

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Pavína Stojaspalová

Poranění LCA u fotbalistů – terapie a prevence

Bakalářská práce

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

Olomouc 2018

ANOTACE

Typ závěrečné práce: bakalářská práce

Název práce: Poranění LCA u fotbalistů – terapie a prevence

Název práce v AJ: ACL injuries suffered by football players – therapy and prevention

Datum zadání: 2018-01-31

Datum odevzdání: 2018-04-30

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Pavlína Stojaspalová

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

Oponent práce: Mgr. Marek Tomsa

Abstrakt v ČJ: Poranění předního zkříženého vazů (LCA) patří k závažným a stále častěji se vyskytujícím poraněním ve fotbale. Toto poranění s sebou nese důsledky z krátkodobého i dlouhodobého hlediska, a proto je nezbytné zdůraznění prevence a vhodné terapie. Cílem této práce je sumarizovat v současnosti využívané rehabilitační metody po poranění LCA, preventivní programy a jejich účinnost. Na základě anglických ekvivalentů klíčových slov: poranění LCA, rehabilitace, terapie, prevence, fotbal, bylo použito 65 odborných článků. Z výsledků těchto studií vyplývá, že pro snížení rizika poranění LCA je důležité začít s preventivním programem již v dětském věku a pravidelně jej dodržovat. Rehabilitační programy na neuromuskulárním základě, jako např. plyometrický, balanční a proprioceptivní

trénink, se ve srovnání s tradičně využívaným silovým tréninkem, zdají být po poranění LCA účinnější a subjektivně i lépe hodnoceny.

Abstrakt v AJ: Anterior cruciate ligament (ACL) injury is a serious injury occurring commonly in football. The injury is associated with short-term and long-term problems, therefore prevention and proper treatment alongside with rehabilitation is crucial. The aim of this paper is to summarise currently used rehabilitation methods after ACL injury, prevention programs and their effectiveness. Keywords such as: ACL injury, rehabilitation, therapy, prevention, soccer, football, 65 studies were used in the research. Based on the findings of selected studies the importance of reducing the risk of ACL injury is stressed, also the start of prevention at young age and compliance with the prevention program. Rehabilitation programs after ACL injury based on neuromuscular principles, such as plyometric, balance and proprioceptive training, seem to be more effective and better rated by the athletes/patients than traditionally used strength training.

Klíčová slova v ČJ: poranění LCA, rehabilitace, terapie, prevence, fotbal

Klíčová slova v AJ: ACL injury, rehabilitation, therapy, prevention, soccer, football

Rozsah: 57 stran/1 příloha

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

Olomouc 30. dubna 2018

podpis

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala Mgr. Petře Gaul Aláčové, Ph.D., za odborné vedení, rady a spolupráci při psaní této bakalářské práce.

Obsah

Úvod	8
1 Biomechanika kolenního kloubu.....	9
2 Poranění vazů	10
2.1 Klasifikace poranění vazů.....	10
2.2 Transplantace a hojení vazů.....	10
3 Přední zkřížený vaz	12
3.1 Funkční anatomie.....	12
3.2 Poranění LCA	12
3.2.1 Mechanismus vzniku poranění	13
3.2.2 Diagnostika	14
3.3 Poranění LCA ve fotbale	16
3.3.1 Kontaktní a bezkontaktní poranění LCA	16
3.3.2 Rizikové faktory vzniku poranění při fotbale	17
3.4 Terapie poranění LCA	18
3.4.1 Konzervativní léčba	18
3.4.2 Operativní řešení.....	20
3.4.3 Předoperační fáze rehabilitace	21
3.4.4 Pooperační rehabilitace a její fáze	21
3.5 Rehabilitační programy.....	24
3.5.1 Neuromuskulární tréninkový program	24
3.5.2 Silový trénink.....	27
3.5.3 Tréninkový program ACL-SPORTS	27
3.6 Využití tapingu a ortéz po poranění LCA.....	28
3.7 Návrat k fotbalu po poranění LCA	29
3.7.1 Kritéria a funkční hodnocení před návratem ke sportu	31
3.8 Důsledky poranění	33

3.9	Prevence	34
3.9.1	Preventivní programy	34
	Závěr	39
	Referenční seznam	41
	Seznam zkratk	53
	Seznam obrázků	54
	Seznam tabulek	55
	Seznam příloh	56
	Přílohy	57

Úvod

Fotbal je jedním z nejoblíbenějších sportů na světě, s jehož hraním je však spojena celá řada poranění. Vzhledem k povaze tohoto sportu se poranění vyskytují nejčastěji na dolních končetinách. Postiženy jsou převážně svaly a vazy v oblasti stehna, kolena, kotníku a třísla. Fotbal je také řazen ke sportům s nejvyšším rizikem vzniku poranění předního zkříženého vazy (LCA), jelikož typické herní situace obsahují rotační prvky, dopady a změny směru, jež kladou vysoké nároky na kolenní kloub a zejména LCA. Tyto zátěžové situace mohou často vést ke vzniku poranění, které představuje závažný problém a způsobuje dočasnou herní absenci, či dokonce ukončení hráčské kariéry.

Poranění LCA s sebou nese do budoucna značné problémy a následky, které mohou jedince limitovat nejen na sportovní úrovni, ale i při každodenních aktivitách v běžném životě. Z toho důvodu je nezbytné zdůraznit význam prevence a, v případě poranění, vhodně naplánovaného rehabilitačního programu, který redukuje budoucí rizika a umožňuje návrat se ke sportu na co nejvyšší možné úrovni.

Cílem práce je uvést a zhodnotit účinnost rehabilitačních a preventivních programů související s problematikou poranění LCA u fotbalistů.

K vyhledávání odborných článků byly použity on-line databáze PubMed a Science Direct. S ohledem na cíle práce byla pro vyhledávání použita klíčová slova: poranění předního zkříženého vazy (LCA), rehabilitace, terapie, prevence, fotbal, resp. jejich anglické ekvivalenty: anterior cruciate ligament (ACL) injury, rehabilitation, therapy, prevention, soccer. Celkem bylo použito 65 plnotextových článků v anglickém jazyce, 8 z těchto článků bylo přehledových. Pro základní orientaci v problematice byly využity čtyři níže uvedené monografie, které sloužily současně jako vstupní studijní literatura.

BRUKNER, P., KHAN, K. 2012. *Brukner & Khan's clinical sports medicine*. 4th ed. Sydney: McGraw-Hill Companies. Sports medicine series. ISBN 978-007099813-1.

HART, R., ŠTIPČÁK, V. 2010. *Přední zkřížený vaz kolenního kloubu*. Praha: Maxdorf, ISBN 978-80-7345-229-2.

KAPANDJI, I. A. 1995. *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints*. Volume 2, Lower Limb. 5th ed., repr. Edinburgh: Churchill Livingstone, ISBN 0443036187.

TRNAVSKÝ, K., RYBKA, V. 2006. *Syndrom bolestivého kolena*. Praha: Galén, ISBN 80-7262-391-5.

1 Biomechanika kolenního kloubu

Kolenní kloub je, z důvodu své složité vazivové stabilizace, jedním z nejčastěji zraňovaných kloubů lidského těla (Hart a Štipčák, 2010, s. 21). Jedná se o kloub s převážně jedním stupněm volnosti, který zajišťuje proměnlivost vzdálenosti trupu od země. Druhým stupněm volnosti kolenního kloubu je rotace, která je možná pouze, pokud je kolenní kloub flektován. Během flexe je kolenní kloub nestabilní a nejvíce náchylný k poranění vazů a menisků. Ruptury vazů a fraktury artikulujících ploch jsou nejčastěji výsledkem poranění kolenního kloubu během extenze (Kapandji, 1995, s. 64). Vazy kolenního kloubu patří k nejdůležitějším primárním statickým stabilizátorům. Jejich primární funkcí je stabilizace a kontrola fyziologické kinematiky kolenního kloubu spolu se zamezováním abnormálních posunů a rotací, které mohou způsobovat poškození kloubních ploch (Hart a Štipčák, 2010, s. 18).

V kolenním kloubu probíhá valivý a klouzavý pohyb kondylů femuru po tibia. Klouzavý pohyb je během extenze dán aktivitou extenzorů kolena, při které dochází k tahu tibie anteriorně pod femur. Zatímco při flexi dochází aktivitou flexorů ke skluzu tibie v posteriorním směru. Mnohem větší význam však zaujímá pasivní složka těchto pohybů, která je zajištěna oběma zkříženými vazy, které táhnou nazpět kondyly femuru a způsobují jejich skluz po tibia v opačném směru, než ve kterém probíhá valivá složka pohybu. Přední zkřížený vaz (LCA) hraje podstatnou roli během flekčního pohybu, kdy táhne femorální kondyly anteriorním směrem. Tím zajišťuje skluz femorálních kondylů anteriorně během valivé složky, která působí směrem posteriorním (Kapandji, 1995, s. 124).

Oba zkřížené vazy zabraňují mediální rotaci extendovaného kolenního kloubu, která způsobuje napnutí LCA a relaxaci zadního zkříženého vazy (LCP). Při laterální rotaci se naopak napíná LCP a relaxuje LCA (Kapandji, 1995, s. 126).

2 Poranění vazů

Sportovní aktivita je nejčastější příčinou vzniku distenzí až ruptur vazů, které následně poškozují jejich funkci a tím i stabilitu daného kloubu, což v důsledku vede k rozvoji degenerativních změn (Hart a Štipčák, 2010, s. 8).

2.1 Klasifikace poranění vazů

Všeobecně lze poranění vazů klasifikovat na 3 stupně:

1. distenze,
2. parciální ruptury,
3. totální ruptury.

Distenze je stav, kdy tahem dochází k protažení vazů, případně ke vzniku trhlin jednotlivých vláken. Kontinuita vazů jako celku není v tomto případě porušena. U parciální ruptury je již přerušeno více vláken vazů, přítomna může být lehká abnormalita biomechaniky kloubu s náznakem nestability. V případě kompletního přerušování kontinuity vazů hovoříme o totální ruptuře, jejímž důsledkem je vznik klinicky zřejmé nestability kloubu (Hart a Štipčák, 2010, s. 26).

2.2 Transplantace a hojení vazů

Hojení vazů, tj. obnovení strukturální integrity distendovaných nebo natržených vazů po úrazech, závisí na odpovědi tkáně na poranění. Odpověď tkáně představuje inflamaci, hojení a remodelaci. Tyto pochody tvoří souvislý řetězec postupů, do nichž jsou zapojeny buňky, matrix i cévy a jsou zahájeny uvolněním zánětlivých mediátorů z poraněných buněk. V první fázi zánětu vzniká otok a zarudnutí, zvyšuje se teplota tkáně a bolestivost a nastává porucha funkce. Ve druhé fázi hojení dochází k nahrazení zničené a nekrotické tkáně a následnému vzniku křehké granulační tkáně, která pozvolna vyplňuje existující defekt. Během několika týdnů se mění složení granulační tkáně a narůstá podíl kolagenu I. typu. Novotvořená kolagenní vlákna se zvětšují a začínají vytvářet stále pevnější svazky, orientovaná ve směru působících tahových sil. Obnovené vazy vykazují sníženou odolnost k tahovým silám. Po několika týdnech od úrazu nastává třetí fáze, remodelace. V této fázi dochází, na základě změny struktury vazů, k obnovení tvaru a pevnosti tkáně. K nejvýznamnějším změnám dochází v průběhu čtyř až šesti měsíců, kdy se obnovuje hustota buněk, zmenšuje se počet cév a zvyšuje se koncentrace kolagenu. Nicméně ani po této době není poškozená tkáň zcela odstraněna a nahrazena tkání novou, plně reorganizovanou. K tomu

dochází až po letech, i když k úplné obnově pevnosti poraněného vazů nikdy nedojde, jelikož regenerát se vyznačuje obvykle 50–70% pevností normálního vazů.

Většina vazů se po distenzi či ruptuře hojí uspokojivě, ovšem ruptury některých vazů (jako např. LCA) se zhojit nemusí, což může vést ke vzniku nestabilního kloubu. Z tohoto důvodu volí ošetřující lékař u poranění insuficientně se hojících vazů jejich náhradu autogenním či alogenním štěpem. Po transplantaci dochází ke vhojení denzní fibrozní tkáň štěpu a její remodelaci. Štěp prochází změnou biomechanických vlastností, během kterých je schopen paradoxně odolávat větším silám než původní vaz. Během hojení se štěpy remodelují a zvyšuje se jejich mechanická pevnost, ale nikdy nedosáhnou vlastností, které měly před odběrem z dárcovského místa. I přes to však štěpy pomáhají obnovit stabilitu postižených kloubů. Rozhodující pro výsledek rekonstrukce je vhojení štěpu v místě fixace po transplantaci. Místo případného selhání štěpu se mění v průběhu jeho vhojování. V prvních týdnech po transplantaci hrozí selhání štěpu v místě fixace do kosti, později se štěp obvykle trhá uprostřed, intraartikulárně (Daniel, Akeson a O'Connor, 1990 in Hart a Štipčák, 2010, s. 9–10).

3 Přední zkřížený vaz

Přední zkřížený vaz je nezbytný pro provádění rotačních pohybů. Při narušení jeho funkce, dochází k rotaci tibie v anterolaterálním směru, např. při dopadu z výskoku, otáčení nebo náhlém zastavení pohybu (Brukner a Khan, 2012, s. 627). Je jediným vazem kolenního kloubu, který nemá žádný vztah ke kloubnímu pouzdru a ze všech vazů kolenního kloubu bývá nejčastěji úplně přetržen (Hart a Štipčák, 2010, s. 25). LCA je také odpovědné za zhruba 85 % stability kolenního kloubu plně zatíženého ve 30° flexi, toto procento klesá s rostoucí flexí. Při absenci LCA dochází ke dvakrát vyšší zátěži na mediální meniskus a naopak, po mediální menisektomii se zatížení LCA o třetinu až polovinu zvyšuje (Hart a Štipčák, 2010, s. 23).

3.1 Funkční anatomie

Přední zkřížený vaz je upevněn v anteriorní části interkondylární jámy tibie podél mediálního kondylu. Zde se nachází mezi úponem předního rohu mediálního menisku a laterálního menisku. Odtud vybíhá šikmo superiorně a laterálně a upíná se na vnitřní část laterálního kondylu femuru. LCA je tvořen třemi svazky. Anteromedální svazek je nejdelší, nejvíce povrchový a také nejvíce náchylný k poranění. Posterolaterální svazek se nachází hlouběji v porovnání s předchozím svazkem a v případě parciální ruptury vazů bývá nedotčen. Třetí svazek bývá označován jako intermediální (Kapandji, 1995, s. 114). LCA je napnutý během extenze a pomáhá tak kontrolovat hyperextenzi (Kapandji, 1995, s. 122).

LCA má zásadní roli při zajištění statické i dynamické stability kolenního kloubu. Primární funkcí LCA je zabránění anteriorní translace tibie vůči femuru v sagitální rovině tím, že napomáhá stabilizaci flektovaného kolenního kloubu při pohybu do extenze (Monk et al., 2016, s. 8). Nejvíce zatížen je v případě, kdy síla působící na tibií ventrálně je kombinovaná s vnitřně rotační silou při kolenním kloubu v téměř plné extenzi. Zátěž na LCA roste také, pokud během síly, která ventralizuje tibií, dochází k valgizaci kolena (Hart a Štipčák, 2010, s. 19). Hamstringy fungují jako agonisté LCA tím, že brání anteriornímu posunu tibie, který je výsledkem síly quadricepsu působící na koleno (Kyritsis et al., 2016, s. 950).

3.2 Poranění LCA

Ruptura LCA patří mezi velmi časté sportovní úrazy vznikající při rotačně valgózním stresu nebo při násilné hyperextenzi kolena (Trnavský a Rybka, 2006, s. 139). Poranění LCA se pouze výjimečně přihodí izolovaně, ve většině případů jsou doprovázena dalšími

poraněními. Přídavné poranění vnitřního postranního vazy (LCM) představuje problém zvláště z důvodu rizika rozvoje ztuhlosti (Brukner a Khan, 2012, s. 652).

Nejčastější výskyt poranění LCA je u sportů zahrnující časté otáčení a náhlé zpomalení prováděného pohybu, jako např. americký fotbal, basketbal, fotbal, házená, gymnastika a sjezdové lyžování (Agel, Arendt a Bershadsky, 2005; Alentorn-Geli et al., 2009 in Brukner a Khan, 2012, s. 639). Toto poranění je často výsledkem pohybu, který daný sportovec ve své kariéře doposud opakovaně prováděl, obvykle se jedná o běžný manévr. Videoanalýzy také ukazují, že poranění LCA může předcházet kontakt na jiné části těla (Brukner a Khan, 2012, s. 639).

3.2.1 Mechanismus vzniku poranění

K poranění LCA může dojít při řadě úrazů, avšak převládají mechanismy, které jsou pro vznik tohoto poranění typické. Mezi nejčastější příčiny se řadí nízkoenergetická poranění při atletických aktivitách. Mechanismus poranění může být přímý, tedy při kontaktu, nebo nepřímý. Typickým obrazem bezkontaktního poranění je prudká decelerace a rotační manévry, charakteristické pro kolektivní sporty, běh a skoky. Jen asi třetina úrazů je zapříčiněna kontaktním mechanismem. Méně často jsou poranění LCA spojena s vysokoenergetickými úrazy (Hart a Štipčák, 2010, s. 47). Mechanismus poranění často zahrnuje chybnou dopadovou fázi, deceleraci, rotační manévry a náhlé změny směru se současným nadměrným působením anteriorních střížných sil (Brophy et al., 2010, s. 694).

Primárním mechanismem poranění LCA je anteriorní translace tibie vůči femuru. Malý úhel flexe kolena je zodpovědný za zvýšení anteriorních střížných sil v koleni, které tuto translaci způsobují (Dai et al., 2014, s. 300). LCA je zatížen také při působení kompresních sil kolem podélné osy tibie z důvodu posteriorního sklonu tibiálního plata. Přítomnost tohoto sklonu spolu s působícími kompresními silami mohou vytvářet anteriorní střížné síly a způsobit anteriorní translaci tibie a zatěžovat tak LCA (Li et al., 1998, s. 126).

Mechanismus bezkontaktního poranění LCA se zdá být zapříčiněn působením zátěže na kolenní kloub ve více rovinách. LCA může být nadměrně zatížen, pokud působící síly quadricepsu jsou kombinovány se zatížením ve frontální nebo transverzální rovině spolu s nedostatečnou ko-kontrakční silou hamstringů, zejména při téměř extendovaném kolenním kloubu nebo hyperextenzi (Shimokochi a Shultz, 2008, s. 397–8). Kontrakce quadricepsu patrně produkuje, kromě anteriorní translace tibie, také určitý stupeň vnitřní rotace a valgozity kolena, čímž způsobuje zátěž na LCA ve více než jedné rovině (Shimokochi a Shultz, 2008, s. 400). Při kombinaci nadměrné valgozity a vnitřní rotace během téměř plné extenze dochází

k vyššímu riziku poškození LCA (Shimokochi a Shultz, 2008, s. 403). Ochranná funkce hamstringů vůči LCA může klesat při extenzních úhlech kolena. Působení nadměrné kontrakční síly quadricepsu nebo anteriorních střížných sil na tibií během téměř úplné extenze vystavuje LCA vyššímu riziku poranění. K tomu může docházet při zpomalovacích manévrech, kdy je váha na patě a jedinec je nucen vyprodukovat značnou sílu quadricepsu ke zpomalení končetiny. Kyčel je v těchto případech extendovaná, což působí zkrácení hamstringů, kvůli kterému poskytují malou stabilitu kolennímu kloubu během náhlého zpomalení. Také hyperextenze dramaticky zvyšuje sílu tahu LCA, tudíž nadměrná hyperextenční zátěž zvyšuje rizika poškození LCA (Shimokochi a Shultz, 2008, s. 401).

3.2.2 Diagnostika

V diagnostice poranění se uplatňuje fyzikální vyšetření s průkazem instability po pozitivní úrazové anamnéze většinou s následným okamžitým hemartrosem, pozitivní nález na magnetické rezonanci nebo boční rentgenový snímek s průkazem forsírované přední translace tibie (Trnavský a Rybka, 2006, s. 139). Při podezření na roztržení LCA by mělo být provedeno rentgenové vyšetření kolena. Ačkoliv bývají rentgenové snímky často v pořádku, mohou se na nich objevit známky avulze tibie. V případě nejasné klinické diagnózy je k průkazu poranění LCA užitečná magnetická rezonance. Ta by měla být využívána zejména k průkazu přídatných poranění menisku a chrupavky, jejichž poškození je klinicky předpokládané (Brukner a Khan, 2012, s. 647). Magnetická rezonance, CT (výpočetní tomografie), vyšetření v celkové anestezii, případně diagnostická artroskopie jsou nutností pouze při současném výskytu přidružených poranění nebo vzácně pro diferenciaci parciální a totální ruptury (Hart a Štipčák, 2010, s. 48).

Anamnéza

Pacient někdy uvádí při vzniku úrazu pocit lupnutí nebo prasknutí. Časně po úrazu se vyskytují potíže s došlapem plnou vahou na poraněnou končetinu, nestabilita nebo podklesnutí při pokusu o zatížení. Krátce po vzniku poranění LCA vzniká obvykle otok, zapříčiněný tvorbou hemartrosu. K jeho vývoji dochází v prvních 4–12 hodinách po úrazu. Hemartros bývá nalezen až u tří čtvrtin případů, jeho nepřítomnost nebo případný pozdní vznik však rupturu LCA nevylučují (Hart a Štipčák, 2010, s. 46–47). Anamnéza poranění typicky obsahuje:

- popis slyšitelného „lupnutí“,
- u většiny totálních ruptur extrémní bolest – zejména v prvních minutách po vzniku poranění,

- neschopnost sportovce pokračovat v prováděné aktivitě z důvodu bolesti způsobené vznikem krevního výpotku v kloubu,
- pocit nestability a nejistoty kolenního kloubu při snaze sportovce v pokračování prováděné aktivity (Brukner a Khan, 2012, s. 645).

Fyzikální vyšetření

Fyzikální vyšetření spolu s pečlivě odebranou anamnézou umožňuje ve většině případů stanovení správné diagnózy. Ideální je vyšetřit pacienta ihned po úrazu, před nástupem otoku, bolesti a reflexního svalového spasmu. Při poranění v utkání se provádí vyšetření, pokud možno hned na hřišti nebo okamžitě po dopravení pacienta mimo hrací plochu (Hart a Štípcák, 2010, s. 48).

Lachmanův test je považován za základní test přední stability kolena. Je prováděn ve 20° až 30° flexi a hodnotí stupeň ventrálního posunu tibie vůči femuru a zejména charakter konečného bodu translace, tzv. „doraz“. Absence pevného „dorazu“ značí insuficienci LCA. Lachmanův test vykazuje vyšší citlivost na poranění posterolaterálního svazku LCA (Hart a Štípcák, 2010, s. 49–50). Při přítomnosti výpotku je často maximální anteriorní exkurze tibie omezena a kvalita konečného „dorazu“ není zřetelná (Brukner a Khan, 2012, s. 647). Lachmanův test je pro vyšetření integrity LCA považován za nejvhodnější (Hart a Štípcák, 2010, s. 19).

Test přední zásuvky je považován za test zejména na anteromediální svazek LCA. Provádí se ve flexi 90 ° a hodnotí se stupeň translace stejně jako u Lachmanova testu. Tento test však není tak citlivý jako Lachmanův, jelikož při něm nejsou relaxovány sekundární stabilizátory (Hart a Štípcák, 2010, s. 50). Při roztržení LCA bývá většinou pozitivní, ačkoliv se jedná o nejméně specifický test. Vždy by měl být porovnáván s druhou stranou, jelikož zde často bývá nalezen určitý stupeň anteriorní translace tibie, který je v rámci populace variabilní (Brukner a Khan, 2012, s. 647).

Pivot shift test bývá pozitivní u deficientního LCA. Provedení tohoto testu však vyžaduje intaktní LCM a iliotibiální trakt, spolu s možností provedení téměř úplné extenze v kolenním kloubu. V případě akutních poranění, zejména pokud jsou doprovázeny přídatným poraněním, jako je např. roztržení menisku, je provedení pivot shift testu problematické, jelikož pacient není schopen dostatečně zrelaxovat (Brukner a Khan, 2012, s. 647).

3.3 Poranění LCA ve fotbale

Fotbal je kontaktní sport, se kterým je spojen častý výskyt poranění (Pfirrmann et al., 2016, s. 410). Až 87 % fotbalových poranění postihuje dolní končetiny. Nejčastějšími typy poranění spojené s fotbalem jsou kontuze a natažení svalů a vazů, obvykle v oblasti stehna, kolena, kotníku a třísla (Ekstrand, Hägglund a Waldén, 2011, s. 554). Poranění v oblasti kolena představují závažný problém, z nichž největší pozornost přitahuje poranění LCA (Waldén et al., 2011, s. 11). Fotbal také patří ke sportům s nejvyšším rizikem poranění LCA (Granan et al., 2008 a Gianotti et al., 2009 in Dai et al., 2014, s. 299). Poranění LCA jsou závažná a způsobují dočasnou herní absenci nebo dokonce ohrožení hráčské kariéry (Arnason et al., 2004 a Stracciolini et al., 2015 in Lundblad et al., 2016, s. 1).

3.3.1 Kontaktní a bezkontaktní poranění LCA

Jako ve většině sportů, tak i ve fotbale dochází k poraněním LCA kontaktního i bezkontaktního typu. Nejčastější situace předcházející vzniku bezkontaktního poranění zahrnují běh a skoky. K rizikovým pohybům při běhu jsou řazeny změny směru, náhlé zpomalení a zastavení pohybu a rotační pohyby. Rizika spojená se skoky vznikají při dopadech, při kterých dochází k působení varózního stresu spolu s vnitřní rotací nebo valgózního stresu se zevní rotací (Cerulli et al., 2001, s. 655). V období 1996–2012 utrpělo v Major League Soccer (MLS) rupturu LCA a jeho následnou rekonstrukci 69 hráčů. Od roku 2000 byl zaznamenán značný nárůst výskytu tohoto poranění. Byl také zjištěn vyšší počet LCA poranění u levého kolena než u pravého (Erickson et al., 2013, s. 3).

Waldén et al. (2015, s. 1456) ve své studii zaznamenali, že 85 % poranění vzniklo na podkladě bezkontaktního nebo nepřímého mechanismu. Tři hlavní situace typické pro tato poranění LCA jsou napadání, znovu získávání rovnováhy po odehrání míče a dopad po hlavičkování. Po hlavičkování hráči nejčastěji dopadali na poraněnou dolní končetinu, a to zejména na přední část nohy (Waldén et al., 2015, s. 1455–1456). Grassi et al. (2017, s. 967) podobně uvádějí výskyt bezkontaktního poranění ve 44 % případů a nepřímého v 65 % a to převážně během napadání, vedení a odebírání míče. Ve studii podle Brophy et al. (2015, s. 246), však více než polovina poranění vznikla kontaktním mechanismem, při pohybu hráče směrem vpřed.

V případě bezkontaktního poranění LCA byla u mužů pravděpodobnost poranění jejich dominantní dolní končetiny až 74 % (Brophy et al., 2010, s. 695). U mužů vzniká poranění bezkontaktního typu častěji na dominantní dolní končetině (Brophy et al., 2015 s. 246).

Bezkontaktní typ poranění LCA nasvědčuje, že na vzniku se podílejí abnormální pohybové vzory, které by mohly být upraveny tréninkovým procesem (Dai et al., 2014, s. 301).

Při většině bezkontaktních poranění byl soupeř vzdálen od poraněného hráče zhruba jeden až dva metry. Hráči při vzniku poranění se nejčastěji pohybují vpřed nebo mění směr pohybu. Bezkontaktní poranění vznikla nejčastěji při flexi a abdukci v kyčli, valgozitě a počáteční flexi kolena a chodidle v pronaci a zevní rotaci. Pozice těla se nacházela mediálně vzhledem k poraněné končetině (Brophy et al., 2015 s. 246; Grassi et al., 2017, s. 972).

3.3.2 Rizikové faktory vzniku poranění při fotbale

Velká většina fotbalových poranění LCA je spjata se suchým a nedeštivým počasím (Grassi et al., 2017, s. 967; Waldén et al., 2015, s. 1455). V 79 % se poranění vyskytla v průběhu první poloviny utkání – zejména během prvních devíti minut. V momentu vzniku poranění se hráč nacházel ve většině případů na soupeřově polovině hřiště, nejčastěji v oblasti pokutového území nebo v těsné blízkosti postranní čáry, přibližně tři až pět metrů od ní (Grassi et al., 2017, s. 972). Studie dle Brophy et al. (2015, s. 246) uvádí, že nejrizikovějšími herními situacemi byly rychlé změny směru a odebrání míče, které často zahrnovalo kontakt. V 73 % případů vzniklo poranění LCA při držení míče soupeřem, kdy poraněný hráč bránil. To je ve shodě s výsledky studie dle Waldén et al. (2015, s. 1456), kde až 77 % poranění LCA vzniklo při bránění.

Ve studii Grassi et al. (2017, s. 972) postihlo poranění LCA častěji útočníky, zatímco u obránců se vyskytlo pouze v 21 % případů, ačkoliv počet poranění při útočné fázi a obranné fázi byl stejný. Mezi nejrizikovější pohyby se řadily napadání a odebrání míče, kopy a vedení míče. Pouze 21 % případů poranění se vyskytlo bez jakéhokoliv typu souboje, a to zejména u útočníků. Více než polovina poranění byla způsobena během soupeřova napadání a jeho zákroku (Grassi et al., 2017, s. 972). Studie Erickson et al. (2013, s. 3–4) popisuje výskyt poranění LCA nejčastěji u záložníků MLS, kteří taktéž byli nejméně schopni návratu k fotbalu. Naopak podle studie Silvers-Granelli et al. (2017, s. 2453) se výskyt poranění LCA mezi hráčskými pozicemi nelišil.

Větší polovina LCA poranění se vyskytla na dominantní dolní končetině (Brophy et al., 2010, s. 695; Brophy et al., 2012, s. 2519). Vyšší zranitelnost LCA dominantní dolní končetiny u fotbalistů může být zapříčiněna nerovnováhou v sagitální rovině mezi quadricepsem a hamstringy a ve frontální rovině mezi adduktory a abduktory. Tomuto fenoménu může přispívat i nastavení pánve (Brophy et al., 2010, s. 696). Stojná noha byla poraněna v 91 % případů (Grassi et al., 2017, s. 973).

3.4 Terapie poranění LCA

Operace je doporučována sportovcům, jejichž cílem je navrácení se k vysokorychlostním sportům zahrnující neustálé změny směru a rotační pohyby. Ačkoliv samotná rehabilitace bez operačního zákroku se ukázala jako velmi dobrá alternativa pro tyto pacienty a mohla by být stále častěji využívána jako první volba (Brukner a Khan, 2012, s. 649–650). Hlavní změnou v rehabilitaci LCA v posledních letech je začlenění stabilizačních programů zaměřených na střed těla spolu se zdůrazněním důležitosti proprioceptivního a balančního cvičení. Tato cvičení jsou úspěšně využívána i v rámci preventivních programů (Brukner a Khan, 2012, s. 652).

3.4.1 Konzervativní léčba

Hlavním problémem při rehabilitaci konzervativně řešených pacientů s poraněním LCA je výskyt přetrvávající funkční nestability (Brukner a Khan, 2012, s. 656). Konzervativní rehabilitační léčba má za cíl zlepšení svalových funkcí v oblasti kolenního kloubu a nahrazení funkce chybějícího LCA (Monk et al., 2016, s. 8). Sportování při deficientním LCA s sebou nese z dlouhodobého hlediska reálná rizika vzniku poranění menisku a kloubní chrupavky (Weiler, 2016, s. 261). Pacienti s izolovaným poraněním LCA, kteří se chtějí vrátit ke sportovním aktivitám obsahující náhlé změny směru a rotace, musí podstoupit systematickou rehabilitaci (Paterno, 2017, s. 323).

Akutní fáze

V akutní fázi neoperační léčby LCA je rehabilitace zaměřena na reziduální akutní příznaky a poškození vzniklá poraněním. Kryoterapie a komprese jsou využívány pro zvládnutí akutního otoku. Zvládnutí akutního hemartrosu je nezbytné pro správnou kontrakci quadricepsu. Terapie je převážně zaměřena na obnovení plného rozsahu pohybu a svalové síly, zejména quadricepsu, jehož svalová slabost v pokročilých stádiích rehabilitačního procesu může vést k rozvoji abnormálních kompenzačních pohybových vzorců nebo instability. Z toho důvodu je zahájena aktivace a posilování quadricepsu, využitím aktivit v uzavřených i otevřených kinematických řetězcích. Cvičení extenze v otevřeném kinematickém řetězci by ale mělo být prováděno pouze v rozsahu 100°–30° flexe. V této fázi je také důležité se zaměřit na značný svalový deficit a slabost v oblasti kyčle, hamstringů a středu těla (Paterno, 2017, s. 323–324).

Fáze neuromuskulárního tréninku

Při nepřítomnosti otoku a dosažení plného rozsahu pohybu a dostatečné svalové síly dolních končetin, je možné přistoupit k další fázi rehabilitace s využitím dynamičtějších zátěžových aktivit. V této fázi pokračuje snaha o maximalizaci svalové síly dolních končetin a středu těla, ale již s možností využití balančního, propioceptivního a kardiovaskulárního tréninku. Mezi speciální typ neuromuskulárního tréninku se řadí perturbační trénink, který byl konkrétně navržen pro pacienty s deficiencí LCA ke zlepšení stability kolena. Tento trénink zahrnuje balanční cviky na nestabilních plochách rozšířené o neočekávané perturbace ze strany fyzioterapeuta. Klasicky je program rozčleněn do deseti sezení, na jehož začátku pacient začíná stojem na houpací desce a postupně přechází na desku válcovou. Během stoje na nestabilních plochách je aplikována perturbace s cílem vyzvat pacienta k udržení rovnováhy pomocí zvýšení dynamické stability kolena (Paterno, 2017, s. 324–325).

Návrat ke sportu

Dříve než se přistoupí k fázi zaměřující se na návrat ke sportu, musí pacient úspěšně dokončit neuromuskulární trénink bez výskytu epizod podklesnutí kolena a prokázat dostatečnou sílu hamstringů a quadricepsu s více než 90% symetrií obou končetin. Po splnění těchto podmínek nastává finální fáze s důrazem na znovu-začlenění pacienta na požadovanou úroveň dané sportovní aktivity. Pacientům s deficientním LCA navracejícím se ke sportům s dynamickými rotačními prvky a změnami směru, je doporučeno využít funkční ortézu pro zvýšení stability. S pohybovými aktivitami by se mělo začínat nejdříve v jedné rovině pohybu v submaximální rychlosti. Postupně pohybová intenzita narůstá a zahrnuje dynamičtější změny směru. Nakonec by měly být provedeny a zvládnuty manévry ve všech třech rovinách v plné rychlosti. Na základě těchto aktivit pokračuje pacient k vykonávání pohybů specifických pro daný sport, např. manipulace s míčem u fotbalistů (Paterno, 2017, s. 325–326).

Weiler et al. (2015, s. 2) se zabývali případem profesionálního fotbalisty, který se rozhodl podstoupit konzervativní léčbu poté, co v utkání utrpěl poranění LCA. Rehabilitační program byl zpočátku zaměřen na zvýšení svalové síly dolní končetiny, zejména quadricepsu, s postupným zahrnováním plyometrických cviků. Během prvních sedmi sezení byla využita elektrická stimulace pro zvýšení svalové síly quadricepsu. Následně bylo zařazeno testování běhu s využitím antigravitačního přístroje pro redukcí rizika poranění. Po sedmi týdnech a šesti dnech od poranění byl hráč znovu zařazen do tréninkového procesu s prvním týmem a po absolvování čtyř tréninkových jednotek byl nominován k utkání. Osmnáct měsíců

po poranění byl hráč schopen pravidelně nastupovat za jeho současný tým (Weiler et al., 2015, s. 4). Po uplynutí 22 měsíců byl hráč stále k dispozici bez projevu instability, bolesti kolena, otoků, poranění měkkých tkání a zřetelného poškození funkce (Weiler, 2016, s. 261).

3.4.2 Operativní řešení

Terapie ruptury LCA je ve většině případů operační. Rekonstrukce vazů se provádí jeho nahrazením volným štěpem, který pomáhá obnovit stabilitu kolenního kloubu. Primárně provedená plastika není ideálním řešením pro vysoký výskyt pórúrazové artrofibrózy, z tohoto důvodu se doporučuje provádět operaci za 6–8 týdnů po úrazu. Výjimkou je vytržení LCA z interkondylické eminence s kostním úlomkem, kdy je nutné provést včasnou operaci. Delší prodleva se nedoporučuje, neboť ruptura značně zasahuje do biomechaniky kolenního kloubu. (Trnavský a Rybka, 2006, s. 139). Před operací by poraněné koleno mělo být co nejméně oteklé, s téměř plným rozsahem pohybu a pacient by měl být schopen normální chůze (Brukner a Khan, 2012, s. 652). Operace je jedním z aspektů úspěšného výsledku po poranění LCA a může být akutní nebo odkladná (Wilk a Arrigo, 2016, s. 12).

Akutní operace je prováděna co nejdříve po stanovení diagnózy. V tomto stavu je koleno často oteklé s přítomností krevního výpotku, spolu se sníženým rozsahem pohybu a bolestivou inhibicí quadricepsu. V případě odkladné operace pacient čeká na provedení operace do doby, než je koleno v „normálním“ stavu (Wilk a Arrigo, 2016, s. 13).

Existuje několik operačních technik v léčbě poranění LCA. Rekonstrukce je prováděna artroskopicky pomocí malých řezů. Cílem této rekonstrukce je náhrada roztrženého LCA štěpem, který znovuobnoví normální kinetické funkce vazů. Ve většině případů se využívá autogenní štěp, který se odebírá z okolí kolenního kloubu. Nejčastěji používanými štěpy jsou BTB (bone–patellar tendon–bone) autoštěp, který zahrnuje centrální třetinu patelární šlachy, a quadruštěp ze šlach hamstringů poraněné končetiny. Další možností autoštěpu je využití ze šlachy quadricepsu anebo odběr štěpu z kontralaterální končetiny. Po využití patelární šlachy udává až 50 % pacientů bolest při klečení, zatímco pacienti s použitím štěpu z hamstringů mají snížený rozsah v poslední fázi flexe kolena (Brukner a Khan, 2012, s. 650).

Při použití BTB štěpu se doporučuje z důvodu zabránění bolesti na přední straně kolena nepřetěžovat extenzorový aparát. Zatímco při použití štěpu z hamstringů není v časných stádiích doporučeno jejich izolované progresivně odporované cvičení za účelem ochrany místa odběru štěpu (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 183).

3.4.3 Předoperační fáze rehabilitace

Předoperační rehabilitace je rozhodující pro úspěšné zvládnutí následné operace. Tato fáze si klade pět základních cílů, mezi něž patří fyzická a psychická příprava pacienta na operaci, redukce pooperačních komplikací, zvýšení pravděpodobnosti úspěšného návratu ke sportu a minimalizace rizik sekundárního poranění. Rehabilitace před operací by měla být provedena pro redukci otoku, zánětu a bolesti, nastolení normálního rozsahu pohybu, normalizaci chůze a jako prevence svalové atrofie před operací. Cílem je navrácení kolena do svého normálního stavu jako před poraněním a zajištění tkáňové homeostázy před dalším zásahem do kolenního celku. Důležitým aspektem je také edukace pacienta, jeho příprava na operaci a následnou rehabilitaci. Předoperační rehabilitace je zahájena aktivitami pro pasivní rozsah pohybu a zatěžováním končetiny. Plná pasivní extenze v kolenním kloubu je nezbytná spolu s postupnou obnovou flexe. Bezprostředně po poranění je povoleno zatěžování poraněné končetiny v uzamčené kolenní ortéze v plné extenzi za pomoci berlí. Před operací je nutno dosáhnout přibližně 0°–120° pasivního rozsahu pohybu. Předoperační program je nastaven na dosažení plné pasivní extenze v kolenním kloubu, redukce akutního zánětu, obnovení rozsahu pohybu a volní kontroly quadricepsu. Pacienti, kteří prošli předoperačním rehabilitačním programem, podstupují pooperační rehabilitaci snadněji, zejména v počátečních fázích (Wilk a Arrigo, 2016, s. 12–13).

3.4.4 Pooperační rehabilitace a její fáze

Důvodem rehabilitace po poranění LCA je získání funkční stability, dosažení nejlepší možné funkční úrovně a snížení rizika opětovného poranění. Tréninkové programy jsou zaměřeny na poraněnou i neporaněnou dolní končetinu, kyčel a trupové svalstvo zajišťující stabilitu celého těla (Kvist, 2004, s. 270). Pooperační rehabilitace LCA je nezbytná pro dosažení úspěšných klinických výsledků. Existuje několik variant rehabilitačních protokolů, většina z nich je založena na zrychleném programu, který umožňuje brzký pohyb, obnovení síly a opětovný návrat funkce. Tyto programy zahrnují běh, skoky, doskoky, změny směru, zastavení a začátek pohybu a schopnost snášet jakýkoliv kontakt spojený s daným sportem (Williams et al., 2016, s. 59). Pooperační rehabilitační programy se na základě použití patelárního nebo hamstringového štěpu mírně liší z důvodu prevence konkrétních komplikací, které jsou spojeny s jednotlivým typem operace. Mezi potencionální problémy související s použitím patelárního štěpu patří bolest při klečení, patelární tendinóza a snížená mobilita pately. Při využití štěpu z hamstringů, je rehabilitační program veden jako v případě ruptury hamstringů (Brukner a Khan, 2012, s. 655). Aplikace vhodné míry zátěže během

regeneračního procesu je nutná pro průběh fyziologické adaptace (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 183).

Počáteční fáze rehabilitace (0. –4. týden)

Počáteční fáze rehabilitace zahrnuje reakční a regenerační stádia hojení měkké tkáně. Během této fáze je rehabilitace zaměřena zejména na zlepšení mobility, pracovní kapacity a aktivaci svalů. Primárním cílem zlepšení mobility je obnovení plného pasivního rozsahu extenze v kolenním kloubu. Zásadní význam má taktéž ochrana kolenního kloubu a LCA štěpu, jeho hojení, péče o jizvu, řešení pacientových bolestí a otok. Edukace pacienta spolu s instrukcemi pro domácí cvičební program jsou rozhodující pro dosažení požadovaného výsledku této fáze rehabilitace. Domácí cvičební program, který je tvořen třemi cvičebními jednotkami rozloženými v průběhu dne, klade důraz převážně na obnovení plného rozsahu pohybu, aktivaci quadricepsu a paliativní péči (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 183–184).

Pro aktivaci izometrické kontrakce quadricepsu je doporučováno využití neuromuskulární elektrostimulace (NMES) (Kim et al., 2010, s. 388). Dalším efektivním způsobem pro aktivaci quadricepsu je cvičení extenze s využitím pružného odporu v uzavřeném kinematickém řetězci. Posilování je dále zaměřeno na svaly přilehlých kloubů, protože kolenní kloub není schopen snášet tlak související s jeho přímým posilováním. Posílení svalstva v okolí kolena lze nepřímo docílit využitím progresivního rezistovaného cvičení dvoukloubových svalů v oblasti kyčelního kloubu. Po obnovení volní kontrakce jsou do rehabilitačního procesu zahrnuta izolovaná jednokloubová cvičení pro nabrání svalové síly. Pro zahájení nácviku fyziologického vzoru chůze je zapotřebí plný pasivní rozsah extenze v kolenním kloubu, aktivní rozsah flexe větší než 60° a adekvátní zapojení quadricepsu během zvedání natažené nohy (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 184–185).

Aktivní izotonická cvičení quadricepsu po rekonstrukci LCA by měla být prováděna v rozsahu 50° – 100° flexe, kdy anteromediální svazek není napnut. Izometrická kontrakce quadricepsu při 15° – 30° flexi kolenního kloubu významně zvyšuje tonus anteromediálního svazku LCA a z toho důvodu by neměla být prováděna v časných fázích rehabilitace po rekonstrukci. Zatímco izometrická kontrakce quadricepsu prováděná v 90° flexi nezpůsobuje významnější změny v napětí anteromediálního svazku LCA, který zůstává relaxován. (Hart a Štipčák, 2010, s. 19–20).

Během této fáze jsou pacienti schopni snadno dosáhnout pasivního i aktivního asistovaného pohybu v kloubu (Majors a Woodfin, 1996 in Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 183). Počáteční fáze má za cíl snížení bolesti, otoku a zánětu, a tudíž ovlivnění rozsahu

intraartikulární fibrózy a následné zamezení ztráty rozsahu pohybu, síly a funkce. Ihned po operaci je zatěžování určeno převážně přidruženými poraněními. Po rekonstrukci izolovaného poranění LCA je zatěžování končetiny dáno tolerancí pacienta. Dokud není obnovena adekvátní svalová síla quadricepsu využívá se při zatěžování postižené končetiny ortéz a/anebo berlí (Brukner a Khan, 2012, s. 655).

Druhá fáze (5. –8. týden)

V této fázi nastává reparace a remodelace měkké tkáně a dochází k progresi mobility. Pro obnovení svalové síly postižené končetiny je doporučeno zahrnutí progresivního rezistovaného cvičení v uzavřeném kinematickém řetězci. Výhodami těchto cvičení jsou zlepšení kongruence a rozložení zátěže v operovaném kloubu, zamezení smykových sil během ko-kontrakce antagonistických svalových skupin a možnost využití při sportovním výkonu (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 186).

Klasický dřep je doporučen jakožto běžně prováděný pohyb při každodenních i sportovních aktivitách. Během jeho provádění je snaha o dosažení alespoň 90° flexe v kolenním kloubu. Při provádění cviků, které vyžadují plné oboustranné zatížení (např. dřepy), mají pacienti tendenci přenášet váhu z postižené končetiny více na nepostiženou. Tomu je zabráněno při umístění zdravé končetiny na vyvýšenou plochu nebo využitím zátěže nad hlavou. Zařazen může být také mrtvý tah s cílem znovuobnovení správného pohybu v kyčelních kloubech, posílení hamstringů a svalů dolní části zad. Pro obnovení síly celého těla je zahrnuto i posilování svalů horních končetin (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 187).

Intenzita cvičení v této fázi je relativně nízká, důraz je kladen převážně na plný bezbolestný rozsah pohybu a správné provádění jednotlivých cviků. Zpočátku je doporučeno cviky provádět ve třech sériích po 10 opakováních s použitím stejné úrovně odporu. Postupně až 15 opakování při správném technickém provedení a bez projevů nadměrné únavy. Jakmile je této úrovně dosaženo je úroveň odporu zvýšena (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 188).

Třetí fáze (9. –16. týden)

Po 8 týdnech nastává poslední stádium hojení – remodelace. Tato fáze je zaměřena na postupný rozvoj silových vlastností, jako je výbušnost a pružnost (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 189). Jednoduchým cvikem vyžadující výbušnou sílu v obou kolenních i kyčelních kloubech je *kettlebell swing* (Lake a Lauder, 2012 in Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 189). Jeho správné provedení je předpokladem pro nácvik výskoku. V posledních třech týdnech této fáze se očekává postup k méně náročným plyometrickým cvikům. Před jejich zahrnutím je potřeba se ujistit, že se během cvičení nevytváří kloubní výpotek, není

přítomna bolest a diskomfort, je symetrické zatížení během provádění dřepu a je dostatečně rozvinuta pevnost kloubu a excentrická síla postižené končetiny.

V tomto období jsou pacienti již schopni provádět většinu denních aktivit se stále se navyšujícím nosným zatížením a náročnějším rehabilitačním programem. Pro správné zotavení je také důležité, aby hromadící se zátěž byla v rovnováze s veškerými aktivitami sportovce. Na konci této fáze je možné zahrnout i cviky pro rozvoj pružnosti a reakčních schopností. Během 9. -12. týdne se využívá metoda silového tréninku s důrazem na vyhnutí se přetížení stavu pacienta. Pohybové vzory zahrnující dřepy, výpady, cviky v předklonu a s rotací mohou být přímo použity pro rehabilitaci. Cviky zakládající se na těchto vzorech zajišťují vyváženou rehabilitaci pro pacienty po operaci LCA (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 189).

Čtvrtá fáze (17.-24. týden)

V další fázi rehabilitace je cílem rozvoj pružné a reakční síly a rychlostních dovedností. Nastává postup k náročnějším plyometrickým cvičením, mezi které patří opakované skoky s minimalizací času kontaktu se zemí. Pro větší náročnost a specifitu cviků jsou využívány různé překážky. V tomto období dochází již i k tréninku běhu a sprintu, který je považován za vrchol rozvoje rychlosti (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 191).

3.5 Rehabilitační programy

Současné rehabilitační programy se nezaměřují pouze na posilování a rozsah pohybu, ale také na proprioceptivní a neuromuskulární cvičení s cílem znovuzískání neomezené kloubní funkce a dosažení dlouhodobě výborných výsledků (Ordahan et al., 2015, s. 534). Důraz je kladen na normalizaci dynamické stability kolenního kloubu a svalové síly dolních končetin (Risberg et al., 2007, s. 738).

3.5.1 Neuromuskulární tréninkový program

Neuromuskulární tréninkový program byl vyvinut pro pacienty po rekonstrukci LCA. Jeho cílem je zlepšení schopnosti nervového systému generovat rychlé a optimální svalové zapojení, zvýšení dynamické kloubní stability a reedukace pohybových vzorů a dovedností potřebných při každodenních činnostech a sportovních aktivitách. Neuromuskulární trénink by mohl být definován jako trénink, zvyšující motorickou odezvu za pomoci stimulace aferentních signálů a centrálních mechanismů, které zodpovídají za dynamickou kloubní kontrolu. Biomechanika kolenního kloubu je po poranění LCA pozměněna. Neuromuskulární trénink může zlepšit kontrolu abnormální kloubní translace během aktivit vyvoláním kompenzačních změn ve svalové aktivitě (Risberg et al., 2001, s. 620). Opožděná

neuromuskulární reakční doba může mít za následek dynamickou kloubní nestabilitu s opakujícími se epizodami kloubní subluxace a zhoršujícím se stavem kloubu. Proto jsou z hlediska dlouhodobého výsledku mechanická stabilita spolu s neuromuskulární kontrolou důležité a musí být brány do úvahy při vytváření rehabilitačního programu po rekonstrukci LCA (Risberg et al., 2001, s. 623). Pro dosažení správné neuromuskulární kontroly je nutná vyváženost mezi adekvátní silou a mobilitou, kinestézií, správnou kloubní mechanikou a přizpůsobivostí kontrolního systému motoriky (Di Stasi, Myer a Hewett, 2013, s. 5).

Kritéria značící připravenost pacienta pro začátek neuromuskulárního tréninkového programu zahrnují nenarůstající bolest nebo otok a schopnost udržet posturální kontrolu v dané pozici před přidáním dalších pohybů. Než bude pacient schopen tolerovat provádění veškerých pohybů v prostoru nebo reagovat na perturbace, musí si být nejdříve vědom své pozice těla. Pokud je pacient schopen správně provádět dané cviky na rovném povrchu, zvyšuje se obtížnost cviků jejich prováděním na balančních podložkách, nestabilních deskách nebo trampolínách (Risberg et al., 2001, s. 623–624). Zdůrazňována je také neuromuskulární reedukace trupu, jejímž cílem je optimální kontrola a symetrie pohybu (Di Stasi, Myer a Hewett, 2013, s. 8). Sensorická zpětná vazba je ztížena vyřazením zrakové kontroly, využitím změny opěrné báze, distrakcí za pomoci míče nebo náhlých a nečekaných změn směru. Důležitými komponentami neuromuskulární kontroly jsou schopnost udržet pozici, schopnost volní hybnosti a schopnost reakce na perturbaci (Risberg et al., 2001, s. 623–625).

Program, který vyvinul Risberg et al. (2001) se skládá z balančních cviků, cviků na dynamickou stabilitu kloubu, plyometrických cviků a specifických cviků pro daný sport. Pacient by měl provádět cviky třikrát týdně po dobu šesti měsíců.

Balanční a propioceptivní trénink

Poranění LCA vede spolu s mechanickou instabilitou také k narušení propiocepce kolena, která je nepochybně důležitým faktorem stability kolenního kloubu. Bylo prokázáno, že existují rozdíly v propiocepci u zdravých a poraněných kolen, a také mezi koleny poraněnými a operovanými. Po rekonstrukci LCA může v kolenním kloubu stále přetrvávat určitý motorický a sensorický deficit, pravděpodobně z důvodu nedostatečné propioceptivní zpětné vazby. Rehabilitační program kladoucí důraz na propioceptivní cvičení může zajistit důležité změny ve funkčnosti a propiocepci kolenního kloubu (Ordahan et al., 2015, s. 532–536).

Balanční trénink je zaměřen na uvědomění si pozice těla a postury v prostoru s cílem udržení rovnováhy bez změny opěrné báze. Balanční cvičení zahrnují stoj na jedné nebo obou

končetinách na rovném povrchu, balanční podložce, nestabilních deskách a trampolíně. Na udržení rovnováhy se podílejí tři sensorické systémy – zrak, vestibulární systém a propioceptivní systém (Risberg et al., 2001, s. 625). Hlavní teoretickou výhodou využití propioceptivního a balančního tréninku je zlepšení schopnosti nervového systému synchronizovat svalovou aktivitu v okolí kolena, a pomoci tak k zajištění dynamické stability kolenního kloubu (Cooper, Taylor a Feller, 2007, s. 227; Ordahan et al., 2015, s. 535).

Ordahan et al. se ve své studii (2015, s. 534) zabývali změnou propiocepce po poranění LCA a využitím převážně propioceptivního tréninku v rehabilitačním programu po dobu šesti měsíců. Před operačním zákrokem byl u poraněných kolen zjištěn deficit propiocepce ve 30° a 70° flexi kolena v porovnání s neporaněným i kontrolní skupinou. Výsledky po šesti měsících ukázaly značné zlepšení polohocitu u obou kolenních kloubů a také srovnatelnost se zdravou kontrolní skupinou. Zlepšeno bylo také hodnocení bolesti a funkčnosti kolenního kloubu (Ordahan et al., 2015, s. 534–536). Cooper, Taylor a Feller (2007, s. 227) na základě výsledků své studie, ve které využili balanční a propioceptivní cvičení v rané fázi rehabilitace po rekonstrukci LCA, však nezjistili žádné funkční výhody v porovnání s posilovacím programem.

Plyometrický trénink

Plyometrický trénink se zaměřuje na zlepšení síly a rychlosti. Vysoce intenzivní plyometrický trénink je schopen vytvářet pozitivní změny neuromuskulárního charakteru spojené s poraněním LCA a měl by tvořit hlavní složku preventivních programů (Dai et al., 2012, s. 207). Plyometrické cviky jsou využívány pro facilitaci rychlých změn směru pohybu a pro zlepšení svalové síly. Během provádění skoků je energie nejprve nahromaděna a poté uvolněna (Risberg et al., 2001, s. 626–627). Ter Stege et al. (2014, s. 1422) uvádí jako neúčinnější komponentu pro redukci valgozity kolena neuromuskulární trénink, který obsahuje plyometrická a dovednostní cvičení s doplněním o zpětnou vazbu. Tento trénink spolu s odporovým cvičením, se zdá být také nejslibnějším pro zvýšení flekčního úhlu kolena.

Meierbachtol et al. (2016, s. 24) ve své studii využili sportovně-specifický program PEP (Prevent injury and Enhance Performance), který byl založen na principu neuromuskulární reedukace, spolu s plyometrickým cvičením doplněným o stabilizační cvičení. V období šesti týdnů byl program prováděn dvakrát týdně po dobu dvou hodin. Po šesti týdnech provádění tohoto tréninku bylo dosaženo zlepšení ve výsledcích funkčních testů a v symetrii obou končetin. Využitím neuromuskulárního programu po dobu šesti týdnů mohou tedy nastat

značné úpravy ve výsledcích funkčních testů skoků i subjektivního hodnocení (Meierbachtol et al., 2016, s. 24–27).

Dle Risberg et al. (2007, s. 743) byl neuromuskulární trénink ve srovnání se silovým tréninkem kvalitnější vzhledem ke zlepšení funkcí kolenního kloubu po rekonstrukci LCA. Subjektivní hodnocení funkce kolena po 6 měsících od rekonstrukce bylo značně lepší při využití neuromuskulárního tréninku. Silový i neuromuskulární tréninkový program zajistily podobné zlepšení síly, rovnováhy, propiocepce i výsledky skokových testů (Risberg et al., 2007, s. 744).

3.5.2 Silový trénink

Pro zlepšení svalové síly hamstringů a poměru jejich síly vůči quadricepsu se jako nejlepší volbou ukazují izolovaná odporovaná cvičení hamstringů (ter Stege et al., 2014, s. 1422). Dynamické posilování hamstringů může těmto svalům napomoci odolávat anteriorní translaci tibie v případě dynamické kontrakce quadricepsu zmírněním působící síly při zvýšené flexi kolena a zajištění dynamické kontroly (Di Stasi, Myer a Hewett, 2013, s. 11). Po rekonstrukcích LCA býval tradičně kladen důraz na silový trénink, jelikož obnovení a zvýšení síly quadricepsu operované končetiny je nezbytné pro maximalizaci funkčních schopností postiženého kolenního kloubu (Liu-Ambrose et al., 2003, s. 115–122).

Výsledky studie Liu-Ambrose et al. (2003, s. 118), srovnávající 12týdenní propioceptivní a silový trénink, ukázaly v průměru větší změny koncentrického točivého momentu quadricepsu a excentrického točivého momentu hamstringů u propioceptivní tréninku. Oba tréninkové programy ovlivnily čas točivého momentu hamstringů, který hodnotí volní aktivitu hamstringů. Ten je pravděpodobně kontrolován svalovými vřetenky, kinestézií, schopností rychlého nábory svalových jednotek, koordinací končetiny při provádění specifických úkonů a úrovni koncentrace a motivace pacienta. Pro obnovení funkčních schopností a zlepšení subjektivních výsledků jsou proto oba tréninky užitečné (Liu-Ambrose et al., 2003, s. 120–122).

3.5.3 Tréninkový program ACL-SPORTS

Zahrnuje sérii preventivních cviků (balanční, plyometrické, posilovací), cviky zaměřující se na posílení quadricepsu, cviky na hbitost s či bez zařazení perturbačního tréninku (White et al., 2013, s. 4). Mezi preventivní cviky tohoto programu, prováděné dvakrát týdně, byly zařazeny – *nordic hamstrings*, dřepy do 90° flexe, seskoky, trojskoky na jedné noze a skoky s přitažením kolen na prsa (White et al., 2013, s. 5). Perturbační trénink je typem neuromuskulárního tréninkového programu zahrnující sérii progresivních perturbací

na nestabilních plochách během bilaterálního i unilaterálního stoje. Perturbace narůstají ve svém rozsahu i rychlosti na základě pacientovy tolerance. Verbální rozptýlení, stejně jako současné přidání perturbací mířených na horní i dolní končetiny je používáno cíleně vzhledem k danému sportu a zvýšení náročnosti úkonu (White et al., 2013, s. 5). Ve studii dle Arundale et al. (2017, s. 2532) srovnávající tréninkový program ACL-SPORTS se zařazením perturbačního tréninku a bez něj, se ukázalo, že doplnění o perturbační trénink nemusí být výhodou a nezajišťuje rychlejší připravenost sportovce pro jeho návrat ke sportu.

3.6 Využití tapingu a ortéz po poranění LCA

U skupiny pacientů využívající po rekonstrukci LCA lymfatický kinesiotope a kinesiotope pro svalovou facilitaci hamstringů a quadricepsu bylo prokázáno značné zlepšení otoku v oblasti pately, snížení bolesti a zvýšená svalová síla hamstringů již po pátém dnu aplikace. Desátý den využití kinesiotapu ukázal prokazatelné zlepšení rozsahu kolenní flexe a svalové síly hamstringů, nočních bolestí a redukcí rozsahu otoku (Balki, Göktas a Öztemur, 2016, s. 631). Použití kinesiotapu na quadriceps u osob po rekonstrukci LCA nezajišťuje okamžité zlepšení jeho svalové výkonnosti (Oliveira et al., 2016, s. 4). Dle Laborie et al. (2015, s. 967) je použití kinesiotapu pro snížení bolesti v časně fázi po rekonstrukci LCA neúčinné. Zatímco Chan, Wee a Lim (2017, s. 264) zjistili snížení bolesti v časně pooperační fázi u pacientů, kterým byl aplikován kinesiotope.

U pacientů s rupturou LCA vede aplikace kinesiotapu ke zlepšení propriocepce. Při použití kinesiotapu bylo zlepšeno subjektivní vnímání funkce kloubu a chůze (Bischoff et al., 2018, s. 5).

Použití ortézy při návratu ke sportu není nezbytně nutné, avšak může pomoci navrácení sebedůvěry (Brukner a Khan, 2012, s. 655). U poranění LCA se ortézy používají ze dvou důvodů. Pro ochranu zrekonstruovaného vazů před zvýšenou zátěží a pro stabilizaci kolen s deficientním LCA (Marshall, Gelber a Spindler, 2016, s. 55; Smith et al., 2014, s. 1138). Pravidelné používání funkčních ortéz je pro pacienty s poraněním LCA limitující z důvodů diskomfortu, sklouzávání, nesprávného přilnutí a také snížení sportovního výkonu. Hlavním cílem je zejména zamezit abnormální anteriorní translaci tibie a nadměrnému napnutí a protažení LCA štěpu. Využití funkčních ortéz by mělo být zařazeno u sportovců s deficientním LCA zejména při aktivitách vyžadující rychlé změny směru, kdy byl jejich efekt hodnocen pozitivně. Na základě dlouhodobých výsledků pacientů po LCA rekonstrukci však není použití funkčních ortéz podporováno (Smith et al., 2014, s. 1138).

Bylo prokázáno, že využití elastické kolenní ortézy může významně zlepšit u izolovaných lézí LCA kloubní propriocepci a schopnost posturální kontroly (Palm et al., 2012, s. 670). Toto využití elastické kolenní ortézy před operací může zajistit podobnou úroveň posturální kontroly jako u zdravé končetiny (Palm et al., 2012, s. 668). Dle Giotis et al. (2016, s. 605) mohou pevné kolenní ortézy i kolenní bandáže zabránit nadměrné rotaci tibie při aktivitách s vyšší zátěží, které vyžadují změny směru při pohybu, ale nejsou však schopny plně obnovit tuto rotaci na normální hodnotu.

3.7 Návrat k fotbalu po poranění LCA

Během prvních měsíců po operaci LCA je lékařská péče zpravidla vysoká, zatímco při návratu na hřiště postupně klesá. Pacient je často ponechán na starost trenérům, kteří jsou spíše připraveni trénovat zdravé hráče než ty zotavující se po operaci (Della Villa et al., 2011, s. 18). Návrat na stejnou sportovní úroveň jako před poraněním může vyžadovat zvýšenou úroveň intervence, než jaká je poskytovaná tradiční rehabilitací. Pro dosažení této možnosti, je běžně využíván trénink na plyometrickém základě z důvodu snížení rizika opětovného poranění, a to skrze edukaci správné dopadové techniky a potencionálně také zlepšením sportovních funkcí (Meierbachtol et al., 2016, s. 23). Načasování návratu ke sportu závisí na několika faktorech, mezi něž patří posouzení trenérem a terapeutem, druh daného sportu a pacientova sebejistota (Brukner a Khan, 2012, s. 652). Pacientům je povolen návrat k lehkým sportovním aktivitám typu běhání dva až tři měsíce po operaci a ke kontaktním sportům, zahrnující rychlé změny směru a skákání, po šesti měsících (Kvist, 2004, s. 269). Zbytečné odkládání návratu k jakýmkoli aktivitám je nežádoucí, stejně jako předčasný návrat, který může způsobit poranění štěpu (Kvist, 2004, s. 274).

Jedním z klíčových prvků rehabilitačního programu aplikovaného speciálně pro fotbalisty je porozumění fyzickým nárokům fotbalu a požadované úrovni, na kterou se daný hráč potřebuje vrátit. Aktivity spojené s hraním fotbalu vyžadující koordinaci a sílu, kladou značné nároky na neuromuskulární systém. Důkladně naplánovaný rehabilitační program, který oslovuje všechny aspekty tohoto sportu je rozhodující pro hráčův návrat s minimalizací rizika opětovného poranění. Blízká spolupráce hráče, fyzioterapeuta, operátora, kondičního trenéra a trenéra je dalším důležitým faktorem pro úspěch rehabilitace. (Bizzini, Hancock a Impellizzeri, 2012, s. 305–306).

Funkční trénink je klíčovým prvkem ve znovuzískání neuromuskulární kontroly pro provádění specificky fotbalových úkonů. Zvláštní pozornost by měla být věnována kvalitě pohybových vzorů a stabilizačních strategií. Cílem je postupné znovu začlenění hráče do hry

s ohledem na jeho individuální charakter (Bizzini, Hancock a Impellizzeri, 2012, s. 310). Uvádí se, že po zvládnutí 4–6 týdnů rehabilitace nastává přechod ke specifickému neuromuskulárnímu tréninku s postupným využitím nestabilních ploch. Trénink je zpočátku zaměřen na stabilizaci kolenního kloubu při jeho zatížení. Zvláštní pozornost je věnována kontrole valgozity, varozity a rotace kolena s důrazem na správné nastavení dolní končetiny, stabilizaci pánve, trupu a zabránění mediálnímu kolapsu kolena. Fotbalový míč by měl být co nejvíce využíván pro zlepšení reakčně stabilizačních strategií. Další začlenění specifických fotbalových pomůcek a vybavení je důležité i z psychologického hlediska. Později v této fázi rehabilitace je cílem kontrola při přesunu a rotaci těla při stabilním kolenním kloubu. K tomu je využíváno cvičení s elastickým odporem nebo výpady. Postupně se přechází k plyometrickým technikám, kde je zařazen např. nácvik hlavičkování s důrazem na správnou techniku výskoku a dopadu (Bizzini, Hancock a Impellizzeri, 2012, s. 306–307).

Na základě hráčovy progrese dochází k zařazení běžického nebo již specificky fotbalového tréninku se začleněním všech prvků fotbalu, kde je využíváno cvičení označované jako *star run dril* (viz příloha 1, s. 57) (Bizzini, Hancock a Impellizzeri, 2012, s. 308). Bizzini, Hancock a Impellizzeri (2012, s. 309) uvádí, že kontaktní situace, které jsou specifické a tvoří značnou část fotbalu, jsou během rehabilitace často přehlíženy a sportovec je často ponechán, aby je zvládal až v rámci navrácení se k týmovému tréninku. Ačkoliv jsou kontaktní situace vždy rizikem, měly by být raději zahrnuty do rehabilitačního procesu, který je pod určitým dohledem a kde mohou být kontrolovány. Pokud je hráčovo koleno schopno postupně odolávat působení valgózních a varózních sil s či bez rotace, musí být také schopno snášet postupný kontakt.

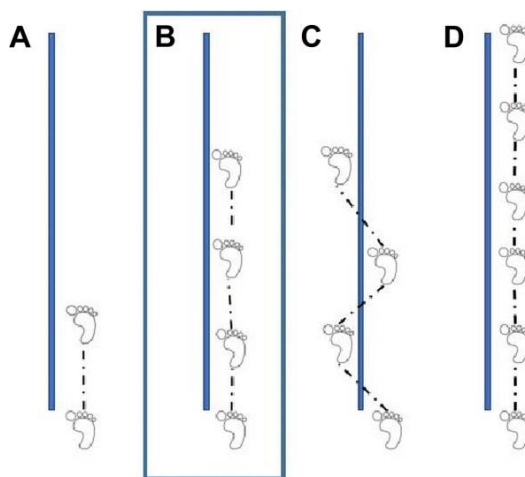
Della Villa et al. (2011, s. 22) ve svém výzkumném projektu zahrnuli rehabilitaci na hřišti jako poslední fázi, která předcházela návratu ke sportovní aktivitě. Probíhala pod dohledem trenéra, speciálně vyškoleného a zkušeného v oblasti sportovní rekonvalescence a rehabilitace. Tato fáze byla pro fotbalisty rozdělena do pěti fází, které zahrnovaly jasně definovaná, progresivní a sportovně specifická cvičení. Jednotlivé fáze obsahovaly postupně náročnější aktivity bez míče, s míčem a kardiovaskulární trénink (Della Villa et al, 2011, s. 18–20). Poslední fáze programu je uvedena v Tabulce 1 (viz tabulka 1, s. 31).

Tabulka 1 Poslední fáze rehabilitace na hřišti (Della Villa et al., 2011, s. 20)

Aktivita/zátěž	Progresivní sportovně specifické cvičení
Aktivity bez míče	Běh zahrnující sprinty a změny směru
	Akrobatická cvičení s malými překážkami
	Vysoko-intenzivní cvičení
	20i-minutový běh na úrovni anaerobního prahu
Aktivity s míčem	Vysoko-intenzivní cvičení v herních situacích
	Modifikované zápasy v maximální intenzitě (3 vs 3, 2 vs 2, 1 vs 1), střely, odebrání míče
Kardiovaskulární zátěž	Aerobní
	Anaerobní (> 50 % času)
	Anaerobní s produkcí laktátu

3.7.1 Kritéria a funkční hodnocení před návratem ke sportu

Kritéria jsou zakládána zejména na srovnání operované končetiny se zdravou. Za standardní kritérium je považován předpoklad symetrie obou končetin, na jehož základě je povolen návrat ke sportu. Návrat ke sportu je povolen při maximálně 20–30% silovém deficitu operované končetiny vůči neoperované (Panariello, Stump a Allen, 2017, s. 191). Nejčastěji využívanými funkčními testy po poranění LCA jsou testy na podkladě skoků. Za standardní čtyři testy jsou považovány skok na jedné noze, trojskok na jedné noze, šikmý trojskok na jedné noze a časovaný skok na jedné noze na vzdálenost šesti metrů (viz obrázek 1, s. 32). Společným kritériem těchto testů je více než 90% symetrie dolních končetin šest až devět měsíců po operaci. Šikmý trojskok je považován za nejnáročnější z těchto testů, jelikož vyžaduje koordinaci a sílu ve všech rovinách, a také za nejcitlivější z hlediska přesnosti hodnocení normální funkce kloubu. Dalším běžně užívaným funkčním testem je izokinetický test svalové síly extenze a flexe kolenního kloubu (Abrams et al., 2014, s. 6–7). Dostatečná síla hamstringů a následně i vhodná rovnováha mezi silou hamstringů a quadricepsu je významným cílem rehabilitace LCA a měla by být také brána jako jedna z kritérií pro návrat ke sportu (Kyritsis et al., 2016, s. 950).



Obrázek 1 Funkční testy na podkladě skoků (Paterno et al., 2017, s. 3)

Dle Williams et al. (2016, s. 59–60) je nutno zohlednit před návratem ke sportu faktory jako je rozsah pohybu, svalová síla, bolest, výsledky měření a funkční výkon.

Kyritsis et al. (2016, s. 950) zjistili, že sportovci, kteří nesplnili propouštěcí kritéria a nebyli plně propuštěni operátorem z pooperační rehabilitace po LCA rekonstrukci před návratem ke sportu, vykazovali čtyřikrát větší riziko utrpění ruptury LCA štěpu oproti těm, kteří tato kritéria splnili. Až 70 % ruptur LCA štěpu se stalo v průběhu prvních šesti měsíců po návratu ke sportu. Neuromuskulární asymetrie během dynamického pohybu nemusí ovlivňovat pouze sportovní výkon, ale mohou také předvídat riziko ruptury štěpu. Narušená neuromuskulární funkce by mohla vysvětlovat zvýšené riziko ruptury LCA štěpu u sportovců, kteří neprošli propouštěcími kritérii.

Nejčastějšími důvody, které brání sportovci jeho návratu ke sportu, jsou strach z opakovaného poranění a nejistota v kolenní kloub (Nwachukwu et al., 2017, s. 723). V porovnání s fotbalistkami mají fotbalisté vyšší pravděpodobnost návratu k fotbalu po poranění LCA (Brophy et al., 2012, s. 2520). Waldén et al. (2016, s. 748) uvádí, že více než 90 % hráčů po LCA rekonstrukci se během jednoho roku vrátilo k fotbalu, ale po třech letech hrálo na nejvyšší úrovni pouze 65 % těchto hráčů. Dle Brophy et al. (2012, s. 2519) se k fotbalu bylo schopno vrátit 76 % hráčů v průměru za 10 měsíců od operace a 85 % z nich bylo schopno po operaci hrát fotbal na stejné či vyšší úrovni. Po 7 letech však pouze 38 % hráčů, kteří podstoupili operaci, bylo schopno hrát fotbal, a to spíše na nižší úrovni než před poraněním.

V MLS se 77 % hráčů po rekonstrukci LCA bylo schopno vrátit k hraní fotbalu a průměrně byli tito hráči schopni odehrát další čtyři roky. Při porovnání výkonů hráčů před a po poranění se neukázal značný rozdíl, i když byl zaznamenán menší počet odehraných

utkání a počet střel v utkání (Erickson et al., 2013, s. 3–4). Waldén, Hägglund a Ekstrand (2006, s. 159–160) uvádí, že hráči s předchozím poraněním LCA jsou vystaveni menší tréninkové a zápasové zátěži než hráči, kteří toto poranění neprodělali. Hráči po izolované rekonstrukci LCA nebo s přidruženým poraněním mediálního menisku byli schopni se vrátit k fotbalu dříve než ti s přidruženým poraněním laterálního menisku, mediálního kolaterálního vazy, zadního zkrříženého vazy nebo lézí chrupavky (Roi, Nanni a Tencone, 2006, s. 143).

3.8 Důsledky poranění

Při neléčené instabilitě kolena dochází podle statistik u 75 % pacientů do jednoho roku od úrazu k poškození dalších nitrokloubních struktur, zejména menisků. Mezi další poškození vzniklá následkem instability se řadí poškození kondylární chrupavky se vznikem osteochondrálních defektů, které následně vedou k rozvoji sekundární artrózy kolena (Trnavský a Rybka, 2006, s. 139). Ze všech sportů představuje fotbal také nejvyšší riziko vzniku opětovného poranění LCA (Laboute et al., 2010, s. 601).

Fotbalisté s poraněním LCA své nedominantní končetiny mají v budoucnu vyšší riziko poranění kontralaterálního LCA. Poranění nedominantní končetiny může totiž vést k ještě vyššímu zatížení dominantní končetiny během hry, což zvyšuje riziko budoucího poranění. Bylo také zjištěno vyšší riziko následné operace kontralaterálního LCA u hráčů po operaci LCA jejich nedominantní končetiny, než v případě primárního poranění dominantní končetiny (Brophy et al., 2012, s. 2520–2521). Waldén, Hägglund a Ekstrand (2006, s. 159–160) zjistili, že riziko vzniku traumatického poranění kolena i zranění způsobeného přetěžováním bylo značně vyšší u hráčů s dřívějším poraněním LCA než u hráčů bez předchozího poranění LCA. Při nově vzniklém poranění dolní končetiny, docházelo u těchto hráčů v 70 % k poranění téže strany, jako byla původní léze LCA.

Třicet procent fotbalistů udává po 14 letech změnu jejich životního stylu v závislosti na poranění LCA. Každý čtvrtý pacient má vážné problémy při rotačních pohybech spojených s poraněným kolenem a každého třetího doprovází problémy při klečení. Po tomto poranění kolena 80 % fotbalistů snížilo svoji úroveň aktivity a až 69 % z nich udává jako primární důvod toto poranění. Po této době 78 % kolen vykazovalo radiografické známky artrózy. Z toho až ve 41 % případů odpovídaly projevy druhému stupni artrózy dle klasifikace podle Kellgrena a Lawrence. U pacientů s přidruženým poraněním menisku byly nalezeny výraznější radiografické změny na snímcích odpovídající druhému či horšímu stupni artrózy. Závažnost radiografických změn v porovnání izolovaného poranění LCA s přidruženým poraněním menisku byla však podobná (von Porat, Roos a Roos, 2005, s. 270–271).

3.9 Prevence

Bezkontaktní a nepřímá poranění LCA zahrnují nekontrolovanou biomechaniku dolní končetiny, což nasvědčuje tomu, že některým poraněním LCA může být předcházeno (Padua et al., 2018, s. 8). Současná prevence se zaměřuje zejména na úpravu rizikových faktorů anebo na snížení výskytu bezkontaktních poranění u fotbalistů. Preventivní programy jsou tvořeny na základě neuromuskulární tréninkové metody, která umožňuje pozměnit ovlivnitelné (neuromuskulární a biomechanické) rizikové faktory, a pro redukci počtu bezkontaktních poranění LCA. Preventivní programy zaměřené na bezkontaktní poranění LCA mají zásadní význam pro úpravu nebo eliminaci rizikových faktorů, čímž dochází k redukci počtu poranění. Tyto programy jsou využívány k úpravě sportovcovy techniky a zlepšení kondice za pomoci neuromuskulární kontroly, silového, plyometrického a balančního tréninku (Alentorn-Geli et al., 2009, s. 860). Na základě analýzy dle Donnell-Fink et al. (2015, s. 8) neuromuskulární intervence snížila výskyt poranění LCA o 51 %. Přímá spojitost mezi konkrétní tréninkovou složkou programu a prevencí poranění však nalezena nebyla. Bylo také zjištěno, že intervence aplikovaná před začátkem sezony, předcházela více poranění kolena a měla protektivní funkci pro poranění LCA více než ta, prováděná až v průběhu sezony (Donnell-Fink et al., 2015, s. 14).

Padua et al. (2018, s. 14) tvrdí, že zlepšení neuromuskulární kontroly u dětí mladších 15 let může také snížit jejich náchylnost ke vzniku poranění v nejrizikovějším období, tj. pubertě. Sportovci, kteří si osvojí provádění preventivního tréninkového programu jako součást svých sportovních aktivit již v raném věku, mohou mít větší sklon k jeho dodržování i v průběhu vývoje, protože ho vnímají jako přirozenou součást sportu (Bisciotti et al., 2016, s. 475; Padua et al., 2018, s. 14). Dle Bisciotti et al. (2016, s. 475) je vhodné začít s preventivním tréninkem ve věku 13 let. Z hlediska motorického učení je žádoucí, aby si děti ve věku 6–12 let vyvinuly správnou techniku daného sportu již od začátku, což jim dává dostatečný čas pro automatizaci daných pohybů (Benjaminse a Otten, 2011, s. 623).

3.9.1 Preventivní programy

Společným bodem všech preventivních programů je důležitost kladená na správné nastavení kyčelního, kolenního a hlezenního kloubu během cvičení zaměřených na změny směru a dopadovou fázi (Bisciotti et al., 2016, s. 477). Správné nastavení kolenního kloubu je přímo ovlivněno kinematikou kyčelního a hlezenního kloubu. Senzorická zpětná vazba a kontrola pohybu nohy a hlezna přímo ovlivňuje orientaci a zatížení tibie, čímž předurčuje podmínky, při kterých bude LCA zatíženo. Z toho důvodu, musí jakýkoliv preventivní trénink

zaměřující se na prevenci poranění kolenního kloubu brát v úvahu i další články kinematického řetězce dolní končetiny spolu s mechanismy zajišťující posturální kontrolu horního trupu (Cerulli et al., 2001, s. 656–657). Důležitým aspektem obsaženým téměř ve všech preventivních programech bývá důraz kladený na správnou techniku provádění daných cviků a uvědomění si možných rizikových vzorů pohybu. Na základě toho jsou často zdůrazňovanými prvky tréninku vyhýbání se valgóznímu postavení kolen, udržování neutrální tibiální rotace, maximalizace kolenní a kyčelní flexe a plynulý kontrolovaný dopad (Padua a Marshall, 2006, s. 19).

Další důležitou složkou, kterou je nutno zvážit při snaze o pochopení úrazového mechanismu a vytváření preventivních strategií, je svalová koordinace hamstringů a quadricepsu (Shultz et al., 2015, s. 167). Správný poměr sil mezi quadricepsem a hamstringy je důležitý pro dynamickou stabilitu kolenního kloubu. Pokud je quadriceps silnější než hamstringy, může docházet k nadměrné anteriorní translaci během dynamických aktivit, jako jsou dopady a změny směru, které vystavují LCA většímu působení smykových sil, a tedy riziku poranění (Alentorn-Geli et al., 2009, s. 866). Poranění LCA se často vyskytuje, pokud je váha těla přenesena na patách, což zvyšuje kontrakční sílu quadricepsu a snižuje účinnost hamstringů. Kontrola postavení trupu a aktivace stehenního svalstva během náhlého zpomalení a dopadu je proto důležitou součástí prevence (Shimokochi a Shultz, 2008, s. 406). Aktivita hamstringů pomáhá redukovat anteriorní posun tibie v určitých kloubních úhlech a měla by být také zdůrazněna během tréninkového programu. Důležitost hamstringů může být odvozena z důvodu větší latence svalové kontrakce u kolen s deficientním LCA oproti zdravým. Důkaz, že latentní doba kontrakce hamstringů může být snížena skrze provádění proprioceptivních cvičení s cílem zlepšit rychlost a facilitovat kontrakci hamstringů dále podporuje principy preventivního tréninku (Cerulli et al., 2001, s. 657).

Preventivní programy nejenom snižují počet poranění LCA, ale také zlepšují biomechaniku, neuromuskulární kontrolu a funkční výkon, tj. rychlost, dovednost, sílu. Cvičení jsou obvykle prováděna po dobu 15–20 minut jako součást dynamické zahřívací fáze před sportovní aktivitou. Specifické cviky a zvolená intenzita by měly být přizpůsobeny schopnosti jedince tak, aby je byl schopen provádět se správnou technikou. Aby bylo dosaženo minimální tréninkové dávky potřebné pro redukci výskytu LCA poranění, měl by být preventivní trénink prováděn dvakrát až třikrát týdně. Rozhodujícím faktorem pro redukci počtu poranění kolena a LCA je pravidelné dodržování preventivního programu, který by měl být součástí sportovcova tréninku před i během sezony (Padua et al., 2018, s. 9–14).

V odborné literatuře jsou pro prevenci poranění LCA nejčastěji uváděny dva typy preventivních programů – propioceptivně-balanční a plyometricko-dovednostní (Padua a Marshall, 2006, s. 13).

Proprioceptivně-balanční trénink je navržen pro zlepšení koordinace a rovnováhy skrze provádění cviků, které vyžadují udržení rovnováhy (Padua a Marshall, 2006, s. 13). Tato cvičení obvykle zahrnují různé úkony vyžadující stoj na jedné nebo obou končetinách při různém stupni zrakové kontroly, stability a tvrdosti povrchů a zevních perturbací (Padua et al., 2018, s. 10). Trénink na nestabilní ploše v bezpečném prostředí může být užitečný pro sportovce pro správné zapojení ko-kontrakce během tréninku na hřišti, kde jsou perturbace a nestabilní povrchy běžné. Využití nestabilních ploch během tréninku se zahrnutím specifických aktivit, např. doskoků, může sportovce lépe připravit na náročnější výzvy během sportovní aktivity (Shultz et al., 2015, s. 170–171). Cerulli et al. (2001, s. 657) uvádí, že spolu s propioceptivním programem je důležitý i trénink vytrvalosti a svalové síly.

První intervenční studii zaměřenou na prevenci poranění LCA u fotbalistů provedli Caraffa et al. v roce 1996 na vzorku 600 poloprofesionálních a amatérských hráčů. Dvacet týmů podstoupilo propioceptivní tréninkový program, s narůstající obtížností, v průběhu tří sezon. Tento program byl přidán navíc k pravidelným tréninkovým jednotkám každého týmu. Kontrolní skupinou bylo zvoleno dalších 20 týmů provádějící běžné tréninkové jednotky. V předsezonní části byl program prováděn každý den minimálně po dobu 20 minut. V průběhu sezony byli hráči instruováni k dodržování programu alespoň třikrát týdně. Ve srovnání s kontrolní skupinou bylo zjištěno značné snížení výskytu poranění LCA za rok a v rámci týmu u skupiny, která prováděla tento preventivní program (Alentorn-Geli et al., 2009, s. 868).

Plyometricko-dovednostní trénink je vytvořen pro zlepšení dovedností jedince, dynamické stability a techniky během provádění dynamických úkonů. Tento typ tréninku typicky zahrnuje výbušné pohyby a cviky na podkladě různých forem skoků a dopadů. Zaměřuje se také na zdokonalení motorických dovedností, především zrychlení, zpomalení a manévry vyžadující přesné a rychlé změny směru v různých rovinách pohybu při různé intenzitě. Každá složka může být individuálně sledována a následně kombinována v rámci tréninku (Padua et al., 2018, s. 10; Padua a Marshall, 2006, s. 14). Plyometrická složka preventivních programů trénuje svaly, pojivové tkáně a nervový systém, aby efektivně vykonávaly cyklus protažení a zkrácení. Dále klade důraz na správnou techniku provádění a mechaniku těla (Hewett, 2007 in Alentorn-Geli et al., 2009, s. 862).

Dalšími možnostmi preventivních tréninků jsou silový trénink, který je zaměřen na zlepšení svalové síly za pomoci využití váhy vlastního těla, závaží nebo posilovacích strojů, a trénink flexibility zaměřující se na statický nebo dynamický strečink (Padua et al., 2018, s. 10). Dle Alentorn-Geli et al. (2009, s. 861) je trénink cílený na zlepšení svalové síly v oblasti kyčle, trupu a poměru sil mezi quadricepsem a hamstringy považován za vhodný pro redukci bezkontaktního poranění LCA. Dai et al. (2012, s. 206) však tvrdí, že ačkoliv bývá silový trénink obvyklou složkou tréninkových programů, samotný silový trénink nezajistí změny v kinematice a kinetice dolních končetin při sportovních aktivitách.

Většina efektivních programů na prevenci je však tvořena vícesložkovými tréninkovými programy, tedy využívá kombinaci různých cviků, typicky jeden až tři cviky z každé složky. Součástí těchto programů je zahrnutí zpětné vazby u alespoň tří typů cvičení (posilovací, plyometrická, dovednostní, balanční a flexibility), která je důležitá pro správnou techniku provádění jednotlivých cviků (Padua et al., 2018, s. 8–10; White et al., 2013, s. 2). Ze všech složek preventivního programu, se plyometrický trénink ukázal jako jeden z nejefektivnějších nástrojů pro redukci bezkontaktních poranění LCA (Alentorn-Geli et al., 2009, s. 861). Tento typ tréninku v kombinaci s dalším tréninkem prokázal snížení dopadových sil, valgózního a varózního momentu a zvýšení efektivní svalové koordinace (Alentorn-Geli et al., 2009, s. 877). Struminger et al. (2013, s. 784) se ve své studii zabývali srovnáním aktivace svalových skupin hamstringů a gluteálních svalů při provádění pěti běžně využívaných plyometrických cviků v sagitální, frontální a transverzální rovině. Na základě výsledků se ukázalo, že skok přes překážky prováděný na jedné noze v sagitální rovině vyprodukoval v přípravné fázi největší aktivaci svalů gluteálních i hamstringů ze všech plyometrických testů. Konkrétně svalová aktivace mediálních hamstringů, která může zabránit valgóznímu postavení kolena a bránit tak zatížení LCA, byla v přípravné fázi největší u tohoto cviku. Aktivace mediálních hamstringů v zátěžové fázi se ukázala největší při sagitálním skoku přes překážky obounož. Z toho vyplývá, že využití plyometrických cviků prováděných v sagitální rovině, za účelem prevence valgosity kolena a následného zatížení LCA, může být efektivnější než v rovině frontální či transverzální (Struminger et al., 2013, s. 787–788).

Murray et al. (2017, s. 526–527) zjistili, že využití plyometrických cvičení, a to i v případě, že tato cvičení byla prováděna pouze v průběhu sezóny, bylo spojeno s nižším počtem poranění LCA u chlapeckých fotbalových týmů.

Dai et al. (2014, s. 303–304) uvádí, že efekt preventivních programů zaměřující se na redukci výskytu poranění LCA ve fotbale je rozporuplný a klinicky neúčinný zejména z důvodu jejich nedodržování.

FIFA 11+

FIFA 11+ je 15–20minutový dynamický zahřívací program, který je prováděn na hřišti před zápasem a tréninkem dvakrát až třikrát týdně během celé sezony. Zahrnuje posilovací, dovednostní, propioceptivní a plyometrická cvičení a byl vytvořen speciálně pro redukci výskytu nejčastějších poranění u fotbalistů (Silvers-Granelli et al., 2017, s. 2449). Program je tvořen ze tří částí. První a třetí část tvoří běžecké cvičení a dynamický strečink, jejichž cílem je aktivace kardiovaskulárního systému. Druhá část je tvořena šesti cviky, z nichž každý má tři stupně obtížnosti s cílem zlepšení síly, rovnováhy, motorické kontroly a stability středu těla. Absolvování tohoto programu je časově efektivní, jelikož nahrazuje běžnou zahřívací fázi a vyžaduje minimum pomůcek – sadu kuželů a míčů. Je nezbytné zdůraznit, že pro preventivní účinek programu je důležitá pravidelnost a správné provádění cviků (Bizzini, Junge a Dvorak, 2013, s. 804; Kirkendall a Dvorak, 2015, s. 152–153).

Skupina využívající tréninkový program FIFA 11+ vykazovala celkově nižší počet poranění vzhledem ke kontrolní skupině. Pravděpodobnost vzniku poranění LCA byla u této skupiny čtyřnásobně redukována ve srovnání s kontrolní skupinou (Silvers-Granelli et al., 2015, s. 2632–2633). Riziko vzniku LCA poranění bylo nižší u týmů využívající program FIFA 11+. U kontrolní skupiny, nepoužívající program FIFA 11+, byl vyšší výskyt kontaktního i bezkontaktního poranění LCA. FIFA 11+ snížila celkový výskyt poranění LCA o 77 % (Silvers-Granelli et al., 2017, s. 2451).

Závěr

Fotbal je kolektivním sportem, s jehož hraním je spojen velký výskyt poranění, která postihují převážně dolní končetiny. Poranění předního zkříženého vazy je závažné a u fotbalistů stále častěji se vyskytující poranění, které s sebou nese z krátkodobého i dlouhodobého hlediska značná rizika. U fotbalistů se častěji vyskytuje poranění LCA bezkontaktního nebo nepřímého typu a to zejména na dominantní dolní končetině. Pokud však dochází k poranění LCA nedominantní dolní končetiny, značně se v budoucnu zvyšuje riziko poranění kontralaterálního LCA. K rizikovým faktorům jsou nejčastěji řazeny situace vyžadující zpomalení a změny směru pohybu, dopady po výskoku a otáčení. Při nich dochází k nesprávnému nastavení dolní končetiny – nedostatečné flexi spolu s rotací a valgozitou v kolenním kloubu, které zatěžují LCA a způsobují vznik poranění. Typickými herními situacemi předcházející bezkontaktnímu poranění LCA jsou bránění a napadání.

Poranění předního zkříženého vazy je nejčastěji řešeno operativně, existují však i případy, které tuto problematiku řeší konzervativně. Rehabilitační léčba po operaci je v posledních letech zakládána na zrychleném programu, umožňující brzký pohyb. Cílem rehabilitace je zejména obnovení síly quadricepsu a hamstringů a zajištění stability kolenního kloubu, které jsou nezbytné pro navrácení se k fotbalu. Pooperační rehabilitační programy zakládající se na neuromuskulárním podkladě, které se skrze zlepšení schopnosti nervového systému snaží optimalizovat svalovou aktivitu v okolí kolenního kloubu a zajistit tak dynamickou stabilitu, se těmito cíli nejvíce přibližují. Ve srovnání s tradičně využívaným silovým tréninkem se ukázaly jako kvalitnější a subjektivně lépe hodnocené. Mezi tyto programy patří plyometrický trénink, který zajišťuje zvýšení flekčního úhlu kolena a při současném využití zpětné vazby je považován za nejúčinnější pro redukci valgozity. Dále proprioceptivní a balanční trénink, které zvyšují kloubní stabilitu za pomoci zlepšení proprioceptivní zpětné vazby, která je po poranění LCA pozměněna.

Pooperační využití kinesiopapu může být přínosné z hlediska snížení otoku a zvýšení svalové síly hamstringů, u quadricepsu toto zjištění nalezeno nebylo. Při deficientním LCA je použití kinesiopapu spojeno se zlepšením propriocepce, vnímání funkce kloubu a chůze. Použití ortéz se obecně spíše nedoporučuje, výjimku tvoří konzervativně řešené pacienty, kde je ortéza doporučována pro zvýšení stability při sportovní zátěži. Pro návrat k fotbalu po poranění je klíčový důkladně naplánovaný rehabilitační program, který oslovuje všechny aspekty fotbalu. Důležitá je také blízká spolupráce hráče, fyzioterapeuta, trenérů a operátora.

Plný návrat je povolen při splnění kritérií, která se opírají zejména o symetrii končetin a testy na podkladě skoků. Jejich nesplnění s sebou nese riziko ruptury štěpu v časných fázích po návratu. Ačkoliv se většina hráčů po poranění vrátí k fotbalu, dochází po určité době ke snížení sportovní úrovně až ukončení kariéry. Toto poranění se později i při jeho operativním řešení často projevuje rozvojem sekundární artrózy a snížením životní úrovně. Z toho důvodu je zásadní zdůraznění prevence.

Současná prevence je zaměřena na úpravu rizikových faktorů a snížení výskytu bezkontaktních poranění ve fotbale. Preventivní programy jsou obvykle součástí zahřívací fáze a trvají 15–20 minut. Větší efektivita je spojena s jejich zařazením před začátkem sezony. Prevence by měla být součástí tréninku již od dětského věku, s čímž je spojeno lepší dodržování a automatizace správného provádění. Základními dvěma typy jsou proprioceptivně-balanční trénink, jehož zařazení k tréninkovým jednotkám přineslo značné snížení výskytu tohoto poranění, a plyometricko-dovednostní trénink. Ten je hodnocen jako nejefektivnější pro redukci bezkontaktního poranění LCA, jelikož je schopen snížit dopadové síly, valgózní a varózní moment a zvýšit efektivní svalovou koordinaci. Z těchto cviků jsou pro redukci valgozity nejúčinnější skoky v sagitální rovině, při kterých dochází k největší aktivaci mediálních hamstringů, které se nejvíce podílí na redukci valgozity kolena. Plyometrický program je navíc schopen snížit výskyt poranění LCA i v případě, že je prováděn pouze v průběhu sezony. Většina efektivních preventivních programů však kombinuje více složek spolu se zahrnutím zpětné vazby. Speciálně vyvinutým preventivním programem pro fotbalisty je program FIFA 11+, který ačkoliv není přímo zaměřený na prevenci poranění LCA, tak s jeho využitím je spojeno snížení výskytu tohoto poranění.

Referenční seznam

ABRAMS, G. D., HARRIS, J. D., GUPTA, A. K., MCCORMICK, F. M., BUSH-JOSEPH, C. A., VERMA, N. N., COLE, B. J., BACH, B. R. 2014. Functional Performance Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. **2**(1), 232596711351830- [cit. 2018-04-06]. DOI: 10.1177/2325967113518305. ISSN 2325-9671. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC455525/pdf/10.1177_2325967113518305.pdf.

ARUNDALE, A. J. H., CUMMER, K., CAPIN, J. J., ZARZYCKI, R., SNYDER-MACKLER, L. 2017. Report of the Clinical and Functional Primary Outcomes in Men of the ACL-SPORTS Trial: Similar Outcomes in Men Receiving Secondary Prevention With and Without Perturbation Training 1 and 2 Years After ACL Reconstruction. *Clinical Orthopaedics and Related Research®* [online]. **475**(10), 2523-2534 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1007/s11999-017-5280-2. ISSN 0009-921X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11999-017-5280-2>.

BALKI, S., GÖKTAŞ, H. E., ÖZTEMUR, Z. 2016. Kinesio taping as a treatment method in the acute phase of ACL reconstruction: A double-blind, placebo-controlled study. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* [online]. **50**(6), 628-634 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1016/j.aott.2016.03.005. ISSN 1017995X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1017995X1630222X>.

BENJAMINSE, A., OTTEN, E. 2011. ACL injury prevention, more effective with a different way of motor learning?. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. **19**(4), 622-627 [cit. 2018-03-30]. DOI: 10.1007/s00167-010-1313-z. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-010-1313-z>.

BISCIOTTI, G. N., CHAMARI K., CENA, E., CARIMATI, G., VOLPI, P. 2016. ACL injury in football: a literature overview of the prevention program. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*[online]. 473-479 [cit. 2018-03-14]. DOI: 10.11138/mltj/2016.6.4.473. ISSN 2240-4554. Dostupné z: <http://www.mltj.org/common/php/portiere.php?ID=46af390356b72badd8026ee117b9403d>.

BISCHOFF, L., BABISCH, C., BABISCH, J., LAYHER, F., SANDER, K., MATZIOLIS, G., PIETSCH, S., RÖHNER, E. 2018. Effects on proprioception by Kinesio taping of the knee after anterior cruciate ligament rupture. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology* [online]. 1-8 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1007/s00590-018-2167-1. ISSN 1633-8065. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00590-018-2167-1>.

BIZZINI, M., HANCOCK, D., IMPELLIZZERI, F. 2012. Suggestions From the Field for Return to Sports Participation Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Soccer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. **42**(4), 304-312 [cit. 2018-04-06]. DOI: 10.2519/jospt.2012.4005. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2012.4005>.

BIZZINI, M., JUNGE, A., DVORAK, J. 2013. Implementation of the FIFA 11+ football warm up program: How to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **47**(12), 803-806 [cit. 2018-03-29]. DOI: 10.1136/bjsports-2012-092124. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2012-092124>.

BROPHY, R. H., SCHMITZ, L., WRIGHT, R. W., DUNN, W. R., PARKER, R. D., ANDRISH, J. T., MCCARTY, E. C., SPINDLER, K. P. 2012. Return to Play and Future ACL Injury Risk After ACL Reconstruction in Soccer Athletes From the Multicenter Orthopaedic Outcomes Network (MOON) Group. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 40(11), 2517-2522 [cit. 2018-01-31]. DOI: 10.1177/0363546512459476. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3692367/>.

BROPHY, R., H., SILVERS, 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* [online]. 44(10), 694-697 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1136/bjism.2008.051243. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjism.2008.051243>.

BROPHY, R. H., STEPAN, J. G., SILVERS, H. J., MANDELBAUM, B. R. 2015. Defending Puts the Anterior Cruciate Ligament at Risk During Soccer. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*[online]. 7(3), 244-249 [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1177/1941738114535184. ISSN 1941-7381. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4482300/>.

BRUKNER, P., KHAN, K. 2012. *Brukner & Khan's clinical sports medicine*. 4th ed. Sydney: McGraw-Hill Companies. Sports medicine series. ISBN 978-007099813-1.

CERULLI, G., BENOIT, D. L., CARAFFA, A., PONTEGGIA, F. 2001. Proprioceptive Training and Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*[online]. 31(11), 655-660 [cit. 2018-02-11]. DOI: 10.2519/jospt.2001.31.11.655. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2001.31.11.655>.

COOPER, R. L., TAYLOR, N. F., FELLER, J. A. 2007. A Randomised Controlled Trial of Proprioceptive and Balance Training after Surgical Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *Research in Sports Medicine* [online]. 13(3), 217-230 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1080/15438620500222547. ISSN 1543-8627. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/7378059_A_Randomised_Controlled_Trial_of_Proprioceptive_and_Balance_Training_after_Surgical_Reconstruction_of_The_Anterior_Cruciate_Ligament.

CHAN, M. C-E., WEE, J. W-J., LIM, M-H. 2017. Does Kinesiology Taping Improve the Early Postoperative Outcomes in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Randomized Controlled Study. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 27(3), 260-265 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000345. ISSN 1050-642X. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/pubmed?pmid=27428680>.

DAI, B., HERMAN, D., LIU, H., GARRETT, W. E., YU, B. 2012. Prevention of ACL Injury, Part II: Effects of ACL Injury Prevention Programs on Neuromuscular Risk Factors and Injury Rate, *Research in Sports Medicine: An International Journal* [online]. 20(3-4), 198-222 [cit. 2018-03-24]. DOI: 10.1080/15438627.2012.680987 ISSN 1543-8627. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/228086495_Prevention_of_ACL_Injury_Part_II_Effects_of_ACL_Injury_Prevention_Programs_on_Neuromuscular_Risk_Factors_and_Injury_Rate.

DAI, B., MAO, D., GARRETT, W. E., YU, B. 2014. Anterior cruciate ligament injuries in soccer: Loading mechanisms, risk factors, and prevention programs. *Journal of Sport and Health Science*[online]. 3(4), 299-306 [cit. 2018-03-02]. DOI: 10.1016/j.jshs.2014.06.002. ISSN 20952546. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254614000623>.

DELLA VILLA, S., BOLDRINI, L., RICCI, M., DANELON, F., SNYDER-MACKLER, L., NANNI, G., ROI, G. S. 2011. Clinical Outcomes and Return-to-Sports Participation of 50 Soccer Players After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Through a Sport-Specific Rehabilitation Protocol. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. 2011, **4**(1), 17-24 [cit. 2018-03-17]. DOI: 10.1177/1941738111417564. ISSN 1941-7381. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3435892/pdf/10.1177_1941738111417564.pdf.

DI STASI, S., MYER, G. D., HEWETT, T. E. 2013. Neuromuscular Training to Target Deficits Associated With Second Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. **43**(11), 777-A11 [cit. 2018-04-07]. DOI: 10.2519/jospt.2013.4693. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2013.4693>.

DONNELL-FINK, L. A., KLARA, K., COLLINS, J. E., YANG, H. Y., GOCZALK, M. G., KATZ, J. N., LOSINA, E., ZHAO, C. 2015. Effectiveness of Knee Injury and Anterior Cruciate Ligament Tear Prevention Programs: A Meta-Analysis. *PLOS ONE* [online]. 10(12), 1-17 e0144063- [cit. 2018-02-09]. DOI: 10.1371/journal.pone.0144063. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0144063>.

EKSTRAND, J., M. HAGGLUND, WALDÉN, M. 2011. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 45(7), 553-558 [cit. 2018-01-29]. DOI: 10.1136/bjsm.2009.060582. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://liu.diva-portal.org/smash/get/diva2:352677/FULLTEXT01.pdf>.

ERICKSON, B. J., HARRIS, J. D., CVETANOVICH, G. L., BACH, B. R., BUSH-JOSEPH, C. A., ABRAMS, G. D., GUPTA, A. K., MCCORMICK, F. M., COLE, B. J. 2013. Performance and Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Male Major League Soccer Players. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. 1(2), 1-8 232596711349718- [cit. 2018-02-28]. DOI: 10.1177/2325967113497189. ISSN 2325-9671. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967113497189>.

GIOTIS, D., PASCHOS, N. K., ZAMPELI, F., PAPPAS, E., MITSIONIS, G., GEORGOULIS, A. D. 2016. Bracing can partially limit tibial rotation during stressful activities after anterior crucial ligament reconstruction with a hamstring graft. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*[online]. **102**(5), 601-606 [cit. 2018-03-14]. DOI: 10.1016/j.otsr.2016.04.005. ISSN 18770568. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877056816300391>.

GRASSI, A., SMILEY, S. P., ROBERTI DI SARSINA, T., SIGNORELLI, C., MARCHEGGIANI MUCCIOLI, G. M., BONDI, A., ROMAGNOLI, M., AGOSTINI, A., ZAFFAGNINI, S. 2017. Mechanisms and situations of anterior cruciate ligament injuries in professional male soccer players: a YouTube-based video analysis. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology* [online]. 27(7), 967-981 [cit. 2018-01-25]. DOI: 10.1007/s00590-017-1905-0. ISSN 1633-8065. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00590-017-1905-0>.

HART, R., ŠTIPČÁK, V. 2010. *Přední zkřížený vaz kolenního kloubu*. Praha: Maxdorf, ISBN 978-80-7345-229-2.

KAPANDJI, I. A. 1995. *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints*. Volume 2, Lower Limb. 5th ed., repr. Edinburgh: Churchill Livingstone, ISBN 0443036187.

KIRKENDALL, D. T., DVORAK, J. 2015. Effective Injury Prevention in Soccer. *The Physician and Sportsmedicine* [online]. **38**(1), 147-157 [cit. 2018-03-28]. DOI: 10.3810/psm.2010.04.1772. ISSN 0091-3847. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/43348563_Effective_Injury_Prevention_in_Soccer.

KIM, K-M., CROY, T., HERTEL, J., SALIBA, S. 2010. Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on Quadriceps Strength, Function, and Patient-Oriented Outcomes: A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 40(7), 383-391 [cit. 2018-02-07]. DOI: 10.2519/jospt.2010.3184. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2010.3184>.

KVIST, J. 2004. Rehabilitation Following Anterior Cruciate Ligament Injury. *Sports Medicine* [online]. 34(4), 269-280 [cit. 2018-01-30]. DOI: 10.2165/00007256-200434040-00006. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.2165/00007256-200434040-00006>.

KYRITSIS, P., BAHR, R., LANDREAU, P., MILADI, R., WITVROUW, E. 2016. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *British Journal of Sports Medicine*[online]. **50**(15), 946-951 [cit. 2018-02-12]. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095908. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095908>.

LABORIE, M., KLOUCHE, S., HERMAN, S., GEROMETTA, A., LEFEVRE, N., BOHU, Y. 2015. Inefficacy of Kinesio-Taping® on early postoperative pain after ACL reconstruction: Prospective comparative study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* [online]. **101**(8), 963-967 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.09.025. ISSN 18770568. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877056815002698>.

LABOUTE, E., L. SAVALLI, P. PUIG, P. TROUVE, G. SABOT, G. MONNIER, DUBROCA, B. 2010. Analysis of return to competition and repeat rupture for 298 anterior cruciate ligament reconstructions with patellar or hamstring tendon autograft in sportspeople. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. **53**(10), 598-614 [cit. 2018-02-13]. DOI: 10.1016/j.rehab.2010.10.002. ISSN 18770657. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877065710002642>.

LI, G., RUDY, T. W., ALLEN, C., SAKANE, M., WOO, S. L-Y. 1998. Effect of combined axial compressive and anterior tibial loads on in situ forces in the anterior cruciate ligament: A porcine study. *Journal of Orthopaedic Research* [online]. **16**(1), 122-127 [cit. 2018-03-05]. DOI: 10.1002/jor.1100160121. ISSN 0736-0266. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jor.1100160121/pdf>.

LIU-AMBROSE, T., TAUNTON, J. E., MACINTYRE, D., MCCONKEY, P., KHAN, K. M. 2003. The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* [online]. **13**(2), 115-123 [cit. 2018-03-23]. DOI: 10.1034/j.1600-0838.2003.02113.x. ISSN 0905-7188. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-0838.2003.02113.x>.

LUNDBLAD, M., WALDÉN, M., HÄGGLUND, M., EKSTRAND, J., THOMEÉ, C., KARLSSON, J. 2016. No Association Between Return to Play After Injury and Increased Rate of Anterior Cruciate Ligament Injury in Men's Professional Soccer. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. 4(10), 1-5 232596711666970- [cit. 2018-01-30]. DOI: 10.1177/2325967116669708. ISSN 2325-9671. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967116669708>.

MARSHALL, T., GELBER, J., SPINDLER, K. 2016. Postoperative Knee Bracing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine* [online]. 24(1), 55-58 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1053/j.otsm.2015.10.001. ISSN 10601872. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1060187215001069>.

MEIERBACHTOL, A., ROHMAN, E., PAUR, E., BOTTOMS, J., TOMPKINS, M. 2016. Quantitative Improvements in Hop Test Scores After a 6-Week Neuromuscular Training Program. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. 9(1), 22-29 [cit. 2018-04-06]. DOI: 10.1177/1941738116667933. ISSN 1941-7381. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5315253/pdf/10.1177_1941738116667933.pdf.

MONK, A. P., DAVIES, L. J., HOPEWELL, S., HARRIS, K., BEARD, D. J., PRICE, A. J. 2016. Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* [online]. 1-38 [cit. 2018-03-06]. DOI: 10.1002/14651858.CD011166.pub2. ISSN 14651858. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD011166.pub2>.

MURRAY, J. J., RENIER, C. M., AHERN, J. J., ELLIOTT, B. A. 2017. Neuromuscular Training Availability and Efficacy in Preventing Anterior Cruciate Ligament Injury in High School Sports. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 27(6), 524-529 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000398. ISSN 1050-642X. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00042752-201711000-00002>.

NWACHUKWU, B. U., VOLETI, P. B., BERKANISH, P., CHANG, B., COHN, M. R., WILLIAMS, R. J., ALLEN, A. A. 2017. Return to Play and Patient Satisfaction After ACL Reconstruction. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 99(9), 720-725 [cit. 2018-02-07]. DOI: 10.2106/JBJS.16.00958. ISSN 0021-9355. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00004623-201705030-00002>.

OLIVEIRA, A. K. A., BORGES, D. T., LINS, C. A. A., CAVALCANTI, R. L., MACEDO, L. B., BRASILEIRO, J. S. 2016. Immediate effects of Kinesio Taping® on neuromuscular performance of quadriceps and balance in individuals submitted to anterior cruciate ligament reconstruction: A randomized clinical trial. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. **19**(1), 2-6 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1016/j.jsams.2014.12.002. ISSN 14402440. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1440244014006252>.

ORDAHAN, B., KÜÇÜKŞEN, S., TUNCAY İ., SALLI, A., UĞURLU, H. 2015. The effect of proprioception exercises on functional status in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* [online]. **28**(3), 531-537 [cit. 2018-04-07]. DOI: 10.3233/BMR-140553. ISSN 10538127. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/275521073_The_effect_of_proprioception_exercises_on_functional_status_in_patients_with_anterior_cruciate_ligament_reconstruction.

PADUA, D. A., DISTEFANO, L. J., HEWETT, T. E., GARRETT, W. E., MARSHALL, S. W., GOLDEN, G. M., SHULTZ, S. J., SIGWARD, S. M. 2018. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Athletic Training* [online]. **53**(1), 5-19 [cit. 2018-03-30]. DOI: 10.4085/1062-6050-99-16. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <http://natajournals.org/doi/10.4085/1062-6050-99-16>.

PADUA, D. A., MARSHALL S. W. 2006. Evidence Supporting ACL-Injury-Prevention Exercise Programs: A Review of the Literature. *Athletic Therapy Today* [online]. **11**(2), 11-23 [cit. 2018-04-01]. DOI: 10.1123/att.11.2.11. ISSN 1078-7895. Dostupné z: http://exss.unc.edu/files/2013/01/padua_2006_att.pdf.

PALM, H-G., BRATTINGER, F., STEGMUELLER, B., ACHATZ, G., RIESNER, H-J., FRIEMERT, B. 2012. Effects of knee bracing on postural control after anterior cruciate ligament rupture. *The Knee* [online]. **19**(5), 664-671 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1016/j.knee.2011.07.011. ISSN 09680160. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968016011001335>.

PANARIELLO, R. A., STUMP, T. J., ALLEN, A. A. 2017. Rehabilitation and Return to Play Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Operative Techniques in Sports Medicine*[online]. **25**(3), 181-193 [cit. 2018-01-31]. DOI: 10.1053/j.otsm.2017.07.006. ISSN 10601872. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1060187217300394>.

PATERNO, M. V. 2017. Non-operative Care of the Patient with an ACL-Deficient Knee. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. **10**(3), 322-327 [cit. 2018-03-20]. DOI: 10.1007/s12178-017-9431-6. ISSN 1935-973X. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s12178-017-9431-6>.

PATERNO, M. V., HUANG, B., THOMAS, S., HEWETT, T. E., SCHMITT, L. C. 2017. Clinical Factors That Predict a Second ACL Injury After ACL Reconstruction and Return to Sport: Preliminary Development of a Clinical Decision Algorithm. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. **5**(12), 232596711774527- [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1177/2325967117745279. ISSN 2325-9671. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967117745279>.

PFIRRMANN, D., HERBST, M., INGELFINGER, P, SIMON, P., TUG, S. 2016. Analysis of Injury Incidences in Male Professional Adult and Elite Youth Soccer Players: A Systematic Review. *Journal of Athletic Training* [online]. **51**(5), 410-424 [cit. 2018-01-30]. DOI: 10.4085/1062-6050-51.6.03. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5013706/pdf/i1062-6050-51-5-410.pdf>.

RISBERG, M. A., HOLM, I., MYKLEBUST, G., ENGBRETSSEN, L. 2007. Neuromuscular Training Versus Strength Training During First 6 Months After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Clinical Trial. *Physical Therapy*[online]. **87**(6), 737-750 [cit. 2018-03-23]. DOI: 10.2522/ptj.20060041. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://academic.oup.com/ptj/ptj/article/2747249/Neuromuscular>.

RISBERG, M. A., MØRK, M., JENSSEN, H. K., HOLM, I. 2001. Design and Implementation of a Neuromuscular Training Program Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*[online]. **31**(11), 620-631 [cit. 2018-03-23]. DOI: 10.2519/jospt.2001.31.11.620. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2001.31.11.620>.

ROI, G. S., NANNI, G., TENCONE, F. 2006. Time to return to professional soccer matches after ACL reconstruction. *Sport Sciences for Health*[online]. **1**(4), 142-145 [cit. 2018-02-28]. DOI: 10.1007/s11332-006-0025-8. ISSN 1824-7490. Dostupné z: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11332-006-0025-8.pdf>.

SHIMOKOCHI, Y., SHULTZ, S. J. 2008. Mechanisms of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Athletic Training* [online]. **43**(4), 396-408 [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.4085/1062-6050-43.4.396. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <http://natajournals.org/doi/abs/10.4085/1062-6050-43.4.396>.

SHULTZ, R., SILDER, A., MALONE, M., BRAUN, H. J., DRAGOO, J. L. 2015. Unstable Surface Improves Quadriceps: Hamstring Co-contraction for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Strategies. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*[online]. **7**(2), 166-171 [cit. 2018-03-18]. DOI: 10.1177/1941738114565088. ISSN 1941-7381. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4332646/pdf/10.1177_1941738114565088.pdf.

SILVERS-GRANELLI, H. J., BIZZINI, M., ARUNDALE, A., MANDELBAUM, B. R., SNYDER-MACKLER, L. 2017. Does the FIFA 11+ Injury Prevention Program Reduce the Incidence of ACL Injury in Male Soccer Players? *Clinical Orthopaedics and Related Research*®[online]. 475(10), 2447-2455 [cit. 2018-02-11]. DOI: 10.1007/s11999-017-5342-5. ISSN 0009-921x. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11999-017-5342-5>.

SILVERS-GRANELLI, H., MANDELBAUM, B., ADENIJI, O., INSLER, S., BIZZINI, M., POHLIG, R., JUNGE, A., SNYDER-MACKLER, L., DVORAK, J. 2015. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. **43**(11), 2628-2637 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1177/0363546515602009. ISSN 0363-5465. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4839291/pdf/nihms772507.pdf>.

SMITH, S. D., LAPRADE, R. F., JANSSON, K. S., ÅRØEN, A., WIJDECKS, C. A. 2014. Functional bracing of ACL injuries: current state and future directions. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. **22**(5), 1131-1141 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1007/s00167-013-2514-z. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-013-2514-z>.

STRUMINGER, A. H., LEWEK, M. D., GOTO, S., HIBBERD, E., BLACKBURN, J. T. 2013. Comparison of gluteal and hamstring activation during five commonly used plyometric exercises. *Clinical Biomechanics* [online]. **28**(7), 783-789 [cit. 2018-04-08]. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2013.06.010. ISSN 02680033. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003313001526>.

TER STEGE, M. H. P., DALLINGA, J. M., BENJAMINSE, A., LEMMINK, K. A. P. M. 2014. Effect of Interventions on Potential, Modifiable Risk Factors for Knee Injury in Team Ball Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine* [online]. **44**(10), 1403-1426 [cit. 2018-04-06]. DOI: 10.1007/s40279-014-0216-4. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s40279-014-0216-4>.

TRNAVSKÝ, K., RYBKA, V. 2006. *Syndrom bolestivého kolena*. Praha: Galén, ISBN 80-7262-391-5.

VON PORAT, A., ROOS, E. M., ROOS, H. 2005. High prevalence of osteoarthritis 14 years after an anterior cruciate ligament tear in male soccer players: a study of radiographic and patient relevant outcomes. *Annals of the Rheumatic Diseases* [online]. **63**(3), 269-273 [cit. 2018-03-02]. DOI: 10.1136/ard.2003.008136. ISSN 0003-4967. Dostupné z: <http://ard.bmj.com/cgi/doi/10.1136/ard.2003.008136>.

WALDÉN, M., HÄGGLUND, M., EKSTRAND, J. 2006. High risk of new knee injury in elite footballers with previous anterior cruciate ligament injury *British Journal of Sports Medicine* [online]. **40**(2), 158-162 [cit. 2018-01-30]. DOI: 10.1136/bjism.2005.021055. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2492018/pdf/158.pdf>.

WALDÉN, M., HÄGGLUND, M., MAGNUSSON, H., EKSTRAND, J. 2011. Anterior cruciate ligament injury in elite football: a prospective three-cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* [online]. **19**(1), 11-19 [cit. 2017-07-01]. DOI: 10.1007/s00167-010-1170-9. ISSN 0942-2056. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00167-010-1170-9>.

WALDÉN, M., HÄGGLUND, M., MAGNUSSON, H., EKSTRAND, J. 2016. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. *British Journal of Sports Medicine* [online]. **50**(12), 744-750 [cit. 2018-02-07]. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095952. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjism.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2015-095952>.

WALDÉN, M., KROSSHAUG, T., BJØRNEBOE, J., ANDERSEN, T. E., FAUL, O., HÄGGLUND, M. 2015. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 49(22), 1452-1460 [cit. 2018-02-08]. DOI: 10.1136/bjsports-2014-094573. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2014-094573>.

WEILER, R. 2016. Unknown unknowns and lessons from non-operative rehabilitation and return to play of a complete anterior cruciate ligament injury in English Premier League football. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 50(5), 261-262 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1136/bjsports-2015-095141. ISSN 0306-3674. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/281520902_Unknown_unknowns_and_lessons_from_non-operative_rehabilitation_and_return_to_play_of_a_complete_anterior_cruciate_ligament_injury_in_English_Premier_League_football.

WEILER, R., MONTE-COLOMBO, M., MITCHELL, A., HADDAD, F. 2015. Non-operative management of a complete anterior cruciate ligament injury in an English Premier League football player with return to play in less than 8 weeks: applying common sense in the absence of evidence. *Case Reports* [online]. 2015(apr26 1), 1-6 bcr2014208012-bcr2014208012 [cit. 2018-03-13]. DOI: 10.1136/bcr-2014-208012. ISSN 1757-790X. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4422908/pdf/bcr-2014-208012.pdf>.

WHITE, K., DI STASI, S. L., SMITH, A. H., SNYDER-MACKLER, L. 2013. Anterior cruciate ligament- specialized post-operative return-to-sports (ACL-SPORTS) training: a randomized control trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 14(1), 1-10 [cit. 2018-03-19]. DOI: 10.1186/1471-2474-14-108. ISSN 1471-2474. Dostupné z: <http://bmcmusculoskeletdisord.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2474-14-108>.

WILLIAMS, D., HEIDLOFF, D., HAGLAGE, E., SCHUMACHER, K., COLE, B. J., CAMPBELL, K. A. 2016. Anterior Cruciate Ligament Functional Sports Assessment. *Operative Techniques in Sports Medicine* [online]. 24(1), 59-64 [cit. 2018-03-16]. DOI: 10.1053/j.otsm.2015.10.002. ISSN 10601872. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1060187215001100>.

Seznam zkratek

ACL	anterior cruciate ligament
BTB	bone–patellar tendon–bone
CT	výpočetní tomografie
LCA	přední zkřížený vaz
LCM	vnitřní postranní vaz
LCP	zadní zkřížený vaz
MLS	Major League Soccer
NMES	neuromuskulární elektrostimulace

Seznam obrázků

Obrázek 1 Funkční testy na podkladě skoků (Paterno et al., 2017, s. 3)	32
---	----

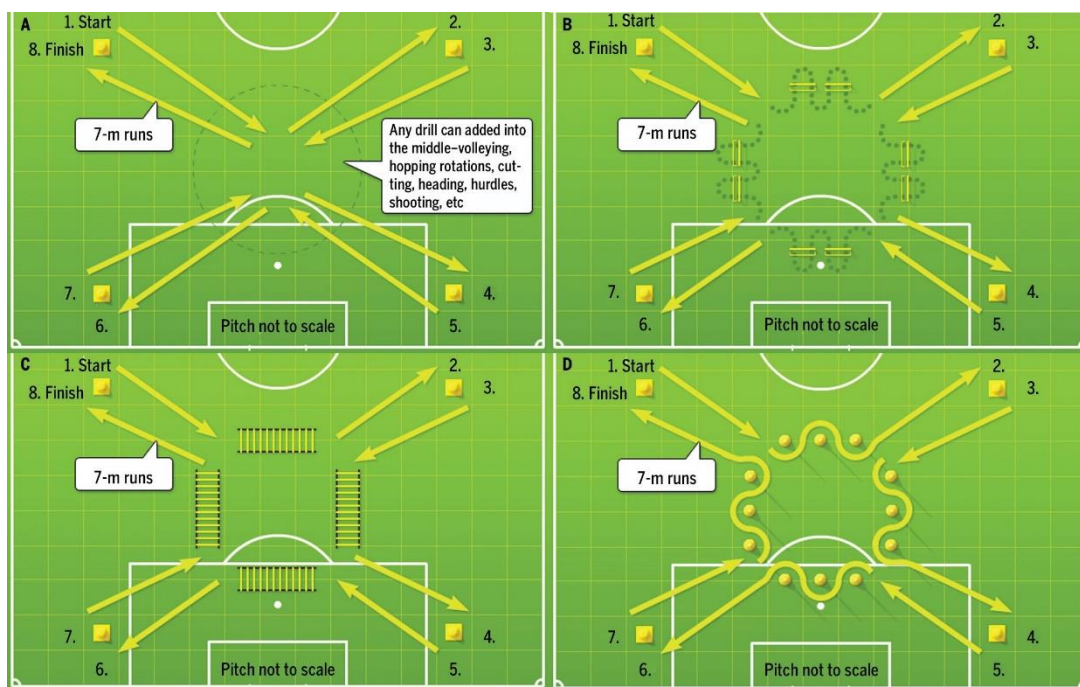
Seznam tabulek

Tabulka 1 Poslední fáze rehabilitace na hřišti (Della Villa et al., 2011, s. 20).....	31
--	----

Seznam příloh

Příloha 1 Možnosti využití cvičení typu star run drill (Bizzini, Hancock a Impellizzeri, 2012, s. 308).....	57
--	----

Přílohy



Příloha 1 Možnosti využití cvičení typu star run dril (Bizzini, Hancock a Impellizzeri, 2012, s. 308)