Poranění svalů — natažení, přetížení hamstringů	18
1.8 Terapie	19
1.8.1 Senzomotorická stimulace — balanční trénink	19
1.8.2 Excentrický trénink hamstringů	20
1.8.3 Další možné terapie — dynamická neuromuskulární stabilizace	20
1.8.4 Další možné terapie — Proprioceptivní neuromuskulární facilitace	21
2 Diskuze	23
2.1 Senzomotorická stimulace — balanční trénink u instability hlezenního kloubu	23
2.2 Senzomotorická stimulace — balanční trénink a zranění ACL	26
2.3 Excentrický trénink a zranění hamstringů	29
Závěr	32
Referenční seznam	35
Referenční seznam grafů	48
Seznam zkratk	49

Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá vybranými zraněními u fotbalistů školního věku, jejich možnou terapií, popřípadě prevencí. V přehledu dosavadních poznatků uvádí vývoj motoriky, růstové spurty a hypermobilitu jako důležité konotace, které je zapotřebí vzít při terapii a tréninku dětských sportovců v potaz. Dále uvádí zranění u sportujících dětí, zranění u fotbalistů a poté se již zaměřuje na vybraná zranění, u kterých uvádí jejich popis a mechanismus vzniku. Následuje popis jednotlivých terapií a v diskuzi rozbor účinnosti terapií na základě studií.

V dnešní době se děti ve větší míře věnují sportu organizovaně nežli samostatně, a proto by se mělo dítě samo rozhodnout, zda chce sportovat závodně či rekreačně. Rekreační sport znamená volnočasovou aktivitu bez pravidelných tréninků a soutěží, naproti tomu závodní sport je více intenzivní, vyžaduje pravidelný trénink a účast na sportovních soutěžích. Závodní sport je také psychicky náročnější. Lékař by měl posoudit, zda je ten určitý sport, ať už rekreační nebo závodní, pro dítě vhodný (Hrstková, 2015, s. 7).

Proto zde opět platí zásada individuálního přístupu při výběru sportovní zátěže, ale i kvalita a kvantita sportu ve vztahu k základním a speciálním pohybovým požadavkům daného sportu, které musí být v souladu se stupněm vývoje mladého a nezralého organismu. Zásadní je tělesný stav, svalová vybavenost, kardiovaskulární výkonnost. Ty jsou pak dominantní při vzniku poranění a dysbalancí, neboli všeobecně patologií způsobených tréninkem (Kučera et al., 2011, s. 71).

Klíčová slova: motorický vývoj, růstové spurty, hypermobilita, zranění u sportujících dětí, zranění u fotbalistů, distorze hlezna, přetržení ACL, natažení a přetížení hamstringů, balanční trénink, senzomotorická stimulace, excentrický trénink hamstringů.

Poznatky jsou čerpány z několika knih a ze studií dostupných v knihovně a na serveru PUBMED a Google Scholar. Vyhledávání bylo uskutečněno od 6. 4. 2016 do 9. 4. 2017.

1 Přehled dosavadních poznatků

Je dobře známo, že děti a dospívající jsou náchylnější ke zraněním ze sportovní aktivity. Faktory jako je motorický vývoj, dočasný pokles koordinace a balance v pubertě, růstové spurty, hypermobilita a další, vedou v konečném důsledku ke zvýšené námaze na pohybový aparát včetně více ohrožených oblastí, jako jsou růstové ploténky a apofýzy (Edge in D'Angelo et al., 2014, pp. 384 – 394).

1.1 Rozdělení školního období

Dříve byla uváděna čtyři riziková období evoluce, kdy se výrazně mění prostředí života, a může dojít k manifestaci celé řady patologických stavů. Řadí se sem období porodu, období odstavu, puberty a klimakteria. Pro vývoj dítěte je však velmi náročné i období nástupu do školy, kdy se změní nejen denní, ale zejména pohybový režim (Kučera et al., 2011, s. 16).

Školní věk je období od 6 – 14 let dítěte. Toto období můžeme rozdělit na mladší školní věk od 6 do 10 – 11 let a starší školní věk od 10 – 11 do 14 let. Ve vztahu ke sportovním aktivitám je toto období poměrně dlouhé (Lebl et al. 2003, s. 5).

1.2 Motorický vývoj dětí školního věku

1.2.1 Mladší školní věk

Asi mezi 6. – 8. rokem dochází v dětském organismu ke změně v řízení a mechanismech udržujících posturální stabilitu. Dochází ke změně strategií, a to má za následek přechodné zhoršení přesnosti pohybů. K těmto změnám dochází díky dozrávání mozečkových funkcí, integraci sensorických vstupů (zvláště integrace zrakových informací s ostatními systémy) a změně antropometrických parametrů. Aby dítě udrželo v 7 letech rovnováhu ve stoji, jsou pro něj nezbytné informace z proprioreceptorů a spoléhá se hlavně na uzavřené kinematické řetězce. V průběhu období mladšího školního věku však dojde k dozrání posturální kontroly, která se stává v podstatě stejnou jako u dospělého jedince (Kučera et al., 2011, s. 16).

Děti mladšího školního věku mohou mít tužší některé svalové skupiny, což je důsledek růstového pohybu. Bývá to především oblast hamstringů, odůvodnění proč zrovna tato

svalová skupina, spočívá pravděpodobně v rychlém růstu dlouhých kostí (Kučera et al., 2011, s. 17).

V období mezi 6. – 10. rokem dochází k vyvrání běhání, házení a chytání. Dítě ovládá většinou úder spodem, vrchem a stranou. Zlepšuje se i kontrola šplhání, skoků, poskoků i přeskokování. Celková koordinace se neustále zlepšuje a svalová síla přirůstá souvisle. Dítě již nepotřebuje dostávat signály z obou dolních končetin pro udržení rovnovážné polohy. Nedochozí k vyvrávání pouze hrubé motoriky, ale i dovednosti jemné motoriky se zdokonalují a jsou rychlejší, plynulejší a snadnější (Kučera et al., 2011, s. 17).

1.2.2 Starší školní věk

V této životní etapě je pro dítě nezbytná pohybová stimulace, a to hlavně kvůli nadcházející době před pubertou, samotné pubertě a období po ní. Začíná se objevovat předpubertální napětí, což je stav zvýšené citlivosti dítěte na zevní faktory a vnitřní potřeby. Tělesné partie, které jsou v běžném životě potlačeny, potřebují stimulaci a to je příčina často neohrabaných pohybů. Stimulace je tedy pro tělo pozitivní, ale jen při správné míře. Může se stát i rizikovým faktorem, který může tělo zatížit jak tělesně, tak psychicky (Kučera et al., 2011, ss. 18 – 19).

Pro toto období je typický výrazný nárůst svaloviny a kostní změny, které vedou ke zvýšené pohybové potřebě. Tyto změny mohou probíhat s pohybem fyziologicky, ale také může při jednostranně působící aktivitě docházet k jednostranným odchýlkám, čemuž předcházíme eliminací těchto aktivit (specializovaných tréninků) a zařazujeme spíše všeobecně rozvíjející cvičení. Jedinec postupně specializuje své pohybové dovednosti. Posturální kontrola neboli stabilita vyvrává, a to v pohybech jako kývání, balancování, přeskokování a otáčení. Kontrola a manipulace horních končetin v pohybech jako jsou skákání, plavání, chytání a lapání jsou zařazovány do strategií pohybu v určitém sportu nebo tanci a nedělají obvykle jedinci problémy. I kontrola dolních končetin při běhu a náskocích je zvládána na vysoké úrovni a někdy dokáže jedinec kombinovat i více pohybů (Kučera et al., 2011, ss. 18 – 19).

Jemná motorika se také dále zdokonaluje, a to zejména koordinace ruky, kterou vidíme ve zručnosti a přesně a rychle provedené práci. Hlavně děti hrající na hudební nástroj mají velice vyvráslou jemnou motoriku, ale i děti zabývající se domácími nebo tvůrčími činnostmi.

Objevuje se tedy zvýšená zručnost a lepší dovednost ve hře s míčem díky zvýšené koordinaci oko – ruka (Kučera et al., 2011, ss. 18 – 19).

Nervový systém je ve svém vývoji téměř u konce, změny probíhající ve vnitřním prostředí jsou příčinou nárůstu pohybové potřeby. Tato životní etapa je riziková schopností svalové přestavby, kdy může dojít při nedostatku pohybu k svalové hypotrofii a naopak při nadměrné pohybové aktivitě, zejména jednostranné, k přetížení neboli hypertrofii. Při nepřiměřeném zatěžování jednostrannou aktivitou může dojít až k deformacím nebo patologické adaptaci. V každém sportu a v jeho tréninku musí být dohlíženo na přiměřenou zátěž a vždy by měly být zařazeny kompenzační aktivity (Kučera et al., 2011, ss. 18 – 19). Zájem o sport u dětí a dospívajících se v posledním desetiletí podstatně zvýšil (Shanmugam et al., 2008, pp. 33 – 57). Sportu se pravděpodobně účastní 30 – 40 mil. dětí mezi 6 – 18 lety. (Brenner, 2007, pp. 1242 – 1245). Provozování sportu u dětí má příznivý vliv na různé tělní systémy, jako např. kardiopulmonální, endokrinní a v neposlední řadě také pohybový systém (Hrstková, 2015, ss. 1 – 20). Sportování vede ke zlepšení motorických dovedností, každodenních pohybových návyků a nabytí zručnosti (Kučera et al., 2011, ss. 18 – 40). Přesto, že má sport tyto příznivé vlivy, může mít i nepříznivé, a to pokud jsou děti vystaveny neustálým opakovaným motorickým aktivitám, přetěžování a nadměrné zátěži, což představuje riziko zranění (Knowles et al., 2006, pp. 1209 – 1221). Rizikem zranění může být právě v souvislosti s motorickým vývojem pohybová nezralost (Adirim et al., 2003, pp. 75 – 81).

Z jedné perspektivy nás logická hypotéza vede ke zvýšení motorické nešikovnosti během dospívání, to může být dáno tím, že specifické senzomotorické mechanismy nejsou plně vyvráté v době, kdy dítě prochází rychlým růstovým spurem, což je náročné pro jednoduché řízení motorických úkolů (Quatman – Yates et al., 2012, pp. 649 – 655). Neuromuskulární a posturální kontrola jsou aspekty senzomotorické funkce, která využívá somatosenzory, vizuální a vestibulární signály pro orientaci těla v prostoru a jeho udržení se ve vzpřímené poloze (Lephart in Quatman – Yates et al., 2012, pp. 649 – 655).

U dospívajících dětí se ukazuje, že posturální kontrola je podobná jako u dospělých, ale pouze při jednoduchých balančních úkolech. V náročnějších posturálních situacích se jejich posturální kontrola podobá mladším dětem (Streepey in Quatman – Yates et al., 2012, pp. 649 – 655). U dětí se také ukazuje menší posturální stabilita v předozadním směru, což může být vysvětleno zaostalou hlezenní strategií pro posturální úpravu (Cherng in Quatman – Yates et al., 2012, pp. 649 – 655).

Dalším důležitým faktorem v tomto období je koordinace. Koordinace je schopnost nepostradatelná pro hladký, přesný a řízený motorický výstup. Správná koordinace se vyznačuje vhodnou rychlostí, směrem, svalovým napětím, načasováním a náborem synergistických svalů (O'Sullivan et al., 2016, p. 8). Během dospívání dochází k postupnému zlepšování koordinačních schopností, avšak vývojová zlepšení jsou často vysoce variabilní mezi dětmi stejného věku a jsou ovlivnitelná úrovní složitosti motorického úkolu (Largo et al., 2001, pp. 436 – 443). V období od 10 – 12 let jsou dívky dočasně vyšší a těžší než chlapci, a to z důvodu dřívějšího nástupu puberty. Síla se začíná mezi dívkami a chlapci rozcházet, ale rozdíly jsou malé. Většina dětí je v tomto období schopná zvládnout složité motorické schopnosti (Purcell et al., 2005, pp. 343 – 344).

1.3 Růstové spury

Vysoká míra výskytu úrazů související se sportem a rekreací u dětí identifikuje dospívání jako potencionální období dětského vývoje, ve kterém mohou být děti ve zvýšeném riziku právě pro tato zranění (Bailey in Caine et al., 2006, pp. 749 – 760). Je zde důkaz, který poukazuje na to, že načasování zvýšeného rizika poranění se může shodovat s dospívajícími růstovými spury (Lephart in Quatman – Yates et al., 2012, pp. 649 – 655).

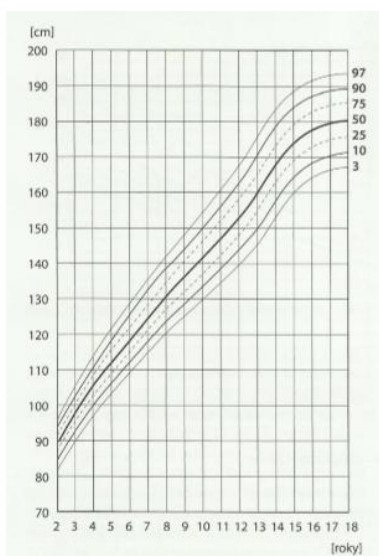
Úrazy dítěte v tomto věku mohou zničit jeho schopnosti k účasti na fyzické aktivitě, mohou také vyvolat dlouhodobé následky, např. brzký nástup osteoarthritis (Deutsch in Quatman – Yates et al., 2012, pp. 649 – 655).

Zpoždění nebo regrese senzomotorické funkce vzhledem k rychlým růstovým spurtům nabízí přijatelné vysvětlení pro zvýšenou citlivost ke zraněním v období dospívání. Např. zlomeniny distálního rádia se vyskytují u dětí nejvíce ve stejném období vývoje, kdy děti procházejí prudkým růstovým spurtem během puberty (Bailey in Caine et al., 2006, pp. 749 – 760).

První urychlení růstu se ukazuje u dětí mladšího školního věku mezi 8. – 9. rokem. Je považován za pozdní dětský spurt, při kterém dochází u chlapců k nárůstu výšky asi 6,4 cm. Následuje prepubertální spurt, který je zaznamenáván mezi 10. – 11. rokem. K pubertálnímu růstovému výšvihu dochází u chlapců mezi 12. – 15. rokem a je charakteristický intenzivním růstem do výšky. Nejvyšší růstová rychlost byla zaznamenána u olomouckých chlapců mezi 14. – 15. rokem a dosahuje asi 9 cm (Kopecký, 2011, s. 38). Tělesná výška v závislosti na věku u chlapců je uvedena v grafu č. 1.

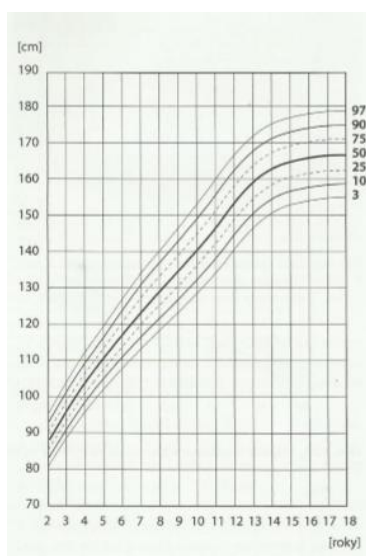
Růst u dívek je odlišný od růstového vývoje u chlapců, probíhá totiž v odlišných časových intervalech. První prepubertální růstový spurt u dívek je zaznamenán již mezi 9. – 10. rokem, je to i období s druhým nejvyšším tělesným přírůstkem ve výšce, asi 6,75 cm. Ve 12 letech dochází k období pubertálního spurtu. Mezi 11. – 12. rokem je zaznamenán nejvyšší přírůstek tělesné výšky a to 7,15 cm. V období mezi 13. – 15. rokem života dívek dochází ke zpomalení růstu. Byl zde zaznamenán nejmenší přírůstek tělesné výšky a to 2,27 cm (Kopecký, 2011, s. 41). Tělesná výška v závislosti na věku u dívek je uvedena v grafu č. 2.

Graf. 1 Tělesná výška v závislosti na věku - chlapci



(Kučera et al., 2011, s. 3)

Graf. 2 Tělesná výška v závislosti na věku - dívky



(Kučera et al., 2011, s. 3)

1.4 Hypermobilita

Konstituční hypermobilita je generalizovaná ve všech kloubech a je chápána jako zvětšení rozsahu pohybu v kloubech nad fyziologickou normu. Příčina tohoto kloubního stavu není jasná, ale předpokládá se insuficience mezenchymu, který způsobuje vysokou laxicitu ligament a nitrosvalového podpůrného stromatu. Je častější u žen a převážně mladých dívek (Kolář, 2012, s. 415).

Kloubní pohyblivost je nejvyšší v období 8. – 12. roku dítěte. Děti by měly zvětšovat kloubní pohyblivost pouze aktivním cvičením, jinak hrozí nebezpečí zvýšené laxicity vazivového aparátu, což může v pozdější době vést k snadným zraněním kloubů, např. luxace, subluxace atd. (Kučera et al., 2011, s. 88).

Generalizovaná kloubní hypermobilita je považována za podstatný rizikový faktor pro vznik zranění kolene. Nervosvalové řízení kolene může být u generalizované hypermobility změněno z důvodu snížení pasivní stability (Junge et al., 2015, p. 501). Biomechanický faktor, jako je laxicita kolenního kloubu, je považován za vnitřní rizikový faktor pro vznik traumatického poranění, jako je například přetržení předního zkříženého vazů (ruptura ACL= anterior cruciate ligament) (Uhorchak et al., 2003, pp. 1073 – 1080) & (Myer et al., 2008, pp. 1073 – 1080).

Ve skutečnosti u jedinců s generalizovanou kloubní hypermobilitou bylo hlášeno zvýšené riziko poranění kolene, respektive předního zkříženého vazů (ACL) (Ramesh et al., 2005, pp. 800 – 803). Riziko se dokonce pětinasobně zvyšuje u fotbalistek ženského pohlaví, které prokážou hyperextenzní polohy kolen (Myer et al., 2008, pp. 1073 – 1080). Z funkčního hlediska je jednou z možných strategií pro kompenzaci snížené pasivní stability kolenního kloubu zvýšení svalové aktivity a tím aktivní stability kolenního kloubu (Shultz et al., 2004, pp. 475 – 483) & (Hewett et al., 2005, pp. 492 – 501).

Bylo také uvedeno, že kloubní hypermobilita může mít vliv na další aparáty a může následně vést k chronickým přecitlivělým bolestivým stavům a v dlouhodobém horizontu k osteoartritidě (Al Rawi et al., 1997, pp. 1324 – 1327). Chronická nebo opakující se bolest svalů a kostí je u dětí běžnou stížností a ovlivňuje 10 až 20% dětí. Je to jeden z častých důvodů vyhledání lékařské péče a popřípadě podstoupení revmatologického vyšetření (De Inocencio, 2004, pp. 431 – 434).

Široká škála nezánettivých stavů může působit muskuloskeletální bolesti v pediatrickém věku a nejčastější příčinou podle dětských revmatologů je stav spojený s hypermobilitou. Hypermobilita může mít významný dopad na kvalitu života dětí i jejich rodičů, a to i v mírnějších formách (Pacey et al., 2015, pp. 689 – 695).

V některých sportech může být hypermobilita spojována s výkonostní výhodou, například u nadhazovačů kriketu, baletek a gymnastů (McCormack in Smith et al., 2005, pp. 628 – 631). Studie ovšem prokázaly výskyt muskuloskeletálních potíží jako jsou bolesti kloubů, kloubní subluxace, společné vykloubení a vymknutí u sportovců s hypermobilními klouby (Finsterbush in Smith et al., 2005, pp. 628 – 631). Některé studie udávají podobný výskyt zranění u fotbalistů hypermobilních i nehypermobilních, ale vychází z nich zjištění, že pokud dojde k muskuloskeletálnímu zranění u hypermobilního hráče, trvá mu déle, než je schopný navrácení do hry (Collinge et al., 2009, pp. 91 – 96). Možné vysvětlení pro prodloužení rehabilitačního programu u hypermobilních jedinců může být neschopnost zrání

kolagenu během procesu hojení. V řízení tohoto procesu mohou hrát roli také hormonální faktory (Denko et al., 2001, pp. 1666 – 1669).

1.5 Sportovní úrazy u školních dětí

Účast školních dětí ve sportu se v poslední době ohromně zvýšila (Sharma in Dorje et al., 2014, pp. 227 – 232). Obvykle se sport pokládá za účinný způsob fyzické aktivity zvyšující zdatnost, reakceschopnost a dnes i možnost lukrativní kariéry. Více a více dětí se nyní zapojuje do soutěžních a organizovaných sportů. Účast dítěte ve sportu a v souvisejících činnostech zajišťuje vyvážený vývoj dítěte a jeho dobré zdraví (Shephard in Dorje et al., 2014, pp. 227 – 232). Nicméně účast v soutěživých formách sportu vede k vyššímu výskytu zranění u dětí školou povinných. Ze studií vychází, že školní děti provozující sport jsou nejnáchylnější populací ke sportovním úrazům. Byl zjištěn obecný trend rostoucí úrazovosti s postupujícím věkem (Dorje et al., 2014, pp. 227 – 232). Tato převaha zranění u dospívajících odráží řadu maturačních a kostních změn, které se vyskytují právě v průběhu tohoto období (Emery in Dorje et al., 2014, pp. 227 – 232).

V období dospívání bylo pozorováno snížení motorického výkonu (Visser et al., 1998, pp. 573 – 608). V tomto období může být také narušena kostní integrita, v této době rychlého růstu je na úkor podélného růstu kostí dočasně snižována pevnost kosti. Vliv pohlavních hormonů, které v období adolescence vedou k nárůstu svalové hmoty, a to zejména u mužského pohlaví, u nichž v kombinaci s nárůstem agresivity a riskantním chováním může také vysvětlit zvýšené riziko zranění. Bylo zjištěno, že nejčastějším zraněním je podvrtnutí následované namožením (Dorje et al., 2014, pp. 227 – 232). Podobné vzory zranění uvádí i Abbas Esmaili et al. (Esmaili et al., 2008, pp. 236 – 240). Bylo pozorováno, že podvrtnutí je nejčastějším typem poranění na dolních končetinách, a to v kolenním a hlezenním kloubu, především u sportů zahrnujících vysoký stupeň náhlých obrátů a silného skákání (Sen in Dorje et al., 2014, pp. 227 – 232).

Děti mají otevřené physes (růstové ploténky) a je zde teoretická možnost jejich poškození při určitých činnostech (například vzpírání), což může vést k jejich předčasnému uzavření. Kromě toho rostoucí chrupavka je náchylnější ke stresu, který může být faktorem u některých zranění z přetížení. Děti vytvářejí menší sílu, jejich kosti jsou měkčí a více porézní, šlachy mají větší pevnost. To vede k větší pravděpodobnosti zlomenin, zejména na růstových ploténkách. Dospívající sportovec je náchylnější na poškození než prepubertální dítě, protože

cirkulující androgeny způsobují větší vývoj hmotnosti a rychlosti, a proto mají také větší energii. Vrchol svalové síly pro dívky je při maximální rychlosti růstu a pro chlapce o 6 – 12 měsíců později (Adirim et al., 2003, pp. 75 – 81).

1.6 Zranění u fotbalistů

Fotbal je jedním z nejpobulárnějších sportů ve světě. Hráči fotbalu trpí zraněními, která můžeme rozdělit na zranění kontaktní a nekontaktní. Ovšem častěji je bolest způsobena zraněními, jež vzniknou na podkladě přetížení. Pozdější zranění se objevují především na nižších místech těla jako je koleno, hlezno, pata a noha. Zvláště tedy na místech mechanicky slabších (Suzue et al., 2014, p. 369).

V dospělosti dochází ke zranění z přetížení především na šlachách, svalech a vazech, protože jsou relativně slabší než kost. V dětství vznikají zranění z přetížení častěji v osteochondrálních oblastech (Lau et al., 2008, p. 315).

Důvodem, proč v dětství vznikají častěji zranění v osteochondrálních oblastech je, že vyvrávající skeletální struktury jsou mechanicky slabší, a proto mechanické síly, jako jsou střížné síly, tlak a trakce, působí více na tyto nezralé části dětského skeletu, a tudíž u dětí častěji vedou k osteochondróze (Suzue et al., 2014, pp. 369 – 370).

Mladí hráči fotbalu nejčastěji trpí bolestmi bederní páteře nebo dolních končetin, což je v souladu s větším používáním dolní části těla při této hře. Dochází tedy k přetěžování struktur dolních končetin a bederní oblasti. Nejčastěji postiženou oblastí jsou paty a hned na dalším místě hlezenní kloub. Velká část hráčů má bolesti v přední části kolenního kloubu. Také se u několika testovaných hráčů prokázala osteochondróza, v některých případech společně se spondylózou lokalizovanou v bederní oblasti páteře (Suzue et al., 2014, pp. 371 – 372).

Poranění kolene je úplně běžné zranění u hráčů fotbalu a představuje vážný problém nezáviselý na úrovni profesionality hráčů. Nejčastěji vyskytovaným zraněním kolene u fotbalistů je zranění předního zkříženého vazů. Toto zranění často zapříčiní hráčům dlouhý odpočinek od fotbalu, dokonce může u některých hráčů vést až k úplnému upuštění od fotbalové kariéry (Brophy et al., 2015, pp. 244 – 249).

Nejčastěji poraněnou částí těla u fotbalistů je koleno následované kotníkem, bolestivý zánět, tendinopatie způsobená natažením (přetížením) šlach a vymknutí nebo subluxe

kloubů. Ve fotbale je dvakrát větší riziko poranění než v basketbalu (Barber Foss et al. 2014, p. 4)

Bylo uvedeno, že stehna jsou nejčastějším místem úrazu ve všech věkových skupinách. Svalové ruptury nebo svalové natažení byly nejrozšířenějšími typy poranění a představovaly až 30% všech úrazů (Brito et al., 2012, pp. 191 – 197). Výskyt poranění kolene a předního zkříženého vazů je nepoměrně vyšší u dospívajících žen než u dospívajících mužů hrajících fotbal (Giza in Brito et al., 2012, pp. 191 – 197).

1.7 Vybraná zranění mladých fotbalistů

1.7.1 Poranění hlezna – distorze hlezenního kloubu

Boční distorze hlezna patří mezi nejčastější zranění, které můžeme utrpět při atletických i rekreačních aktivitách a mohou pacienty následně trápit po zbytek jejich života (Fernandez et al., 2007, pp. 641 – 645). Vysoký podíl pacientů bude trpět opakující se distorzi a chronickými příznaky po počátečním zranění (McKay et al., 2001, pp. 103 – 108). Vývoj těchto zbytkových příznaků byl nazván jako chronická hlezenní instabilita, která omezuje fyzické aktivity (Hubbard et al., 2010, pp. 115 – 122). Chronická hlezenní instabilita vede také ke kloubní degeneraci talu a ke zvýšenému riziku osteoartrózy (Hintermann et al., 2002, pp. 402 – 409).

Distorze má za následek poškození pasivních vazivových struktur hlezna. Nejčastějším mechanismem poranění je opravdu silná plantární flexe a inverze v hleznu, která často vede k potrhání postranních vazů. Konkrétně se jedná o přední talofibulární vaz (ATFL), který bývá uváděn jako nejslabší, a je proto prvním zraněným vazem. Po ruptuře ATFL následuje poškození calcaneofibulárního vazů (CFL) a nakonec zadního talofibulárního vazů (PTFL). Izolované zranění ATFL se vyskytuje u 66 % případů distorze hlezenního kloubu. Současné poranění ATFL a CFL se vyskytne asi u 20 % případů. PTFL není běžně poškozené a to z důvodu velkého množství síly, které je potřeba k jeho poškození (Hubbard et al., 2010, pp. 115 – 122). Kromě poškození vazivových struktur talocrurálního kloubu může být poškozen také subtalární kloub a jeho příslušné vazy. S poškozením vazivových stabilizátorů hlezenního kloubu dochází také ke zvýšení pohyblivosti mezi kostmi hlezenního kloubu a nastává zde hypermobilita (Hubbard et al., 2010, pp. 115 – 122).

Mezi faktory, které zvyšují riziko recidivy vymknutí patří: výška a váha, dominance končetiny, laxicita hlezenního kloubu, anatomické zarovnání, síla svalů, svalová reakce a posturální stabilita (Beynon et al., 2002, pp. 376 – 380).

1.7.2 Poranění kolene – přetržení ACL

Anatomické struktury, které se nachází v oblasti kolene, je velmi náročné posoudit. Důkladná anamnéza a fyzikální vyšetření je nezbytné při stanovení diferenciální diagnostiky bolestí kolene (Beck in D'Angelo et al., 2014, pp. 384 – 394). Nutnost přesného a rychlého stanovení diagnózy se stává ještě významnější, pokud se jedná o zranění dětí a dospívajících, a to vzhledem k jejich kosterní nezralosti a růstovému potenciálu. Jakékoli nevhodné vedení nebo oddálení správné diagnózy může mít za následek budoucí chronické bolesti, omezení denních aktivit či sportovní činnosti, kloubní instabilitu a zrychlený rozvoj kloubní degenerace (Edmonds in D'Angelo et al., 2014, pp. 384 – 394).

Přetržení předního zkříženého vazy (ACL) je ve fotbale běžným zraněním s vážnými krátkodobými a dlouhodobými důsledky pro jedince i tým (Brophy et al., 2015, pp. 244 – 249). Zotavení trvá nejméně 4 měsíce, a to díky rychlé rehabilitaci u profesionálních hráčů, typicky trvá 6 – 8 měsíců (Waldén et al., 2011, pp. 11 – 19). Hráči mají 40 % riziko, že budou trpět dlouhodobými následky v podobě osteoartritidy v kolenním kloubu (Lohmander et al., 2004, pp. 3145 – 3152). Studie prokázaly 2 až 3x vyšší míru poranění ACL u ženských fotbalových hráček (Brophy et al., 2010, pp. 694 – 697). Byly zmíněny různé faktory přispívající k této nerovnosti, například vyšší valgózní stres a zatížení u žen při plnění úkolů, rozdíly v silových poměrech mezi hamstringy a musculus quadriceps a silový poměr mezi musculus vastus lateralis a musculus semitendinosus, insuficience bočních a zadních svalů kyčelních, rozdíly v pevnosti nedominantní dolní končetiny, které mohou vystavit ženy většímu riziku zranění ACL (Brophy et al., 2010, pp. 2050 – 2058).

Minulé studie poukázaly na to, že ACL je nejzranitelnější a nejčastěji zraněno, když je kolenní kloub v pozici v blízkosti extenze (Shimokochi et al., 2008, pp. 396 – 408). Data potvrzují tento závěr i u fotbalových hráčů. Rotační momenty kolenního kloubu v kombinaci s extenčními pozicemi jsou popisovány jako nejčastější situace, při kterých je ACL zraněno, při pozorování a retrospektivních analýzách (Boden et al., 2009, pp. 252 – 259).

1.7.3 Poranění svalů – natažení, přetížení hamstringů

Poranění hamstringů tvoří podstatnou část akutních poranění pohybového aparátu vzniklých během sportovních aktivit (Marshall et al., 2007, pp. 286 – 294). Atleti, hráči fotbalu a rugby jsou obzvláště náchylní k tomuto zranění vzhledem k jejich náročnosti zaměřené na sprint (Feeley et al., 2008, pp. 1597 – 1603). Existují obavy, že až jedna třetina zranění hamstringů se bude opakovat během prvních dvou týdnů po návratu ke sportu (Orchard et al., 2002, pp. 3 – 5). Ve vysoké míře dochází k opakovanému poranění díky neadekvátnímu rehabilitačnímu programu, předčasnému návratu do hry nebo kombinací obojího (Croisier et al., 2002, pp. 199 – 203).

K výskytu napětového zranění hamstringů dochází během vysokorychlostního běhu, obecně se předpokládá, že riziková je terminální fáze švihu krokového cyklu (Heiderscheit et al., 2005, pp. 1072 – 1078). Během druhé poloviny švihu jsou hamstringy aktivní, prodlužují se a absorbují energii ze zpomalující se končetiny v rámci přípravy na kontakt nohy se zemí (Thelen et al., 2005, pp. 1931 – 1938). Největší sval – šlachové protažení je vynaložené bicepsem femoris, což může přispět k jeho častějšímu zranění, než ostatních dvou hamstringových svalů (semitendinosus a semimembranosus) během vysokorychlostního běhu (Thelen et al., 2005, pp. 108 – 114). Napětové zranění hamstringů související s během se typicky vyskytuje podél intramusculární šlachy nebo aponeurózy a přilehlých svalových vláken (Askling et al., 2007, pp. 197 – 206).

Ke zranění hamstringů dochází také při činnostech, které zahrnují simultánní kyčelní flexi a extenzi kolenního kloubu, například při kopání. Tyto pohyby znamenají pozici maximálního protažení hamstringů a nejčastěji dochází ke zranění v musculus semimembranosus, a to v části jeho proximální volné šlachy (Askling et al., 2007, pp. 1716 – 1724). Tato zranění mají tendenci vyžadovat delší období pro zotavení a navrácení se do stavu před zraněním (Askling et al., 2007, pp. 1716 – 1724).

Mezi ovlivnitelné rizikové faktory patří slabost hamstringů, únava a nedostatek pružnosti s pevnostní nerovnováhou mezi hamstringy (excentrická) a quadricepsem (koncentrická) (Clark, 2008, pp. 341 – 346). Kromě toho hraje roli také omezená flexibilita čtyřhlavého svalu stehenního a silový a koordinační deficit svalů pánevních a trupových (Sherry et al., 2004, pp. 116 – 125). Sportovci mohou popisovat výskyt zvukového efektu při zranění s nástupem bolesti a obvykle bolest omezuje možnost pokračování v činnosti. Může se také vyskytnout bolest sedacího hrbolu při sezení (Askling et al., 2008, pp. 1799 – 1804).

1.8 Terapie

1.8.1 Senzomotorická stimulace – balanční trénink

Dr. Charles Sherrington jako první definoval propriocepci jako pocit polohy, držení těla a pohybu (Sherrington in Page, 2006, pp. 77 – 84). Poznamenal, že jsou přítomné speciální receptory, které předávají aferentní informace do centrálního nervového systému (CNS) (Page, 2006, pp. 77 – 84). Freeman a Wyke přišli s mechanismem deaferentace a tvrdili, že tento mechanismus způsobuje chronickou instabilitu hlezna a také, že k opakované distorzi dochází s největší pravděpodobností důsledkem zhoršené propriocepce z poškozených vazivových receptorů hlezenního kloubu (Freeman, Wyke in Page, 2006, pp. 77 – 84). V roce 1965 Dr. Freeman navrhl jednoduchý léčebný přístup “kompenzace periferního senzorního deficitu“ u pacientů s funkční instabilitou hlezna. Jeho léčba sestávala z balancování na jednoduchém dřevěném houpacím křesle nebo nestabilní desce (Freeman in Page, 2006, pp. 77 – 84). Výsledky Freemana a kolegů pomohly průkopníkům proprioceptivní rehabilitace nejenom k určení důležitosti mechanoreceptorů v kloubu, ale také ke zmínce o důležitosti CNS v rehabilitaci periferních kloubů (Page, 2006, pp. 77 – 84).

Janda se zaměřil na zajištění vstupu do senzomotorického systému ze spodu nahoru. Zdůraznil význam optimální polohy a senzorní stimulace na chodidle pro zajištění maximální aferentní informace během postoje (Janda, Vavrova in Page, 2006, pp. 77 – 84). Předpokládal, že senzorní informace musí do CNS přicházet ze tří lokalit vzhledem k jejich velkému množství proprioceptorů. Tyto lokality jsou: noha, sacroiliakální kloub (SI) a krční páteř. Cílem senzomotorického tréninku je zvýšení proprioceptivního vstupu z těchto tří oblastí a stimulace subkortikální dráhy a tím facilitace automatických koordinačních pohybových vzorů (Page, 2006, pp. 77 – 84).

Prvním posturálním klíčovým bodem je noha (Freeman, Wyke in Page, 2006, pp. 77 – 84). Proprioceptivní cvičení je nejlepší provádět bez bot (naboso), čímž zajistíme maximální vstup aferentních informací do senzomotorického systému. Chodidlo můžeme stimulovat například reflexním míčem nebo kartáčem. Důležité je instruovat pacienta o konceptu “malá noha“, jde o zkrácení a zúžení nohy, zatímco prsty jsou volné. Toho je dosaženo kontrakcí vnitřních svalů nohy, čímž se zvýší mediální klenba nohy a efektivně se “zkrátí“ délka chodidla (Page, 2006, pp. 77 – 84). Pánevní a bederní páteř musí být udržovány v neutrální poloze, ani příliš lordotické, ani příliš kyfotické postavení. Poslední klíčovou roli hraje krční páteř, kterou je nutno nastavit do neutrální polohy s bradou lehce vtaženou, což pomáhá aktivovat hluboké

flexory krku. S vlastním senzomotorickým tréninkem lze začít až po nastavení těchto tří klíčových oblastí (Page, 2006, pp. 77 – 84).

1.8.2 Excentrický trénink hamstringů

Jedná se o cvičební metodu založenou na excentrické neboli brzděné kontrakci svalů. Tato excentrická kontrakce bývá jednou z fází většiny přirozených pohybů těla. Jako excentrický trénink je označován cvičební plán, ve kterém jsou zařazeny právě tyto kontrakce s odpory převyšujícími maximum pro koncentrickou fázi. V excentrickém tréninku dochází k brždění použitého odporu. Cílem tohoto tréninku není v první řadě rozvoj síly, ale překonávání silové bariéry (Lehnert, 2014).

Existuje několik důležitých pravidel, která bychom měli dodržovat při vykonávání tohoto tréninku. Excentrický trénink by neměl být kombinován v rámci jedné tréninkové jednotky s jinými cviky na stejnou svalovou partii. Tento trénink nezařazujeme do fotbalového tréninku příliš často, vhodné je opakování jednou za 14 dní. Velmi důležité je zajistit cvičenci asistenci a dopomoc, protože u tréninku hrozí nebezpečí z nedbalosti. Tréninku by mělo předcházet řádné rozcvičení, při kterém by se měla progresivně zvyšovat hmotnost odporu (Lehnert, 2014).

Cviky založené na excentrické kontrakci hamstringů mohou být prováděné pomocí strojů nebo pouze s vlastní vahou těla. Na stroji se využívá setrvačné síly, které se cvičenci snaží maximálně bránit, přičemž využívají právě chtěnou excentrickou práci svalů. (Mendez – Villanueva et al., 2016, pp. 1 – 15). Při cvičích, které využívají vlastní váhu těla, je vhodná asistence trenéra. Jednak pomáhá udržet výchozí pozici a také udržuje bezpečnost cvičence, neboť tyto cviky jsou zvláště náročné. (Delahunt et al., 2016, pp. 663 – 672).

1.8.3 Další možné terapie – Dynamická neuromuskulární stabilizace

Pomocí tohoto konceptu jsme schopni ovlivnit posturálně lokomoční funkci svalů. Při pouhém posilování na strojích v posilovnách se vychází zejména ze začátku a úponu svalu. Pokud ovšem chceme dosáhnout rozvoje síly svalu a vzít v potaz jeho oslabení a vliv svalu na přetížení kloubů a kostí, nelze vycházet pouze ze začátku a úponu svalu, ale velmi důležitá je také řídicí funkce CNS. Tedy začlenění onoho svalu do biomechanických řetězců. Pokud při zpevnění segmentu dochází k insuficienci, jedná se o posturální instabilitu. Následně dochází

ke špatnému náboru svalů pro stabilizaci daného kloubu. Tento chybný nábor se velmi rychle zafixuje v CNS a člověk jej začne používat při běžných činnostech i cvičení. Následně vzniká přetěžování, které může být zdrojem dalších poruch pohybového systému (Kolář, 2012, ss. 233 – 238).

Aby nedocházelo k tomuto přetěžování, je velmi důležité zajistit pomocí CNS a svalové aktivity, aby zpevnování kloubu bylo vždy prováděno v centrovaném postavení. Důležitá je rovnováha celého biomechanického řetězce a současně rovnováha mezi vynaloženou stabilizační silou svalů a velikostí zevní síly. Porucha segmentální stabilizace kloubů je nejčastěji způsobena poruchou neuromuskulární kontroly, nedostatečností svalů a vazivovou insuficiencí (Kolář, 2012, ss. 233 – 238).

Koncept využívá principy vycházející z programů vyvíjejících se během posturální ontogeneze. Nejprve se zaměřuje na ovlivnění hlubokého stabilizačního systému páteře. Vývojově posturálně lokomoční řady umožní svaly zapojit do správných biomechanických řetězců (Kolář, 2012, ss. 233 – 238).

1.8.4 Další možné terapie – Proprioceptivní neuromuskulární facilitace

Základy proprioceptivní neuromuskulární facilitace položil Dr. Herman Kabat. Cílem konceptu proprioceptivní neuromuskulární facilitace je ovlivnění motorických neuronů předních rohů míšních pomocí aferentních impulsů z proprioceptorů svalů, šlach a kloubů. Míšní motoneurony jsou také ovlivňovány prostřednictvím eferentních impulsů přicházejících z vyšších motorických center. Tato centra také reagují na aferentní impulsy taktilní, zrakové a sluchové. V tomto konceptu stimulujeme proprioceptory pomocí správně zvolených hmatů, pasivních či aktivních pohybů a také prostřednictvím dynamické nebo statické svalové práce proti adekvátně přizpůsobenému odporu (Bastlová, 2013, ss. 7 – 12).

Techniky proprioceptivní neuromuskulární facilitace jsou důležité aktivní prostředky pro stabilizaci kloubů. V těchto technikách se využívá diagonální pohyb segmentů, který vede k dosažení maximální funkční aktivity svalových struktur. U poškozených kloubů využíváme především techniky stabilizačního zvratu a rytmické stabilizace. Zkušenosti prokazují jako lépe tolerovanou techniku rytmické stabilizace. Tato technika spočívá v terapeutově vychylování kloubu adekvátní silou v diagonálním směru a pacient se přitom snaží o jeho stabilizaci (Smékal, 2006, s. 423).

Vzory využívané v technikách mají diagonální směr a jsou v souladu s topografickým uspořádáním svalů. Umožňují tedy aktivaci i dvoukloubových svalů (Knott in Kofotolis, 2005, pp. 1 – 4). Cvičení založené na této technice je velmi podobné pohybům, které můžeme nalézt v různých sportech. Jeví se jako vhodnější metoda pro zlepšení výkonu než běžný silový trénink. Proto je často využíván fyzioterapeuty jako alternativní forma progresivního odporovaného cvičení a je výhodnější než obvyklé silové programy, které se využívají v rehabilitaci atletů (Lustig in Kofotolis, 2005, pp. 1 – 4).

2 Diskuze

2.1 Senzomotorická stimulace – balanční trénink u instability hlezenního kloubu

Hale et al. (Hale et al., 2007, pp. 303 – 311) provádějící 4 týdenní ucelený program posturální stability u chronické instability hlezna demonstruje, že existují posturální a funkční deficity u končetiny s chronickou hlezenní instabilitou ve srovnání se zdravou končetinou na počátku léčby. Došli k závěru, že rehabilitace zahrnující balanční výcvik má sloužit ke zvýšení omezených funkcí. Jejich rehabilitovaná skupina pacientů s chronickou hlezenní instabilitou prokázala větší zlepšení v testech posturální kontroly, než ostatní jedinci. V této studii byl pouze 1 jedinec s předchozí distorzi hlezna, proto je možné, že vzorek jedinců zahrnoval subjekty s méně vážnými instabilitami. To může mít za následek, že měření statické balance bude podobné zdravé populaci (Hale et al., 2007, pp. 303 – 311). Naproti tomu výzkum McGuine et al. (McGuine et al., 2006, pp. 1103 – 1111) ve svém programu zkoumá i sportovce s předchozí distorzi, tedy by nemělo dojít k podobnosti výsledků se zdravou populací pouze díky malé hlezenní instabilitě. Provedli výzkum, jehož primárním cílem bylo zjistit, zda program balančního tréninku realizovaného v období před sportovní sezónou a udržovaný po celou dobu sezóny bude schopný snížit riziko distorze hlezenního kloubu u sportujících chlapců a dívek navštěvující střední školu. Také se snažili objasnit, zda bude účinek terapie stejný pro sportovce s a bez historie hlezenní distorze. Výsledky tohoto výzkumu, který je jednoduchý a levný uvádí, že balanční trénink sníží výskyt distorze hlezenního kloubu o 38 % u chlapců a dívek hrajících fotbal a basketbal. Bylo také zjištěno, že distorze hlezenního kloubu byla dvakrát častější u jedinců, kteří utrpěli distorzi během posledních 12 měsíců. Tyto výsledky mají určitou váhu, protože:

1. věková skupina zahrnutá do tohoto výzkumu reprezentuje velkou část populace atletů zúčastněných ve středoškolském fotbalovém a basketbalovém programu.
2. distorze hlezna představuje nejvíce vyskytující se zranění, které způsobuje časovou ztrátu v této populaci atletů. Pokles distorze hlezna o 38 % by mělo za následek snížení nákladů na zdravotnickou péči, pokud by byl program použit na národní úrovni. Jejich výsledky také naznačují, že balanční trénink snižuje výskyt distorze u sportovců bez předchozí distorze. Ale tyto výsledky nedosáhly statistické významnosti. Výsledky dokládají, že balanční výcvikový program významně snižuje výskyt opětovné distorze u těch atletů, kteří již prodělali distorzi v minulosti (McGuine et al., 2006, pp. 1103 – 1111). Tyto výsledky jsou v souladu s dalšími

výzkumy jako je například výzkum Verhagen et al. (Verhagen et al., 2004, pp. 1385 – 1393). V tomto výzkumu se ale naproti předchozímu nezabývají snížením incidence distorze hlezna u sportovců bez hlezenní historie, o což se McGuine et al. (McGuine et al., 2006, pp. 1103 – 1111) pokusili, ale neprokázali výsledky statisticky.

Verhagen et al. (Verhagen et al., 2004, pp. 1385 – 1393) provedli výzkum, který dokazuje, že 36 týdnů trvající balanční výcvikový program zredukoval distorzi hlezenního kloubu. Bylo zjištěno, že počet osob samostatně hlásících distorzi byl významně nižší u atletů, kteří dokončili intervenční program. Tento výsledek byl však zaznamenán pouze u hráčů, kteří již distorzi hlezenního kloubu prodělali dříve. Tato skupina autorů navíc zjistila, že výskyt zranění kolene z přetížení u hráčů s historií kolenního zranění se v intervenční skupině zvýšil, k čemuž se v ostatních výzkumech nevyjadřují a zabývají se pouze vlivem balančního výcviku na hlezenní kloub. Jako je tomu například u výzkumu McKeon et al. (McKeon et al., 2008, pp. 1810 – 1819), který sestává z porovnání s předchozími výzkumy, z kratší intervence, a nevyjadřuje se přímo ke snížení rizika distorze hlezna, ale ke zlepšení dynamické stability hlezenního kloubu. Tento výzkum zahrnoval 4 týdnů trvající balanční výcvik, který sestával ze tří sezení týdně. Každý trénink trval 20 minut a byl sestaven tak, aby jedinci zpochybnil schopnost stoje na jedné končetině při výkonu různých balančních cvičení. Výsledkem bylo, že dynamická stabilizace po přistání ze skoku v různých směrech a v různých podmínkách se výrazně zlepšila po balančním výcviku. Jsou přesvědčeni, že progresivní balanční trénink zvyšuje schopnost senzomotorického systému překonat senzomotorické omezení, které se u chronické hlezenní instability vyskytuje (McKeon et al., 2008, pp. 1810 – 1819). O zlepšení dynamické stabilizace hovoří také výzkum Sefton et al. (Sefton et al., 2011, pp. 81 – 89), kteří navíc specifikují, že 6 týdnů trvající balanční výcvik výrazně zlepšil výkon v dynamické rovnováze, ke zlepšení dochází hlavně v antero – mediálním, mediálním a postero – mediálním směru. Což je velmi důležité zjištění, neboť v dřívějším výzkumu Hass et al. (Hass et al., 2010, pp. 829 – 834) tvrdí, že deficit v supraspinální kontrole, který je vyvolán chronickou hlezenní instabilitou, klade větší důraz na snížení posturálních nároků poškozené končetiny (Hass et al., 2010, pp. 829 – 834). Tato informace také naznačuje, že přidání kognitivního úkolu k balančnímu cvičení by mělo zlepšit klinické výsledky (Sefton et al., 2011, pp. 81 – 89).

Objektivní výsledky výzkumů jsou velmi důležité, ale pro fyzioterapeuty jsou důležité i subjektivní pocity pacientů. Tyto informace poskytuje výzkum O'Driscoll et al. (O'Driscoll et al., 2011, pp. 1 – 7), kteří provedli progresivní 6 týdnů trvající výcvikový program balančního cvičení, který vedl ke zlepšení parametrů hlezenního kloubu v senzomotorické

kontrole. Také se jako jediní vyjadřují k subjektivním pocitům sportovce s hlezenní instabilitou. Pacient v jejich studii udával subjektivní zlepšení funkcí (O'Driscoll et al., 2011, pp. 1 – 7). Tento výzkum byl však vykonán pouze na jednom sportovci, proto nemá takový přínos jako ostatní výzkumy, které mohou své výsledky doložit statisticky. Dosud použité výzkumy se nejčastěji zabývají prokázáním účinnosti balančního výzkumu na posturální či dynamickou stabilitu u hlezenní instability a opakované distorze. Jain et al. (Jain et al., 2016, pp. 1 – 20) se také vyjadřuje k účinnosti balančního výcviku na recidivu hlezenní distorze, ale navíc se zabývá také jeho vlivem na pasivní hybnost hlezenního kloubu.

Jain et al. ve svém výzkumu tvrdí, že je prokázána účinnost balančního tréninku v prevenci recidivující distorze u pacientů s chronickou instabilitou hlezna, ale že není známo, zda balanční cvičení také ovlivňuje mechanické vlastnosti hlezna s chronickou instabilitou. Provedl proto 4 týdnů trvající program, který sestával z 20 minutového balančního výcviku konajícího se 3x týdně. Zahrnoval stoj na jedné končetině v přítomnosti fyzioterapeuta a zaměřoval se jak na statickou, tak dynamickou bilanci. Primárním zjištěním bylo, že hlezenní klouby poškozené chronickou instabilitou prokazují sníženou inverzní tuhost oproti druhostranným zdravým hlezenním kloubům. Výsledek byl negativní, tudíž po 4 týdenním programu nedošlo ke změně mechanických vlastností a snížená inverzní tuhost hlezna nebyla změněna. Podle této studie tudíž nemá balanční výcvik vliv na pasivní tuhost hlezna, ale musíme vzít v potaz, že kontrolní skupina sestávala pouze z 26 pacientů, což je celkem malý vzorek jedinců (Jain et al., 2016, pp. 1 – 20).

Zmíněné výzkumy tedy prokázaly účinnost balančního výcviku na hlezenní instabilitu, ale zatím nebyla v žádném výzkumu využita jakákoli kombinovaná terapie, která by účinnost balančního cvičení ještě zvýšila. Právě takový výzkum provedli Yoshida et al. (Yoshida et al., 2015, pp. 3069 – 3071), kteří kombinují balanční cvičení a elektroterapii u funkční instability vyplývající z distorze hlezna. Zaměřovali se na stabilitu hlezna při dopadu ze skoku. Test posturální stability hlezna sestával ze skákání přes 20 cm vysokou platformu bokem po dobu 10 sekund na silové podložce při stoji na jedné dolní končetině s horními končetinami zkříženými na hrudníku. Cvičení se opakovalo 3x za 10 minut s pětiminutovou přestávkou, druhá terapie byla 40 minutová, TENS proudy na nervus peroneus communis prováděná společně s balančním výcvikem. Bylo dokázáno, že svalový reakční čas lýtkového svalu u distorze hlezna byl výrazně pomalejší než u kontralaterálního stabilního hlezna a u zdravých kontrolních pacientů. Proto může souviset funkční instabilita se zpožděnou kontrakční odezvou lýtkového svalu. Aplikace elektrické stimulace na nervus peroneus comunis měl vliv na dorsální motorickou areu a primární motorický kortex a stal se více aktivním, čímž

i fibulární svaly začaly vykazovat zvýšenou aktivitu. Stabilita ve stoji na dolní končetině s distorzi hlezna se výrazně zvýšila po provedení terapie TENS proudy ve srovnání se stabilitou po pouhém cvičení. Závěrem došli ke zjištění, že hlezenní stabilita byla významně zvýšena při současném použití balančního výcviku a elektroterapie (TENS proudy). Je však potřeba zkoumat změny v čase, protože dlouhodobý účinek TENS proudů nebyl ověřen. Je důležité provádět fyzioterapii se zřetelem na vliv centrálního nervového systému, a to i po hlezenní distorzi (Yoshida et al., 2015, pp. 3069 – 3071).

Systematické review O'Driscoll et al. (O'Driscoll et al., 2011, pp. 1 – 20) došlo ke zcela jinému závěru než dříve zmíněné výzkumy, ale je třeba vzít v potaz, že jejich hodnocení bylo limitované omezenými důkazy o účinnosti nervosvalového tréninku v souladu s výsledky měření statické a dynamické posturální stability, izometrické síly, latence svalového nástupu a recidivy zranění. Tvrdí, že u žádného z měřených výsledků nebyly dosaženy silné důkazy o účinnosti senzomotorického tréninku u chronické hlezenní instability. Avšak byl zde použit jen malý počet studií (14 studií), které byly vhodné pro zařazení do tohoto přezkoumání (O'Driscoll et al., 2011, pp. 1 – 20).

2.2 Senzomotorická stimulace — balanční trénink a zranění ACL

Akbari et al. (Akbari et al., 2016, pp. 68 – 81) provedli výzkum, který zahrnoval 24 pacientů po rekonstrukci ACL a 24 zdravých jedinců. Pacienti po rekonstrukci ACL byli 4 týdny po operaci a neudávali žádné bolesti v hleznu. V balanční tréninkové skupině pacienti trénovali po dobu 30 minut 6 dní v týdnu, celkem 12 sezení. Balanční cvičení bylo prováděno ve stoji na jedné dolní končetině s otevřenýma a poté zavřenýma očima. Jejich zjištění ukazuje, že balanční cvičení by mohlo snížit poruchu dynamické stability u pacientů s rekonstrukcí ACL. Proprioceptivní a balanční výcvik zlepšil posturální stabilitu u pacientů s deficitem ACL v raném stádiu rehabilitace po ACL rekonstrukci. Tato zjištění naznačují, že neuromuskulární trénink by mohli pacienti s rekonstrukcí ACL běžně provádět. Výsledky však tyto závěry pouze naznačují, nejsou statisticky příliš významné (Akbari et al., 2016, pp. 68 – 81). Stejně tak jako Akbari et al. se Risberg et al. (Risberg et al., 2007, pp. 737 – 750) ve svém výzkumu zaměřuje na pacienty po provedení plastiky ACL, ale navíc porovnává dva rehabilitační programy. Provedli výzkum, do kterého se zapojilo 74 jedinců po rekonstrukci ACL. První rehabilitační program byl založen na současných poznatcích o hojení štěpu, proprioceptivní neuromuskulární kontrole a deficitu svalové síly musculus quadriceps femoris

po rekonstrukci ACL. Program byl zahájen na ambulantní klinice. Oba rehabilitační programy začaly druhý týden po operaci. Sezení probíhala 2 až 3x týdně a probíhala po dobu 6 měsíců. Program sestával z balančního cvičení, cvičení dynamické kloubní stability, pylometrického tréninku, zvyšování hybnosti a ze sportovně specifického cvičení. Balanční cvičení probíhalo ve stoji na jedné končetině, na obou končetinách, na rovném povrchu s požadavky na udržení stability na podložce, na nestabilní podložce a trampolíně. Druhý rehabilitační program kladl důraz na cvičení musculus quadriceps femoris, hamstringy, gluteus medius a musculie gastrocnemii. Zaměřovali se zde na normalizaci chůze a kontrolu pohybů kolene. Z výsledků této studie vyplývá, že ačkoli byly malé rozdíly mezi prvním a druhým rehabilitačním programem, program zahrnující neuromuskulární trénink byl nadřazený druhému programu. Přinesl větší zlepšení funkce kolene po ACL rekonstrukci. Neuromuskulární cvičení by mělo být zahrnuto do rehabilitačního programu pacientů po rekonstrukci ACL. Nicméně oba programy poskytují podobné zlepšení síly, rovnováhy a propriocepce (Risberg et al., 2007, pp. 737 – 750).

Tyto výzkumy se zabývají pouze pacienty, kteří již prodělali zranění ACL. Nevyjadřuje se, jestli je balanční výcvik vhodný jako prevence poškození ACL, čímž se zabývá např. studie Owen et al. (Owen et al., 2006, pp. 1436 – 1440).

Owen et al. si položili otázku, zda existuje důkaz, že proprioceptivní nebo balanční cvičení může zabránit ACL zranění u atletů bez předchozího poškození ACL. Zhodnotili články, které se zabývaly účinností pouze balančního výcviku bez kombinování s jinými metodami. Při svém hledání zjistili, že je nedostatek silných důkazů prokazujících účinnost izolovaného proprioceptivního nebo balančního tréninku pro prevenci poranění ACL. Nicméně bylo prokázáno snížení výskytu poranění ACL v léčené skupině a nebyly nalezeny důkazy o škodlivých účincích těchto metod, které by byly statisticky významné. Použili ve svém výzkumu systematickou studii Thacker et al. (Thacker et al., in Owen et al., 2006, pp. 1436 – 1440), která podpořila jejich úvahu o tom, že studie neuromuskulárního a proprioceptivního tréninku ukazuje nejpovzbudivější důkazy o efektivní prevenci úrazů ACL ve srovnání s použitím výztuh. Jejich dalším použitým zdrojem je Caraffa et al. (Caraffa et al., in Owen et al., 2006, pp. 1436 – 1440), který uvádí významný pokles zranění ACL u elitních fotbalistů mužského pohlaví, jenž je způsobený proprioceptivním balančním tréninkem. Nicméně metodické nedostatky v této studii neumožní založit doporučení balančního výcviku na základě jejich výsledků (Owen et al., 2006, pp. 1436 – 1440). Akbari et al. (Akbari et al., 2016, pp. 68 – 81) i Owen et al. (Owen et al., 2006, pp. 1436 – 1440) se zabývají účinností balančního výcviku obecně u obou pohlaví,

popřípadě zmiňují vliv u mužského pohlaví, avšak zvláště ženským pohlavím se nezabývají. Naproti tomu Myer et al. (Myer et al., 2008, pp. 425 – 448) ve svém výzkumu tvrdí, že je dokázáno největší riziko zranění ACL u mladých atletek ženského pohlaví, a proto specifikují svoji studii právě na atletky. Ve svém výzkumu se zaměřují na neuromuskulární trénink kontroly trupu a boků jako prevence zranění kolenního kloubu. Navazují na tvrzení, že neuromuskulární trénink snižuje riziko zranění ACL u fotbalistů mužského pohlaví, což uvádí např. Agel et al. (Agel et al., in Myer et al., 2008, pp. 425 – 448). Naproti tomu u fotbalistek ženského pohlaví neprokázali zatím žádnou změnu ve stejném časovém období. Proto účelem klinické části je aplikace nervosvalového tréninku zaměřeného na nedostatky, které jsou základem mechanismů zvýšeného rizika zranění ACL u ženských sportovců. Síla a nábor abdukce v kyčli mohou zlepšit schopnost atletky kontrolovat dolní část končetiny, způsobit pokles abdukce v koleni a narůstající zátěže vznikající vzrůstajícím posunem trupu během sportovní aktivity. Cílený neuromuskulární trénink před nebo v pubertě může současně zlepšit menší pevnost končetiny a sílu, omezit nebezpečné biomechaniky vztahující se k riziku zranění ACL a zlepšit rovnováhu při stoji na jedné noze (Myer et al., 2008, pp. 425 – 448). Proto by neuromuskulární trénink mohl být vhodný před a v průběhu puberty dětí, kdy pomáhá bránit rozvoji vysoce rizikové biomechaniky kolenního kloubu, která se vyvíjí v této fázi zrání. Konkrétně nervosvalový trénink, který se zaměřuje na kontrolu během puberty a před ní, může poskytnout nejefektivnější intervenční přístup k zmírnění vysoce rizikové biomechaniky u ženských sportovců (Myer et al., 2008, pp. 425 – 448). Atletky ženského pohlaví do svého výzkumu zapojuje i Nagano et al. (Nagano et al., 2011, pp. 1 – 8), kteří navíc oproti předchozímu výzkumu dokládají výsledky na elektromyografii. Tato skupina vědců zkoumala účinek balančního tréninku na kinematiku kolene včetně holenní rotace, která bývá pozorována v době poranění ACL, stejně tak elektromyografii musculus quadriceps femoris a hamstringů. Do studie bylo zapojeno 8 atletek ženského pohlaví, které neměly žádné poranění kolenního kloubu. Trénink trval 20 minut denně 3 dny v týdnu po dobu 5 týdnů. Vzhledem k tomu, že již existující programy trvají značně dlouhou dobu, byl tento program navržen na 20 minut dlouhý trénink. Před zahájením tréninku byl proveden experimentální úkol a jeho měření. Před a po absolvování programu byla provedena elektromyografie musculus rectus femoris, biceps femoris a semimembranosus. Po absolvování programu došlo ke změnám kolenní kinematiky a stehenní svalové síly. Vzhledem k poloze kolene při kontaktu nohy byla flexe kolenního kloubu podstatně větší před programem než po jeho absolvování. Pokud jde o rotační posuny, ke kterým došlo během dopadu, byla zde velká změna mezi předtréninkovými a potréningovými výsledky.

Z toho vyplývá, že účinky balančního cvičení a poučení o správném dopadu mohou zabraňovat charakteristickým postavením kolenního kloubu, ve kterých dochází nejčastěji k poranění ACL. Nicméně nebyly pozorovány očekávané změny ve frontální a transverzální kinematice kolene. K dalšímu zlepšení došlo v dynamické kontrakci hamstringů před kontaktem nohy při dopadu, která byla významně vyšší, než při testu před započítím programu. Na druhé straně nebyly naměřeny žádné rozdíly pro musculus rectus femoris (Nagano et al., 2011, pp. 1 – 8).

2.3 Excentrický trénink a zranění hamstringů

Mendez — Villanueva et al. (Mendez — Villanueva et al., 2016, pp. 1 – 15) provedli studii, která se opírá o současné existující znalosti a poskytuje ucelené informace o zapojování hamstringů během excentrického posilovacího cvičení, které dokládá na snímcích funkční magnetické rezonance. V den experimentu 30 minut před cvičením prošli hráči magnetickou rezonancí obou stehů v klidu. Analýza byla provedena v různých úsecích dlouhé hlavy musculus biceps femoris, krátké hlavy musculus biceps femoris, musculus semitendinosus a semimembranosus před a ihned po 4 cvičeních. Hráči prošli 15 min. standardizovaným zahřátím a poté silovým tréninkem. Trénink se skládal ze 4 sad po 8 opakováních. První cvik spočíval v pozici s vyloučením gravitace v lehu na zádech na stroji. Cvičení provádí na dominantní dolní končetině. Druhý cvik byl založen na cvičení s vlastní vahou těla. Další dva cviky opět vycházejí z excentrického cvičení, ale v jiných pozicích. Na základě výsledků této studie a předchozích zjištění bylo navrženo, že je velmi důležité se v rámci excentrického cvičení zaměřit na kontrakční prvky krátké hlavy musculus biceps femoris a musculus semitendinosus, kterého docílíme setrvačnou silou při cvičení na stroji tzv. zakopáváním. Je ovšem velmi důležité i všeobecné posílení hamstringů. (Mendez — Villanueva et al., 2016, pp. 1 – 15).

Delahunt et al. (Delahunt et al., 2016, pp. 663 – 672) svůj výzkum zaměřili také na excentrickou aktivitu hamstringů, používá však oproti předchozímu výzkumu pouze cviky s vlastním tělem, nikoli na stroji. Navíc své výsledky dokládá na EMG (elektromyografie) hamstringů, ne pomocí funkční magnetické rezonance. Provedli studii na mužích, kteří se zúčastnili dvou sezení se 7 týdenním odstupem. Každé sezení zahrnovalo 5 minut rozcvičení a 5 minut excentrického tréninku. Trénink byl proveden v kleku na podlaze, horní část těla byla vzpřímená ve vertikále. Trénink sestával ze 2 sad po 5 pohybech a 2 min. odpočinkem

mezi každou sadou. Při cvičení bylo měřeno EMG z dlouhé hlavy musculus biceps femoris, semitendinosus, rectus femoris a musculus vastus lateralis pravé nohy. Pravé nohy využili jen proto, že předchozí práce naznačila, že nejsou žádné rozdíly v aktivitě svalů jedné končetiny při excentrické práci. Výsledky této studie popisují kinematickou a neuromuskulární adaptaci na 6 týdnů trvající excentrický trénink hamstringů. Dokončení programu vedlo ke zlepšení excentrické svalové síly a optimalizaci kinematických a neuromuskulárních parametrů. Výzkum byl však prováděn jen na rekreačně aktivních jedincích, proto by bylo dobré přezkoumat tento výsledek i u elitních atletů. Další výzkum by měl také porovnat odezvu cvičení u nezraněných účastníků a u těch s opakujícím se zraněním hamstringů (Delahunt et al., 2016, pp. 663 – 672). Lovell et al. (Lovell et al., 2016, pp. 2286 – 2294) vedli výzkum také pouze na amatérských fotbalistech a neporovnávají odezvu cvičení u zdravých a zraněných hráčů, ale oproti Delahunt et al. (Delahunt et al., 2016, pp. 663 – 672) rozšiřují výzkum o odezvu excentrického cvičení před fotbalovým tréninkem a po něm. Provedli výzkum akutní neuromuskulární a funkční reakce na excentrické cvičení hamstringů prováděné před nebo po fotbalovém tréninku. Na výzkum bylo použito 12 amatérských fotbalových hráčů, kteří neudávali žádné pohybové omezení. Na začátku tréninku prošli hráči 15 minut dlouhou rozehřívací fází, poté byly provedeny 4 sub maximální excentrické aktivace hamstringů na dynamometru a následoval normální fotbalový trénink. Před nebo po tréninku bylo provedeno excentrické cvičení 6 sad po 5 opakováních. K výsledkům došli měřeními a to jednak pomocí izokinetického dynamometru, kterým byla změřena excentrická síla kolenních flexorů při 30° flexi v kolenním kloubu a poté pomocí EMG, které bylo snímáno z pravé dolní končetiny povrchovými elektrodami uloženými na musculus biceps femoris a musculus semitendinosus a semimembranosus. V souhrnu lze konstatovat, že tato studie prokázala, že opakované sady excentrického cvičení hamstringů před fotbalovým tréninkem zhoršují excentrickou únavu podkoleních šlach. Tato únava se projeví úbytkem kapacity generující sílu, která může způsobit větší citlivost podkoleních šlach na zranění neboli akutní natažení v průběhu následujícího fotbalového tréninku. Proto by toto excentrické cvičení mělo být prováděno v rámci samostatného rehabilitačního sezení anebo po fotbalovém tréninku, nikoli před ním (Lovell et al., 2016, pp. 2286 – 2294).

Naproti tomu další výzkum De Hoyo et al. (De Hoyo et al., 2015, pp. 46 – 52) je založen na excentrickém tréninku přímo v sezonním období u mladých elitních fotbalových hráčů. Do studie bylo zařazeno 36 hráčů bez předchozího poranění hamstringů. Fotbalisté byli rozděleni do dvou skupin, kontrolní a skupiny provádějící excentrické cvičení 1 – 2 x týdně po dobu 10 týdnů. Obě skupiny po celou dobu docházely na pravidelné fotbalové tréninky. Výsledky

testů vedou k závěru, že 10 týdnů dlouhý cvičební program založený na maximální síle koncentrického zatížení a excentrického přetížení je účinný při snižování výskytu zranění a závažnosti zranění u juniorských elitních fotbalistů. Kromě toho vede ke zlepšení schopností jako je skákání a sprintování, což jsou úkoly velmi náročné na pevnost a bývají při fotbalu hojně využívány. Proto by měl být zařazen do fotbalového tréninku, neboť snižuje riziko napětového poranění musculus quadriceps a hamstringů, což je nejčastější zranění způsobující pracovní neschopnost fotbalistů (De Hoyo et al., 2015, pp. 46 – 52).

Orishimo et al. (Orishimo et al., 2015, pp. 772 – 778) přináší další důležité výsledky výzkumu, které se v předchozích výzkumech neobjevily. Zaměřují se také na excentrické cvičení, ale výhradně bez strojů, pouze s vlastním tělem a sledují jeho význam na pevnost podkolenních šlach a na vztah délky a napětí hamstringů. Jejich studie potvrdila, že pomocí excentrického posilování došlo k výraznému zlepšení celkové pevnosti kolenních flexorů. Zlepšení pevnosti však nebylo pozorováno na delším svalu. Možným důvodem může být, že hamstringy nebyly dostatečně protaženy během excentrické fáze tohoto cvičení, což vede k posunu ve vztahu délka – napětí. Schmitt et al. (Schmitt et al., in Orishimo et al., 2015, pp. 772 – 778) tvrdí, že maximální nebo téměř maximální flexí v kyčli v kombinaci s prodloužením kolene dochází ke zvýšení pevnosti na konci rozsahu pohybu, neboť hamstringy se táhnou přes dva klouby a dojde tedy ke správnému vztahu mezi délkou a napětím svalů. Cvičení zahrnuté v této studii nezahrnuje pohyby, které by prodloužily hamstringy přes oba klouby. Je důležité poznamenat, že svalová síla spojená s danou amplitudou na EMG je výrazně vyšší u excentrické kontrakce ve srovnání s koncentrickou kontrakcí. Lze ale shrnout, že zvýšená pevnost, stabilita, rovnováha a flexibilita získaná na podkladě těchto cviků může pomáhat v předcházení napětového zranění hamstringů (Orishimo et al., 2015, pp. 772 – 778).

Závěr

Pro fyzioterapeuta je důležité zjištění, která zranění jsou u fotbalistů častá, aby mohl zacílit terapii přímo na prevenci. Při dlouhodobém nesprávně prováděném tréninku, nebo tréninku, který nebude zahrnovat prevenci, se hráči s velkou pravděpodobností obrátí třeba i v pozdějším věku právě na fyzioterapeuty. Bylo by proto efektivnější tréninky upravit tak, aby ke zraněním docházelo co možná nejméně. O to důležitější je správná terapie a trénink u dětských fotbalistů, který musí respektovat vývin dětského organismu.

Tato práce se zabývá distorzí hlezna, která je následně spojena s hlezenní instabilitou, přetržení ACL v kolenním kloubu, které může vést k instabilitě kolenního kloubu a natažením či přetížením hamstringů. Všechna tato zranění patří mezi nejčastější zranění fotbalistů. V diskuzi se v první řadě zaměřuje na senzomotorickou stimulaci – balanční výcvik u distorze hlezna i přetržení ACL v kolenním kloubu. Z výzkumů senzomotorické stimulace je jasné, že je vhodné tento koncept zařadit jak do rehabilitační terapie sportovců, tak je i velmi vhodnou prevencí, kterou lze zahrnout do fotbalového tréninku. Výzkumy potvrzují, že senzomotorická stimulace snižuje výskyt hlezenní distorze u fotbalistů, kteří již v minulosti prodělali distorzi hlezna. Snížení výskytu distorze hlezna u zdravých fotbalistů nedosáhlo statistické významnosti, a proto by bylo vhodné provést další výzkumy zaměřující se přímo na tento problém. Balanční výcvik zlepšuje dynamickou stabilizaci a dynamickou rovnováhu. Ještě lepší klinické výsledky přineslo spojení balančního výcviku s kognitivním úkolem v rámci terapie. Kombinovaná terapie zahrnující balanční výcvik a použití elektroterapie (TENS proudy) prokázalo větší zlepšení než pouhé balanční cvičení. Nejen objektivní výsledky, ale i subjektivní pocity pacientů po ukončení výzkumů jsou pro fyzioterapeuty důležité, avšak pouze jeden výzkum zahrnoval informace o subjektivním zlepšení. Proto by i ostatní výzkumy měly uvádět subjektivní pocity pacientů. Negativního výsledku bylo dosaženo u vlivu senzomotorické stimulace na pasivní hybnost hlezenního kloubu. Inverzní tuhost je totiž prokázána u chronické hlezenní instability, balančním cvičením však k jejímu ovlivnění nedochází.

Vliv senzomotorické stimulace na stabilitu kolenního kloubu po provedené rekonstrukci ACL má kladný výsledek, přináší zlepšení posturální stability pacientů. Rehabilitační program zahrnující balanční cvičení vede k většímu zlepšení funkce kolenního kloubu než program zaměřující se spíše na posílení svalů musculus quadriceps femoris, hamstringy, gluteus medius a musculie gastrocnemii. To však neznamená, že pouhé posilování těchto svalů nevede ke zlepšení funkce kolenního kloubu, naopak také dochází k podobnému

zlepšení síly, rovnováhy a propriocepce jako u programu zahrnujícího balanční cvičení, balanční cvičení má ale výsledky lepší.

Senzomotorická stimulace použitá jako prevence přetržení ACL v kolenním kloubu přinesla kladné výsledky, ale není mnoho studií, které tento výsledek potvrzují. Existuje výzkum potvrzující, že neuromuskulární proprioceptivní trénink je lepší prevencí než použití výztuh při ochraně ACL u fotbalistů. Nebyly ovšem nalezeny důkazy o tom, že by byla senzomotorická stimulace jakkoli škodlivá pro kolenní kloub. Je dokázáno, že nejnáchylnějšími k ruptuře ACL jsou atletky ženského pohlaví a to nejvíce v období puberty, kdy je hormonálně zvýšená laxicita vaziva a v kloubech se tedy objevuje hypermobilita. Cílený neuromuskulární trénink prováděný v období puberty anebo před ní je vysoce významnou prevencí rizikové biomechaniky kolenního kloubu, která může vést právě k porušení ACL. Navíc vede k nábory síly svalů dolní končetiny a vyšší pevnosti kolenního kloubu. Elektromyografie také prokazuje, že balanční výcvik vede ke změně kinematiky kolene, zvýšení stehenní svalové síly a zlepšení dynamické kontrakce hamstringů. Na elektromyografii nebyla pozorována žádná změna ve svalu musculus rectus femoris, pouze v hamstringích.

Další velmi náchylnou oblastí ke zranění u fotbalistů jsou hamstringy. K jejich natažení/přetížení dochází u těchto sportovců velmi často. Toto zranění často recidivuje a to právě díky neadekvátnímu rehabilitačnímu programu, předčasnému návratu do hry, nebo kombinací obojího. Rizikovými faktory poškození hamstringů, které se dají ovlivnit, jsou slabost, únava, nedostatek pružnosti s pevnostní nerovnováhou mezi hamstringy a musculus quadriceps femoris. V diskuzi se tato práce zaměřuje i na posílení hamstringů excentrickým cvičením a jeho vhodností pro rehabilitaci či prevenci zranění hamstringů. Při excentrickém cvičení hamstringů je velmi důležité se zaměřovat na kontrakční prvky krátké hlavy musculus biceps femoris a musculus semimembranosus, čehož můžeme docílit např. setrvačnou silou při cvičení na stroji, tak zvaném zakopávání. Je dokázáno výzkumy, které jsou potvrzeny výsledky funkční magnetické rezonance, že excentrické posilovací cvičení je vhodné jak pro prevenci, tak rehabilitaci poranění hamstringů. Jiné výzkumy potvrzují, že účinné je i excentrické cvičení pouze s vlastní vahou, nikoli pouze pomocí setrvačné síly strojů, a své tvrzení opět dokládají nyní pomocí EMG svalů. Excentrické cvičení s vlastní vahou vede ke zlepšení jednak excentrické svalové síly hamstringů, ale také k optimalizaci kinematických a neuromuskulárních parametrů. Opravdu důležitým zjištěním je fakt, že aplikování excentrického cvičení před fotbalovým tréninkem vede k excentrické únavě svalových podkolenních šlach, což zapříčiní úbytek síly svalů a následně může vést až k větší citlivosti

podkolenních šlach na zranění neboli akutní natažení v průběhu následujícího tréninku. Není proto vhodné zařazovat toto cvičení před fotbalový trénink, mělo by být aplikováno v rámci samostatného sezení. Dále vede excentrické cvičení ke zlepšení schopností jako je skákání a sprintování. Tyto schopnosti jsou velmi náročné na pevnost a jsou ve fotbalu hojně využívány. Existuje tvrzení, že excentrické cvičení nemusí prokázat účinnost, pokud při cviku nedojde k maximální nebo téměř maximální flexi kyčle, která musí být spojena s prodloužením kolene. Nedochozí tak ke zvýšení pevnosti hamstringů na konci rozsahu pohybu a to proto, že se hamstringy táhnou přes dva klouby a nedojde tedy ke správnému vztahu mezi délkou a napětím svalu. Proto by měly být využity cviky zajišťující prodloužení hamstringů přes oba klouby.

Z výsledků diskuze tedy vyplývá, že uvedené terapie jsou vhodné pro zařazení do rehabilitačního plánu i do pravidelných tréninků. Mohou vést jak k obnovení poškozené funkce, tak i k prevenci výskytu poškození. Bylo by tedy vhodné začlenit tyto cviky do tréninkových plánů fotbalistů a tím snížit výskyt častých poranění, která vedou k vypadení fotbalistů na krátkou i dlouhou dobu ze sportovního zatížení.

Referenční seznam

1. Adirim, A. T., Cheng, T. L. 2003. *Overview of Injuries in the Young Athlete*. Sports Med [online]. 2003, vol. 33, pp. 75 – 81. [cit. 19. 2. 2017] ISSN: 0112 – 1642.
Dostupné z: <http://link.springer.com/article/10.2165/00007256-200333010-00006>
2. Akbari, A., Ghiasi, F., Mir, M., Hosseinifar, M. 2016. *The Effects of Balance Training on Static and Dynamic Postural Stability Indices After Acute ACL Reconstruction*. Global journal of health science [online]. 2016, vol. 8, pp. 68 – 81. [cit. 23. 2. 2017]. ISSN: 1916 – 9736. Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4873586/>
3. Al Rawi, Z., Nessian, A. H. 1997. *Joint hypermobility in patients with chondromalacia patellae*. Rheumatology [online]. 1997, vol. 36, pp. 1324 – 1327. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1093/rheumatology/36.12.1324. Dostupné z:
<https://academic.oup.com/rheumatology/article/36/12/1324/1782601/Joint-hypermobility-in-patients-with>
4. Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., Thorstensson, A. 2007. *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 [online]. 2007, vol. 35, pp. 197 – 206. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546506294679. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546506294679>
5. Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., Thorstensson, A. 2007. *Acute first-time hamstring strains during slow-speed stretching clinical, magnetic resonance imaging, and recovery characteristics*. The American journal of sports medicine [online]. vol. 35, pp. 1716 – 1724. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546507303563. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546507303563>
6. Askling, C. M., Tengvar, M., Saartok, T., Thorstensson, A. 2008. *Proximal Hamstring Strains of Stretching Type in Different Sports Injury Situations, Clinical and Magnetic Resonance Imaging Characteristics, and Return to Sport*. The American journal of sports medicine [online]. 2008, vol. 36, pp. 1799 – 1804. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546508315892. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546508315892>
7. Barber Foss, K. D., Myer, D. G., Hewett, T. E. 2014. *Epidemiology of basketball, soccer, and volleyball injuries in Middle – School female athletes*. The Physician and

- Sportsmedicine [online]. 2014, vol. 42, pp. 146 – 153. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 0091 – 3847. Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4217285/>
8. Bastlová, P. 2013. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Olomouc: VUP, 2013. 1. vyd., ss. 7 – 12. ISBN: 978 – 80 – 244 – 4030 – 9.
 9. Beynnon, B. D., Murphy, D. F., Alosa, D. M. 2002. *Predictive factors for lateral ankle sprains: A literature review*. J Athl Train [online]. 2002, vol. 37, pp. 376 – 380. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1938 – 162X. Dostupné z:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164368/>
 10. Boden, B. P., Torg, J. S., Knowles, S. B., Hewett, T. E. 2009. *Video analysis of anterior cruciate ligament injury abnormalities in hip and ankle kinematics*. The American journal of sports medicine [online]. 2009, vol. 37, pp. 252 – 259. [cit. 21. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546508328107. Dostupné z:
<http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546508328107>
 11. Brenner J. S., 2007. *Overuse Injuries, Overtraining, and Burnout in Child and Adolescent Athletes*. American Academy of Pediatrics [online]. 2007, vol. 119, pp. 1242 – 1245. [cit. 21. 2. 2017]. DOI:10.1542/peds.2007 – 0887. Dostupné z:
<http://pediatrics.aappublications.org/content/pediatrics/119/6/1242.full.pdf>
 12. Brito, J., Malina, R. M., Seabra, A., Massada, J. L., Soares, J. M., Krusturup, P., Rebelo, A. 2012. *Injuries in Portuguese Youth Soccer Players During Training and Match Play*. Journal of Athletic Training [online]. 2012, vol. 47, pp. 191 – 197. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: nenalezeno. Dostupné z:
<http://www.natajournals.org/doi/full/10.4085/1062-6050-47.2.191?code=nata-site>
 13. Brophy, R. H., Backus, S., Kraszewski, A. P., Steele, B. C., Ma, Y., Osei, D., Williams, R. J. 2010. *Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation during soccer kick*. J Bone Joint Surg Am [online]. 2010, vol. 92, pp. 2050 – 2058. [21. 2. 2017]. DOI: 10.2106/JBJS.I.01547. Dostupné z:
https://www.researchgate.net/profile/Sherry_Backus/publication/45505450_Differences_Between_Sexes_in_Lower_Extremity_Alignment_and_Muscle_Activation_During_Soccer_Kick/links/54172aef0cf203f155ad4a7f.pdf
 14. Brophy, R., Silvers, H. J., Gonzales, T., Mandelbaum, B. R. 2010. *Gender influences: the role of leg dominance in ACL injury among soccer players*. British journal of sports medicine, bjsports51243 [online]. 2010, vol. 44, pp. 694 – 697. [cit. 21. 2. 2017]. DOI: 10.1136/bjism.2008.051243. Dostupné z:

- http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44953298/694.full.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1487704013&Signature=%2F4UnyYNxHbzPOEyVU5Xyypu94zc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DGender_influences_the_role_of_leg_domina.pdf
15. Brophy, R. H., Stepan, J. G., Silvers, H. J., Mandelbaum, B. R. 2015. *Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer: A Gender-Based Analysis*. Sports Health [online]. 2015, vol. 7, pp. 244 – 249. [cit. 21. 2. 2017]. DOI: 10.1177/1941738114535184. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/3fce/76fd0e0cf1fecf305a799d13f5ae5b5ae68b.pdf>
 16. Caine, D., Difiori, J., Maffulli, N. 2006. *Physéal injuries in childrens and youth sports: reasons for concern?*. Br J Sports Med [online]. 2006, vol. 40, pp. 749 – 760. [cit. 19. 2. 2017]. ISSN: 0306 – 3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/content/bjsports/40/9/749.full.pdf>
 17. Clark, R. A. 2008. *Hamstring injuries: risk assessment and injury prevention*. Annals Academy of Medicine Singapore [online]. 2008, vol. 37, pp. 341 – 346. [cit. 23. 2. 2017]. ISSN: nenalezeno. Dostupné z: <http://www.annals.edu.sg/PDF/37VolNo4Apr2008/V37N4p341.pdf>
 18. Collinge, R., Simmonds, V. J. 2009. *Hypermobility, injury rate and rehabilitation in a professional football squad- A preliminary study*. Physical Therapy in Sport [online]. 2009, vol. 10, pp. 91 – 96. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.ptsp.2009.03.001. Dostupné z: http://www.udptclinic.com/journalclub/sojc/09_10/Feb10/hypermobility%20injury%20-%20soccer.pdf
 19. Croisier, J. L., Forthomme, B., Namurois, M. H., Vanderthommen, M., Crielaard, J. M. 2002. *Hamstring muscle strain recurrence and strength performance disorders*. The American journal of sports medicine [online]. 2002, vol. 30, pp. 199 – 203. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1552 – 3365. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/03635465020300020901>
 20. D'Angelo, K., Kim, p., Murnaghan, M. L. 2014. *"Juvenile Osteochondritis Dissecans in a 13- year- old male athlete: A case report."* The Journal of the Canadian Chiropractic Association [online]. 2014, vol. 58, pp. 384 – 394. [cit. 19. 2. 2017]. ISSN: 1715 – 6181. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4262807/>

21. De Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., Morán-Camacho, E. 2015. *Effects of a 10- week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players*. International journal of sports physiology and performance [online]. 2015, vol. 10, pp. 46 – 52. [cit. 19. 2. 2017]. DOI: 10.1123/ijsp.2013 – 0547. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Moises_De_Hoyo/publication/262940585_Effects_of_a_10-Week_In-Season_Eccentric-Overload_Training_Program_on_Muscle-Injury_Prevention_and_Performance_in_Junior_Elite_Soccer_Players/links/54ca532d0cf2517b755df798.pdf
22. Delahunt, E., McGroarty, M., De Vito, G., Ditroilo, M. 2016. *Nordic hamstring exercise training alters knee joint kinematics and hamstring activation patterns in young men*. European journal of applied physiology [online]. 2016, vol. 116, pp. 663 – 672. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1007/s00421 – 015 – 3325 – 3. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Eamonn_Delahunt/publication/290222261_Nordic_hamstring_exercise_training_alters_knee_joint_kinematics_and_hamstring_activation_patterns_in_young_men/links/569919b408aeaea9859459b3.pdf
23. De Inocencio, J. 2004. *Epidemiology of musculoskeletal pain in primary care*. Archives of Disease in Childhood [online]. 2004, vol. 89, pp. 431 – 434. [cit. 20. 2. 2017]. ISSN: 0003 – 9888. Dostupné z: <http://adc.bmj.com/content/89/5/431.full>
24. Denko, C. W., Boja, B. 2001. *Grown hormone, insulin and insulin like growth factor-1 in hypermobile syndrome*. Journal of Rheumatology. 2001, vol. 28, pp. 1666 – 1669. ISSN: 0315 – 162X.
25. Dorje, C., Gupta, R. K., Goyal, S., Jindal, N., Kumar, V., Masih, G. D. 2014. *Sports injury pattern in school going children in Union Territory of Chandigarh*. Journal of clinical orthopaedics and trauma [online]. 2014, vol. 5, pp. 227 – 232. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.jcot.2014.07.004. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4264560/>
26. Esmaeili, A., Vazirinea, R., Ebrahiminejad, A. 2008. *One- year incidence rate of injuries among secondary school pupils in an Iranian community*. Pak J Med Sci [online]. 2008, vol. 24, pp. 236 – 240. [cit. 20. 2. 2017]. ISSN: nenalezeno. Dostupné z: <http://pjms.com.pk/issues/aprjun108/pdf/injuries.pdf>

27. Feeley, B. T., Kennelly, S., Barnes, R. P., Muller, M. S., Kelly, B. T., Rodeo, S. A., Warren, R. F. 2008. *Epidemiology of National Football League training camp injuries from 1998 to 2007*. The American journal of sports medicine [online]. 2008, vol. 36, pp. 1597 – 1603. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546508316021. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546508316021>
28. Fernandez, W. G., Yard, E. E., Comstock, R. D. 2007. *Epidemiology of lower extremity injuries among US high school athletes*. Acad Emerg Med [online]. 2007, vol. 14, pp. 641 – 645. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1069 – 6563. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1553-2712.2007.tb01851.x/epdf>
29. Hale, S. A., Hertel, J., Olmsted-Kramer, L. C. 2007. *The effect of a 4- week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability*. Journal of orthopaedic & sports physical therapy [online]. 2007, vol. 37, pp. 303 – 311. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.2519/jospt.2007.2322. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/pdfplus/10.2519/jospt.2007.2322>
30. Hass, C. J., Bishop, M. D., Doidge, D., Wikstrom, E. A. 2010. *Chronic ankle instability alters central organization of movement*. The American journal of sports medicine [online]. 2010, vol. 38, pp. 829 – 834. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546509351562. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546509351562>
31. Heiderscheit, B. C., Hoerth, D. M., Chumanov, E. S., Swanson, S. C., Thelen, B. J., Thelen, D. G. 2005. *Identifying the time of occurrence of a hamstring strain injury during treadmill running: a case study*. Clinical Biomechanics [online]. vol. 20, pp. 1072 – 1078. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2005.07.005. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Darryl_Thelen/publication/7623106_Identifying_the_time_of_occurrence_of_a_hamstring_strain_injury_during_treadmill_running_A_case_study/links/0fcfd5107e ed300679000000.pdf
32. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., Succop, P. 2005. *Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes a prospective study*. The American journal of sports medicine [online]. 2005, vol. 33, pp. 492 – 501. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546504269591. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546504269591>

33. Hintermann, B., Boss, A., Schäfer, D. 2002. *Arthroscopic findings in patients with chronic ankle instability*. Am J Sports Med [online]. 2002, vol. 30, pp. 402 – 409. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 0363 – 5465. Dostupné z: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.849.4342&rep=rep1&type=pdf>
34. Hrstková, H. 2015. *Pohyb a zdraví dětí*. Brno: Masarikova Univerzita. 2015. ss. 2 – 20. ISBN: 978 – 80 – 210 – 7433 – 0.
35. Hubbard, T. J., Wikstrom, E. A. 2010. *Ankle sprain: pathophysiology, predisposing factors, and management strategies*. Open Access Journal of Sports Medicine [online]. 2010, vol. 1, pp. 115 – 122. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1179 – 1543. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3781861/>
36. Jain, T. K., Wauneka, C. N., Liu, W. 2016. *Four Weeks of Balance Training does not Affect Ankle Joint Stiffness in Subjects with Unilateral Chronic Ankle Instability*. Int J Sports Exerc Med [online]. 2016, vol. 2, pp. 1 – 20. [cit. 23. 2. 2017]. ISSN: 2469 – 5718. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5025258/>
37. Junge, T., Wedderkopp, N., Thorlund, B. J., Sogaard, K., Juul-Kristensen, B. 2015. *Altered knee joint neuromuscular control during landing from a jump in 10-15 year old children with Generalised joint Hypermobility. A substudy of the CHAMPS-study Denmark*. Journal of Electromyography and Kinesiology [online]. 2015, vol. 25, pp. 501 – 507. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.jelekin.2015.02.011. Dostupné z: [http://www.jelectromyographykinesiology.com/article/S1050-6411\(15\)00056-5/fulltext](http://www.jelectromyographykinesiology.com/article/S1050-6411(15)00056-5/fulltext)
38. Knowles, S. B., Marshall, S. W., Bowling, M. J., Loomis, D., Milikan, R., Yang, J., Weaver, L. N., Kalsbeek, W., Mueller, O. F. 2006. *A Prospective Study of Injury Incidence among North Carolina High School Athletes*. American Journal of Epidemiology [online]. 2006, vol. 164, pp. 1209 – 1221. [cit. 19. 2. 2017]. DOI: 10.1093/aje/kwj337. Dostupné z: <https://academic.oup.com/aje/article/164/12/1209/76763/A-Prospective-Study-of-Injury-Incidence-among>
39. Kofotolis, N., Vrabas, I. S., Vamvakoudis, E., Papanikolaou, A., Mandroukas, K. 2005. *Proprioceptive neuromuscular facilitation training induced alterations in muscle fibre type and cross sectional area*. British journal of sports medicine [online].

- 2005, vol. 39, pp. 1 – 4. [cit. 9. 3. 2017]. DOI: 10.1136/bjism.2004.010124. Dostupné z: <http://bjism.bmj.com/content/39/3/e11.full>
40. Kolář, P. et al. 2012. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1.vyd. Praha: Galén, 2012. ss. 88 – 89. ISBN: 978 – 80 – 7262 – 657 – 1.
41. Kopecký, M. 2011. *Somatotyp a motorická výkonnost 7-15 letých chlapců a dívek*. 1.vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2011. ss. 38 – 41. ISBN: 978 – 80 – 244 – 2613 – 6.
42. Kučera, M., Kolář, P., Dylevský, I. et al. 2011. *Dítě, sport a zdraví*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011. ss. 9 – 88. ISBN: 978 – 80 – 7262 – 712 – 7.
43. Largo, H. R., Caflisch, A. J., Hug, F., Muggli, K., Molnar, A. A., Molinari, L. 2001. *Neuromotor development from 5 to 18 yearold. Part 1: timed performance*. Developmental Medicine and Child Neurology [online]. 2001, vol. 43, pp. 436 – 443. [cit. 17. 2. 2017]. DOI: 10.1111/j.1469 – 8749.2001.tb00739.x. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8749.2001.tb00739.x/pdf>
44. Lau, L. L., Mahadev, A., Hui., J. H. 2008. *Common Lower limb sport- related overuse injuries in young athletes*. Ann Acad Med Singap [online]. 2008, vol. 37, pp. 315 – 319. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN:nenalezeno. Dostupné z: <http://annals.edu.sg/PDF/37VolNo4Apr2008/V37N4p315.pdf>
45. Lebl, J., Provozník, K., Hejzmanová, L. 2003. *Preklinická pediatrie*. 2. vyd. Praha, Czech Republic: Galén. 2003. s. 5. ISBN: 978 – 80 – 246 – 1321 – 5.
46. Lehnert, M., Botek, M., Sigmund, M., Smékal, D., Šťastný, P., Malý, T., Háp, P., Bělka, J., Neuls, F. 2014. *Kondiční trénink*. 1. vyd. Olomouc, Univerzita Palackého[online]. 2014, [cit. 7. 3. 2017]. ISBN: 978 – 80 – 244 – 4369 – 0. Dostupné z: <https://publi.cz/books/149/Cover.html>
47. Lohmander, L. S., Östenberg, A., Englund, M., Roos, H. 2004. *High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury*. Arthritis & Rheumatism [online]. 2004. vol. 50, pp. 3145 – 3152. [cit. 21. 2. 2017]. DOI: 10.1002/art.20589. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/art.20589/full>
48. Lovell, R., Siegler, J. C., Knox, M., Brennan, S., Marshall, P. W. 2016. *Acute neuromuscular and performance responses to Nordic hamstring exercises completed before or after football training*. Journal of sports sciences [online]. 2016, vol. 34, pp. 2286 – 2294. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1080/02640414.2016.1191661. Dostupné z:

- https://www.researchgate.net/profile/Ric_Lovell/publication/303827413_Acute_neuro_muscular_and_performance_responses_to_Nordic_hamstring_exercises_completed_before_or_after_football_training/links/575772d108aef6cbe35f5675.pdf
49. Marshall, S. W., Hamstra-Wright, K. L., Dick, R., Grove, K. A., Agel, J. 2007. *Descriptive epidemiology of collegiate women's softball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988 – 1989 through 2003 – 2004*. Journal of athletic training [online]. 2007, vol. 42, pp. 286 – 294. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1062 – 6050. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1941294/>
50. McGuine, T. A., Keene, J. S. 2006. *The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes*. The American journal of sports medicine [online]. 2006, vol. 34, pp. 1103 – 1111. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546505284191. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546505284191>
51. McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., Oakes, B. W. 2001. *Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors*. Br J Sports Med [online]. 2001, vol. 35, pp. 103 – 108. [cit. 21. 2. 2017]. DOI: org/10.1136/bjism.35.2.103. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1724316/pdf/v035p00103.pdf>
52. McKeon, P., Ingersoll, C., Kerrigan, D. C., Saliba, E., Bennett, B., Hertel, J. 2008. *Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability*. Medicine+ Science in Sports+ Exercise [online]. 2008, vol. 40, pp. 1810 – 1819. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31817e0f92. Dostupné z: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39872467/Balance_training_improves_function_and_p20151110-18557-17xp3qc.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAI_WOW_YYGZ2Y53UL3A&Expires=1487846437&Signature=We76Zzw47H%2F6W3W75hWyEVQR32U%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3Dbalance_Training_Improves_Function_and_P.pdf
53. Mendez – Villanueva, A., Suarez – Arrones, L., Rodas, G., Fernandez – Gonzalo, R., Tesch, P., Linnehan, R., Di Salvo, V. 2016. *MRI-Based Regional Muscle Use during Hamstring Strengthening Exercises in Elite Soccer Players*. PloS one [online]. 2016, vol. 11, pp. 1 – 15. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1371/journal.pone.0161356. Dostupné z: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161356>
54. Myer, D. G., Fords, R. K., Paterno, V. M., Nick, G. T., Hewett, E. T. 2008. *The Effects of generalized Joint Laxity on Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury in*

- Young Female Athletes*. The American Journal of Sports Medicine [online]. 2008, vol. 3, pp. 1073 – 1080. [cit. 20. 2. 2017]. Doi: 10.1177/0363546507313572. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3407802/>
55. Myer, G. D., Chu, D. A., Brent, J. L., Hewett, T. E. 2008. *Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury*. Clinics in sports medicine [online]. 2008, vol. 27, pp. 425 – 448. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.csm.2008.02.006. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2586107/>
56. Nagano, Y., Ida, H., Akai, M., Fukubayashi, T. 2011. *Effects of jump and balance training on knee kinematics and electromyography of female basketball athletes during a single limb drop landing: pre-post intervention study*. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation [online]. 2011, vol. 3, pp. 1 – 8. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1186/1758 – 2555 – 3 – 14. Dostupné z: <https://bmcsportsscimedrehabil.biomedcentral.com/articles/10.1186/1758-2555-3-14>
57. O'Driscoll, J., Kerin, F., Delahunt, E. 2011. *Effect of a 6 – week dynamic neuromuscular training programme on ankle joint function: a case report*. BMC Sports Science, Me-dicine and Rehabilitation [online]. 2011, vol. 3, pp. 1 – 7. [cit. 23. 2. 2017]. DOI:10.1186/1758 – 2555 – 3 – 13. Dostupné z: <https://bmcsportsscimedrehabil.biomedcentral.com/articles/10.1186/1758-2555-3-13>
58. O'Driscoll, J., Delahunt, E. 2011. *Neuromuscular training to enhance sensorimotor and functional deficits in subjects with chronic ankle instability: A systematic review and best evidence synthesis*. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation [online]. 2011, vol. 3, pp. 1 – 20. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1186/1758 – 2555 – 3 – 19. Dostupné z: <https://bmcsportsscimedrehabil.biomedcentral.com/articles/10.1186/1758/-2555-3-19>
59. Orchard, J., Best, T. M. 2002. *The management of muscle strain injuries: an early return versus the risk of recurrence*. Clinical Journal of Sport Medicine [online]. 2002, vol. 12, pp. 3 – 5. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1050 – 642X. Dostupné z: http://journals.lww.com/cjsportsmed/fulltext/2002/01000/the_management_of_muscle_strain_injuries__an_early.4.aspx
60. Orishimo, K. F., McHugh, M. P. 2014. *The effect of an eccentrically-biased hamstring strengthening home program on knee flexor strength and the length-tension relationship*. J Strength Cond Res [online]. 2014, vol. 29, pp. 772 – 778. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000666. Dostupné z:

- https://www.researchgate.net/profile/Karl_Orishimo/publication/265692142_Effect_of_an_Eccentrically_Biased_Hamstring_Strengthening_Home_Program_on_Knee_Flexor_Strength_and_the_Length-Tension_Relationship/links/54fdabe50cf270426d12c8bd.pdf
61. O'Sullivan, S. B., Schmitz, T. J. 2016. *Improving Functional Outcomes in Physical Rehabilitation*. 2 ed. Philadelphia: F. A. Davis Company. 2016. pp. 1 – 394. ISBN: 9780803646124.
 62. Owen, J. L., Campbell, S., Falkner, S. J., Bialkowski, C., Ward, A. T. 2006. *Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes without previous ACL injury?*. Physical therapy [online]. 2006, vol. 86, pp. 1436 – 1440. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.2522/ptj.20050329. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/article-lookup/doi/10.2522/ptj.20050329>
 63. Pacey, V., Tofts, L., Adams, D. R., Munns, F. C., Nicholson, L. L. 2015. *Quality of life prediction in children with joint hypermobility syndrome*. Journal of paediatrics and Child Health. 2015, vol. 51, pp. 689 – 695. DOI: 10.1111/jpc.12826
 64. Page, P. 2006. *Sensorimotor training: A “global” approach for balance training*. Journal of Bodywork and Movement Therapies [online]. 2006, vol. 10, pp. 77 – 84. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.jbmt.2005.04.006. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/d6cb/0e379475d39631dcc4d8954bc931e184edac.pdf>
 65. Purcell, L. 2005. *Sport readiness in children and youth*. Paediatr Child Health [online]. 2005, vol. 10, pp. 343 – 344. [cit. 19. 2. 2017]. ISSN: 1205 – 7088. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2722975/>
 66. Quatman — Yates, C. C., Quatman, E. C., Meszaros, J. A., Paterno, V. M., Hewett, E. T. 2012. *A systematic review of sensorimotor function during adolescence: a developmental stage of increased motor awkwardness?*. Br J Sports Med [online]. 2012, vol. 46, pp. 649 – 655. [cit. 19. 2. 2017]. DOI: 10.1136/bjsm.2010.079616. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4157222/>
 67. Ramesh, R., Von Arx, O., Azzopardi, T., Schranz, P. J. 2005. *The risk of anterior cruciate ligament rupture with generalised joint laxity*. Bone & Joint Journal [online]. vol. 87, pp. 800 – 803. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1302/0301 – 620X.87B6.15833. Dostupné z: <http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/87-B/6/800.long>

68. Risberg, M. A., Holm, I., Myklebust, G., Engebretsen, L. 2007. *Neuromuscular training versus strength training during first 6 months after anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized clinical trial*. Physical therapy [online]. 2007, vol. 87, pp. 737 – 750. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.2522/ptj.20060041. Dostupné z: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36279123/PHYS_THER-2007-Risberg73750.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1487851426&Signature=98a%2FIRu4anhMw%2B8ZJzjy4DL0fR4%3D&response-contentdisposition=inline%3B%20filename%3DPHYS_THER-2007-Risberg-737-50.pdf
69. Sefton, J. M., Yarar, C., Hicks-Little, C. A., Berry, J. W., Cordova, M. L. 2011. *Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability*. Journal of orthopaedic & sports physical therapy [online]. 2011, vol. 41, pp. 81 – 89. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.2519/jospt.2011.3365. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2011.3365?mobileUi=0>
70. Shanmugam, Ch., Maffulli, N. 2008. *Sport injuries in children*. Department of trauma and Orthopaedic Surgery, Keele University School of Medicine, Stoke on Trent, UK, [online]. 2008. vol. 86, pp. 33 – 57. [cit. 19. 2. 2017]. DOI: 10.1093/bmb/ldn001. Dostupné z: <https://academic.oup.com/bmb/article/86/1/33/378284/Sports-injuries-in-children>
71. Sherry, M. A., Best, T. M. 2004. *A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains*. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy [online]. 2004, vol. 34, pp. 116 – 125. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.2519/jospt.2004.34.3.116. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/pdfplus/10.2519/jospt.2004.34.3.116?code=jospt-site>
72. Shimokochi, Y., Shultz, S. J. 2008. *Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury*. Journal of athletic training [online]. 2008, vol. 43, pp. 396 – 408. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 1938 – 162X. Dostupné z: <http://www.natajournals.org/doi/pdf/10.4085/1062-6050-43.4.396>
73. Shultz, J. S., Carcia, R. Ch., Perrin, H. D. 2004. *Knee joint laxity affects muscle activation patterns in the healthy knee*. Journal of Electromyography and Kinesiology [online]. 2004, vol. 14, pp. 475 – 483. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1016/j.jelekin.2003.11.001. Dostupné z: http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44997744/Knee_joint_laxity_affects_muscle_activat20160422-23375-1elxtim.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYY

- GZ2Y53UL3A&Expires=1490719125&Signature=NyaaBuI4k2EqZfaC1McCG1%2F5EY%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DKnee _joint_ laxity_affects_muscle_activat.pdf
74. Smékal, D., Kalina, R., Urban, J. 2006. *Rehabilitace po artroskopických náhradách předního zkříženého vazů*. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Českoslovacica [online]. 2006, vol. 73, ss. 421 – 428. [cit. 9. 3. 2017]. ISSN: nenalezeno. Dostupné z: http://acl-plastika.wbs.cz/rehabilitace/rehabilitace_po_plastice_09112012.pdf
75. Smith, R., Damodaran, A. K., Swaminathan, S., Campbell, R., Barnsley, L. 2005. *Hypermobility and sports injuries in junior netball players*. British journal of sports medicine [online]. 2005, vol. 39, pp. 628 – 631. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1136/ bjsm.2004.015271. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/content/39/9/628.full>
76. Suzue, N., Matsuura, T., Iwame, T., Hamada, D., Goto, T., Takata, Y., Iwase, T., Sairyō, K., 2014. *Prevalence of childhood and adolescent soccer-related overuse injuries*. The Journal of Medical Investigation [online]. 2014, vol. 61, pp. 369 – 373. [cit. 9. 12. 2017]. ISSN: 1343 – 1420. Dostupné z: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmi/61/3.4/61_369/_pdf
77. Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Hoerth, D. M., Best, T. M., Swanson, S. C., Li, L., Heiderscheit, B. C. 2005. *Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting*. Med Sci Sports Exerc [online]. 2005, vol. 37, pp. 108 – 114. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1249/01.MSS.0000150078.79120.C8. Dostupné z: http://elitrack.com/article_files/hamstringmuscle.pdf
78. Thelen, D. G., Chumanov, E. S., Best, T. M., Swanson, S. C., Heiderscheit, B. C. 2005. *Simulation of biceps femoris musculotendon mechanics during the swing phase of sprinting*. Medicine and science in sports and exercise [online]. 2005, vol. 37, pp. 1931 – 1938. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1249/01.mss.0000176674.42929.de. Dostupné z: http://uwnmb1.engr.wisc.edu/pubs/mss_e05b.pdf
79. Uhorchak, M. J., Scoville, R. CH., Williams, N. G., Arciero, A. R., Pierre, S. T. P., Taylor, C. D. 2003. *Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament A Prospective Four- Year Evaluation of 859 West Point Cadets*. The American Journal of Sports Medicine [online]. 2003, vol. 31, pp. 831 – 842. [cit. 10. 12. 2016]. ISSN: 0363 – 5465. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14623646>

80. Verhagen, E., Van der Beek, A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., Van Mechelen, W. 2004. *The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains a prospective controlled trial*. The American journal of sports medicine [online]. 2004, vol. 32, pp. 1385 – 1393. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1177/0363546503262177. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0363546503262177>
81. Visser, J., Geuze, R. H., Kalverboer, A. F. 1998. *The relationship between physical growth, the level of activity and the development of motor skills in adolescents: differences between children with DCD and controls*. Hum Mov Sci [online]. 1998, vol. 17, pp. 573 – 608. [cit. 20. 2. 2017]. DOI: 10.1016/S0167 – 9457(98)00014 – 1. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/J_Visser/publication/223753931_The_relationship_between_physical_growth_the_level_of_activity_and_the_development_of_motor_skills_in_adolescence_Differences_between_children_with_DCD_and_controls/links/00b4952726dfa1c80e000000/The-relationship-between-physical-growth-the-level-of-activity-and-the-development-of-motor-skills-in-adolescence-Differences-between-children-with-DCD-and-controls.pdf
82. Waldén, M., Atroshi, I., Hägglund, M. 2012. *Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial*. BMJ [online]. 2012, vol. 3, pp. 1 – 15. [cit. 21. 2. 2017]. ISSN: 0959 – 8138. Dostupné z: <http://www.bmj.com/content/344/bmj.e3042>
83. Yoshida, T., Tanino, Y., Suzuki, T. 2015. *Effect of exercise therapy combining electrical therapy and balance training on functional instability resulting from ankle sprain – focus on stability of jump landing*. Journal of physical therapy science [online]. 2015, vol. 27, pp. 3069 – 3071. [cit. 23. 2. 2017]. DOI: 10.1589/jpts.27.3069. Dostupné z: https://www.jstage.jstgo.jp/article/jpts/27/10/27_jpts-2015-400/_pdf

Referenční seznam grafů

Graf 1 : Kučera, M., Kolář, P., Dylevský, I. et al. 2011. *Dítě, sport a zdraví*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011. s. 3. ISBN 978 – 80 – 7262 – 712 – 7.

Graf 2 : Kučera, M., Kolář, P., Dylevský, I. et al. 2011. *Dítě, sport a zdraví*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011. s. 3. ISBN 978 – 80 – 7262 – 712 – 7.

Seznam zkratek

ACL	Anterior cruciate ligament
ATFL	Anterior talofibular ligament
PTFL	Posterior talofibular ligament
CFL	Calcaneo fibular ligament
CNS	Centrální nervová soustava
SI	Sacroiliakální kloub
EMG	Electromyografie
TENS	Transkutánní elektrická nervová stimulace