

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2013

Kristýna Traplová

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Katedra fyzioterapie

**Evaluace vlivu ruptury ligamentum cruciatum anterius
na posturální stabilizaci metodou posturální somatooscilografie
před a po její operační rekonstrukci**

Impact evaluation of a anterior cruciate ligament rupture on postural
stabilization by a method postural somatooscillography before and after the
reconstruction surgery

Diplomová práce

Vedoucí práce:

MUDr. Eugen Rašev

Vypracovala:

Bc. Kristýna Traplová

Praha, duben 2013

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně. Veškerá použitá literatura, ze které jsem čerpala informace, je uvedena v seznamu použité literatury a citována v textu dle normy ČSN ISO 690. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání stejného nebo jiného akademického titulu.

V Praze dne

Podpis:

Kristýna Traplová

Evidenční list:

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Datum:

Podpis:

Poděkování

Děkuji MUDr. Eugenu Raševovi za odborné vedení, cenné rady a poskytnutí technického vybavení při zpracování diplomové práce, Šimonovi Novotnému za pomoc při statistickém zpracování.

Abstrakt

Název: Evaluace vlivu ruptury ligamentum cruciatum anterius na posturální stabilizaci metodou posturální somatooscilografie před a po její operační rekonstrukci

Cíl: Porovnat hodnoty z měření posturální stabilizace pomocí posturální somatooscilografie, která budou provedena před plánovanou rekonstrukcí ruptury ACL, časně po operaci a v delším časovém horizontu po skončení rehabilitace.

Metody: Diplomová práce byla zpracována deskriptivně-asociační formou jako pilotní studie. Ve výzkumné části práce bylo provedeno měření na Posturomedu při provokačním posturálním testu. Pohyb plošiny byl snímán pomocí akcelerometru, přenášen do diagnostického systému Microswing a vyhodnocen metodou posturální somatooscilografie pomocí programu Posturomed Commander.

Výsledky: Po operační rekonstrukci je schopnost posturální stabilizace lepší než před operací. Posturální stabilizace se i nadále u skupiny probandů v průběhu všech měření zlepšovala. Avšak schopnost dlouhodobé stabilizace je na velmi nízké úrovni v porovnání se zdravými jedinci. Posturální stabilizace nepostížené končetiny je ve všech fázích výzkumu lepší než u končetiny postižené.

Klíčová slova: přední zkřížený vaz, zranění, posturální stabilizace, Posturomed

Abstract

Title: Impact evaluation of a anterior cruciate ligament rupture on postural stabilization by a method postural somatooscillography before and after the reconstruction surgery

Objective: Compare measured postural stability values by postural somatooscillography which will be carried out before planned ACL reconstruction surgery rupture, early after the surgery and in a longer time period after rehabilitation.

Methods: This thesis has been created as a pilot study using a descriptive and associative form. Research part focuses on measurements done on the Posturomed surface during postural provocation test. Platform movement has been recorded by accelerometer and transferred into Microswing diagnostic system and evaluated using the Postural somatooscillography Posturomed Commander application.

Results: After reconstruction surgery is the ability of postural stabilization better than before surgery. Postural stabilization has been improving within the group of probands during all measurements. However, the ability of long-term stabilization is at very low level in comparison to healthy subjects. Postural stabilization of uninjured limb is better than stabilization of injured limb in all research stages.

Key words: anterior cruciate ligament, injury, postural stabilization, Posturomed

Obsah

Seznam použitých zkratk	10
Úvod	11
1 Kolenní kloub	12
1.1 Anatomie	12
1.2 Biomechanika	14
2 Přední zkřížený vaz	17
2.1 Zkřížené vazy	17
2.2 LCA	19
2.3 Poranění LCA	21
2.4 Vyšetření LCA	24
2.5 Léčba	27
2.5.1 Plastika předního zkříženého vaz	28
3 Posturální stabilizace	31
3.1 Definice	31
3.2 Senzomotorika	32
3.3 Propriocepce	33
3.4 Vznik dysfunkce posturální stabilizace	34
3.5 Vyšetření a objektivizace	35
3.5.1 Posturografie	36
3.5.2 Posturální somatooscilografie	37
3.5.3 Rozdíl mezi posturografií a posturální somatooscilografií	38
3.6 Vliv poranění LCA na posturální stabilizaci	39
4 Fyzioterapie po plastice LCA	42
4.1 Předoperační péče	42
4.2 Časná pooperační fáze (0. -2. týden)	43
4.3 Pooperační fáze (3. - 6. týden)	44
4.4 Pozdní pooperační fáze (7. – 12. týden)	45
4.5 Rekonvalescenční fáze (13. týden - 6. měsíc)	45
5 Cíle práce	46
5.1 Cíl práce	46
5.2 Úkoly práce	46

5.3	Výzkumné otázky	47
6	Metodika práce	48
6.1	Metodologický postup	48
6.2	Výzkumný soubor	48
6.3	Technické vybavení	49
6.3.1	Posturomed	49
6.4	Provedení měření	50
6.4.1	Provokační test posturální stabilizace motoriky	50
6.5	Zpracování a analýza dat	51
6.5.1	Posturomed Commander	51
6.5.2	Získání a analýza dat	54
7	Výsledky	55
7.1	Porovnání posturální stabilizace v různých stádiích léčby LCA	56
7.2	Porovnání posturální stabilizace zdravá versus postižená DK	58
7.3	Analýza jednotlivých parametrů	60
7.4	Shrnutí výsledků	74
8	Diskuze	77
9	Závěr	80
	Seznam obrázků, tabulek, grafů	81
	Seznam obrázků	81
	Seznam tabulek	81
	Seznam grafů	82
	Seznam literatury	84
	Přílohy	96

Seznam použitých zkratk

a. - arteria

AC - Area of Contact, kontaktní plocha

ANOVA - Analysis of Variance

AS - Area of Support, opěrná plocha

BS - opěrná báze

BTB - bone-tendon-bone

CNS - centrální nervový systém

COG - Centre of Gravity

COM - Centre of Mass

COP - Centre of Pressure

DK - dolní končetina

DKK - dolní končetiny

LCA - ligamentum cruciatum anterius, přední zkřížený vaz

LCF - ligamentum collaterale fibulare

LCL - ligamentum collaterale laterale

LCM - ligamentum collaterale mediale

LCP - ligamentum cruciatum posterius, zadní zkřížený vaz

LCT - ligamentum colaterale tibiale

lig. – ligamentum

m. – musculus

mm. – muscoli

MR - magnetická rezonance

n. - nervus

PIR - postizometrická relaxace

PNF - proprioceptivní neuromuskulární facilitace

pSOG - posturální somatooscilografie

RTG - rentgen

SI - sakroiliakální skloubení

USG - ultrasonografické vyšetření

UNIFY ČR - Unie fyzioterapeutů České republiky

Úvod

Ruptura předního zkříženého vazů je jedno z nejčastějších poranění kolenního kloubu především u mladých lidí a dochází k němu většinou při sportovních aktivitách. Ve vyspělém světě je výskyt ruptury předního zkříženého vazů 1/3000 obyvatel za rok. Při poškození předního zkříženého vazů má centrální nervový systém snížené množství senzoryckých informací z kolenního kloubu a zhoršuje se schopnost dobré stabilizace dolní končetiny. Správná volba léčby závisí na věku, postižení a funkčních požadavcích pacienta. Asi 15 % pacientů s rupturou LCA dokáže bez problémů obstat v každodenním životě, proto je důležité zjistit pacientovy požadavky na každodenní činnosti při posuzování indikace k operaci. Funkční požadavky se liší u pacientů s nízkou pohybovou aktivitou, u pacientů aktivně sportujících nebo vykonávajících fyzicky náročnou práci a u vrcholových sportovců. Obnovení propriocepce a stability je proto velmi důležitým předpokladem pro návrat do běžného života včetně sportovní aktivity.

Tématem posturální stabilizace po plastice předního zkříženého vazů se zabývá velké množství studií, avšak s velmi různorodými výsledky. Využití statických měření se postupně ukazuje jako nedostatečné v kontextu sportovní aktivity pro velké kompenzační schopnosti organismu.

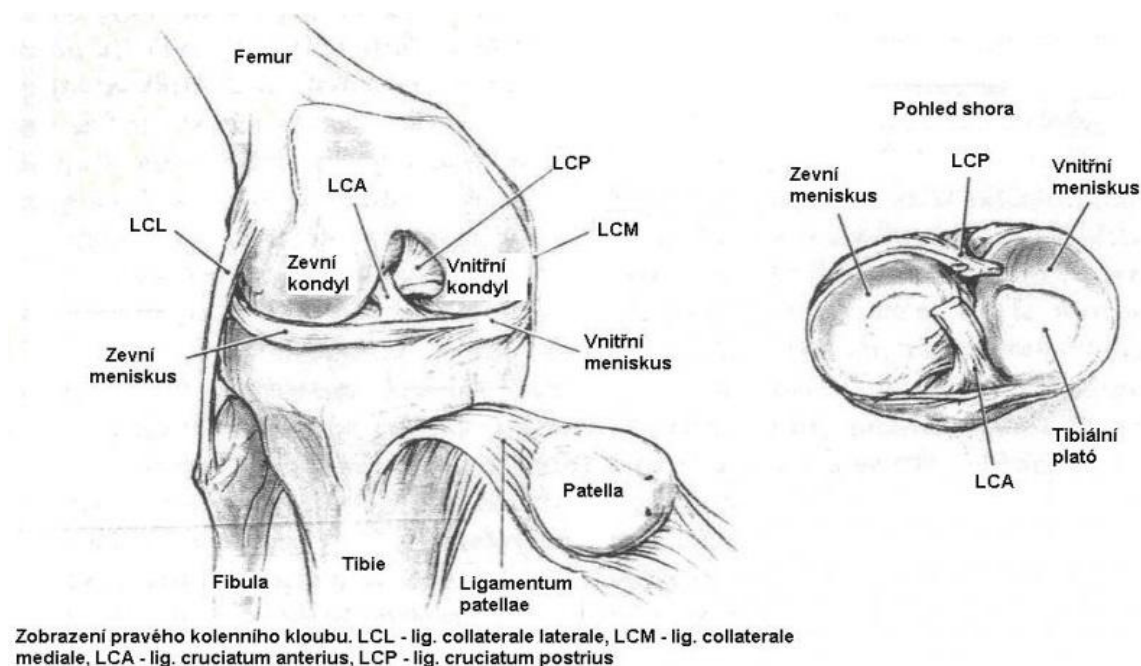
Posturální somatooscilografie je vlastně dynamickou posturografií využívající provokační test na instabilní ploše Posturomed. Destabilizace tedy není vyvolána zevními podněty, ale simulací chůze. Tak se provádí vnitřní destabilizace, které je pacient denně vystavován.

Diplomová práce byla zpracována deskriptivně-asociační formou jako pilotní studie. Jednalo o klinické testování skupiny osob. Ve výzkumné části bylo provedeno měření metodou posturální somatooscilografie. Měření u každé osoby s rupturou LCA bylo provedeno třikrát v různých časových stadiích jejich léčby. Cílem práce bylo porovnat hodnoty posturální stabilizace u osob s rupturou předního zkříženého vazů v různých stadiích léčby.

1 Kolenní kloub

1.1 Anatomie

Kolenní kloub je nejsložitějším a největším kloubem v lidském těle (Gross et al. 2005). Jedná se o složený kloub, protože se zde stýkají femur, tibie a patella (Kolář, 2009). Tyto kosti mezi sebou vytvářejí kloub femoropatelní a kloub femorotibiální (Bartoniček, 2004). Styčné plochy jsou kondyly (fungující jako hlavice), facies articulares kondylů tibie (spolu s menisky fungující jako jamky), kloubní plocha patelly a facies patellaris femoris (Čihák, 2001). Na stavbě kolenního kloubu se podílejí kosti, kloubní pouzdro, vazy, svaly, dále také cévy a nervy (Čech, 1986) (obr. 1).



Obrázek 1: Kolenní kloub (acl-plastika.wbs.cz)

Kolenní kloub se skládá ze tří kostí – femur, tibia a patella (Eliška, 2009). Stýkají se zde dvě nejdelší kosti lidského těla, takže zde působí značné síly. Stabilita kolena je zajištěna mohutným vazivovým aparátem a silnými svaly. Vazivový aparát kolenního kloubu je nejkomplicovanější ze všech kloubů končetin. Vzhledem k anatomické složitosti kolena, velkému rozsahu pohybu a extrémním nárokům na

koleno kladeným, dochází často k postižení kolena jak traumatem, tak degenerativním a zánětlivým procesem (Bartoniček, 2004; Rychlíková, 2002).

Stabilizátory kolenního kloubu jsou statické (vazy a menisky) a dynamické (svaly a jejich fascie). Integrita statických stabilizátorů je základní pro normální funkci kolenního kloubu (Čech, 1986). Základem statických stabilizátorů je kloubní pouzdro, které je zesílené vazivovými pruhy. Z topografického hlediska se stabilizátory rozdělují na kapsulární a intraartikulární.

Intraartikulární stabilizátory jsou menisky a zkřížené vazy (Gallo, 2011). Protože zakřivení kondylů femuru neodpovídá plochám tibie, většinu styčné plochy pro femur představují menisky (Čihák, 2001). Menisky jsou srpkovité lamely, které se skládají z předního rohu, střední části a zadního rohu (Bartoniček, 2004). Menisky přenášejí kompresní síly mezi femurem a tibií. Nejvíce jsou potřeba při extenzi kolenního kloubu, kdy kondyly femuru působí na tibií největší plochou (Čihák, 2001).

Zkřížené vazy jsou nejvýznamnější stabilizátory kolenního kloubu a zároveň jedna z jeho zvláštností (Bartoniček, 2004; Čech, 1986). Jsou uloženy ve fossa intercondylaris femoris mezi listy synoviální membrány. Jsou odděleny řídkým vazivem, kde probíhají nervy a cévy. Označení „přední“ a „zadní“ není přesné, jelikož je tento název odvozen od tibiálního úponu těchto vazů, femorální začátky jsou orientovány opačně (Bartoniček, 2004). Přední zkřížený vaz (ligamentum cruciatum anterius) začíná na vnitřní ploše zevního kondylu femuru a jde do přední interkondylární plochy. Zadní zkřížený vaz (ligamentum cruciatum posterius) začíná od zevní plochy vnitřního kondylu a jde do zadní interkondylární plochy (Dylevský, 2009).

Kapsulární stabilizátory jsou tvořeny dynamickými i statickými strukturami, jejich základem je kloubní pouzdro. Pouzdro srůstá s oběma menisky, s výjimkou jejich předních a zadních rohů. Patella se upíná při okraji kloubní plochy ventrální části pouzdra. Kapsulární stabilizátory se dělí do tří skupin – extenzní aparát, mediální a laterální stabilizátory.

Extenzní aparát kolenního kloubu je tvořen m. quadriceps femoris, patellou, lig. patellae a systémem retinakul patelly. Mediální skupina stabilizátorů je tvořena kloubním pouzdrem, vnitřním postranním vazem, úponem pes anserinus, šikmým kapsulárním vazem, úponem m. semimembranosus, lig. popliteum a začátkem mediální hlavy m. gastrocnemius. Mezi laterální stabilizátory patří tractus iliotibialis, zevní

postranní vaz, m.biceps femoris, lig. popliteum arcuatum, m. popliteus a laterální hlava m. gastrocnemius (Čech, 1986).

1.2 Biomechanika

Kolenní kloub má dvě hlavní funkce – umožňuje potřebný rozsah pohybu mezi stehnem a bérce a zajišťuje optimální přenos tlakových sil, které vznikají činností svalů a hmotností těla (Bartoníček, 2004). Koleno tak plní dva protichůdné požadavky – umožňuje stabilitu při současné mobilitě (Kapandji, 1982).

Proložíme-li středem kolenního kloubu tři základní roviny, vzniknou nám tři osy možných pohybů.

- rotační pohyb kolem osy Y: flexe a extenze
- rotační pohyb kolem osy Z: vnitřní a zevní rotace
- rotační pohyb kolem osy X: abdukce a addukce
- translační pohyb podél osy X: přední a zadní zásuvkový příznak
- translační pohyb podél osy Z: komprese a distrakce
- translační pohyb podél osy Y není za normálních okolností možný, může k němu dojít pouze při poranění vazivového aparátu kolena (Čech, 1986)

Za základní postavení kolenního kloubu považujeme nulovou flexi. Při nulové flexi jsou napnuty oba postranní vazy a všechny vazivové části na zadní straně kloubu, femur, menisky a tibie pevně vzájemně naléhají. Tento stav se označuje jako „uzamknuté koleno“ (Kolář, 2009).

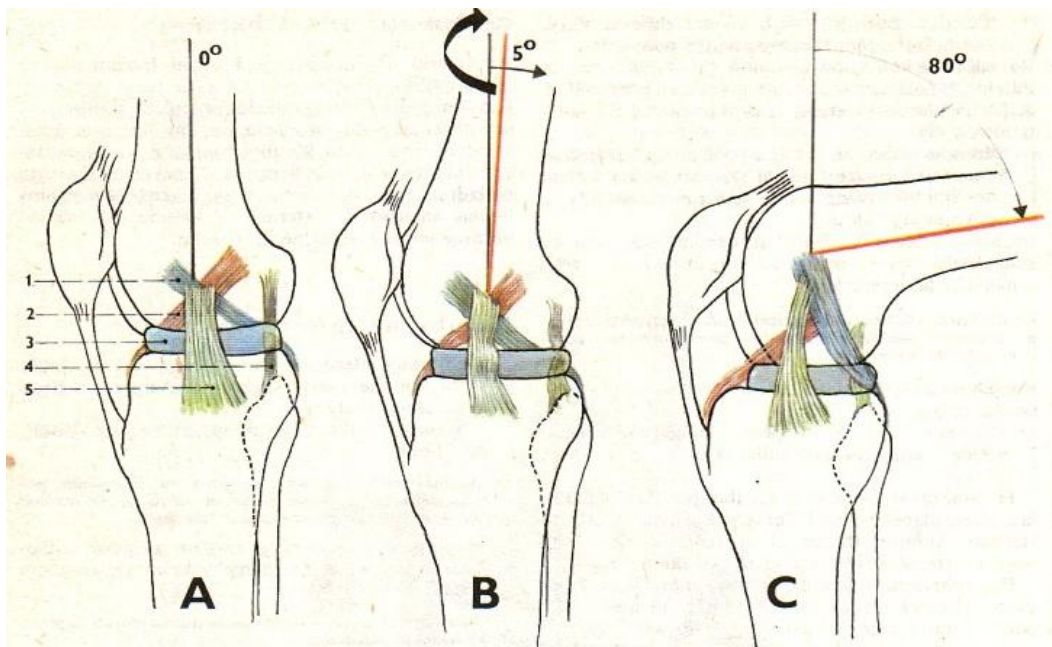
Základní pohyby v kolenním kloubu, které lze provést aktivně jsou flexe a extenze, zevní a vnitřní rotace bérce. Ostatní pohyby lze provést pouze pasivně (Čech, 1986). Ze základního postavení lze provést ještě malý extenční pohyb v rozsahu 5° - 15° , který je označován jako hyperextenze. V opačném směru lze provést 160° flexi, do 140° aktivně, dále pouze pasivně. Rozsah rotací je v současné době uváděn 17° pro rotaci vnitřní a 21° pro rotaci zevní (Bartoníček, 2004).

Pohyb z flexe do extenze je výsledkem řady dějů (Bartoníček, 2004). Současné biomechanické práce dokazují kombinaci tří pohybů:

- iniciální rotace na začátku flexe a terminální rotace na konci extenze (Školníková, 2000); počáteční rotaci se uvolní LCA, tento pohyb se označuje jako odemknutí kolena (Kolář, 2009)
- valivý pohyb kondylů femuru po tibiálním plató (Bartoniček, 2004); uskutečňuje flexi po počáteční rotaci, probíhá v meniskofemorálních kloubech (Kolář, 2009)
- klouzavý pohyb kondylů femuru společně s menisky po tibiálním plató (Čech, 1986); v konečné fázi flexe mění menisky svůj tvar a posunují se po tibií dozadu – Kolář (2009) označuje tento pohyb jako posuvný

Příčinou těchto složitých pohybů je tvar kloubních ploch a průběh a uspořádání vazů. Hlavní význam pro dokonalou koordinaci všech tří pohybů mají zkřížené vazy (Bartoniček, 2004). Jakákoli změna lokalizace začátku či úponu zkříženého vazy nebo změna jeho délky, má za následek změnu biomechaniky v kloubu (Čech, 1986).

Extenze (obr.2) začíná posuvným pohybem dopředu, pokračuje valivým pohybem femuru a končí závěrečnou rotací tibie zevně, tak dojde k uzamčení kolena (Kolář, 2009). Patella při flexi klouže distálně a při extenzi proximálně (Rychlíková, 2002).



Obrázek 2: Schéma postavení postranních a zkřížených vazů v průběhu extenze a flexe (Čihák, 2001) - 1:LCP , 2:LCA, 3:meniskus, 4:LCF, 5: LCT

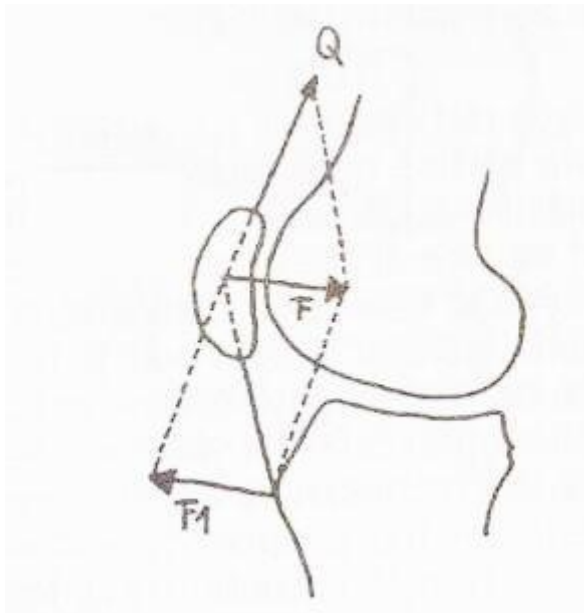
A: v plné extenzi napjaty postranní i zkřížené vazy

B: flexe do 5° spojená s počáteční rotací – uvolňují se postranní vazy a LCA

C: při další flexi se napíná LCT a LCA a zajišťují pevnost kloubu při pohybu

Rozsah rotace je závislý na stupni flexe a na uspořádání vazivového aparátu (Čech, 1986). V extenzi jsou rotační pohyby téměř nemožné kvůli napětí vazů, s postupnou flexí se rozsah rotací zvětšuje (Kapandji, 1982). Největší rozsah rotací je mezi 45°-90° flexe (Bartoniček, 2004).

Nejčastějším mechanismem ruptury LCA je rotace při extendovaném kolenu. Velmi zajímavý je ale mechanismus, při kterém se člověk zvedá z podřepu maximální silou extenzorů kolena (obr.3). Tah m. quadriceps femoris (Q) vytváří silový vektor F, který tlačí patellu k femuru. Síla F1 táhne tibií dopředu. Tato síla způsobí při nadprahové velikosti rupturu LCA. V extenzi je tento tah nejvíce nebezpečný, jelikož nepůsobí ochranná síla hamstringů, které jsou synergisty LCA (Nýdrle; Veselá, 1992).



Obrázek 3: Působení sil při zvedání z podřepu (acl-plastika.wbs.cz)

Ischiokrurální svaly jsou pomocným dynamickým stabilizátorem LCA, táhnou tibií dozadu. Při flexi kolena je jeho přední stabilita výrazně lepší, jelikož se zvyšuje efektivita dynamického tahu hamstringů a zvětšuje se konvexita kondylů femuru. Tím se zlepší souhra s menisky, sníží se inkongruence kloubních ploch a zvýší se stabilita (Gross et al. 2005).

2 Přední zkřížený vaz

2.1 Zkřížené vazy

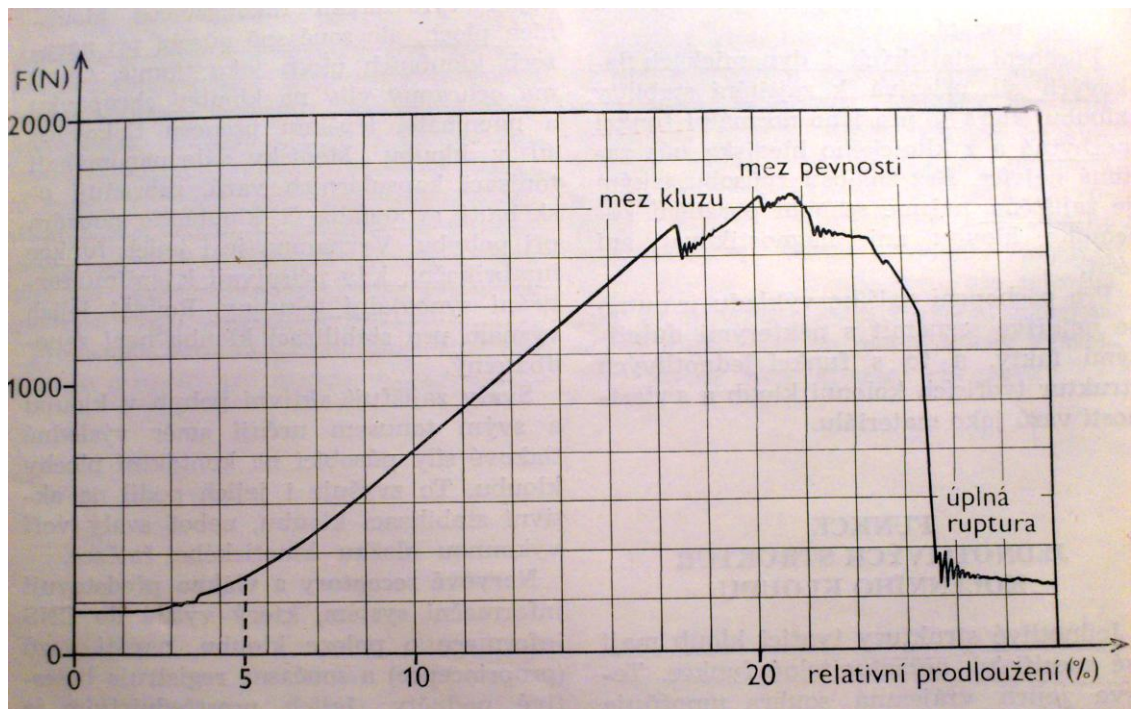
Hlavní funkcí ligament kolenního kloubu je stabilizovat kloub, zabránit poškození způsobené abnormálními posuny či rotacemi a kontrolovat fyziologickou kinematiku kloubu (Hart, 2010).

Zkřížené vazy jsou tvořeny převážně kolagenním vazivem. Kolagenní fibrily se spojí ve vlákna, vlákna tvoří fascikuly. Fascikuly jsou spojeny řídkou pojivovou tkání, ve kterých probíhají cévy a nervová vlákna. Fascikuly se mohou spirálovitě stáčet podél osy nebo probíhají paralelně od začátku k úponu, tím vzniká vaz (Čech, 1986).

Zkřížené vazy jsou lokalizovány intraartikulárně, avšak extrasynoviálně, protože synoviální blána vytváří řasu, která obaluje plochu vazů směřující do kloubu (Gross et al. 2005).

Zkřížené vazy hrají hlavní roli při koordinaci valivého a klouzavého pohybu, pokud je jeden z nich porušen, dochází ke změnám tribologických vlastností a tím k předčasnému opotřebení chrupavky (Čech, 1986).

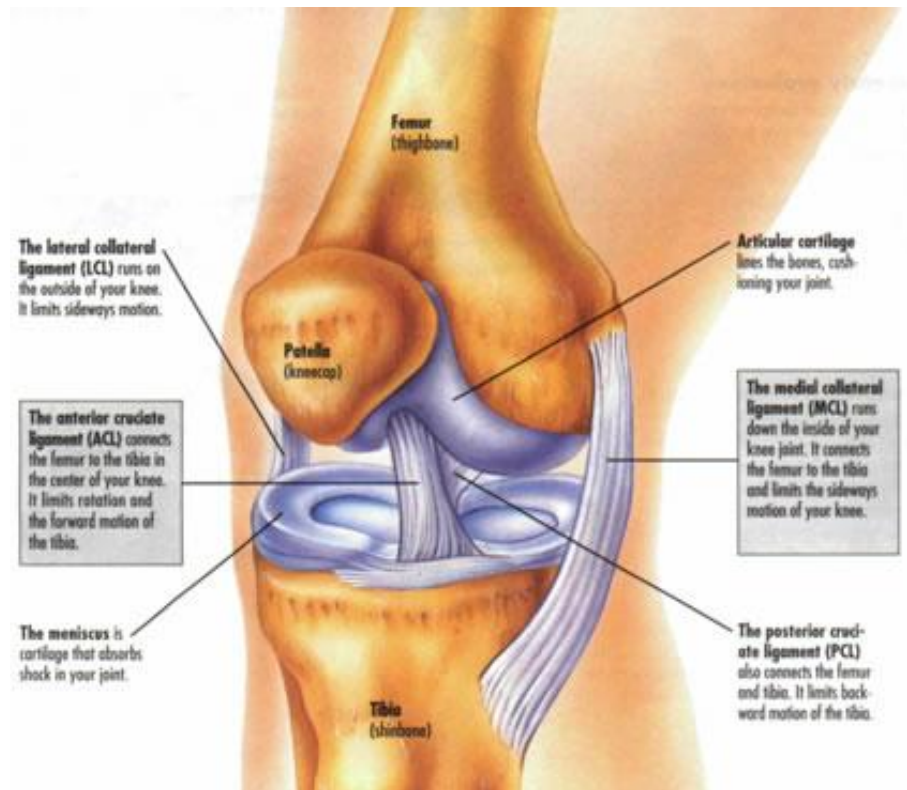
Vazy obecně jsou namáhány převážně v tahu. Působením tahové síly dochází k postupné elongaci vazů. Reverzibilní fáze, kdy dojde k návratu do původní délky bez strukturálních změn, je u prodloužení do 5 % původní délky vazů. Jestliže dojde k prodloužení o více než 5 %, není protažení již plně reverzibilní. Vaz se nezkrátí na svou původní délku a dochází tak k drobným změnám ve vnitřní struktuře. Pokud se velikost působící tahové síly zvětšuje, zvětšuje se i velikost relativního prodloužení. Při překročení meze kluzu se po skončení působení síly délka vazů nemění, vaz zůstává trvale deformován. K úplnému přerušení vazů dochází při velikosti relativního prodloužení délky vazů dosáhne 25 – 30 % původní délky. Úplné ruptuře ale předchází značné mikroskopické změny, destrukce vnitřní struktury a prodloužení vazů o čtvrtinu až třetinu (Čech, 1986) (obr.4).



Obrázek 4: Vzájemná závislost relativního prodloužení vazu na velikosti tahové síly (Čech, 1986)

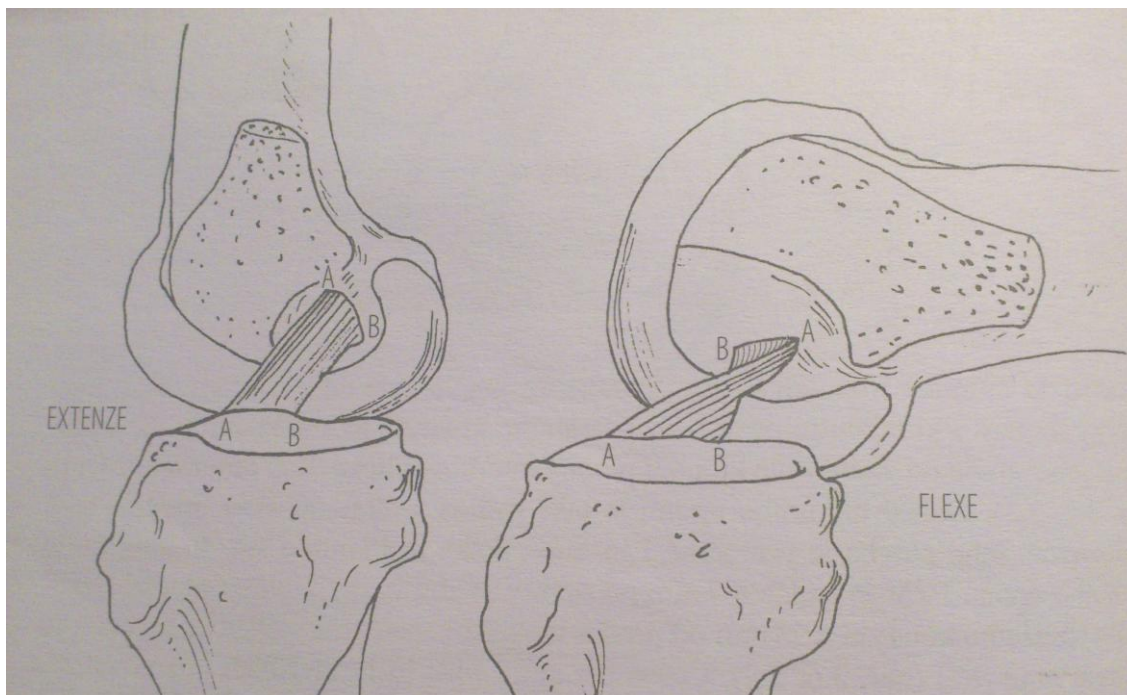
2.2 LCA

Přední zkřížený vaz (obr.5) začíná na polokruhovitém políčku dorzální části mediální plochy zevního kondylu femuru. Zadní konvexní okraj úponu vazu lemují okraj kloubní chrupavky kondylu. Dále směřuje šikmo dolů, vpřed a lehce mediálně a upíná se na oválné políčko v area intercondylaris anterior (Bartoníček, 2004).



Obrázek 5: Kolenní kloub (yoursportsmd.blogspot.cz)

LCA se dělí na dva svazky, pojmenované podle anatomického umístění na tibia (Hart, 2010). Delší a slabší *anteromediální* část tvoří v plné extenzi přední a horní okraj vazu. Kratší a silnější *posterolaterální* část formuje v plné extenzi dorzální a spodní okraj vazu. Při 90° flexi se obě části vazu kříží ve svém středu (Čech, 1986). Každá z těchto částí je napjatá v jiné fázi pohybu, anteromediální ve flexi a posterolaterální v extenzi kolena (Kolt; Mackler, 2007). V extenzi probíhají svazky paralelně, ve flexi se femorální úpon posterolaterálního svazku posouvá ventrálně a svazky se vzájemně kříží (Hart, 2010) (obr.6).



Obrázek 6: Diagram křížení svazků předního zkříženého vazu v závislosti na poloze kolenního kloubu (Hart, 2010)

Minimální tenze vazů je v 30-40° flexi. Zevní rotaci dochází k relaxaci vazů, při vnitřní rotaci je silně napjatý (Čech, 1986). LCA má asi 38 mm na délku a 10 mm na šířku (Frontera et al. 2008).

Cévní zásobení je zajišťováno a. genicularis media, která vychází z a. poplitea a přímo proráží kloubní pouzdro. Inervaci zajišťuje n. articularis posterior, větev z n. tibialis vychází ve fossa poplitea, obtáčí se kolem popliteální tepny a žíly, proniká zadním pouzdem a vytváří popliteální plexus. Společně s proprioreceptory a mechanoreceptory provádí kontrolu propriocepce a tonu kolemkloubních svalů (Hart, 2010).

LCA je primárním stabilizátorem tibie proti přední translaci a sekundárním stabilizátorem proti rotaci tibie, hyperextenzi kolena a varóznímu či valgóznímu násilí. Největšímu zatížení LCA odolává při působení ventrální síly na tibií s kombinací vnitřně rotační síly při téměř plné extenzi kolena (Hart, 2010).

LCA je zodpovědný za 85 % stability kolena při plném zatížení ve 30° flexi, při zvětšující se flexi se procenta snižují. LCA je spolu se zadním zkříženým vazem základním článkem fyziologické biomechaniky kolena. Samozřejmě LCA pracuje v systému struktur, jako jsou menisky, kloubní pouzdro, svaly a ostatní vazy. Po

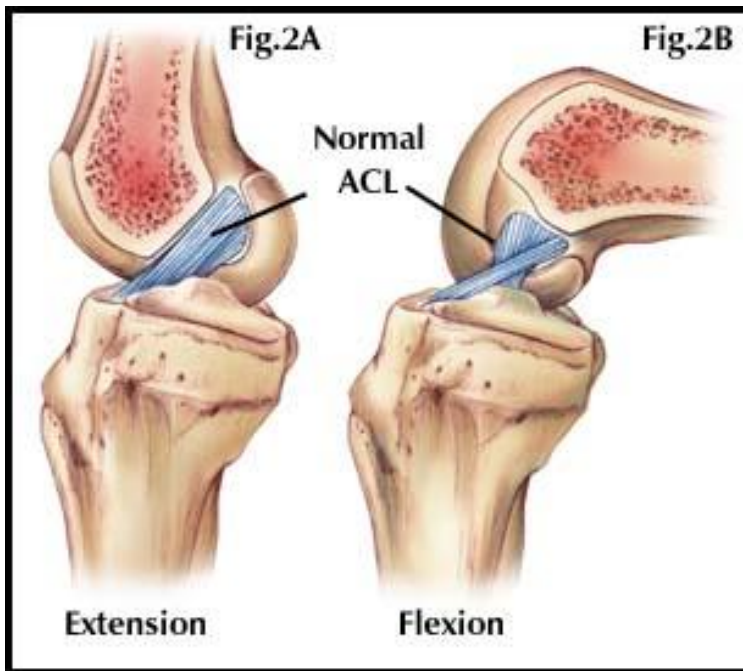
mediální menisektomii jsou síly přenášené na LCA o třetinu až polovinu vyšší. Naopak při ruptuře LCA se zatížení mediálního menisku zdvojnásobuje (Hart, 2010).

2.3 Poranění LCA

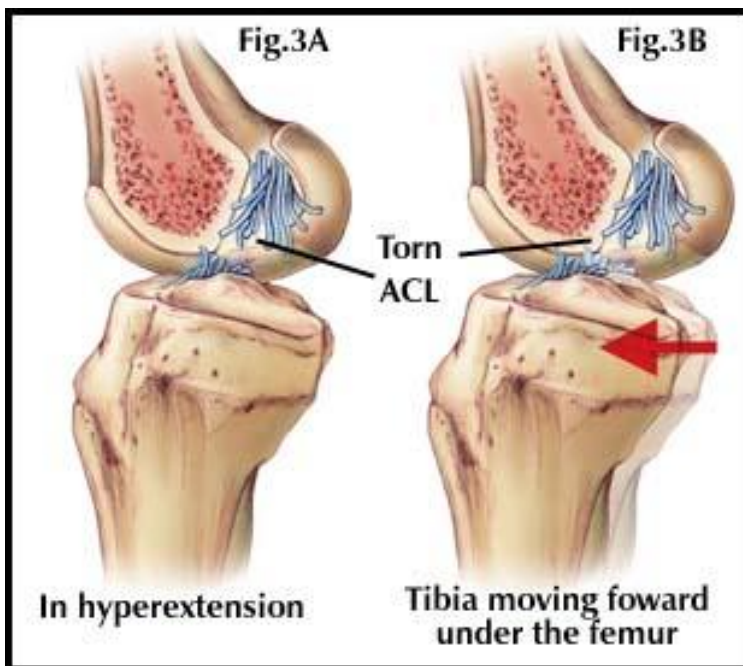
Ruptura LCA je jedno z nejčastějších poranění kolenního kloubu, především u mladých lidí. Ve vyspělém světě je výskyt ruptury LCA 1/3000 obyvatel za rok. (Hart, 2010). Poranění LCA je 10x častější než poranění zadního zkříženého vazů (Gallo, 2011). K poranění LCA dochází nejčastěji při sportovních aktivitách, většinou při lyžování nebo fotbalu (Bahr; Mæhlum, 2004). Ale může k němu dojít i při běžných denních aktivitách, spojených s nekoordinovaným rotačním pohybem v kombinaci se silou působící ze strany kloubu (obr.7,8). Pacienti popisují lupnutí v kloubu doprovázené prudkou bolestí a nemožností došlápnout na postiženou končetinu. Velmi rychle se objevuje výpotek a otok kloubu (Mašát et al. 2005).

Přední zkřížený vaz bývá ze všech vazů nejčastěji přerušen úplně. Je to jediný vaz, který nemá žádný vztah ke kloubnímu pouzdru, tudíž nemůže být vyšetřen aspekci ani palpací. Diagnostika je tedy založena na anamnéze, klinických testech a artroskopii (Hart, 2010).

Pacienti si stěžují na bolesti při zátěži, bolesti při chůzi z kopce a ze schodů, pocity nestability (pozitivní giving way fenomén), opakované výpotky a otoky (Mašát et al. 2005; Frontera et al. 2008). Většinou se po akutním poranění do 12 hodin objeví hemartros (Bahr; Mæhlum, 2004).



Obrázek 7: Postavení LCA ve flexi a extenzi (hughston.com)

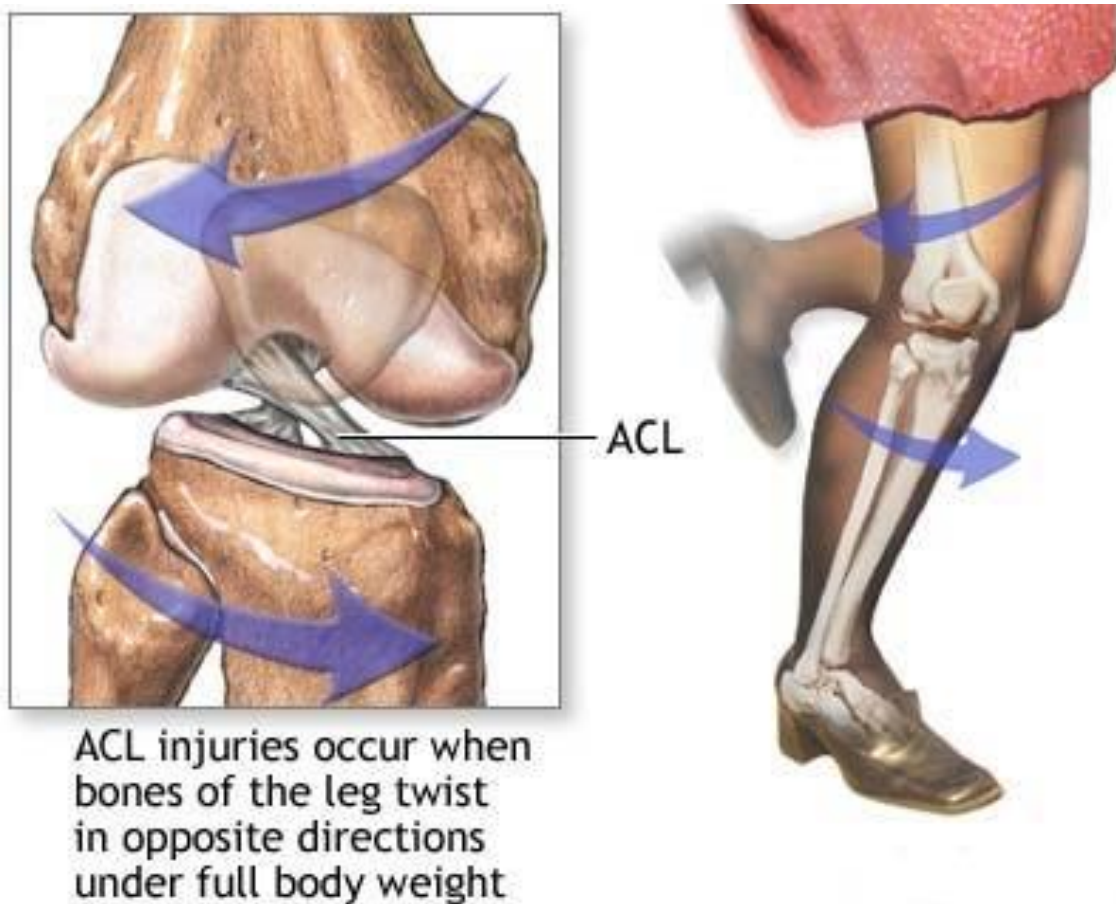


Obrázek 8: Poškození LCA (hughston.com)

Klasifikace poranění ligament (Dungl, 2005):

Oběcně lze poranění ligament rozdělit na tři stupně:

- distenze – tahem dojde k protažení a eventuelně k ojedinělým trhlinám jednotlivých vláken, kontinuita ligamenta není porušena
- parciální ruptury – je protaženo více vláken, může být přítomen náznak nestability, pevnost vazy je snížena
- totální ruptury – kompletní přerušeni kontinuity vazy, které je příčinou jasné nestability



Obrázek 9: Poranění LCA (acl-plastika.wbs.cz)

Klasifikace nestabilit podle Hastिंगse (Gallo, 2011):

- nestability s primární lézí kapsulárních stabilizátorů
 - mediální (abdukčně-zevně rotační) – poškození LCM, kloubního pouzdra a menisků, při dalším působení násilí dochází k poškození LCA nebo i LCP
 - laterální (addukčně-rotační) – poškození LCL, kloubního pouzdra a menisků, dále dochází k poranění zkřížených vazů, někdy i n. peroneus communis
 - hyperextenzní – vzácné poškození násilnou hyperextenzí, dojde k porušení zadního pouzdra, zkřížených vazů a menisků

- izolované léze zkřížených vazů (obr.9)
 - léze LCA – vzniká násilnou vnitřní rotací bérce během konečné fáze extenze
 - léze LCP – přímým násilím na přední plochu proximálního bérce při flexi kolena

2.4 Vyšetření LCA

Vyšetření pacienta začíná už v čekárně sledováním pohybového chování, celkového držení a charakteru chůze, mimiky a výrazu obličeje. Sledujeme způsob sedání a zvedání ze židle, schopnost sedět s ohnutými koleny, což orientačně vypovídá o rozsahu pohybu v kloubu (Gross et al. 2005). Klinické vyšetření je zahájeno kompletní a pečlivě odebranou anamnézou (Hart, 2010). Je nutné se co nejpřesněji doptat na mechanismus úrazu, počáteční symptomy, seznámit se všemi dřívějšími úrazy včetně podrobností (Trnavský; Rybka, 2006). Dále se ptáme na intenzitu bolesti, její lokalizaci, pocit nestability kolena, přítomnost otoku (Gross et al. 2005). Při odebírání anamnézy je důležité se zeptat na pacientovy nároky na pohybovou aktivitu v zaměstnání i mimo ně. Tyto informace jsou důležité pro následné rozhodování o typu operace a dalších postupů (Hart, 2010).

Nejllepší je vyšetřit pacienta ihned po úrazu, ještě než nastoupí otok, bolest a reflexní svalový spasmus. Později bývá vyšetření ztíženo a je lepší ho provést po několika dnech, až se zklidní počáteční příznaky (Hart, 2010).

Aspekce

Nejdříve hodnotíme chůzi (antalgická chůze se zkrácením stejné fáze kroku na vyšetřované končetině) a stoj pacienta, osové postavení kolenních kloubů (popisujeme odchylky ve smyslu varozity/valgozity, rekurvace). Hemartros nemusí být patrný kvůli otoku měkkých tkání (Hart, 2010). Zaznamenáváme barvu kůže, přítomnost hematomů, jizev, otoku, konfigurace svalů (Gross et al. 2005).

Palpace

Palpaci je dobré začít na zdravé končetině, pacient se tak seznámí s průběhem vyšetření a při vyšetření postiženého kloubu je klidnější (Hart, 2010). Srovnáváme obě dolní končetiny a zaznamenáváme stupeň otoku, prosáknutí, barevné změny, reliéf kostí a svalů, kožní teplotu (Gross et al. 2005). Palpujeme orientační kostěné body (kondyly, patella, caput fibulae, tuberositas tibiae). Přítomnost krepitací upozorňuje na kostěné poškození či vážnější degenerativní postižení kloubu. Můžeme palpovat postranní vazy a kloubní štěrbiny (Hart, 2010). Náplň kloubu zjišťujeme tlakem na suprapatellární recesus. Palpujeme tonus svalů, zajímá nás hypotonus m. quadriceps femoris, jelikož při chronických obtížích dochází k jeho výraznému oslabení (Trnavský; Rybka, 2006) a hypertonus ischiokrurálních svalů, který bývá přítomen u léze LCA (Kolář, 2009).

Rozsah pohybu

Vyšetřujeme aktivní i pasivní hybnost, přítomnost bolesti v průběhu pohybu, charakter odporu v krajních polohách (Trnavský; Rybka, 2006). Omezená hybnost může být způsobena bolestí, výpotkem, poruchou extenzorového aparátu nebo mechanickou blokádou. Punkce s aspirací kloubního obsahu ozřejmí přítomnost hemartrosu a dovolí podrobnější vyšetření rozsahu pohybu (Hart, 2010).

Speciální testy na LCA

Všechny tyto testy se provádí i u pacientů s akutním poraněním, za plného vědomí a bez analgetické medikace (Hart, 2010).

Test přední zásuvky se provádí v 90° flexi kolena, noha se stabilizuje jejím přisednutím, horní část bérce se obejmě oběma rukama a provede se tah za tibií směrem ventrálním (Gross et al. 2005). Tento test není tak citlivý jako Lachmanův test, jelikož při něm nejsou relaxovány sekundární stabilizátory (Hart, 2010).

Lachmanův test (obr.10) je považován za základní vyšetření přední stability kolena. Ve 30° flexi vyvíjíme sílu na proximální tibií ve ventrálním směru, zatímco distální femur je stabilizován druhou rukou. Hodnotí se stupeň ventrálního posunu tibie a charakter konečného odporu (Bahr; Mæhlum, 2004). Stupeň laxity je hodnocen ve srovnání se zdravou končetinou (Hart, 2010).



Obrázek 10: Nahoře - test přední zásuvky, Dole- Lachmanův test (Johnson, M.W.)

Pivot-shift test se provádí k hodnocení rotační složky nestability. Tento test většinou nelze provést u akutních poranění, avšak u poranění chronického charakteru bývá velmi přesný. Většinou imituje pacientovy pocity nestability (Hart, 2010). Tento test se provádí tak, že jednou rukou uchopíme chodidlo pacienta a provádíme extenzi kolenního kloubu současně s vnitřní rotací a abdukci bérce. Test je pozitivní, když dojde

k ventrální subluxaci laterální kondylu tibie proti femuru (Kolář, 2009). Další testy jako *Jerk test*, *Loseeho test* nebo *flekčně rotační test* se užívají méně často (Hart, 2010).

Přístrojové vyšetření

Základním traumatologickým vyšetřením kolenního kloubu je nativní RTG, popřípadě MR či USG (Trnavský; Rybka, 2006). I když většinou je diagnóza poranění LCA postavena na dobře odebrané anamnéze a pečlivém fyzikálním vyšetření, RTG se provádí kvůli vyloučení zlomenin, přítomnosti kostních úlomků atp. (Bahr, 2004; Gotlin, 2007). Poranění měkkého kolena zanechá na RTG snímku pouze nepřímé důkazy. Je možné vidět rozevření kloubní štěrbiny při poranění menisků, odlomení fragmentu nebo krvácení do kloubní dutiny při nitrokloubní zlomenině (Chaloupka, 2001).

Magnetická rezonance je velmi vhodné vyšetření k posouzení stavu měkkých tkání. Jedná se o neinvazivní metodu u které zatím nebyl prokázán negativní vliv na lidský organismus. MR je schopna posoudit všechny struktury kolenního kloubu s vynikajícím odlišením jejich kontrastu. Při MR je orientace sagitálních řezů upravena podle průběhu předního zkříženého vazy, jelikož je tento vaz nejčastěji poraněným vazem kolenního kloubu. Mnoho ortopedů považuje MR za metodu nákladnou a těžko proveditelnou, indikují diagnostickou artroskopii. Avšak artroskopie je finančně mnohem nákladnější a diagnostická odpověď je ve srovnání s MR omezená. Ultrasonografické vyšetření se provádí lineární sondou v krajní flexi kolena. Přední zkřížený vaz lze najít parapatelárně v tzv. infrapatelárním oknu (Trnavský; Rybka, 2006).

2.5 Léčba

Léčba ruptury LCA se může být konzervativní nebo chirurgická. V minulosti byly tyto ruptury řešeny spíše konzervativně, s dlouhodobou sádrovou fixací. S vývojem operačních technik se přecházelo k chirurgickým zákrokům, které však byly „neanatomické“ s množstvím komplikací a nutností dlouhodobé imobilizace. Byla zde snaha o zlepšení operačních technik, hledaly se intraartikulární náhrady deficitních vazů (Višňa et. al. 2002).

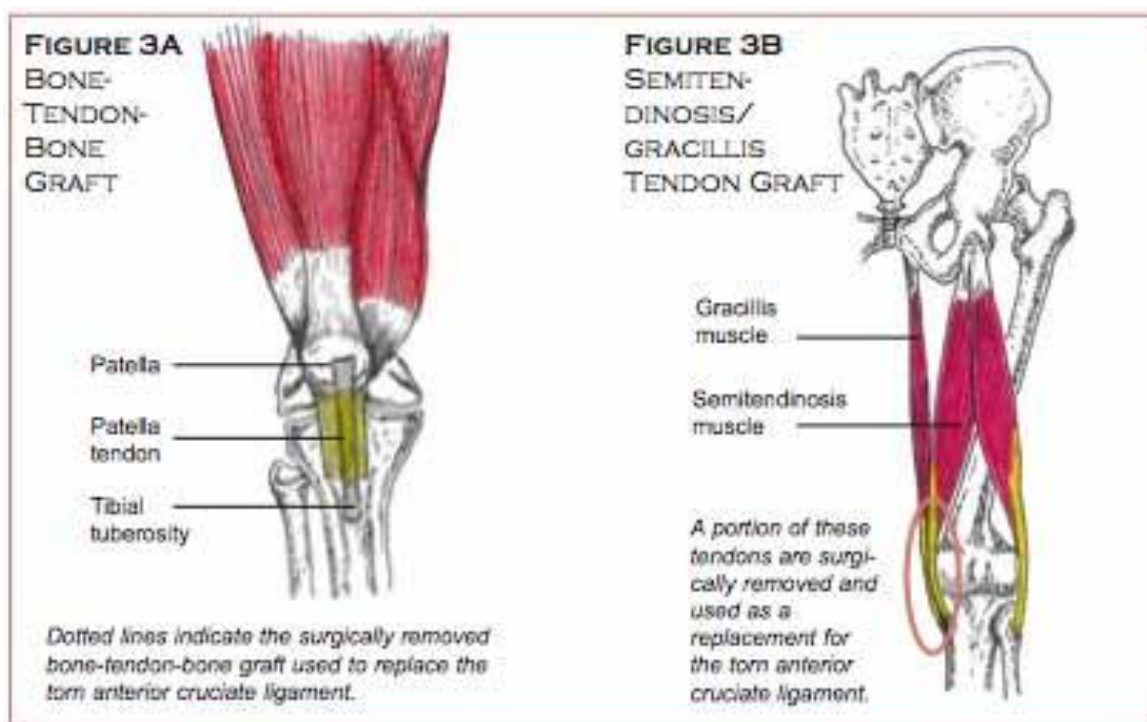
Správná volba léčby závisí na třech faktorech: věk, funkční postižení a funkční požadavky. Asi 15 % pacientů s rupturou LCA dokáže bez problémů obstat v každodenním životě, proto je důležité zjistit pacientovy požadavky na každodenní činnosti při posuzování indikace k operaci. Funkční postižení je různé, od nediodagnostikované asymptomatické ruptury až k ruptuře, která se denně projevuje nestabilitou kolena. Funkční požadavky se liší u pacientů s nízkou pohybovou aktivitou, u pacientů aktivně sportujících nebo vykonávajících fyzicky náročnou práci a u vrcholových sportovců (Cross, 1998). Rozhodnutí o tom, jaký druh léčby bude zvolen, provede lékař zhodnocením stupně nestability, aktivity, věku a motivace pacienta (orthes.cz, 2009).

Konzervativní léčba je doporučena u menších nebo částečných lézí předního zkříženého vazů nebo u ruptur, u kterých je kolenní kloub stále částečně stabilní. Dále se doporučují konzervativní postupy u osob se sníženou pohybovou aktivitou (Eustace et al. 2007). Rehabilitační program má stejné cíle jako program pooperační. Snažíme se o obnovení rozsahu pohybu, navrácení svalové síly hamstringů a m. quadriceps femoris a obnovení stability kolenního kloubu. Používáme stejných metod jako po léčbě operační (Munclingrová, 2003). Doporučuje se senzomotorický trénink a cvičení v otevřených i uzavřených kinetických řetězcích (Meuffels et al. 2012).

K operaci jsou indikováni pacienti se zvýšenou aktivitou a pacienti s přidruženým poraněním menisků a dalších vazů. Vyšší věk (40 let a více) není v současné době považován za kontraindikaci chirurgické léčby (Dungl, 2005).

2.5.1 Plastika předního zkříženého vazů

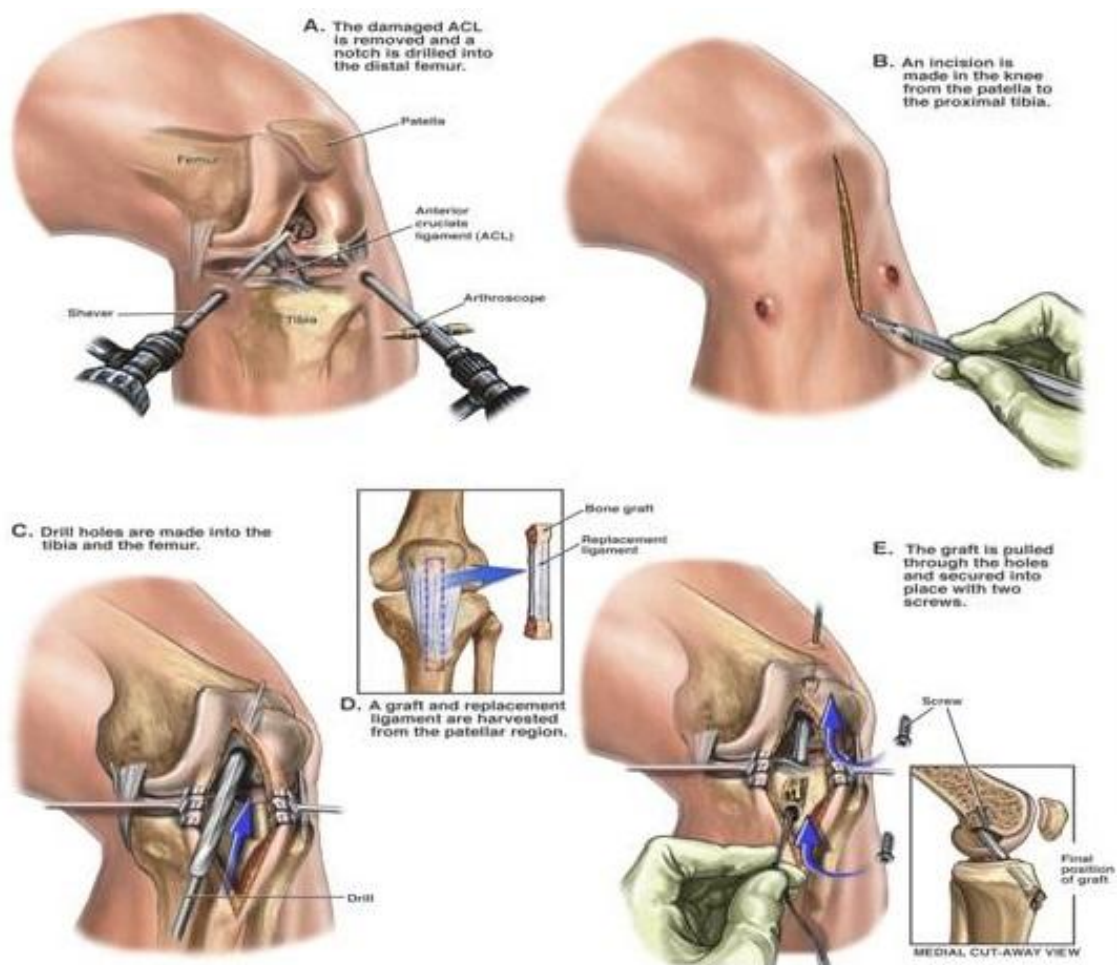
V současné době se plastika neprovádí jako otevřený operační výkon, ale je prováděna artroskopicky nebo s artroskopickou asistencí (Chaloupka, 2001). K rekonstrukci předního zkříženého vazů se používají různé štěpy. Nejčastěji jsou to autogenní štěpy z ligamentum patellae nebo štěpy ze šlach m. semitendinosus a m. gracilis (obr.11). Dalšími možnostmi získání štěpu je odběr z tractus iliotibialis, šlachy m. quadriceps femoris nebo štěpy alogenní - z umělých materiálů nebo od jiného dárce (Dungl, 2005).



Obrázek 11: 3A - štěp z lig.patellae, 3B - štěp ze šlachy m.semitendinosus/m.gracilis (dubinchiro.com)

Štěp ze střední třetiny ligamentum patellae s dvěma kostními bločky na obou koncích, tedy jeden z patelly a druhý z tuberositas tibiae je tzv. BTB plastika (bone-tendon-bone). Fixace štěpu v předem vyvrtaných kanálech je umožněna interferenčními šrouby nebo speciálními piny (Trnavský; Rybka, 2006). Výhodou BTB plastiky je vysoká iniciální pevnost a dobrý potenciál hojení kost-kost. Čtyřikrát přeložený štěp ze šlachy m. semitendinosus a moderní fixace štěpu ve femuru se v pevnosti téměř vyrovnají rekonstrukci LCA z ligamentum patellae (Hart, 2010).

Chaloupka (2001) popisuje náhradu BTB štěpem takto: „Podélným řezem od čéšky k tuberositas tibiae odhalíme ligamentum patellae, vytmeme z jeho střední části asi 9 mm široký pruh, a na obou jeho koncích vyřízneme z kosti bločky délky asi 25 mm. Z mediální strany tibie vrtáme kanál do kloubní dutiny a tímto kanálem vrtáme tunel v laterálním kondylu femuru v místě, kam se za normálních okolností upíná LCA. Štěp, který jsme připravili, zavedeme do kloubu tak, že jeden konec štěpu s kostním bločkem vtáhneme do femorálního kanálu, zatímco druhý konec zůstává v tibiálním kanálu. Konce štěpů upevníme stehem nebo speciálním šroubem. Kostěné bločky se za 6 – 8 týdnů přihojí.“ (obr.12).



Obrázek 12: Plastika s BTB štěpem (calferguson.blogspot.cz.)

Při užití štěpu ze šlachy m. semitendinosus se nedoporučuje současně odebrat šlachu m. gracilis. Dochází tak k významnějšímu oslabení síly flexe kolena (Hart, 2010). Popis operace dle Chaloupky (2001): „Z krátké incize v oblasti pes anserinus lze rychle získat speciálním nástrojem asi 30 cm dlouhou šlachu, která je zpracována v asi 7 – 8 cm dlouhý štěp. Protažení kostními kanálky je stejné, jako u BTB plastiky, na obou koncích je štěp zakotven speciálním stehem. Metoda je čistě artroskopická, z velmi malých operačních řezů a bez výskytu následné patelární bolesti, což jsou její největší výhody. Za určitou nevýhodu považujeme fakt, že šlacha se do kostěného kanálku nikdy nepřihojí zcela pevně, a pokud po nějaké době dojde k selhání závěsného stehu, štěp se většinou uvolní“.

3 Posturální stabilizace

3.1 Definice

Posturální systém nastavuje a udržuje konfiguraci jednotlivých segmentů těla jak v klidové, tak v účelně orientované poloze (atitudě). Udržování polohy těla je iniciováno činnostmi krátkých intersegmentálních svalů, ale zároveň je udržováno aktivitou delších svalů, které spojují jednotlivé segmenty do stabilizovaného celku. Stabilizace je tedy vnímána jako pocit jistoty polohy těla, který umožní provedení cíleného pohybu (Véle, 2006).

Posturální stabilizaci můžeme tedy definovat jako aktivní držení segmentů těla řízené CNS proti působení gravitačních sil (Kolář, 2009). Není to synonymum pro udržení hrubé rovnováhy či bipedální stoj, jelikož je součástí všech pohybů, i když se jedná o chůzi či pohyb horních a dolních končetin (Šafářová; Kolář, 2011). Při každém pohybu určitého segmentu těla vzniká kontrakční síla, která je potřebná pro překonání odporu. Tato síla vyvolá reakční síly v celém pohybovém systému. Tím by mělo dojít ke zpevnění jednotlivých segmentů, vytvoření punctum fixum a punctum mobile (Véle; Čumpelík; Pavlů, 2001). Při provedení pohybu musí dojít k synergické aktivaci svalových párů (Rašev, 2011).

Člověk je souborem vzájemně vůči sobě pohyblivých součástí různého složení, které jsou od zevního prostředí odděleny pružným a pevným kožním obalem. Tvar těla je proměnlivý a tělo je tak obecně spíše „nestabilní“. Jedná se o princip „obráceného kyvadla“ – malá plocha základny a vysoko uložené těžiště (Vařeka, 2002). Tato nestabilita však umožňuje flexibilní mobilitu, kterou CNS dokáže stabilizovat. Mluvíme o aktivní stabilizaci polohy těla – stabilizaci postury (Véle, 2006).

Neorientovaná postura vzniká, když řízení stabilizace motoriky má za cíl pouhou stabilizaci vertikální polohy jedince bez úmyslu cíleného pohybu. Rovnováha je předpokladem posturální stabilizace, ale je stabilizací hrubou, bez cílené anticipace (Rašev, 2011).

3.2 Senzomotorika

Pohybový projev člověka je vysoce organizovaná funkce řízena CNS. Pojem motorika je možno nahradit slovem *senzomotorika* pro zdůraznění závislosti řízení CNS na podkladě aferentní signalizace (Véle, 1997). Brügger (1977) znázornil tři úrovně zpracování vstupní informace z jednotlivých receptorů:

- kortikální úroveň – mozková kůra – vnímání a interpretace vjemů, asociace, iniciace pohybu
- subkortikální úroveň – nastavení svalového tonu ve funkčních svalových řetězcích, řízení rovnováhy, koordinace jemné motoriky, vliv na míšní funkce, intenzita a pořadí svalů v synergické aktivaci
- spinální úroveň – aktivace alfa motoneuronů předních rohů míšních přes interneurony, reciproční inhibice (Rašev, 2011)

Jednotlivé úrovně od sebe nelze oddělit, protože se všechny při každém pohybu podílejí na procesu řízení (Véle, 2006).

V CNS jsou tyto aferentní informace podrobeny analýze a předány po eferentních drahách zpět k periferním výkonným orgánům (svalům). Receptory, které jsou nezbytné pro princip kontroly a podávají informace důležité pro svalovou činnost jsou proprioreceptory (svaly, šlachy, klouby) a exteroceptory (kůže) (Trojan et al. 2005).

Realizace centrálního programu posturální stabilizace probíhá v průběhu posturální ontogeneze jako součást zrání CNS, tento program má čtyři základní vlastnosti:

- je nadřazen spinální a kmenové úrovni řízení
- je druhově specifický
- není výsledkem učení, ale důsledkem zrání CNS
- jeho účel je automatické ovládní polohy těla (Kolář, 1998)

Podkladem pro řízení stabilizace polohy a korekce pohybu jsou informace proprioreceptivní, zrakové a vestibulární. Informace ze svalů, šlach a kloubů mají zpětnovazební povahu, hrají důležitou roli v řízení stabilizace polohy a korekce pohybu (Véle, 2006).

3.3 Propriocepce

Některé studie potvrzují rozhodující podíl propioceptivní složky (Lajnerová, 2010; Vařeka, 2002). Kennedy et al. (1982) poprvé vyjádřil vztah mezi stabilizací kloubu a propiocepcí. Pokud má centrální nervový systém snížené množství senzorických informací z oblasti kolenního kloubu, snižuje se schopnost dobře stabilizovat dolní končetinu (Hoffman et al., 1999; Bartlett, 1999). Můžeme tak předpokládat změny ve schopnosti posturální stabilizace (Barret, 1991).

Johansson et al. (1991) uvádí, že přední zkřížený vaz hraje zásadní roli v somatosenzorické kontrole poskytování informací o poloze a pohybu kloubu. Bonfirm et al. (2003) předpokládá poškození neurálních zpětnovazbených mechanismů a snížení motorické kontroly při poškození LCA. Podle MacDonalda et al. (1996) a Wojtyse et al. (2000) LCA také pracuje jako mechanické omezení nadměrného pohybu v kloubu. Poškození těchto mechanismů má pak za následek zhoršení posturální kontroly (Ageberg et al. 2005; Henriksson et al., 2001; Trulsson et al., 2010).

Základními propioceptory jsou svalová vřeténka a šlachová tělíska. Svalová vřeténka reagují na pasivní protažení svalu – čím více je sval protažen, tím více jsou podrážděna. Informují CNS o rychlých změnách délky svalu při pohybu i o dlouhodobých změnách při udržování určité polohy. Jejich dráždivost klesá při zkrácení svalu. Kontrakce svalu může být vyvolána nepřímo prostřednictvím gama-motoneuronů nebo přímo podnětem s alfa-motoneuronů. Tím je umožněna regulace svalového napětí (Trojan et al. 2005).

Šlachová tělíska jsou uložena na rozhraní svalu a šlachy, aktivují se při napnutí šlachy. Reagují tak na pasivní protažení i na svalovou kontrakci. Informace ze šlachového tělíska vede k útlumu alfa-motoneuronu, a tím chrání sval i šlachu před přetížením (Trojan et al. 2005).

Prvním, kdo histologicky prokázal mechanoreceptory v lidském předním zkříženém vazů byl Schultz et al. v roce 1984 (Dhillon et al. 2011). Aference z mechanoreceptorů (Ruffiniho tělíska, Vater-Paciniho tělíska, volná nervová zakončení) v LCA ovlivňuje aktivitu svalů kolem kolenního kloubu (Krogsgaard et al. 2002). Ztráta propiocepce tak u pacientů s lézí LCA vede k inhibici m. quadriceps

femoris (Konishi et al. 2002). Snížení propriocepce hraje významnou roli při vzniku dalších zranění (Sinkjær et al. 1991).

Léze předního zkříženého vazů způsobují instabilitu kolenního kloubu, a tím výrazný deficit v posturální rovnováze. Rekonstrukce předního zkříženého vazů tuto instabilitu snižují, ale neodstraňují (Liu-Ambrose et al. 2003). Dochází tak k neúplnému navrácení senzoryckých funkcí, mechanoreceptory a nervová zakončení jsou trvale změněny (Shiraishi et al. 1996; Bonfirm et al. 2003).

Fremerey et al. (2000) se zabývali obnovením propriocepce po plastice předního zkříženého vazů. Tři měsíce po operaci LCA není obnovena propriocepce, šest měsíců po operaci je propriocepce dobrá pouze v plné flexi a plné extenzi kolena, jelikož je zde největší napětí vazů, které stimuluje proprioceptory. Po 3 letech od rekonstrukce stále není propriocepce zcela obnovena, avšak nedochází k nestabilitě, jelikož zbývající receptory nedostatek kompenzují. MacDonald et al. (1996) také uvádí přetrvávání zhoršené propriocepce, především ve středním postavení kolena i po dvou letech od operace. I další autoři se zabývali tímto tématem, všichni se shodným výsledkem, pacienti s rupturou LCA mají výrazně horší propriocepti kolenního kloubu než zdravá kontrolní skupina (Jerosch; Prymka, 1996).

3.4 Vznik dysfunkce posturální stabilizace

Posturální stabilizace je tedy proces zajištění vzpřímeného držení těla a schopnost reakce na změny vnitřního a zevního prostředí tak, aby nedošlo k nezamýšlenému nebo neřízenému pohybu. Tuto aktivitu je nutné uvažovat nejen ve stoji, ale v jakékoliv poloze, kdy je nutné odolávat tíhové síle nebo silám vnitřním. Rovnováha musí být v určitém okamžiku, ale i anticipačně (Rašev, 2011).

Příčiny posturální dysfunkce mohou být:

- centrální (při změně zpracování vstupní informace v CNS)
 - o strukturální (trauma, ischemie, destrukce, expanzivní proces nebo krvácení v mozkové tkáni) – nevratné zničení struktur nervové tkáně
 - o funkční (otřes mozku, přehřátí při horečce, stres) – většinou reverzibilní

- periferní (při změně či redukci aferentní informace z proprioceptorů, vestibuloreceptorů a optické aference)
 - o strukturální (polyneuropatie) – zánik receptorů, převážně nevratné změny
 - o funkční (při imobilizaci části těla, při monotónních činnostech, při krátkodobém zvýšení nociceptivní aference)

Při dysfunkci řídicích mechanismů dochází téměř vždy k známám funkční patologie. To znamená, že svalový tonus je v určitých svalových řetězcích řízen neekonomicky a dochází k neekonomickému průběhu pohybů, které se uskutečňují typickým způsobem. Přitom mohou vznikat poruchy motoriky, které minimálně určitý čas existují bez diagnostikovatelných organických změn. Vzniklá nocicepce pak mění pohybový program a tato změna programování vede ke změně svalového napětí v jednotlivých svalových skupinách. Takto změněný pohybový program pak přetrvává i v případě, že prvotní nociceptivní podnět již vymizel. Následkem změny řídicích mechanismů jsou mimo jiné i změněné posturální reakce. Znamená to, že svaly nejsou schopné se parciálně aktivovat a včas parciálně relaxovat (Rašev, 2011).

Dysfunkce funkční posturální stabilizace vzniká na spinální úrovni, kde se reakcí na nocicepci mění citlivost alfa a gama motoneuronů, interneurony distribuují nocicepci již při velmi malé nocicepci (kterou člověk ani nevnímá). Tím vzniká lokální svalová dysbalance, která přetrvává i když původní příčina nocicepce již odezněla.

Na subkortikální úrovni se vlivem nocicepce mění intenzita a pořadí zapojení jednotlivých svalů v synergické aktivaci. Jednotlivé svalové vrstvy se aktivují neekonomicky, pohybový projev je změněný. Až na kortikální úrovni řízení je nocicepce interpretována jako bolest (Rašev, 2011).

3.5 Vyšetření a objektivizace

Obecně se porucha posturální rovnováhy projevuje jako posturální nestabilita, kterou pozorujeme ve dvou základních pozicích – ve stoji a chůzi. Patofyziologický mechanismus poškození rovnováhy je různorodý, jelikož se na jejím řízení podílí více složek, jak již bylo zmíněno výše. Porucha rovnováhy tedy může být způsobena

poruchou neurologickou, somatosenzorickou, vestibulární, ale také dalšími toxickými, neuromuskulárními či traumatickými vlivy (ischémie, ztráta končetiny, poruchy inervace atp.) (Dršata, 2007).

Klinické vyšetření stoje a chůze je základním vyšetřením posturální rovnováhy. Provedení je jednoduché, časově a technicky nenáročné, avšak je zatíženo subjektivním vnímáním vyšetřujícího. Provádí se stoj se zrakovou kontrolou a bez, stoj spatný, stoj na jedné noze. Dále se provádí chůze s otevřenými a zavřenými očima a další její modifikace. Existuje množství dalších vyšetřovacích metod týkajících se posturální rovnováhy, ale jsou zaměřená spíše na vestibulární či neurologické poruchy (vyšetření očních pohybů, kraniokorpografie...) (Dršata, 2007).

Další možnosti vyšetření posturální stability jsou Rombergův test, skok na jedné noze, či skok sounož, popřípadě člunkový běh (Vařeka, 2002).

Také v oblasti ortopedie se výzkumy zaměřily na standardizaci testů stability kolenního kloubu. Testovací zařízení, které je v této oblasti nejrozšířenější, je artrometr. Ten poskytuje spolehlivé měření předozadní nestability kolena a je velmi doporučován pro ověřování výsledků hodnotících laxitu zkřížených vazů (Hart, 2010).

Čeští lékaři se také podílí na vytváření nových objektivizačních metod v problematice stability kolenního kloubu. Rollimetr je přístroj, který hodnotí stabilitu odečtením posunu tibie oproti patelle jako při Lachmanově testu. Výsledky se hodnotí porovnáním s kontralaterální končetinou a měření je prováděno vždy jedním člověkem, aby se minimalizovaly chyby. Autoři uvádějí, že oproti artrometru je tento přístroj jednodušší a dostupnější (Mašát et al. 2005).

3.5.1 Posturografie

S rozvojem technologií přichází i nové možnosti přístrojových vyšetření (Vařeka, 2002). Posturografie (popřípadě stabilografie) je metoda vyšetření posturální rovnováhy. Je možné ji rozdělit na posturografii statickou a dynamickou (Dršata, 2007). Tato metoda je založena na měření reakční síly silovou plošinou (Míková et. al. 2010). Sleduje se více parametrů - složky reakční síly (v medio-laterálním směru, antero-posteriorním směru, vertikálním směru), centre of mass, centre of pressure, centre of gravity, opěrná plocha a další (Míková et. al. 2010; Vařeka, 2002).

AS (Area of Support) je opěrná plocha dříve definována jako plocha kontaktu podložky s povrchem těla. K aktivní opoře ale nelze využít celou plochu kontaktu (AC - Area of Contact), AS je tedy pouze tou částí AC, která je aktuálně využita k vytvoření opěrné báze (BS). COM (Centre of Mass) je těžiště, hypotetický hmotný bod, do kterého je soustředěna hmotnost celého těla. COG (Centre of Gravity) je průmět společného těžiště těla do roviny opěrné báze (BS). COP (Centre of Pressure) je působiště vektoru reakční síly podložky (Vařeka, 2002).

Názory na význam posturografie jsou velmi nejednoznačné, jelikož existují různé pohledy na posturální kontrolu (mechanický versus neurofyziologický), ale většina autorů se nakonec shoduje, že posturografie je přínosná metoda pro diagnostiku a léčbu rovnováhy (Dršata, 2007). Čumpelík a kol. upozorňují na problém posturografické stabilometrie ve smyslu malé opakovatelnosti parametrů a silným ovlivněním vedlejšími faktory (Čumpelík et al. 2005). Vařeka (2002) upozorňuje, že termíny stabilografie a posturografie nejsou příliš vhodné, jelikož touto metodou není měřena ani stabilita, ani postura. Podle něj měření pouze umožňuje sledovat změny polohy COP. Zjednodušený názor – čím menší hodnoty, tím lepší stabilita, byl opakovaně zpochybněn (Vařeka, 2002). Objevují se také pokusy o vyšetření dynamické posturální stability různými způsoby, ať už pohyby částí těla nebo pohyby plošiny (Kolář, 2011).

3.5.2 Posturální somatooscilografie

Posturální somatooscilografie je vlastně posturografií, při které vzniká záznam projekce COP na definovaně instabilní ploše Posturomed, znesnadňující stabilizaci těla ve standardizovaných testovaných situacích, které byly v r. 1993 poprvé zavedeny do vyšetřování (Rašev, 2011).

Dle Raševa (2010) by neměla být destabilizace vyvolávána zevními podněty, jelikož nejde o přirozené podmínky (k zemětřesení dochází v našich podmínkách jen zřídka). Pohyb podložky či různé postrky (dopravní prostředky atp.) jsou již častější, avšak s počtem vnitřních destabilizací (např. při každém kroku, otáčení, ohýbání, manipulaci s předměty) se stále srovnávat nedají.

K měření pomocí posturální somatooscilografie je potřeba vyšetřovací plocha Posturomed, akcelerometr připevněný na spodní ploše Posturomedu, měřicí box, ze

kterého se přenášejí data do počítače. Program Microswing, nainstalovaný v počítači sbírá naměřená data. Tato data se poté přenášejí do programu Posturomed Commander (Rašev, 2011). Více o posturální somatooscilografii ve výzkumné části.

3.5.3 Rozdíl mezi posturografií a posturální somatooscilografií

PSOG je diagnostickou metodou, využívající nový provokační test „step/stand“ na instabilní ploše Posturomed s definovaným stupněm instability a tlumením kmitů (Rašev, 2011). Provokačním testem se provokuje řízení segmentální stabilizace motoriky při kráčení a zastavení (simulace chůze). Test vede u instabilních osob k vyčerpání posturálních rezerv a odhalení posturální dysfunkce bez přítomnosti subjektivních bolestí. Osoby dobře posturálně stabilní ukazují zcela jiné výsledky (Rašev, 2011).

Posturografie vyšetřuje pouze bipedální stoj. Pohyb je maximálně simulován sklápěním posturografické desky nebo se mění optická informace při pohybu hlavou. Vařeka (2002) ale upozorňuje, že vyšetření posturální stabilizace pouze v klidném stoji nemá dostatečnou výpovědní hodnotu pro velké kompenzační schopnosti organismu. O nevhodnosti statického vyšetření píše také Howells (2011).

Zásadními odlišnostmi pSOG od statických i dynamických posturografií jsou nové posturální situace navozované na ploše Posturomed a způsob pohybu plochy Posturomed. Posturomed umožňuje přenášení váhy z jedné dolní končetiny na druhou při kráčení na místě a vyhodnocování 8-sekundových stojů na jedné dolní končetině je možné buď izolovaně nebo celkově sumačně. Simuluje se tím „rozejití a zastavení“, avšak ve srovnání s reálnou lokomocí bez pomocné stabilizace setrvačností, což je při vyhodnocování stabilizace spíše výhodou.

Poprvé se vyšetřují krátkodobé i dlouhodobé posturální reakce během standardizovaného stoje na jedné dolní končetině, opakovaně, aby se vyloučily náhodné jevy, střídavě vlevo a vpravo. Provokace posturálního řízení vede k tomu, že každý proband musí využít svou co nejlepší posturální stabilizaci, která je v pSOG v programu Posturomed Commander hodnotitelná podle určitých parametrů (Rašev, 2011).

3.6 Vliv poranění LCA na posturální stabilizaci

Existuje velké množství literatury zabývající se obnovením posturální kontroly po rekonstrukci LCA. V následujícím textu se pokusím o shrnutí dostupných informací, základních faktů i nedostatků. Výsledky studií jsou velmi nejednoznačné, ať už se jedná o stabilizaci statickou či dynamickou. Výrazné rozdíly jsou zřejmé při testování náročnějších posturálních úkolů. Avšak studie, které zaznamenaly nejlepší výsledky, bohužel měly malé množství měření a zároveň příliš krátkou dobu trvání jednoho testu. Některé testy netrvaly déle než 20 sekund (Shiraishi et al. 1996; Chmielewski et al. 2002), ale Salavati et al. (2009) doporučuje minimálně pět testů, každý alespoň na 60 sekund, aby mohla být adekvátně posouzena úroveň posturální stabilizace. Zároveň tato doba minimalizuje vliv únavy a schopnost učení (Henriksson, 2001).

Howells et al. (2011) prováděli rešerši na téma obnovení posturální kontroly po rekonstrukci LCA ve srovnání s kontrolní skupinou. Vyhledávání literatury z elektronických databází přineslo 1715 studií. Po vyřazení duplicitních článků jich zbylo 950. Při dalším vyhodnocení názvu a abstraktu každé studie bylo dalších 912 vyřazeno. Zbývajících 38 článků bylo hodnoceno třemi nezávislými recenzenty, aby se zjistila jejich vhodnost k zařazení do studie. 20 článků bylo dále vyřazeno, protože zde byli zahrnuti i pacienti, kteří nepodstoupili rekonstrukci LCA. Dalších 7 studií nevyhovovalo kvůli nepřítomnosti kontrolní skupiny. Pouze deset článků bylo tedy nakonec do studie zařazeno. Dále Howells et al. (2011) uvádí hodnocení kvality těchto studií. Žádná z nich nepopisuje způsob výběru probandů a pouze jedna srovnává skupiny ve stejném věku, pohlaví a stupni fyzické aktivity (Mattacola et al. 2002).

Howells et al. (2011) uvádí ve své studii častost rekonstrukcí LCA u mužů 57 % a žen 43 % (z 644 účastníků, kde ale nebylo uvedeno u všech studií zastoupení pohlaví). Průměrný věk účastníků je 26 let (17 - 38 let).

Pouze Bonfirm et al. (2003) aplikoval speciální balanční a propioceptivní tréninkový program jako součást pooperační rehabilitace.

Měření posturální stability použitím statické zkoušky provádělo množství autorů - Harisson et al. 1994; Hoffman et al. 1999; Chmielewski et al. 2002; Zouita Ben Moussa et al. 2009.

Práce Harissona et al. (1994) neukázala žádné signifikantní rozdíly mezi operovanou a neoperovanou končetinou, ani mezi dominantní a nedominantní končetinou. Rozdíly v posturální stabilizaci u operovaných a neoperovaných probandů nebyly v článku zveřejněny. Avšak v závěru práce autoři vznášejí důležitý dotaz, zda je testování statické rovnováhy vhodné pro zjištění funkčních omezení po rekonstrukci LCA.

Při pokusu o měření dynamické posturální stability bylo užito vnějšího podráždění (Henriksson et al. 2001; Hoffman et al. 1999) nebo naklánění či posunování desky (Mattacola et al. 2002; Alonso et al. 2009).

Lysholm (1998) porovnával pacienty 5 let po zranění LCA se zdravými dobrovolníky v testu na fixované válcové úseči. Objevil výrazné rozdíly mezi zraněnou DK pacientů a zdravými končetinami v kontrolní skupině. Významný rozdíl mezi nepostiženou DK pacienta oproti zdravým končetinám kontrolní skupiny byl vidět pouze s vyloučením zrakové kontroly. Při testu s volnou úsečí se prováděl pouze stoj na obou končetinách a rozdíl byl nalezen pouze při zrakové kontrole.

Hoffman et al. (1999) se snažil o simulaci náročnější posturální polohy tím, že stimuloval n. tibialis. Pacienti po plastice předního zkříženého vazů potřebovali k navrácení do rovnovážné polohy více času než kontrolní skupina.

Většina studií porovnává výsledky LCA skupiny se skupinou kontrolní pouze jednorázově. Chmielewski et al. (2002) provádí měření několikrát v průběhu času. Ačkoli se kontrolní skupina stále zlepšovala ve srovnání s LCA skupinou, rozdíly mezi skupinami se snižovaly.

Okuda (2005) se zabýval rozdíly mezi zraněnou a nezraněnou dolní končetinou při stoji na jedné noze. Signifikantní rozdíly však byly nalezeny pouze s vyloučením zrakové kontroly.

Studie Henrikssona et al. (2001) ukazuje, že testování pomocí dynamických úkolů s větší obtížností dokáže přesněji zhodnotit úroveň posturální kontroly. Howells et al. (2011) tak vybízí k zaměření budoucích výzkumů na zhodnocení testů, které zahrnují náročnější aspekty posturální rovnováhy v každodenních činnostech.

Howells (2011) shrnuje svůj výzkum tak, že byly pozorovány mírné až středně závažné nedostatky v posturální kontrole při měření statické rovnováhy. Nicméně, relevance statických úkolů v dynamickém kontextu sportovní aktivity může být zpochybněna. Při dynamickém testování, byla zjištěna snížená posturální kontrola při srovnání s kontrolní skupinou především při náročnějších úkolech. Proto výsledky této

studie ukazují, že posturální kontrola po rekonstrukci LCA není obnovena. Je však obtížné vyvodit spolehlivé závěry, protože zde není dostatečné množství validních studií.

Někteří autoři (Ageberg et al. 2008; Johansson et al. 1991; Zatterstromm et al. 1994) udávají ovlivnění funkce druhostranné končetiny. Ageberg (2008) upozorňuje na to, že často bývá neporaněná dolní končetina používána jako kontrolní ve studiích na téma poranění předního zkříženého vazy. Jiné studie ale ukázaly, že po poranění předního zkříženého vazy jsou postiženy obě dolní končetiny (Konishi et al. 2007; Roberts et al. 2000). Ageberg (2008) dále objasňuje možné mechanismy ovlivnění druhostranné končetiny, jedná se o fyzickou inaktivitu, porušenou zpětnou senzoricou vazbu z poraněného kloubu s efektem na druhostrannou končetinu a změnu centrálních motorických programů následkem ztráty mechanoreceptorů po zranění.

Tématem posturální stabilizace se zabývají i čeští autoři, avšak s přímou návazností na kolenní kloub jsem objevila pouze diplomovou práci Mgr. Miroslava Koláře a diplomovou práci Mgr. Zuzany Indrové. Výsledky Koláře naznačují, že schopnost posturální stabilizace je u osob po plastice předního zkříženého vazy odlišná ve srovnání s kontrolní skupinou, a to jak při stoje na operované dolní končetině, tak při stoje na končetině druhostranné. Výsledky dále naznačují rozdíly v posturální stabilizaci mezi stojem na operované a na druhostranné dolní končetině (Kolář, 2011). Indrová se zabývá vlivem tapingu na posturální stabilizaci (Indrová, 2012).

4 Fyzioterapie po plastice LCA

V této práci je průběh rehabilitační péče v souladu s prací Smékala (2006), částečně se Standardem fyzioterapie po artroskopicky asistované plastice LCA, vydaným UNIFY ČR, dále navazuje na nejnovější světové publikace v této oblasti. Akcelerovaný přístup v terapii, jak dokázal Beynon (2005), nemá statisticky lepší výsledky než standardní terapie, avšak někteří autoři tento přístup v terapii podporují (Wilk et al. 2012; Weber et al. 2012).

Po plastice předního zkříženého vazy je popisováno množství dysfunkcí na pohybovém aparátu. Pacienti si stěžují na dysestázie v oblasti jizvy a distálně od kolena, pocit tahu v jizvě. Typické je omezení rozsahu pohybu v kolenním kloubu, z důvodu ochranných spasmů nebo z důvodu otoku. Téměř vždy najdeme oslabení m. quadriceps femoris, ischiokrurálního svalstva, m. triceps surae, popřípadě hýžd'ových svalů. Někdy je patrná hypotrofie m. quadriceps femoris, zejména m. vastus medialis. V rámci myofasciálních poruch palpujeme Trigger points v m. quadratus plantae, m. soleus, m. tensor fasciae latae, mm. hamstrings, mm. glutei, m. piriformis. Dále pozorujeme změnu stereotypu chůze, chybný odval plosky, blokádu hlavičky fibuly, jednostranný blok SI a podobná zřetězení. Chybný stereotyp chůze se většinou vyvine ještě před operací v době akutního úrazu. Váha není přenášena rovnoměrně, ale dochází k většímu zatížení zdravé končetiny, u postižené končetiny chybí přirozená extenze kolena v kročné fázi a flexe u stojné fáze. Dochází k narušení timingu a recipročních vztahů svalové souhry. Porucha hlubokého cití, propiocepce, částečný neglect a změna timingu v koordinaci svalů způsobuje pocit nestability a nejistoty při chůzi i pohybech (Hájková; Fuksa, 2006).

4.1 Předoperační péče

V této fázi je hlavním úkolem odstranění nebo zmírnění otoku, redukce bolesti a obnovení plného rozsahu pohybu (Weber et al. 2012). Dále je vhodné předoperační přípravu zaměřit na nácvik správného stereotypu chůze o francouzských holích i bez nich, pokud je to možné. K redukci otoku je vhodné využívat především kryoterapii a kombinaci diadynamických proudů CP a LP. Elektrogymnastika na mm. vasti

quadricepsu vede ke zlepšení venózního návratu a zlepšení svalové aktivity. Dále lze aplikovat PIR m. rectus femoris, mobilizaci patelly a hlavičky fibuly. Rehabilitace by měla být dále zaměřena na zlepšení svalové koordinace a svalové síly. Nezaměřujeme se pouze na postiženou končetinu, ale cvičíme i s končetinou zdravou (Smékal, 2006).

4.2 Časná pooperační fáze (0. -2. týden)

Pooperační rehabilitace by měla začít první pooperační den (Frontera et al. 2008). Hlavním cílem v časně pooperační fázi je zmírnění otoku a bolesti. Toho docílíme kryoterapií a polohováním končetiny do zvýšené polohy. Dále provádíme tzv. cévní gymnastiku, která slouží jako prevence tromboembolické nemoci a zároveň příznivě ovlivňuje otok kolena. Bolest lze ovlivnit medikamentózně, ale i aplikací analgetických proudů (diadynamické LP nebo středofrekvenční) (Smékal, 2006).

Nejednotnost názorů se objevuje v otázce dosažení plné extenze. Současná literatura vyzdvihuje důležitost dosažení plné pasivní extenze v prvním týdnu po operaci (Cameron, 2007; Frontera et al. 2008; Weber et al. 2012) oproti dřívějšímu požadavku dosažení extenze až do konce šestého týdne (Smékal, 2006). Polohování v sádrové dlaze do plné extenze, jak doporučuje Mucha (2000), se nám stejně jako Smékalovi (2006), nezdá vhodné, ačkoli autoři, kteří propagují akcelerovaný přístup rehabilitace, provádějí ortézování v plné extenzi během prvních dvou týdnů po operaci (Wilk et al. 2012). Rozsah flexe by měl být postupně zvyšován v nebolestivém rozsahu, s dotažením do bariéry měkkých tkání. Pacienta instruuje k samostatnému cvičení doma, zejména má provádět izometrickou aktivaci m. quadriceps femoris v uzavřeném kinetickém řetězci s využitím overballu pod kolenem. V 15° flexi nedochází k protažení štěpu a mm. vastii mají maximální stabilizační vliv na patellu (Smékal, 2006). Nutné je instruovat pacienta k zatlačení paty do podložky, aby došlo k aktivaci hamstringů (Chmielewski et al. 2002). Dále je možné využít technik propioceptivní neuromuskulární facilitace, nejlépe je snášena technika rytmické stabilizace. Po odstranění stehů provádíme měkké techniky na jizvy a mobilizaci patelly, hlavičky fibuly a ostatních kloubů dolní končetiny (Smékal, 2006). Ztráta hybnosti patelly vede problémům s obnovením plného rozsahu pohybu a svalové síly quadricepsu (Wilk et al. 2012).

4.3 Pooperační fáze (3. - 6. týden)

V této fázi terapie se snažíme o obnovu ko-kontrakce flexorového a extenzorového aparátu kolenního kloubu, zvětšení rozsahu pohybu, zlepšení propriocepce a později také o nácvik správného stereotypu chůze bez berlí. Smékal (2006) uvádí, že by mělo být dosaženo 90° flexe do pátého týdne (u operací endo-button už od třetího), někteří autoři předpokládají flexi nad 90° už v časně pooperační fázi (Weber et al. 2012; UW Health Sports Medicine Center, 2011).

Samozřejmě dále pokračujeme v provádění aktivního cvičení, měkkých technik i prostředků fyzikální terapie. Zařazujeme PIR postižených svalů. V přípravě na chůzi s plným zatížením operované DK provádíme měkké techniky plosky nohy a mobilizace drobných kloubů nohy. Dále pokračujeme s nácvikem přenášení váhy na operovanou DK (Smékal, 2006). Plná zátěž operované dolní končetiny je doporučována ke konci čtvrtého týdne (Strobel, 1998; Smékal, 2006).

I nadále je vhodné pokračovat ve cvičení v uzavřených kinetických řetězcích. Postupně můžeme začít užívat i otevřených kinetických řetězců, nejlépe v rozsahu od maximální flexe do 40° flexe, jelikož tak dochází k minimální tenzi v oblasti štěpu (Risberg et al. 2001). Samozřejmě využíváme technik PNF, k posílení mediálního vastu lze nejlépe využít 1. diagonálu, technikou rytmické stabilizace (Smékal, 2006).

V této fázi rehabilitace začínáme se senzomotorickým cvičením, jak ho popsali Janda a Vávrová (1999). Senzomotorické cvičení, někdy také označováno jako proprioceptivní trénink (Risberg et al. 2001; Ageberg, 2002), začíná v sedě, tvarováním „malé nohy“ a pokračuje v dalších složitějších pozicích. Významnou složkou rehabilitace je zařazení kolenního kloubu do tělového schématu, čehož lze docílit tréninkem neuromotorické kontroly a dynamickou stabilizací kloubu. Mezi hlavní zásady tréninku dynamické stabilizace patří respektování požadavků operátora, respektování únavy a nocicepce (přechod k jiné aktivitě), zapojení kolenního kloubu do tělového schématu, zaměření i na zdravou DK a na „celého člověka“. Mezi zásady progresu tréninku patří upřednostňování kvality před kvantitou; přechod k náročnějšímu až po zvládnutí předchozího; zátěž zvyšovat pouze v jednom parametru; postupovat od stabilizace statické k dynamické, dále k labilizaci; od plynulosti přecházet k náhlým změnám; od uzavřených kinetických řetězců postupovat k otevřeným; od pohybu

v sagitální rovině přecházet k rotacím, translacím a everzím; cvičit anticipační složku aktivace. K zařazení kolena do tělového a pohybového schématu může přispět elektrogymnastika v nadprahově senzitivní intenzitě, popřípadě různé imaginační postupy nebo pasivní techniky (Mayer; Smékal, 2004).

4.4 Pozdní pooperační fáze (7. – 12. týden)

Stále se snažíme o obnovení propriocepce, zlepšení svalové síly a kontroly. Jelikož bylo zjištěno snížení aferentace až o 70 % a to nejen na postižené končetině, ale také na končetině zdravé (Ageberg, 2002). To znamená, že proprioceptivní trénink je vhodné aplikovat na obě DKK. Využíváme labilní polohy (TerapiMaster) nebo labilní plochy (úseče, Posturomed, Rolo, Fitter). Dále provádíme plyometrický trénink, tedy opakované střídání excentrické a koncentrické kontrakce svalové jednotky. Pro zlepšení svalové síly můžeme využít rotoped, popřípadě stepper. Pacient může provádět chůzi na běžícím pásu nebo v bazénu (Smékal, 2006).

4.5 Rekonvalescenční fáze (13. týden - 6. měsíc)

V této fázi očekáváme návrat ke sportovním a společensko-profesním aktivitám. Při sportu je dobré do jednoho roku po operaci používat funkční ortézu (Smékal, 2006). Sportovní aktivity jako je běh, fotbal nebo tenis lze zahájit u sportovců po 12. týdnu, návrat k vrcholovému sportu po šesti měsících (Gotlin, 2007). U skokových a dopadových sportů jako je basketbal a volejbal může být návrat na vrcholovou úroveň až po 6-9 měsících (Wilk et al. 2012).

Studie (Lee et al. 2008, Gobbi; Francisco, 2006) ukazují, že přes 60 % pacientů se po plastice předního zkříženého vazů vrátí na původní úroveň sportování. Důvodem nenavrácení k původní aktivitě je většinou strach z dalšího zranění nebo přetrvávající pocit nestability. Rozdíl v použití štěpu patellárního nebo štěpu z hamstringů nebyl prokázán.

5 Cíle práce

5.1 Cíl práce

Cílem práce bylo porovnat hodnoty posturální stabilizace u osob s rupturou předního zkříženého vazy v různých stádiích léčby. Dále bylo cílem objektivizovat, zda a jak rychle dochází ke zlepšování posturální stabilizace po operační rekonstrukci LCA. Tato data mohou mít velký význam při pooperační rehabilitaci, a také při uvažování o návratu k původní sportovní aktivitě.

Dále byl výzkum zaměřen na zjištění vlivu dlouhodobého poškození jedné končetiny na posturální stabilizaci končetiny druhostranné. Měření nebylo prováděno na kontrolní skupině, jelikož studií na toto téma je mnoho a z výsledků vyplývá, že rozdíl v posturální stabilizaci u osob po rekonstrukci LCA a u zdravých osob je patrný. Nehledě na to, že Posturomed Commander v němž jsou naměřená data zpracována, porovnává tato data se skupinou zdravých jedinců, která jsou uložena v programu jako základ ke klasifikaci do tříd.

5.2 Úkoly práce

1. Provést literární rešerši
2. Stanovit metodický postup
3. Vybrat probandy a získat souhlas k měření
4. Provést měření a sběr dat
5. Analyzovat data
6. Vyhodnotit a interpretovat data

5.3 Výzkumné otázky

1. Je rozdíl v posturální stabilizaci před operací a jeden měsíc po operaci LCA?
2. Je rozdíl v posturální stabilizaci před operací a tři měsíce po operaci?
3. Je rozdíl v posturální stabilizaci jeden a tři měsíce po operaci?
4. Je posturální stabilizace zdravé končetiny rozdílná v porovnání s končetinou, která má rupturu předního zkříženého vazy?
5. Je posturální stabilizace zdravé končetiny rozdílná v porovnání s končetinou, která prodělala plastiku LCA?

Teoretický podklad výzkumných otázek

První měření metodou posturální somatooscilografie bylo provedeno v týdnu před plánovanou rekonstrukcí předního zkříženého vazy. Většina studií zabývajících se tématem stability či stabilizace u osob s poraněním předního zkříženého vazy provádí měření v delším časovém horizontu po operaci. Srovnání se stavem před operací a po ní může podat cenné informace o průběhu pooperační léčby, hojení a efektu rehabilitace.

Z výzkumů vyplývá, že při poškození jedné dolní končetiny, které se nechává dlouhodobě bez terapie, dochází k přetěžování končetiny druhostranné, což by mohlo vést ke zhoršení posturální stabilizace. V dnešní době je trend akcelerované rehabilitace po plastikách LCA, avšak stav kolenního kloubu, ať už se jedná o stabilitu, zhojení štěpu či návrat propriocepce, ne vždy odpovídá rychlosti léčby.

Druhé měření následovalo měsíc po operaci, jakmile pacient mohl začít plně zatěžovat operovanou dolní končetinu. Ačkoli se v dnešní době jedná o miniinvazivní operace, pro pacienta každý zákrok znamená zátěž. Jelikož byla končetina měsíc odlehčená a všechny tkáně se hojí, bylo by pravděpodobné zhoršení stabilizace.

Třetí měření bylo provedeno tři měsíce po operaci, jelikož už se v tomto období doporučuje postupný návrat ke sportovním aktivitám. Zlepšení posturální stability je předpokladem pro úspěšný návrat ke sportu.

6 Metodika práce

Diplomová práce je předkládána jako pilotní studie, která byla zpracována formou deskriptivně-asociační, kdy se jednalo o klinické testování skupiny osob. V teoretické části jsou shrnuty dostupné informace o předním zkříženém vazuu, jeho poranění a léčbě, vlivu na posturální stabilizaci, dále o možnostech objektivizace posturální stabilizace. Ve výzkumné části bylo provedeno měření metodou posturální somatooscilografie tak, jak je popsáno níže.

6.1 Metodologický postup

Ve výzkumné části práce bylo provedeno měření na Posturomedu při posturálním provokačním testu. Měření u každé osoby s rupturou LCA bylo provedeno třikrát v různých časových stadiích jejich léčby. Pohyb plošiny byl snímán pomocí akcelerometru, přenášen do diagnostického systému Microswing a vyhodnocen metodou posturální somatooscilografie pomocí programu Posturomed Commander.

Měření, rehabilitace a analýza získaných dat probíhalo v Centru rehabilitace a fyzikální medicíny Medtempl, v Uhříněvsi u Prahy. První měření bylo provedeno v týdnu před plánovanou operací ruptury LCA. Rehabilitace byla započata dva týdny po rekonstrukci. Druhé měření bylo provedeno první den po zahájení plného nášlapu na operovanou dolní končetinu (1 měsíc po operaci). Třetí měření bylo provedeno v delším časovém horizontu, po celkové rekonvalescenci pacienta (3 měsíce po operaci).

6.2 Výzkumný soubor

Výzkumu se zúčastnilo celkem 12 probandů. Tři byli vyloučeni, jelikož nesplnili vstupní kritéria. Skupina nakonec obsahovala 9 probandů s rupturou LCA, mužského pohlaví, věk mezi 20 - 40 lety, sportovci. Účast ve výzkumu byla dobrovolná, všichni probandi byli předem seznámeni s průběhem měření a podepsali informovaný souhlas. Nikdo z probandů neměl předchozí zkušenosti s plošinou Posturomed.

Vstupní kritéria:

- mužské pohlaví, věk 20 - 40 let
- aktivní sportovec
- pozitivní test přední zásuvky a Lachmanův test
- potvrzení ruptury předního zkříženého vazů zobrazovacími technikami
- žádná přidružená poškození kolenního kloubu (ostatní vazy, menisky)
- ruptura LCA déle než půl roku
- žádné hrubé odchylky v konfiguraci segmentů těla
- žádné neurologické onemocnění
- žádné interní onemocnění
- žádné vážné vertebrogenní onemocnění

6.3 Technické vybavení

K měření pomocí posturální somatooscilografie je potřeba vyšetřovací plocha Posturomed se zábradlím, akcelerometr, měřicí box. Mikroelektromechanický akcelerometr byl umístěn přímo uprostřed spodní plochy Posturomedu tak, aby se výchylky v laterolaterálním směru zaznamenávaly na osu X a výchylky v anterioposteriorním směru na osu Y. Akcelerometr je přes Messbox připojen k počítači pomocí USB. Program Microswing 6.0 nainstalovaný v počítači sbírá naměřená data v módu „Stand-Schritt-Messung“. Tato data se poté přenášejí a vyhodnocují v programu Posturomed Commander.

6.3.1 Posturomed

Posturomed je diagnostická i terapeutická labilní plošina s nastavitelným stupněm instability (resp. stability) cvičební plochy, což umožňuje dávkování stupně obtížnosti cvičení. Instabilita plošiny zajišťuje zapojování posturální stabilizační motoriky. Při změně těžiště osoby stojící na Posturomedu dojde k rozkmitání plošiny s tendencí k jejímu ustálení (Rašev, 2011). Plošina osciluje ve všech směrech, i když svislá složka oscilace je málo patrná (Rašev, 1999; Lajnerová, 2010).

Ideální terapeutická plocha musí mít dle Raševa (1999) následující vlastnosti:

- a) Musí nejdříve destabilizovat tím, že každé přenesení těžiště zvýrazní a v následujícím okamžiku pomoci posturálnímu systému vrátit se do (labilní) rovnovážné polohy.
- b) Amplituda a frekvence výchylek terapeutické plochy musí být přizpůsobena aktuálnímu stavu pacienta, což znamená, že stupeň stability dané plochy musí být dávkovatelný.

Kvalita posturálního stabilizačního řízení rozhodne o tom, jestli bude návrat do rovnovážné polohy přestřelovat do opačného směru či nikoli. Vlastnosti plochy pomáhají vypracovat stabilizační posturální reakce. Nastavené tlumení kmitu je jedna z nejdůležitějších vlastností Posturomedu. Nastavení instability Posturomedu lze nastavit ve třech stupních, provokační test je prováděn s otevřenými oběma brzdíčkami (Rašev, 2011).

6.4 Provedení měření

Všichni probandi absolvovali každé měření samostatně, bez možnosti sledovat test u jiné osoby. Nikdo z probandů předtím neabsolvoval měření na Posturomedu, tudíž byl každý zainstruován a následně zaučen, aby si vyzkoušel chůzi na Posturomedu ještě před samotným měřením. Poté všichni probandi absolvovali tento test, jak je popsán níže.

6.4.1 Provokační test posturální stabilizace motoriky

Posturální provokační test se snaží vyprovokovat řízení CNS k aktivaci rezerv při výrazně náročnější situaci, než je v denním životě běžné, avšak v posturální situaci, která se během dne objevuje opakovaně – kráčení a zastavení (Rašev, 2011). Testuje se rozfázovaný krok ve „zmrzlé“ fázi, takto je popisován Jandou (1984).

Posturální provokační test se skládá ze dvou částí:

- *kráčení = tři kroky na místě*

Při kráčení se noha zvedá vždy dopředu, bérce je nastaven vertikálně, chodidlo zvednuté maximálně 15 cm od plochy Posturomedu. Koleno se

nesmí dotknout mediální sagitální roviny, DK je zvedána ve středním postavení

- *zastavení = stoj na jedné dolní končetině po dobu 8 sekund*

Zastavení slouží k hodnocení stabilizační schopnosti ve spojení s balanční složkou. Doba zastavení byla stanovena na osm sekund, protože při kratší době nelze spolehlivě vyhodnotit kvalitu posturální stabilizace a při delší době nastupuje únava, která by mohla test zkreslit.

Obě brzdičky jsou uvolněné, tím je nastavena maximální instabilita plochy. Pro zaučení kráčí pacient na Posturomedu asi tři minuty, záleží na úrovni stereognozie a chápavosti. Pacient musí být důkladně zainstruován, především co se týče zvednutí končetiny. Důraz je kladen na rytmus kráčení, kdy vyšetřované osobě napovídají tóny, které jsou přibližně ve frekvenci klidné chůze (0,9 Hz).

Desetkrát se opakuje kráčení a zastavení. Vyšetřovaná osoba se postaví na levou dolní končetinu a počká na zaznění tří přípravných tónů. Provede tři přesně definované kroky v přibližně sekundovém rytmu a zastaví se na pravé dolní končetině. Po osmi sekundách stoje následují opět přípravné tóny a poté provede další tři kroky na místě a opět následuje stoj, tentokrát na kontralaterální končetině. DKK se střídají, vyšetřuje se tedy pět stojů na levé a pět na pravé končetině.

Ve fázi zastavení se vyšetřovaná osoba snaží nedotýkat zábradlí, při ztrátě rovnováhy a nutnosti dotknout se zábradlí je pokus označen jako neplatný a na konci je měření automaticky zopakováno.

6.5 Zpracování a analýza dat

6.5.1 Posturomed Commander

Program Posturomed Commander pro zpracování dat při měření na Posturomedu byl vytvořen v rámci diplomové práce na katedře kybernetiky ČVUT FEL (Melecký, 2008). Posturomed Commander je nástroj pro vizualizaci, analýzu, rozpoznávání a klasifikaci posturálních dat získaných při provádění testu na Posturomedu. Ke zkoumání jednotlivých parametrů použil Melecký statistickou metodu analýzy rozptylů -

Analysis of Variance. Z původních 355 hodnot parametrů bylo nejprve vybráno 16 parametrů s předpokládanou vypovídající hodnotou, později byla tato skupina omezena na 7 finálních parametrů:

Průměrný koeficient útlumu kmitů

Koeficient útlumu kmitů charakterizuje schopnost posturálního stabilizačního systému utlumit okamžitě po zastavení lokomoce stoj na jedné dolní končetině. Je definován jako logaritmus podílu první amplitudy a aritmetického průměru druhé a třetí amplitudy dělený periodou. Čím vyšší jsou výsledné hodnoty, tím lepší se předpokládá schopnost posturální stabilizace.

Průměrný koeficient utlumené energie Q

Koeficient utlumené energie udává poměr průměrné energie oscilátoru (člověk a Posturomed) ku průměrné hodnotě energie utlumené během jedné periody. Tedy čím více se spotřebuje energie, tím více se utlumila soustava a tím menší je výsledná hodnota. Čím nižší je výsledná hodnota, tím lepší je posturální stabilizace.

Průměrné procento ustálení vůči maximální amplitudě

Průměrné procento ustálení porovnané s maximální amplitudou udává hodnotu bodu ležícího na obálce, který se objevuje jako nejmenší hodnota amplitudy signálu. Hodnota tohoto bodu je vyjádřena v procentech vůči první maximální amplitudě. Čím nižší je tato hodnota, tím lepší je schopnost posturální stabilizace.

Souhrnný parametr krátkodobé stabilizace

Souhrnný parametr krátkodobé stabilizace hodnotí průměrnou hodnotu nejmenších amplitud signálu. Výsledná známka nabývá hodnot 1 = ideální stabilizace, 2 = mírná instabilita, 3 = silná instabilita. Čím nižší je tato hodnota, tím je stabilizace lepší.

Počet ustálení pod hranicí 10 %

Počet ustálení pod hranicí 10 % udává počet dosažených prvních minim signálu, nacházejících se pod hranicí 10 % maximální amplitudy, během 10 měření, tedy 10 x pro osu X a 10 x pro osu Y. Čím vyšší je hodnota, tím lepší je stabilizace.

Počet ustálení nad hranicí 15 %

Počet ustálení nad hranicí 15 % udává počet měření, ve kterých hodnota minimální amplitudy signálu překročila 15 % maximální amplitudy, během 10 měření, tedy 10 x pro osu X a 10 x pro osu Y. Čím nižší je hodnota, tím lepší je stabilizace.

Průměrné diference proti ideální obálce

Průměrná diference vůči obálce je absolutní hodnota rozdílu hodnot amplitud obálky signálu a ideální obálky, vypočtené při stabilizaci ideálně posturálně stabilních osob. Čím nižší je hodnota, tím je posturální stabilizace lepší.

Hodnocení celkové stabilizace

Hodnocení celkové stabilizace se vypočte ze součtu ohodnocení jednotlivých faktorů a vydělí se sedmi. Tím je získaná zaokrouhlená známka, kterou se v programu Posturomed Commander klasifikuje celková posturální stabilizace. Čím nižší je hodnota, tím je stabilizace lepší.

Na základě těchto hodnot je možné hodnotit schopnost posturální stabilizace probanda. Aby toto bylo možné, je použit klasifikátor, který k jednotlivým naměřeným hodnotám přiřazuje třídy. Podle charakteru signálu rozeznáváme čtyři třídy, podle kterých bychom mohli být schopni usuzovat, zda je proband:

- 1) stabilní (celkový stupeň stability 1)
- 2) mírně nestabilní (celkový stupeň stability 2)
- 3) silně nestabilní (celkový stupeň stability 3)

Čtvrtou třídou je hodnota 0 – neznámá hodnota. Program dále z uvedených tříd počítá jednu výslednou hodnotu v rozmezí 1-3. Rozřazení do tříd podle jednotlivých hodnot je uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1: Klasifikace jednotlivých parametrů

PARAMETR	Intervaly hodnot pro jednotlivé třídy		
	1	2	3
Průměrný koeficient útlumu	<1 a více)	<0,6; 1)	(0; 0,6)
Průměrný koeficient utlumené energie Q	(0; 10,52>	(10,52; 16,6>	(16,6 a více)
Průměrné % ustálení vůči max. amplitudě	(0; 13>	(13; 21>	(21 a více)
Souhrnný parametr krátkodobé stabilizace	(0; 1,55>	(1,55; 1,95>	(1,95 a více)
Počet ustálení pod 10 %	<10 a více)	<5; 10)	(0;5)
Počet ustálení nad 15 %	(0; 2>	(2; 6>	(6 a více)
Průměrné difference proti ideální obálce	(0 - 44>	(44; 75>	(75 a více)

6.5.2 Získání a analýza dat

Během provedených měření byl pohyb plošiny Posturomedu zaznamenán v programu Microswing 6.0 v módu Stand-Schritt-Messung a analyzován v programu Posturomed Commander for Windows, jedná se o 2D akcelerometrická data – 10 měření na ose X a 10 měření na ose Y, jeden soubor tedy obsahuje 20 signálů a 7 vypočítaných hodnot, jednu pro každý parametr. Naměřená data byla nejprve analyzována v programu Posturomed Commander, kde byly výsledky rozděleny do tříd tak, jak je uvedeno níže. Posturální stabilizace je klasifikována takto:

- 1,0 – 1,4 stabilní
- 1,5 – 2,4 mírně nestabilní
- 2,5 – 3,0 silně nestabilní

Dále byla data uložena do programu Excel, kde byla statisticky zpracována. Data byla analyzována dvouvýběrovým t-testem. Protože k provedení t-testu je nutný stejný rozptyl obou výběrů, byl tento předpoklad ověřen F-testem. Pokud nedošlo k potvrzení shodnosti rozptylů, byl dále využit dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů. Byla použita konvenční hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

7 Výsledky

V tabulkách 2, 3, 4 jsou uvedeny jednotlivé klasifikace parametrů u každého probanda při 1., 2. a 3. měření, jedná se o stabilizaci celkovou, tedy průměr z obou dolních končetin. K vizualizaci dat bylo užito sloupcových grafů a tabulek. Klasifikace a definice jednotlivých parametrů jsou uvedeny v kapitole 6.5, pro přehlednost uvádím u každého parametru jeho klasifikační třídění.

Tabulka 2: Klasifikace parametrů jednotlivých probandů - 1. měření

1. MĚŘENÍ	prob 1	prob 2	prob 3	prob 4	prob 5	prob 6	prob 7	prob 8	prob 9
param 1	1	3	1	2	1	3	1	2	2
param 2	2	1	1	3	2	2	1	1	2
param 3	2	3	2	3	2	3	2	3	2
param 4	2	3	2	3	3	3	3	3	3
param 5	1	3	2	2	2	3	2	2	2
param 6	3	3	3	3	2	3	3	3	3
param 7	3	3	3	3	3	3	3	3	3
param 8	2	2,7	2	2,7	2,1	2,9	2,1	2,4	2,4

Tabulka 3: Klasifikace parametrů jednotlivých probandů - 2. měření

2. MĚŘENÍ	prob 1	prob 2	prob 3	prob 4	prob 5	prob 6	prob 7	prob 8	prob 9
param 1	1	1	1	1	1	3	1	1	1
param 2	1	2	1	1	1	2	1	1	2
param 3	3	2	1	2	2	2	2	3	2
param 4	3	2	1	2	3	3	3	2	3
param 5	2	2	1	2	2	3	2	2	2
param 6	3	3	1	2	3	3	2	3	3
param 7	3	2	3	3	3	3	3	3	3
param 8	2,3	2	1,3	1,9	2,1	2,7	2	2,1	2,3

Tabulka 4: Klasifikace parametrů jednotlivých probandů - 3. měření

3. MĚŘENÍ	prob 1	prob 2	prob 3	prob 4	prob 5	prob 6	prob 7	prob 8	prob 9
param 1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
param 2	2	1	1	1	1	2	1	1	1
param 3	2	3	1	2	2	1	1	2	2
param 4	3	2	1	2	2	2	2	2	2
param 5	3	2	1	1	2	2	2	1	2
param 6	3	3	1	2	2	2	2	2	3
param 7	3	3	3	3	3	3	3	2	3
param 8	2,6	2,3	1,3	1,7	1,9	1,9	1,7	1,6	2

7.1 Porovnání posturální stabilizace v různých stádiích léčby LCA

První otázka, zda je rozdíl v posturální stabilizaci před operací a jeden měsíc po operaci LCA, byla analyzována dvouvýběrovým t-testem. Byly porovnány hodnoty zdravé končetiny v prvním a druhém měření. Jelikož $t(\text{krit}) = 2,13$ bylo vyšší než $t(\text{stat}) = 0,83$, docházíme k závěru, že rozdíl mezi měřeními není statisticky významný.

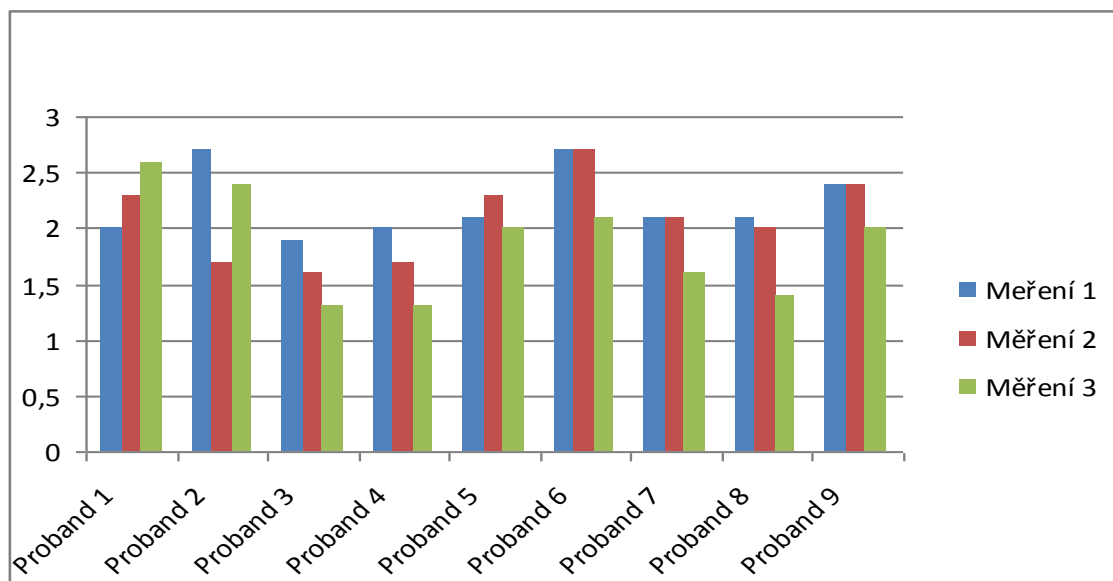
Dále byly porovnány hodnoty postižené končetiny v prvním a druhém měření. Na základě t-testu nebyla prokázána statisticky významná rozdílnost. Z popisné statistiky vyplývá, že mezi prvním a druhým měřením u zdravé končetiny došlo ke čtyřem zlepšením, dvěma zhoršením a tři probandi dosáhli stejného průměrného výsledku. U operované končetiny došlo k sedmi zlepšením posturální stabilizace a pouze ke dvěma zhoršením.

Druhá otázka zjišťuje rozdíl v posturální stabilizaci mezi prvním a třetím měřením. U zdravé končetiny mezi prvním a třetím měření opět není statisticky významná rozdílnost. Při porovnání hodnot mezi prvním a třetím měřením u operované končetiny, kdy hodnota $t(\text{stat})$ je větší než $t(\text{krit})$, můžeme říci, že rozdíl je statisticky významný. Na základě středních hodnot pak zjišťujeme, že mezi prvním a třetím měřením došlo ke zlepšení posturální stabilizace u operované končetiny. Při porovnání jednotlivých hodnot bylo zjištěno, že osm probandů dosáhlo ve třetím měření lepších hodnot posturální stabilizace než při prvním, jak u operované, tak u zdravé končetiny.

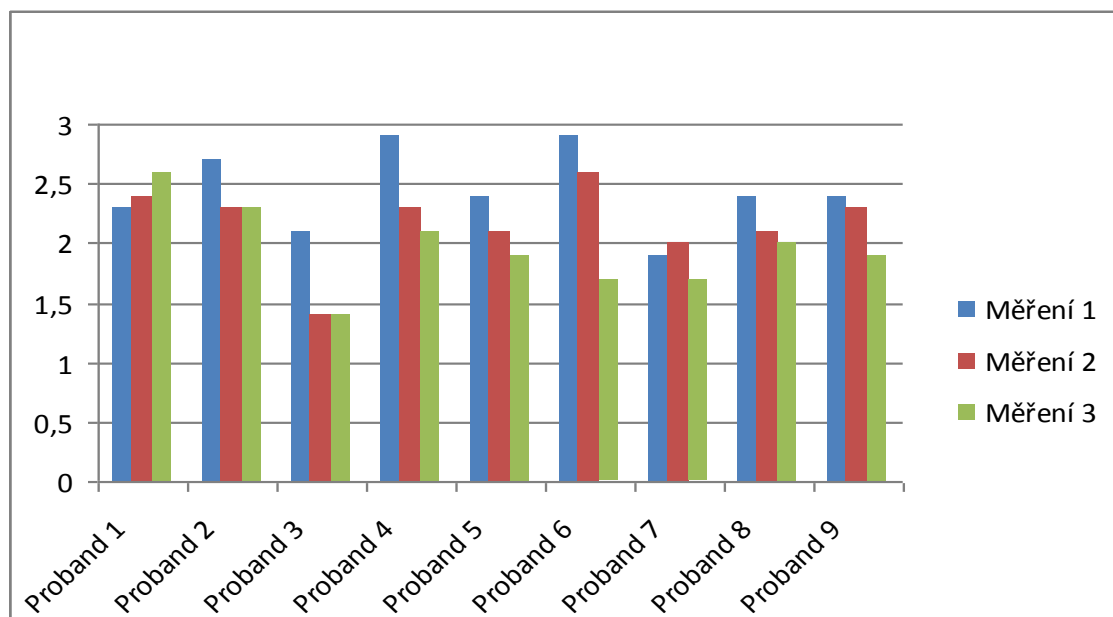
Třetí otázku zodpovídáme při porovnání posturální stabilizace mezi druhým a třetím měřením. U zdravé ani u operované končetiny mezi druhým a třetím měřením

opět nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ($t(\text{krit}) > t(\text{stat})$). Avšak z popisného porovnání vyplývá, že nastalo zlepšení v sedmi případech, pouze ve dvou došlo ke zhoršení posturální stabilizace u zdravé končetiny. U operované končetiny došlo k šesti zlepšením, jednomu zhoršení a dva probandí dosáhli stejných výsledků v druhém a třetím měření. Porovnání posturální stabilizace v různých stadiích léčby znázorňují následující grafy (1,2).

Graf 1: Zdravá DK – celková stabilizace - 1., 2., 3. měření



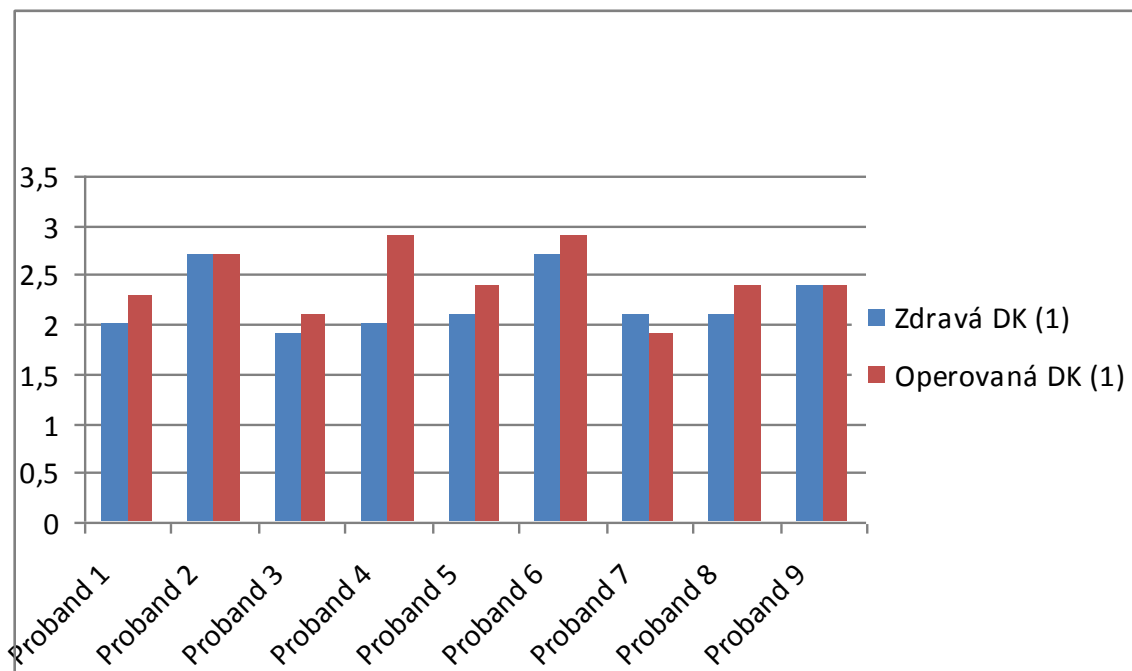
Graf 2: Operovaná DK - celková stabilizace - 1., 2., 3. měření



7.2 Porovnání posturální stabilizace zdravá versus postižená DK

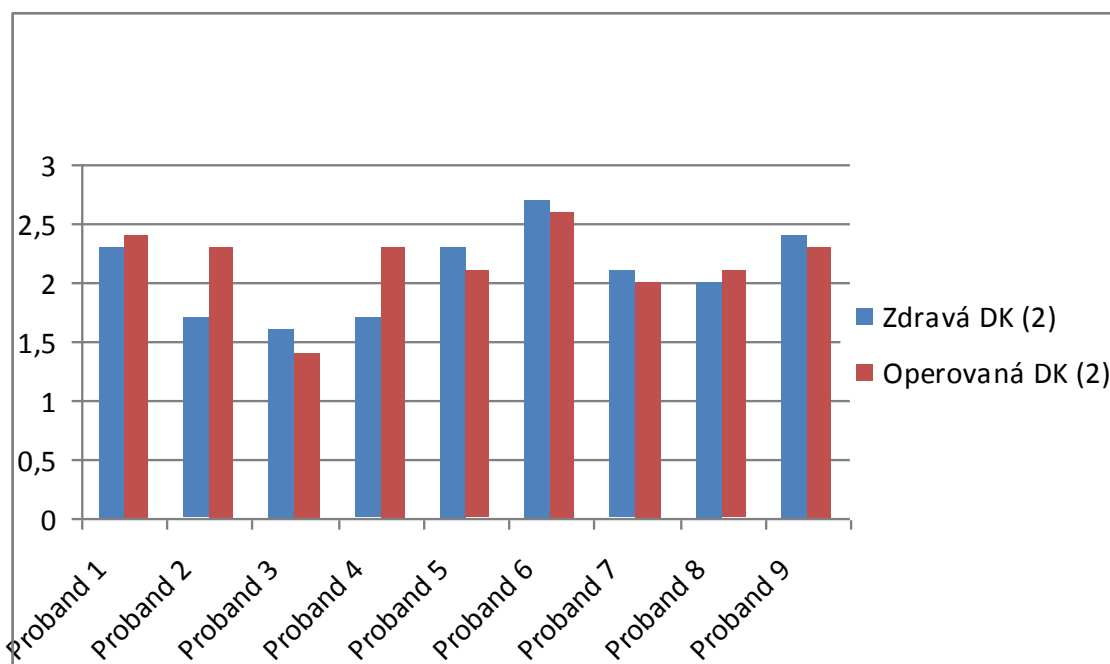
Dále jsem se zaměřila na porovnání posturální stabilizace zdravé končetiny s končetinou, která má rupturu předního zkříženého vazy, to znamená ještě před operační rekonstrukcí. Soubory zde nevykazují statisticky významnou rozdílnost, tedy nelze říci, že by před operací docházelo k horší posturální stabilizaci nepostižené dolní končetiny. Prokazuje to i jednoduché porovnání souborů, kdy pouze jeden proband vykazuje lepší výsledky u operované než u zdravé DK (graf 3).

Graf 3: Porovnání stabilizace DKK - 1. měření



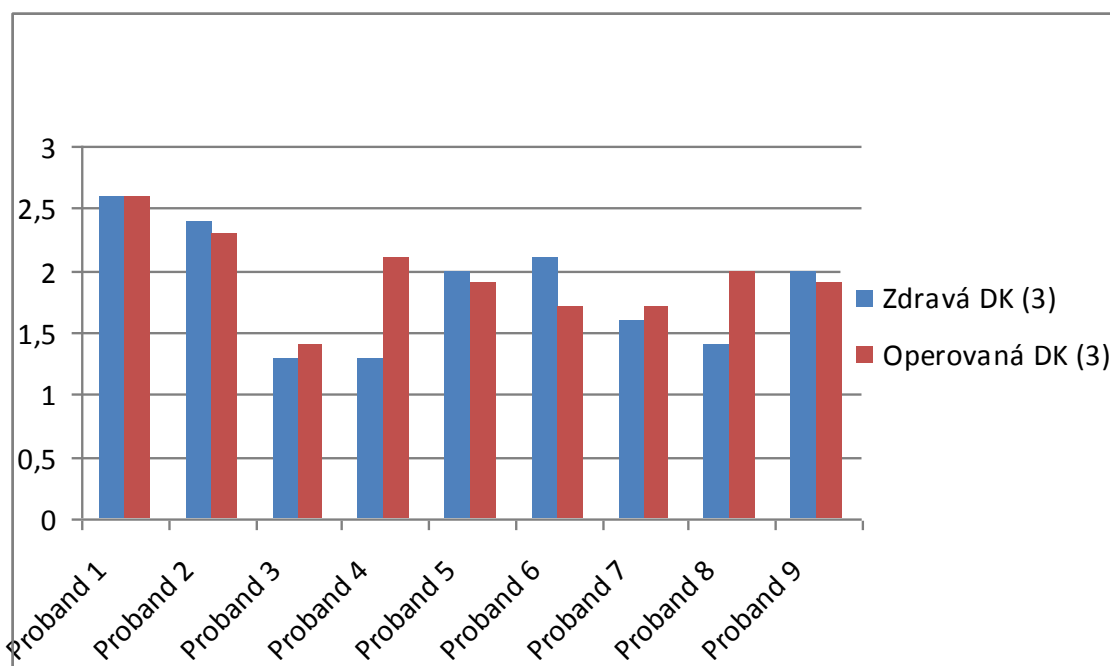
Rozdíl v posturální stabilizaci zdravé a operované končetiny měsíc po operaci není statisticky významný. Pokud porovnáme střední hodnoty, pak vždy vychází zdravá končetina lépe. Ovšem je zajímavé, že u druhého měření mělo více pacientů horší výsledek u zdravé DK, celkem 5 z 9, ale ten byl jen mírně horší. Zatímco dva pacienti měli výrazněji lepší hodnoty u zdravé končetiny, celkově pro celou skupinu vychází lépe neoperovaná DK. Grafické znázornění v grafu (4).

Graf 4: Porovnání stabilizace DKK - 2. měření



Posturální stabilizace mezi zdravou a operovanou DK tři měsíce po operaci opět nevykazuje statisticky významný rozdíl. Ve čtyřech případech je stabilizace zdravé končetiny horší, ve čtyřech lepší a v jednom případě měl proband stejné hodnoty. Rozdíly můžeme také vyčíst z grafu (5).

Graf 5: Porovnání stabilizace DKK - 3. měření



7.3 Analýza jednotlivých parametrů

Tabulka 5: Parametr 1 - klasifikace

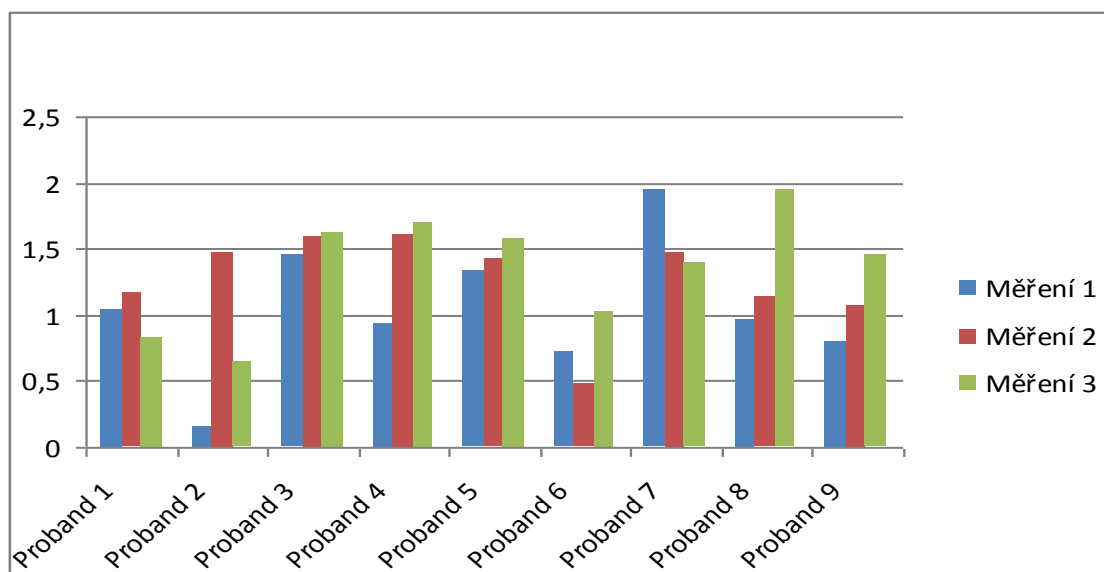
Průměrný koeficient útlumu	(1 a více)	(0,6; 1)	(0; 0,6)
Rozdělení do tříd	1	2	3

Tabulka 6: Parametr 1 - naměřené hodnoty

Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	1,037	1,27	1,358
Medián	0,96	1,43	1,46
Minimum	0,15	0,47	0,65
Maximum	1,95	1,61	1,95
Součet	9,34	11,43	12,23

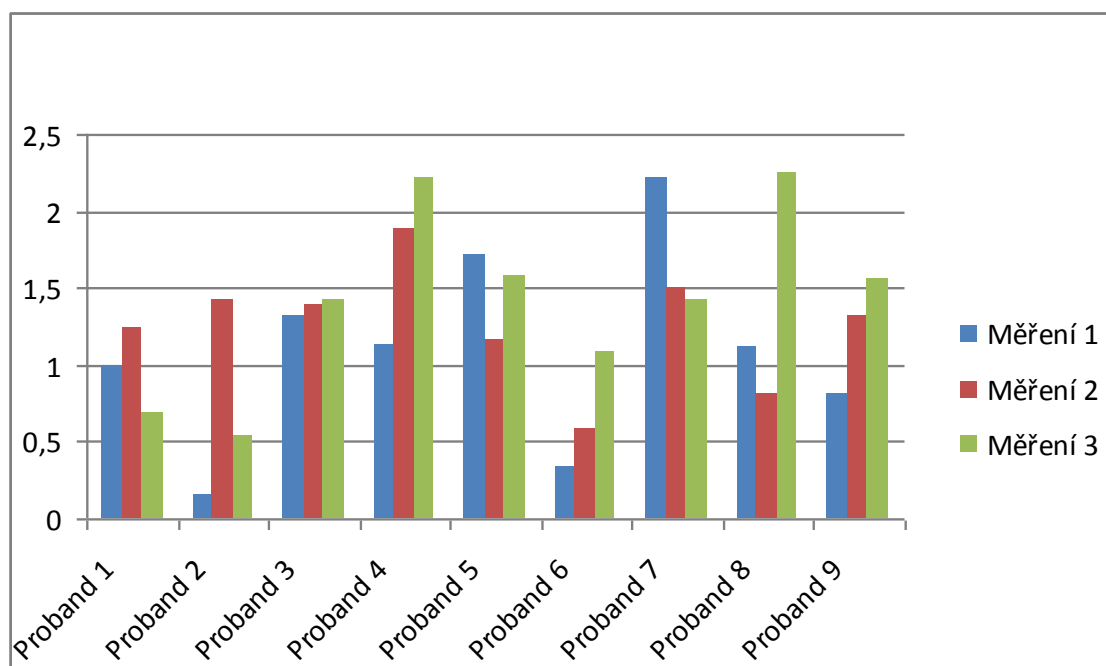
Čím vyšších hodnot parametr nabývá, tím lepší se předpokládá schopnost posturální stabilizace (graf 7). Z popisné statistiky parametru 1 můžeme vyvodit, že největší rozsah měl soubor při prvním měření, kde bylo i největší maximum a nejmenší minimum. Ze středních hodnot pak můžeme učinit závěr, že v každém dalším měření byly výsledky skupiny lepší, střední hodnota postupně roste, stejně tak v případě mediánu. Výsledky při provedení dvouvýběrového t-testu nebyly statisticky významné.

Graf 6: Parametr 1 - celková stabilizace

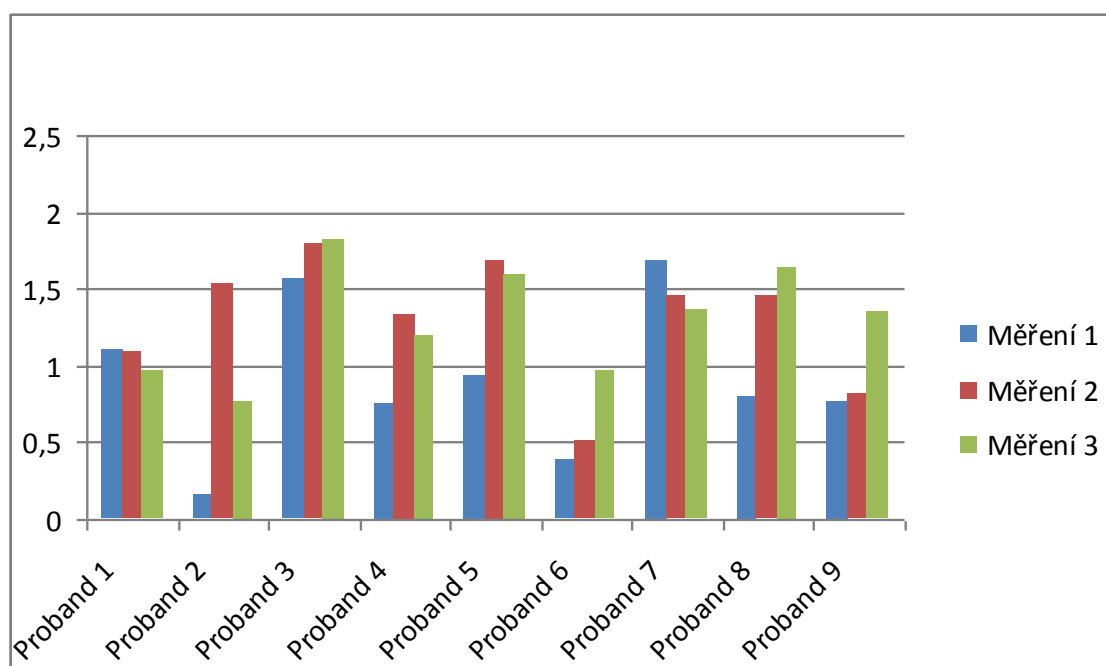


Statisticky významná rozdílnost mezi měřeními nebyla v parametru 1 zjištěna ani v jednom případě. Z grafů (7, 8) je patrné, že zdravá dolní končetina celkově nabývá mírně vyšších hodnot než končetina operovaná a má tedy lepší schopnost krátkodobé stabilizace. Avšak hodnoty jsou velmi kolísavé u všech probandů v průběhu měření.

Graf 7: Parametr 1 - zdravá DK



Graf 8: Parametr 1 - operovaná DK



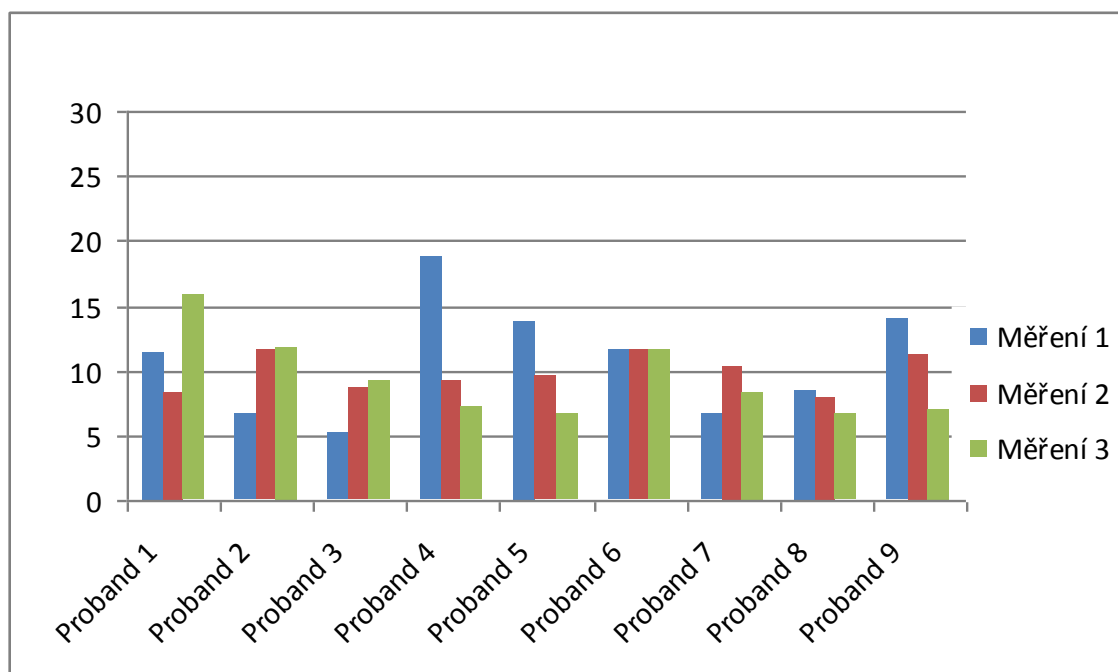
Tabulka 7: Parametr 2 - klasifikace

Průměrný koeficient utlumené energie Q	(0; 10,52)	(10,52; 16,6)	(16,6 a více)
Rozdělení do tříd	1	2	3

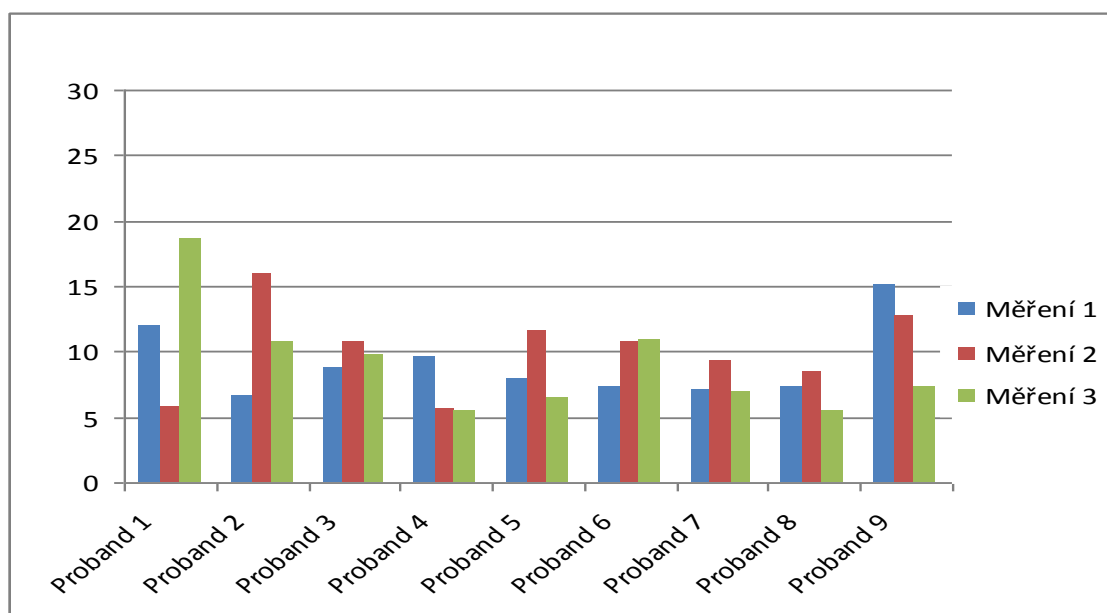
Tabulka 8: Parametr 2 - naměřené hodnoty

Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	10,57	9,82	9,33
Medián	11,385	9,545	8,26
Minimum	3,58	7,945	6,645
Maximum	18,82	11,615	15,79
Součet	95,1	88,37	84,01

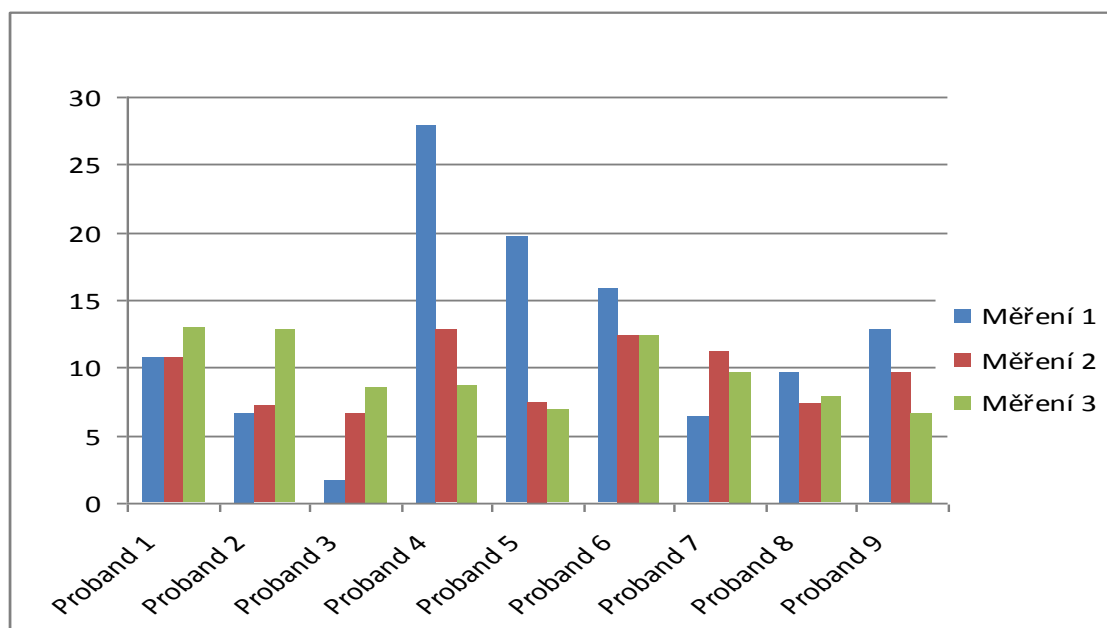
Čím nižší je hodnota parametru 2, tím je lepší schopnost posturální stabilizace. Podle testových kritérií nebyla při t-testu zjištěna statisticky významná rozdílnost mezi měřeními ani v jednom případě. Z pohledu na graf (9) je zřejmé, že u některých probandů došlo ke zvýšení, u některých naopak ke snížení. Z popisné statistiky lze odvodit, že docházelo k postupnému snižování hodnot, tedy ke zlepšování v celkové stabilizace.

Graf 9: Parametr 2 - celková stabilizace

Graf 10: Parametr 2 - zdravá DK



Graf 11: Parametr 2 - operovaná DK



Z porovnání středních hodnot pak vidíme, že u zdravé DK (graf 10) byl tento ukazatel v zásadě na stejné úrovni během všech tří měření, zatímco u operované DK můžeme vidět sestupný trend. Z hodnot rozptylu a z grafu (11) pak vidíme, že u 1. a 3. měření u operované DK byly velké rozdíly v hodnotách u jednotlivých pacientů.

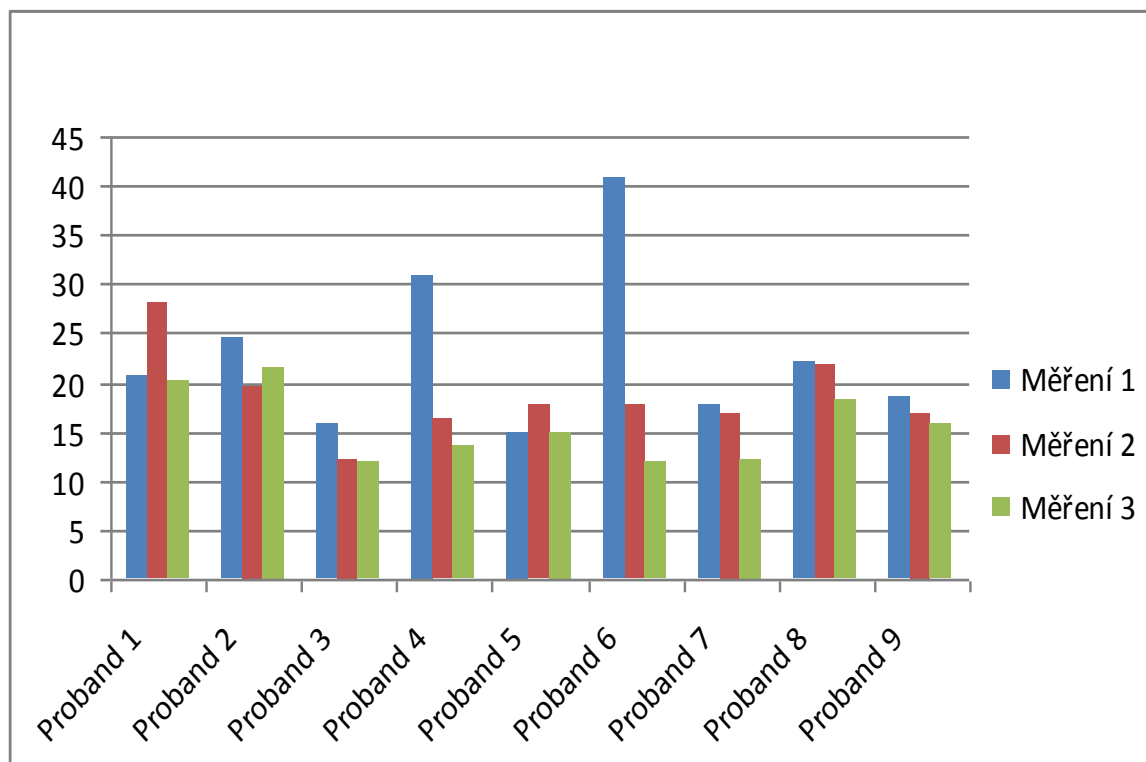
Tabulka 9: Parametr 3 - klasifikace

Průměrné % ustálení vůči max. amplitudě	(0; 13)	(13; 21)	(21 a více)
Rozdělení do tříd	1	2	3

Čím jsou hodnoty parametru 3 nižší, tím je lepší schopnost posturální stabilizace. T-test odhalil statisticky významný rozdíl při měření parametru 3 mezi prvním a třetím měřením. Z popisné statistiky je patrné, že se hodnoty parametru 3 snižují v průběhu měření, tedy dochází k postupnému zlepšování stabilizace (graf 12).

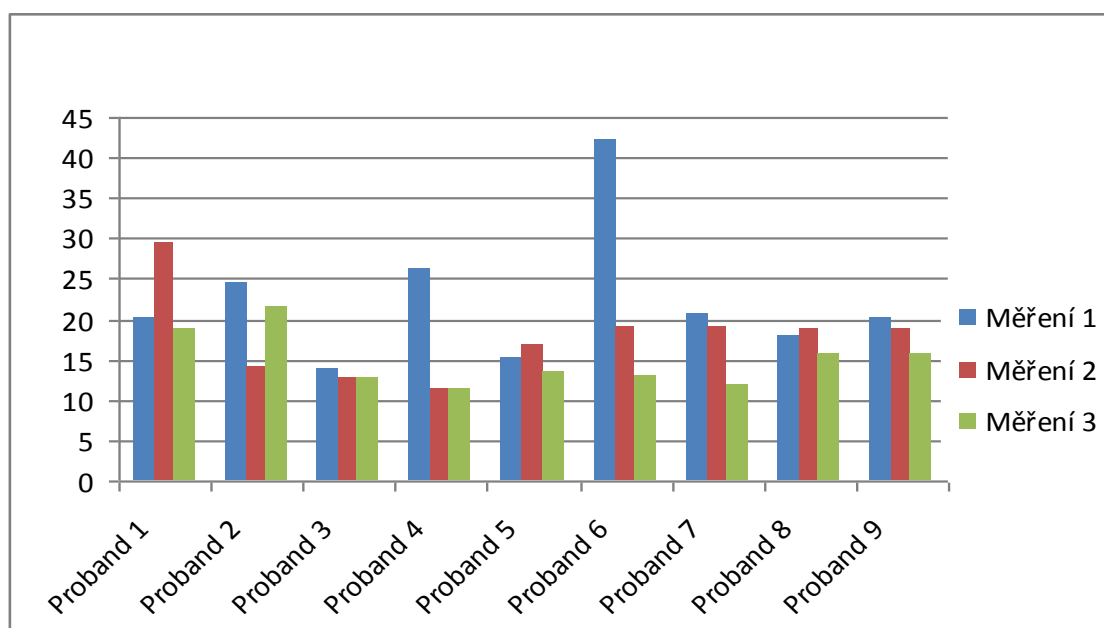
Tabulka 10: Parametr 3 - naměřené hodnoty

Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	22,9	18,54	15,53
Medián	20,76	17,62	14,935
Minimum	15	12,25	11,76
Maximum	40,81	28,13	21,54
Součet	206,09	166,81	140,245

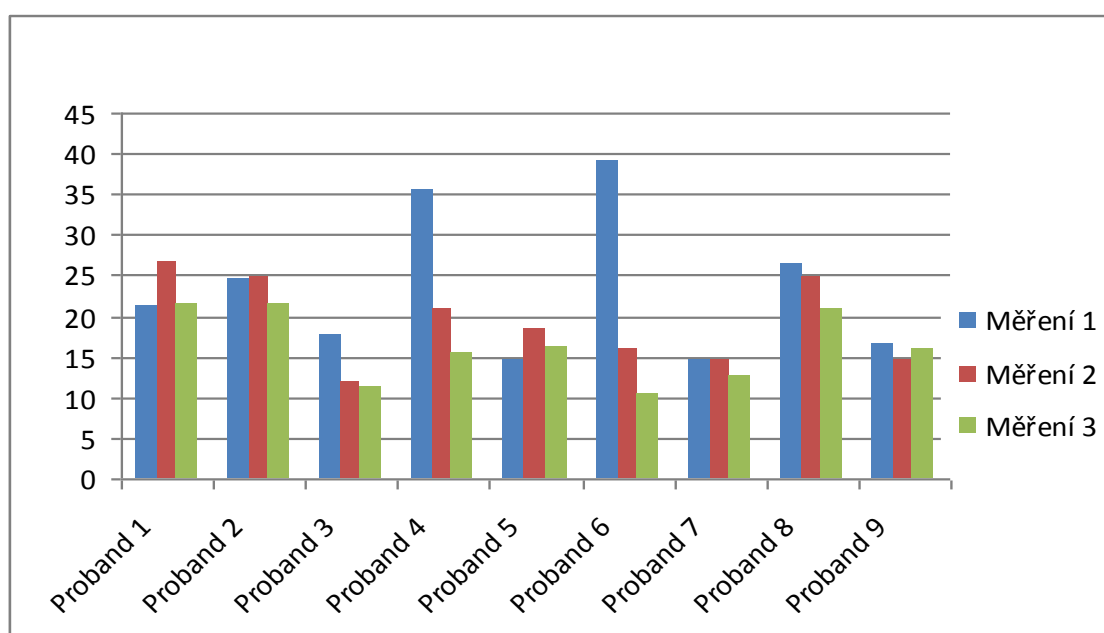
Graf 12 Parametr 3 - celková stabilizace

T-test odhalil statisticky významnou rozdílnost v hodnotách souborů mezi měřeními jedna a tři u zdravé dolní končetiny, kdy došlo k výraznému snížení hodnot. U operované dolní končetiny nebyl mezi hodnotami tak výrazný rozdíl a t-test neprokázal statisticky významnou rozdílnost. Nicméně z grafů (13, 14) můžeme vyčíst klesající trend jak u zdravé, tak u operované dolní končetiny mezi jednotlivými měřeními.

Graf 13: Parametr 3 - zdravá DK



Graf 14: Parametr 3 - operovaná DK



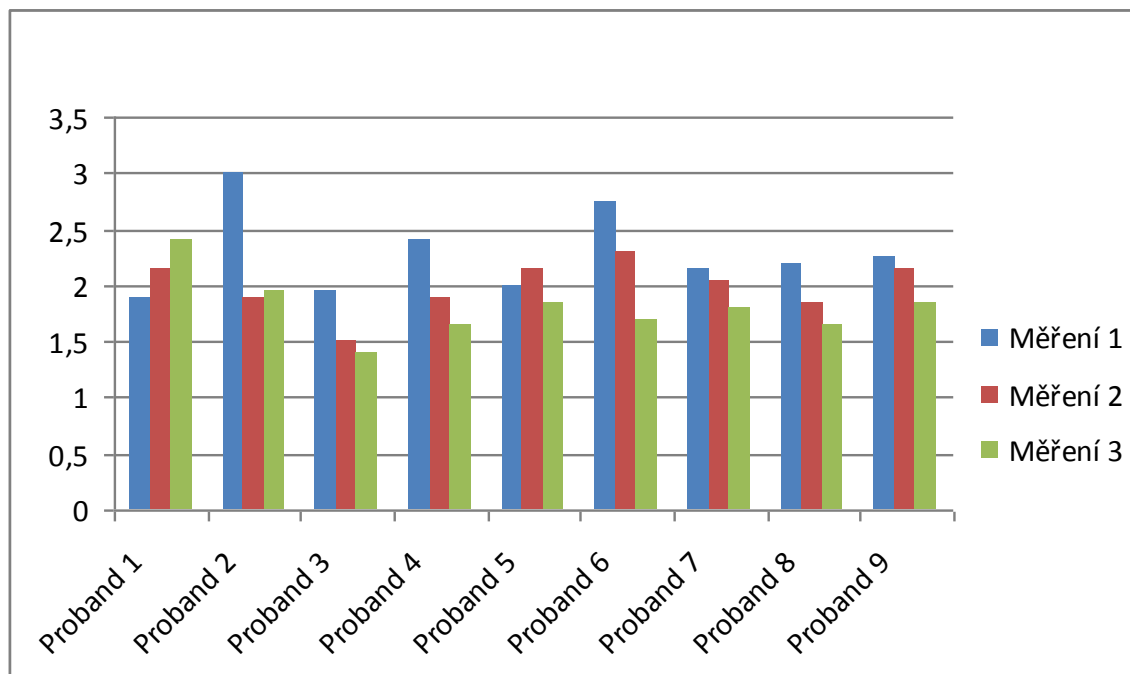
Tabulka 11: Parametr 4 - klasifikace

Souhrnný parametr krátkodobé stabilizace	(0; 1,55)	(1,55; 1,95)	(1,95 a více)
Rozdělení do tříd	1	2	3

Čím nižších hodnot parametr 4 nabývá, tím se předpokládá lepší schopnost posturální stabilizace. Statisticky významný rozdíl byl prokázán u Parametru 4 mezi prvním a třetím měřením. Opět dochází k postupnému snižování hodnot, jak je patrné z tabulky (11) a grafu (15).

Tabulka 12: Parametr 4 - naměřené hodnoty

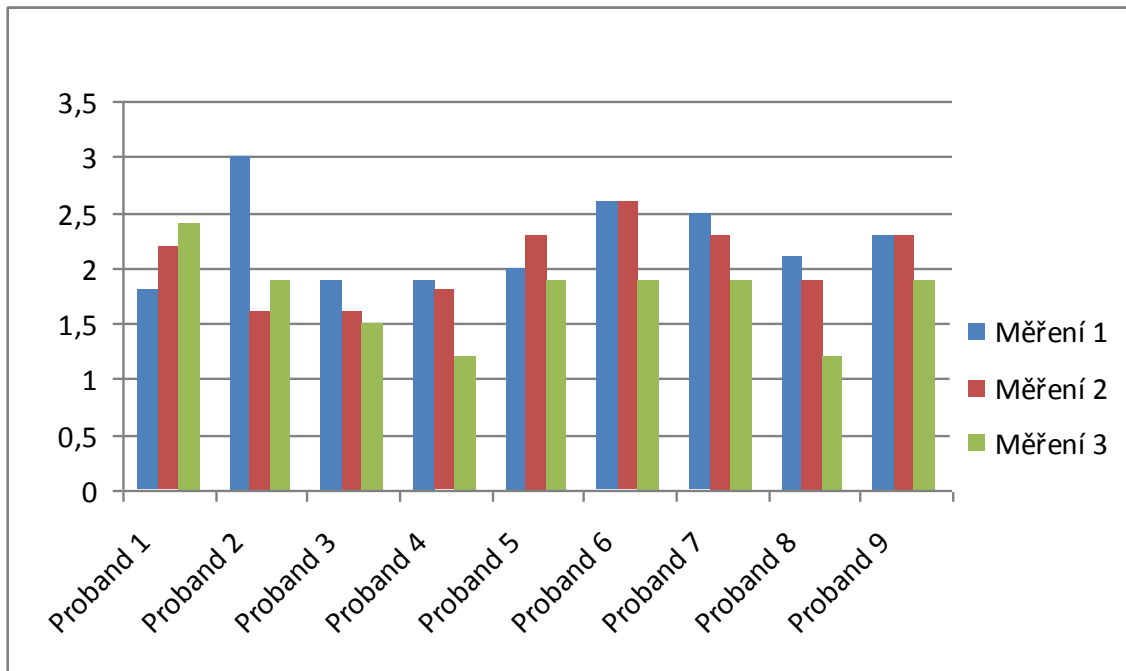
Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	2,29	1,9	1,81
Medián	2,2	20,6	1,8
Minimum	1,9	1,5	1,4
Maximum	3	2,3	2,4
Součet	20,6	17,95	16,25

Graf 15: Parametr 4 - celková stabilizace

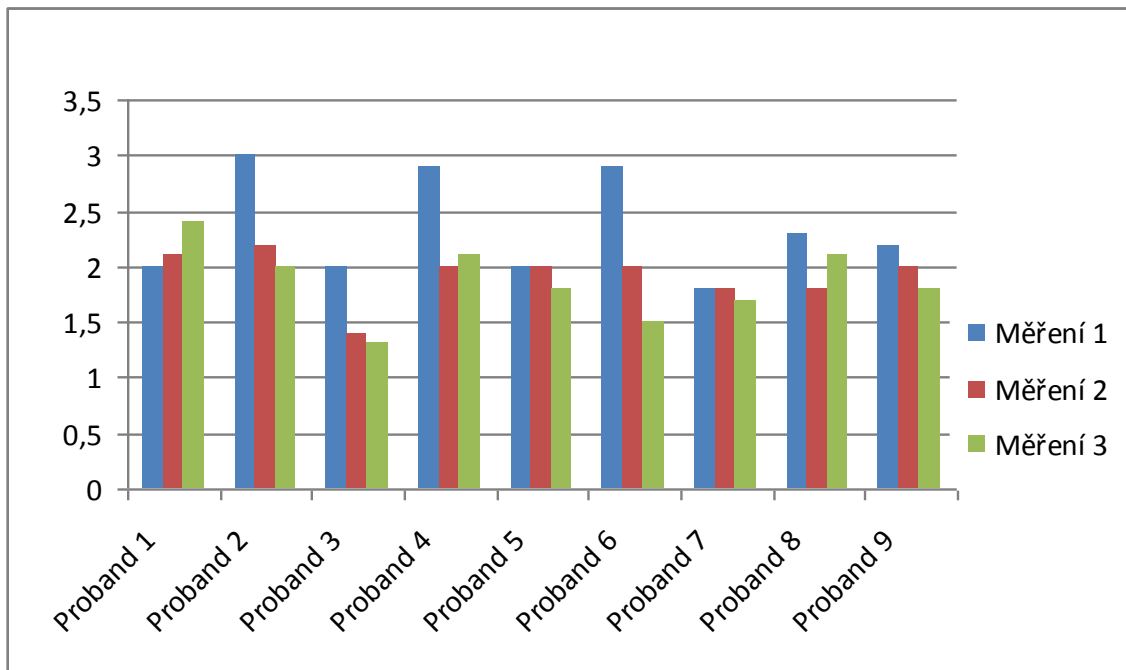
Parametr 4 má statisticky významný rozdíl při porovnání prvního a druhého měření na zdravé končetině, dále mezi druhým a třetím měřením. Operovaná končetina

vykazuje statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým, prvním a třetím měřením. Stejně závěry pak můžeme učinit i při pohledu na grafy (16, 17), kde u operované DK je výrazný rozdíl mezi 1. a 2. měřením, zatímco skok mezi 2. a 3. měřením již není tak výrazný.

Graf 16: Parametr 4 - zdravá DK



Graf 17: Parametr 4 - operovaná DK



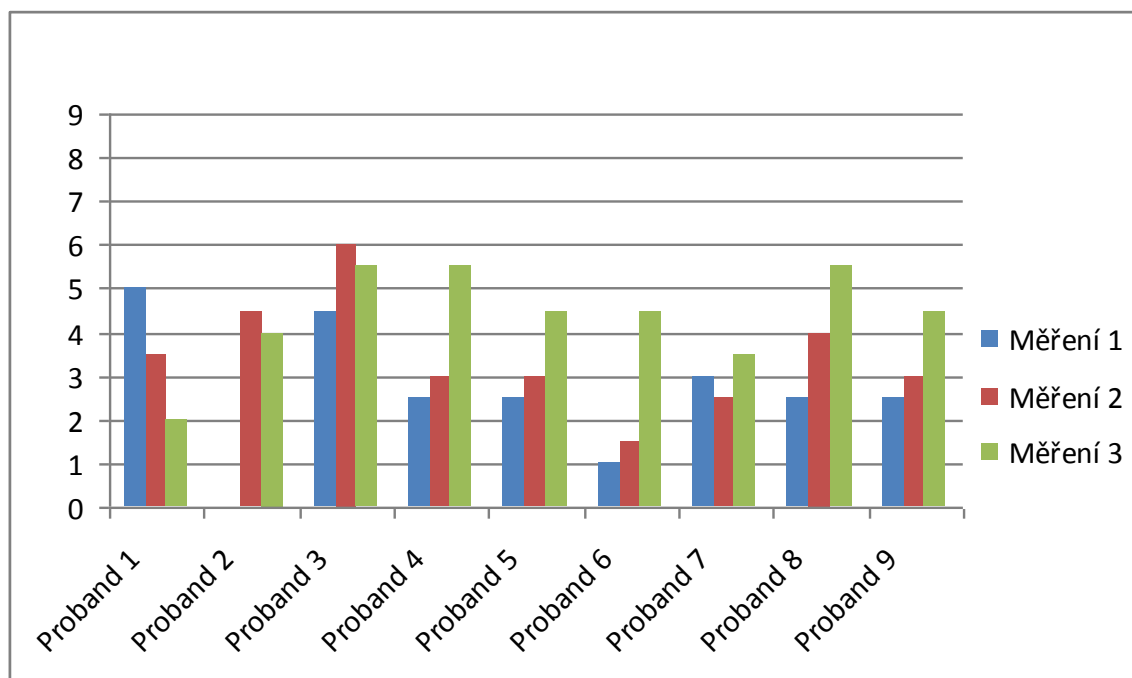
Tabulka 13: Parametr 5 - klasifikace

Počet ustálení pod 10 %	(10 a více)	(5; 10)	(0; 5)
Rozdělení do tříd	1	2	3

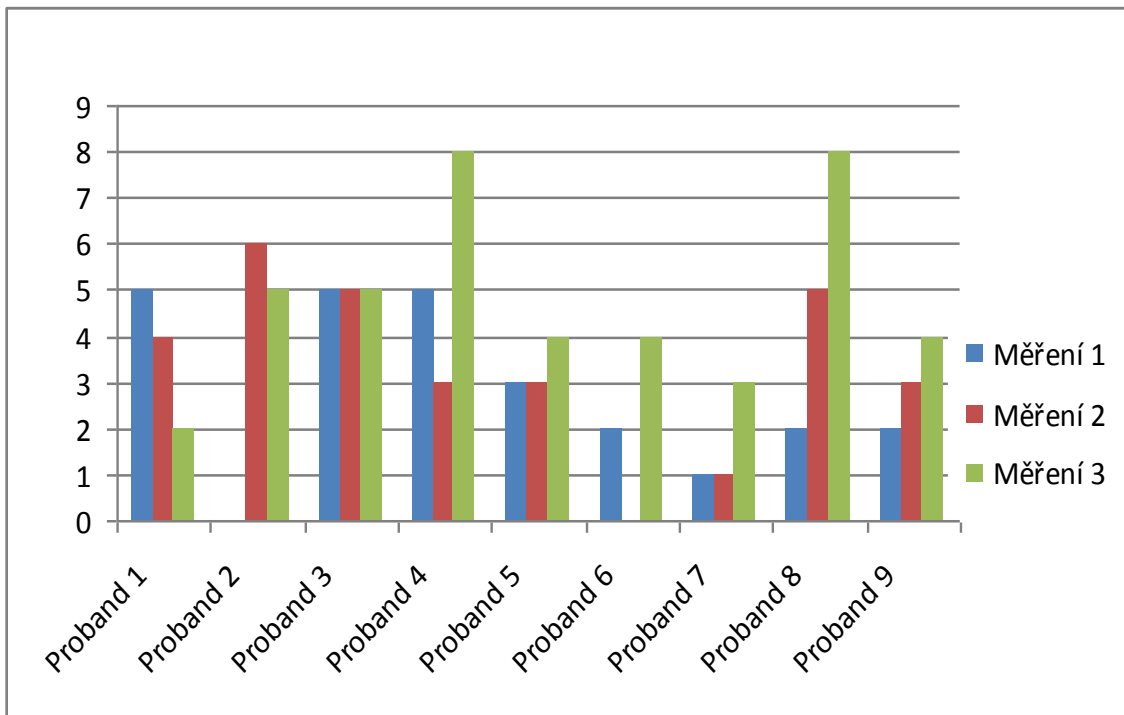
Čím vyšší hodnoty parametru 5, tím je lepší schopnost posturální stabilizace. V t-testu u parametru 5 nebyla zjištěna statisticky významná rozdílnost mezi měřeními. Z grafů (18, 19) je patrný jasný vzestupný trend, především u operované dolní končetiny (graf 20).

Tabulka 14: Parametr 5 - naměřené hodnoty

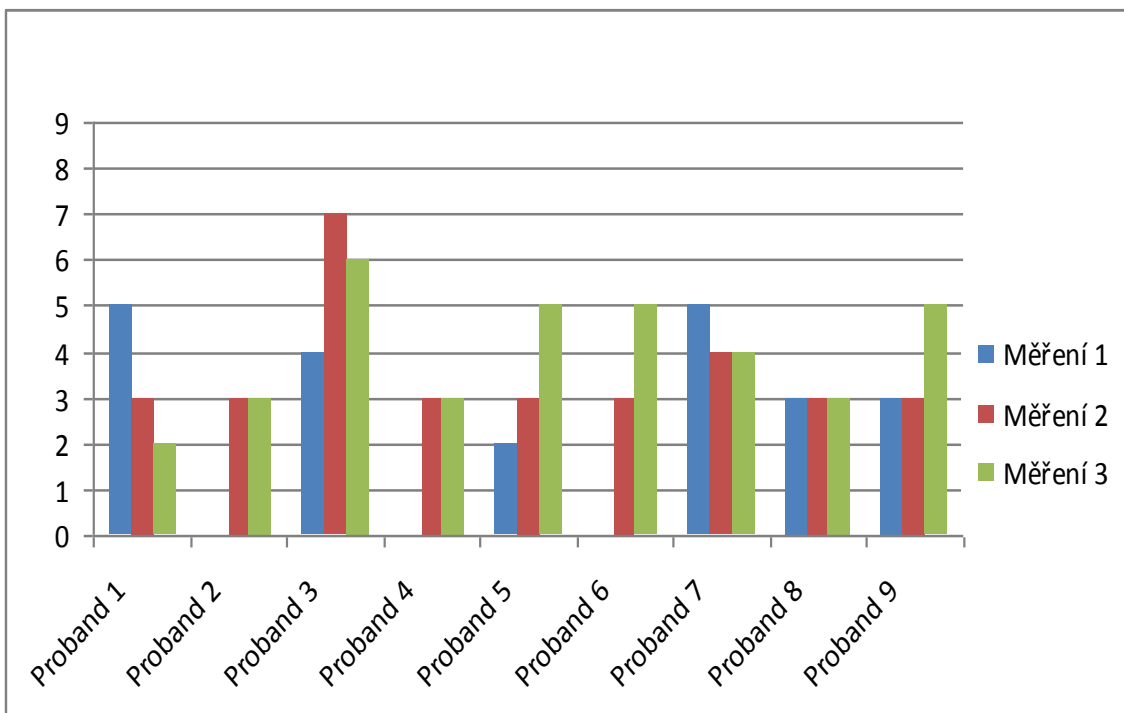
Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	2,61	3,44	4,39
Medián	2,5	3	4,5
Minimum	0	1,5	2
Maximum	5	6	5,5
Součet	23,5	31	39,5

Graf 18: Parametr 5 - celková stabilizace

Graf 19: Parametr 5 - zdravá DK



Graf 20: Parametr 5 - operovaná DK



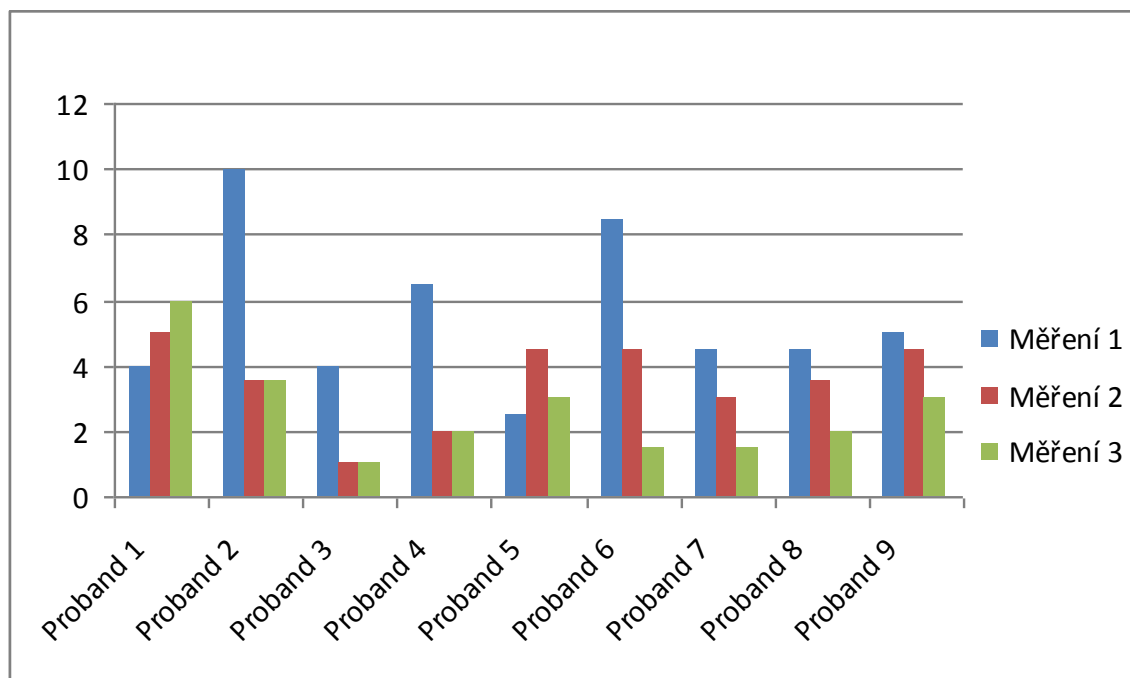
Tabulka 15: Parametr 6 - klasifikace

Počet ustálení nad 15 %	(0; 2)	(2; 6)	(6 a více)
Rozdělení do tříd	1	2	3

Čím nižší hodnoty parametru 6, tím se předpokládá lepší schopnost posturální stabilizace. Všechny hodnoty (minimum, maximum, medián) se postupně snižovaly, jak vidíme v tabulce (15). T-test u celkového ukazatele prokázal statisticky významný rozdíl mezi hodnotami 1. a 2. měření a mezi 1. a 3. měřením.

Tabulka 16: Parametr 6 - naměřené hodnoty

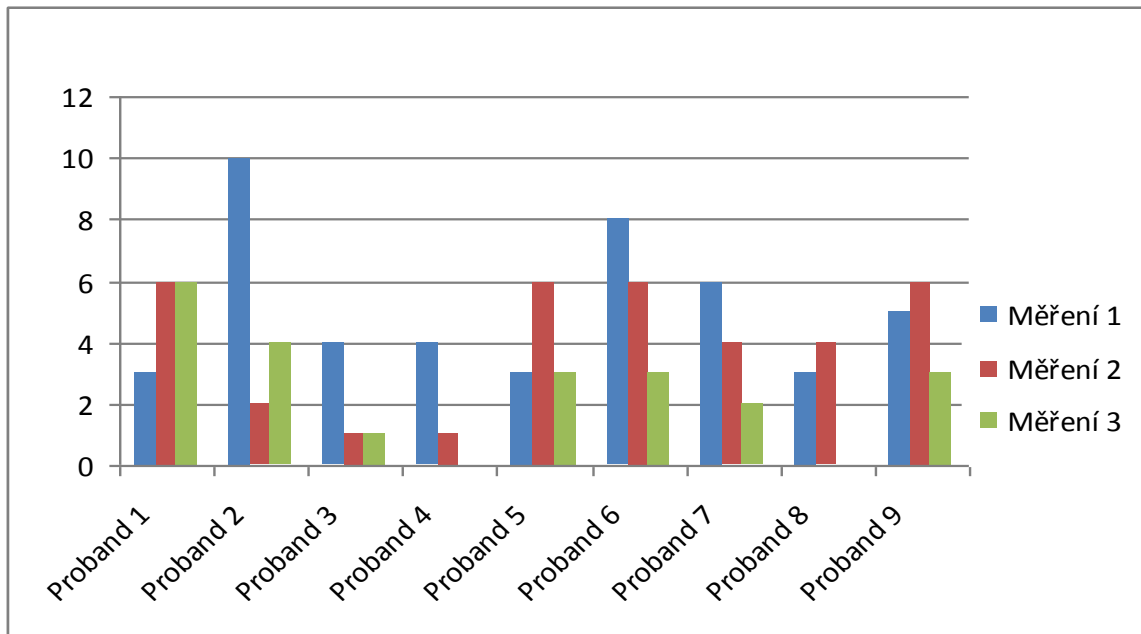
Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	5,5	3,5	2,61
Medián	4,5	3,5	2
Minimum	2,5	1	1
Maximum	10	5	6
Součet	49,5	31,5	23,5

Graf 21: Parametr 6 – celková stabilizace

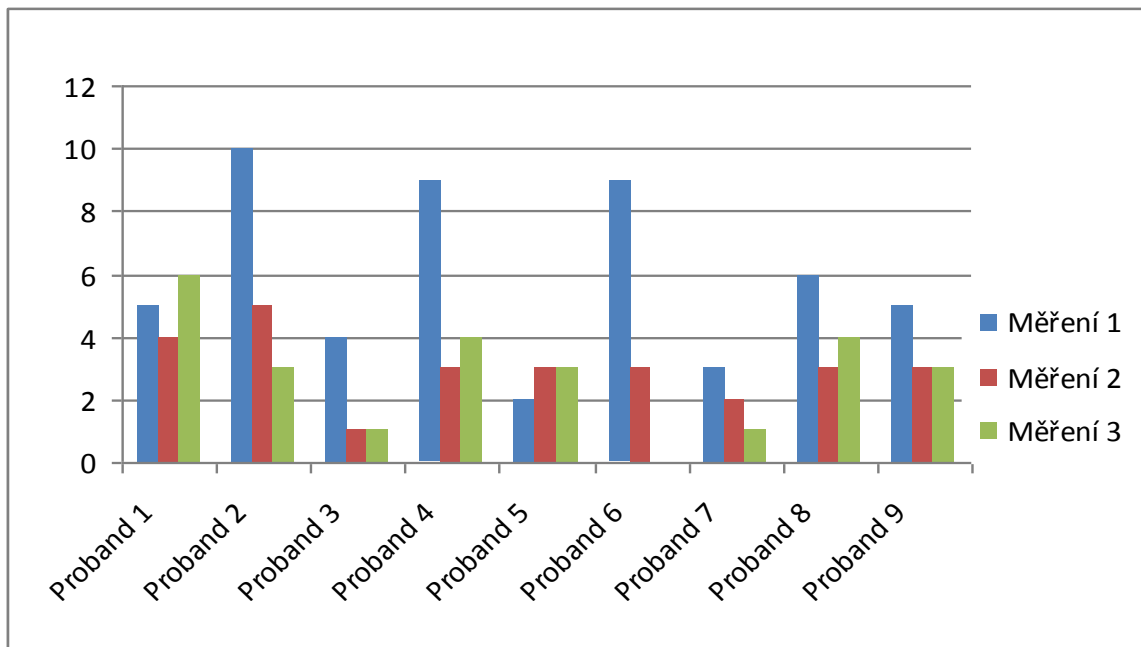
T-test odhalil statisticky významný rozdíl v parametru 6 mezi prvním a třetím měřením u zdravé dolní končetiny, došlo k výraznému zlepšení (snížení hodnoty) v tomto parametru. U operované dolní končetiny byl zjištěn statisticky významný rozdíl

mezi prvním a druhým, i prvním a třetím měřením. Z grafů (21, 22, 23) je patrné, že zvláště při prvním měření dosahovali někteří probandi velmi extrémních hodnot.

Graf 22: Parametr 6 - zdravá DK



Graf 23: Parametr 6 - operovaná DK



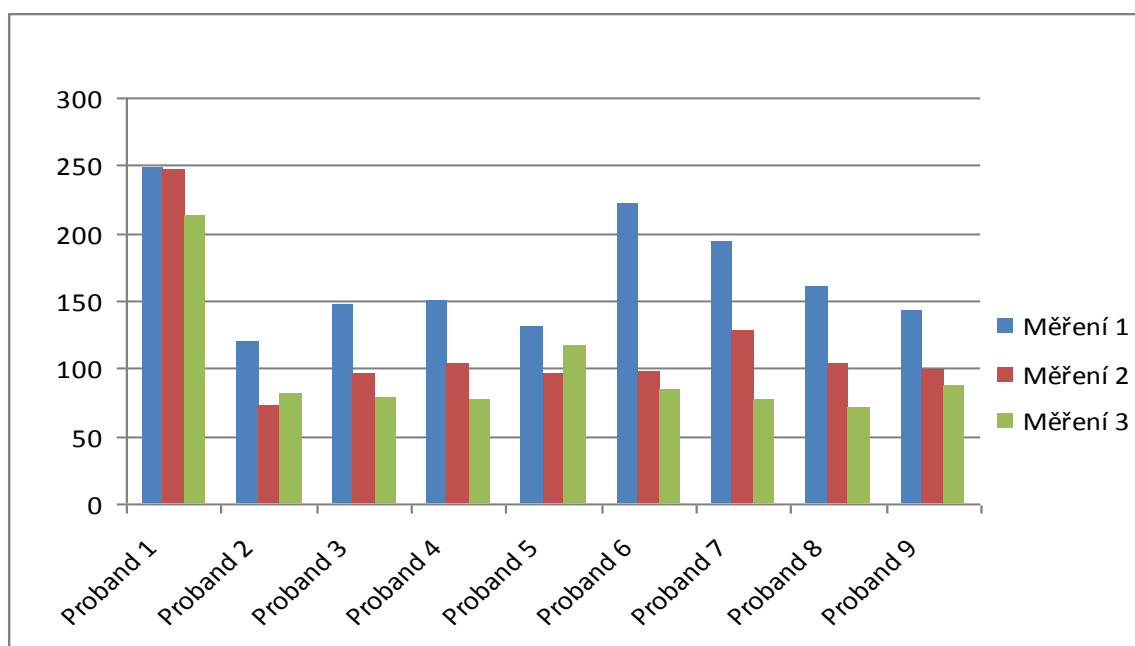
Tabulka 17: Parametr 7 - klasifikace

Průměrné diference proti ideální obálce	(0 – 44)	(44; 75)	(75 a více)
Rozdělení do tříd	1	2	3

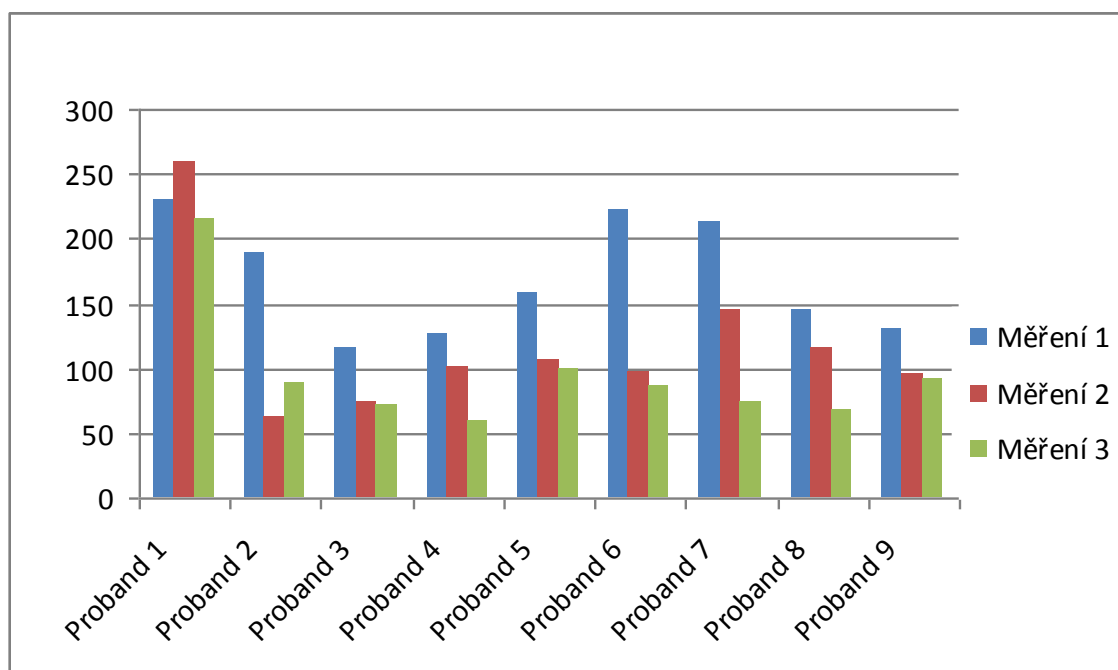
Tabulka 18: Parametr 7 - naměřené hodnoty

Hodnoty	1. měření	2. měření	3. měření
Střední hodnota	168,4889	115,9289	98,38222
Medián	150,71	98,32	80,88
Minimum	120,09	72,65	71,2
Maximum	248,83	247,55	212,53
Součet	1516,4	1043,36	885,44

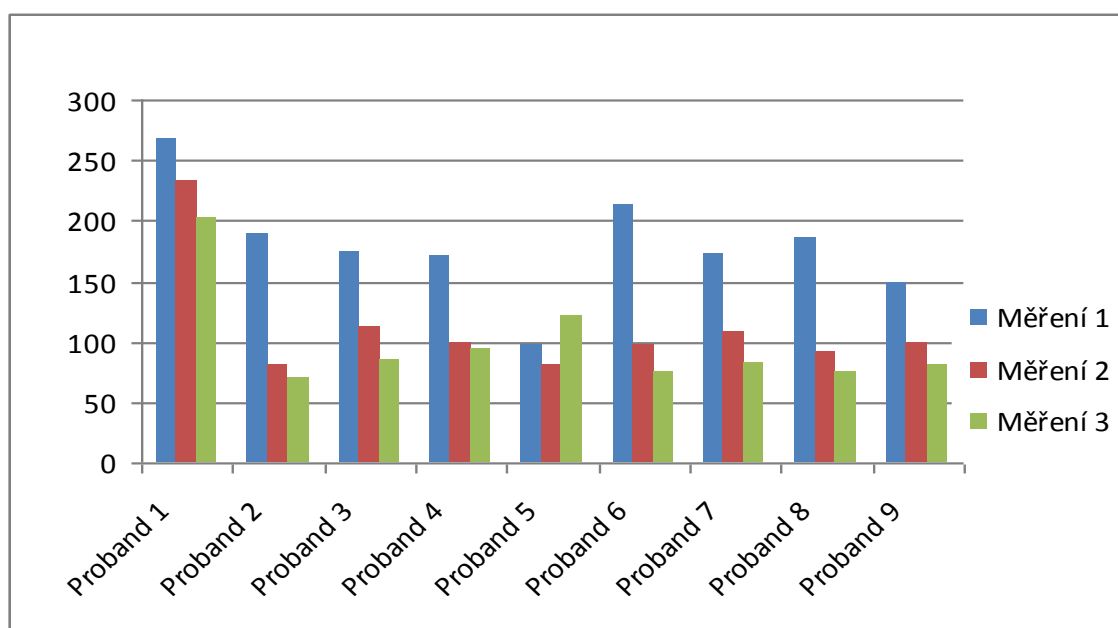
Nižší hodnoty tohoto parametru ukazují na lepší schopnost posturální stabilizace. Opět ať už z grafu (24) nebo z popisné statistiky (střední hodnota, medián) můžeme vidět, že docházelo k postupnému zlepšování prakticky u všech pacientů. U dvou došlo mezi druhým a třetím měření ke zhoršení, které ale vždy bylo jen mírné a stále se jednalo o lepší výsledek než v případě prvního měření. Zajímavé je, že ve většině případů spadají naše naměřené hodnoty do klasifikace 3. Pouze dvakrát se dostali probandi pod hranici 75 a jelikož parametr 7 je obrazem dlouhodobé stabilizace, ukazuje se, že postižení LCA má výrazný vliv na konstantní reaktibilitu organismu.

Graf 24: Parametr 7 - celková stabilizace

Graf 25: Parametr 7 - zdravá DK



Graf 26: Parametr 7 - operovaná DK

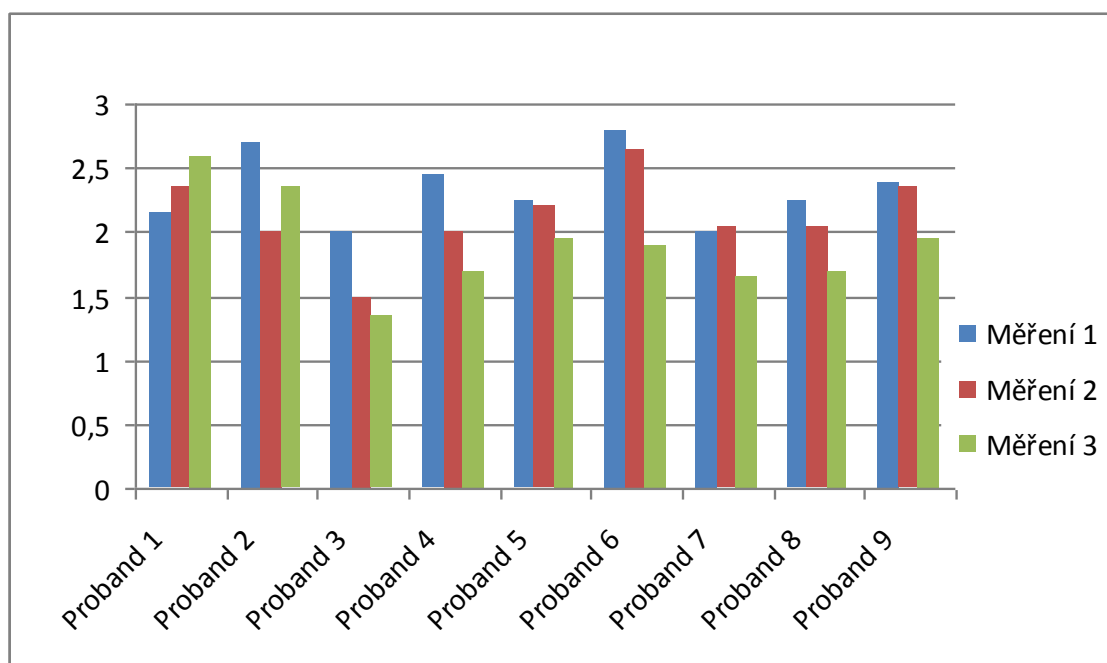


U parametru 7 ukázaly t-testy statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým měřením a mezi prvním a třetím měřením. Rozdíl mezi druhým a třetím měřením nebyl statisticky významný. Pohledem na grafy (25, 26) jsou tyto změny viditelné, zlepšení mezi prvním a druhým měřením je většinou daleko výraznější, než mezi druhým a třetím měřením.

7.4 Shrnutí výsledků

Při porovnání hodnot celkové stabilizace (graf 27, tabulka 18) byla zjištěna statisticky významná rozdílnost mezi prvním a třetím měřením. To znamená, že posturální stabilizace se po operační rekonstrukci postupně zlepšuje. Ani měsíc po operaci, kdy bychom předpokládali poškození tkání, svalové oslabení, omezenou propriocepci, není posturální stabilizace u většiny probandů horší než před operací. A stále se zlepšuje i mezi druhým a třetím měřením, ačkoli výsledky nejsou statisticky významné.

Graf 27: Celková stabilizace



Tabulka 19: Celková stabilizace

	prob 1	prob 2	prob 3	prob 4	prob 5	prob 6	prob 7	prob 8	prob 9
1. měření	2	2,7	2	2,7	2,1	2,9	2,1	2,4	2,4
2. měření	2,3	2	1,3	1,9	2,1	2,7	2	2,1	2,3
3. měření	2,6	2,3	1,3	1,7	1,9	1,9	1,7	1,6	2

Pro přehlednost uvádím v tabulkách (19, 20) získané výsledky z předchozí kapitoly. Ve většině parametrů nebyla zjištěna statisticky významná rozdílnost při provedení t-testu (ANO – byla zjištěna statisticky významná rozdílnost, NE – nebyla zjištěna statisticky významná rozdílnost mezi měřeními). Avšak z jednotlivých grafů je patrná tendence skupiny ke zlepšování v posturální stabilizaci v průběhu výzkumu.

Rozdíl v posturální stabilizaci před operací a jeden měsíc po operaci je patrný více u operované dolní končetiny, kdy ve skupině došlo k výraznému zlepšení mezi prvním a druhým měřením, avšak statisticky nebyl významný.

Rozdíl v posturální stabilizaci před operací a tři měsíce po operaci byl u operované končetiny statisticky významný. Ve skupině došlo ke zlepšení osmi probandů z devíti, stejně tak i u zdravé DK.

Rozdíl v posturální stabilizaci jeden a tři měsíce po operaci nebyl statisticky významný, avšak také došlo ke zlepšení hodnot posturální stabilizace u většiny probandů.

Tabulka 20: Přehled výsledků - zdravá x operovaná DK

DK	stav	1x2	1x3	2x3
zdravá	stat.význ.	NE	NE	NE
	zlepšení	4	8	7
	zhoršení	2	1	2
	stejně	3	0	0
operovaná	stat.význ.	NE	ANO	NE
	zlepšení	7	8	6
	zhoršení	2	1	1
	stejně	0	0	2

Posturální stabilizace zdravé končetiny v porovnání s končetinou, která má rupturu předního zkříženého vazy, je rozdílná, ale nelze říci, že by nepostižená končetina měla před operací horší posturální stabilizaci. Dokonce je posturální stabilizace zdravé končetiny lepší u osmi z devíti probandů. Avšak rozdíl mezi končetinami není výrazný.

Posturální stabilizace zdravé končetiny v porovnání s končetinou, která prodělala plastiku LCA, je ve většině případů rozdílná. Pouze u čtyř probandů je lepší u zdravé

než u operované DK, v jednom případě dosáhly zdravá a operovaná dolní končetina stejného výsledku.

Hodnoty jednotlivých parametrů vykazují statisticky významnou rozdílnost především mezi prvním a třetím měřením. Rozdíly mezi druhým a třetím měřením už nejsou tak značné. Přehled statistické významnosti je uveden v tabulce (20).

Tabulka 21: Přehled výsledků – jednotlivé parametry

Parametr	zdravá DK			operovaná DK			celková PS		
	1x2	1x3	2x3	1x2	1x3	2x3	1x2	1x3	2x3
1	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3	NE	ANO	NE	NE	NE	NE	NE	ANO	NE
4	ANO	NE	ANO	ANO	ANO	NE	NE	ANO	NE
5	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6	NE	ANO	NE	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	NE
7	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	NE	ANO	ANO	NE
8	NE	NE	NE	NE	ANO	NE	NE	ANO	NE

8 Diskuze

V mé práci jsem se pokusila vyvarovat chyb a nedostatků, které jsem zjistila u jiných studií, zabývajících se tématem posturální stabilizace u pacientů s postižením LCA. Vycházela jsem z doporučení Howells et al. (2011) – používat dynamické měření ke zjišťování posturální stabilizace, které by mohlo být více relevantní než statické měření pro osoby, které podstoupí LCA rekonstrukci, jelikož se většinou jedná o sportovce. Dále autoři doporučují, aby účastníci studie byli co nejhomogennější skupina – co do věku, pohlaví, stupně fyzické aktivity – což bylo v naší práci splněno. Howells et al. (2011) uvádí ve své studii častost rekonstrukcí LCA u mužů 57 % a žen 43 %, průměrný věk účastníků je 26 let. Proto byli k tomuto výzkumu pozváni pouze muži, ve věku 20 - 40 let, sportovci. Většina studií provádí měření LCA pouze jednorázově a většinou po delší době od operace (6 měsíců a déle), proto jsem se zaměřila na ranná stadia ruptury LCA a provedla měření třikrát v různých stadiích léčby. Salavati et al. (2009) doporučuje minimálně pět testů, každý alespoň na 60 sekund, aby mohla být adekvátně posouzena úroveň posturální stabilizace. Zároveň tato doba minimalizuje vliv únavy a schopnost učení (Henriksson, 2001). Dále se pokusím odpovědět na výzkumné otázky.

1. *Je rozdíl v posturální stabilizaci před operací a jeden měsíc po operaci LCA?*
2. *Je rozdíl v posturální stabilizaci před operací a tři měsíce po operaci?*
3. *Je rozdíl v posturální stabilizaci jeden a tři měsíce po operaci?*

Pokud má centrální nervový systém snížené množství senzoričkových informací z oblasti kolenního kloubu, snižuje se schopnost dobře stabilizovat dolní končetinu (Hoffman et al. 1999; Bartlett, 1999). Můžeme tak předpokládat změny ve schopnosti posturální stabilizace (Barret, 1991). Rozdíl v posturální stabilizaci před operací a jeden měsíc po operaci je patrný více u operované dolní končetiny, kdy ve skupině došlo k výraznému zlepšení mezi prvním a druhým měřením, avšak statisticky nebyl významný. Z těchto výsledků můžeme tedy odvodit závěr, že po prodělané operaci je posturální stabilizace lepší než před operací (přes všechna poškození spojená s operací

a odlehčením končetiny). Jelikož Fremerey et al. (2000) zjistil, že propriocepce není obnovena ani tři měsíce po operaci, existují zde další kompenzační mechanismy, které posturální stabilizaci zlepšují. Rozdíl v posturální stabilizaci před operací a tři měsíce po operaci byl u operované končetiny statisticky významný. Ve skupině došlo ke zlepšení osmi probandů z devíti, stejně tak i u zdravé DK. Rozdíl v posturální stabilizaci jeden a tři měsíce po operaci nebyl statisticky významný, avšak také došlo ke zlepšení hodnot posturální stabilizace u většiny probandů. Zlepšení hodnot jednotlivých parametrů je sice patrné, avšak návrat ke sportovním aktivitám by měl být velmi pozvolný. Z výsledků vyplývá, že schopnost dlouhodobé stabilizace je stále na velmi nízké úrovni v porovnání se zdravými jedinci.

4. *Je posturální stabilizace zdravé končetiny rozdílná v porovnání s končetinou, která má rupturu předního zkříženého vazů?*

5. *Je posturální stabilizace zdravé končetiny rozdílná v porovnání s končetinou, která prodělala plastiku LCA?*

Ageberg (2008) upozorňuje na to, že často bývá neporaněná dolní končetina používána jako kontrolní ve studiích na téma poranění předního zkříženého vazů. Jiné studie ale ukázaly, že po poranění předního zkříženého vazů jsou postiženy obě dolní končetiny (Konishi et al. 2007; Roberts et al. 2000). Některé výzkumy potvrdily zhoršenou posturální stabilizaci u nepostižené DK vlivem jejího dlouhodobého přetěžování před operací (Rašev, 2011). Okuda (2005) se zabýval rozdíly mezi zraněnou a nezraněnou dolní končetinou při stožení na jedné noze. Signifikantní rozdíly však byly nalezeny pouze s vyloučením zrakové kontroly. Z mého měření vyplývá, že posturální stabilizace zdravé končetiny v porovnání s končetinou, která má rupturu předního zkříženého vazů, je rozdílná, ale nelze říci, že by nepostižená končetina měla před operací horší posturální stabilizaci. Dokonce je posturální stabilizace zdravé končetiny lepší u osmi z devíti probandů. Avšak rozdíl mezi končetinami není výrazný. Posturální stabilizace zdravé končetiny v porovnání s končetinou, která prodělala plastiku LCA, je ve většině případů rozdílná. Pouze u čtyř probandů je lepší u zdravé než u operované DK, v jednom případě dosáhly zdravá a operovaná dolní končetina stejného výsledku.

Bohužel je práce omezena malým počtem probandů, výsledky práce proto nelze zobecňovat. Také považuji za důležité upozornit, že probandi, kteří se zúčastnili výzkumu, měli oba druhy štěpů jako náhradu LCA (štěp patellární a štěp z hamstringů), jelikož studie uvádí, že není rozdíl mezi štěpy ve stabilitě pacientů (Gobbi; Francisco, 2006).

Nedostatek, který spatřuji v objektivizaci měření, je nutnost stisknutí tlačítka při provádění testu, aby začal akcelerometr snímat pohyb plošiny. Bylo by přínosné vylepšit toto měření, tak, aby se aktivoval akcelerometr automaticky a nedocházelo k nepřesnostem. Avšak v jiných ohledech je metoda uživatelsky příjemná, snadno proveditelná a tím vhodná i do odborné praxe, ať už lékařů nebo fyzioterapeutů.

Myslím, že by bylo vhodné sjednotit hodnocení parametrů, aby šly všechny jedním směrem – tedy například čím nižší hodnoty parametru, tím lepší schopnost posturální stabilizace – tak je tomu u většiny parametrů. Zařazení do tříd je málo citlivé, doporučovala bych rozšířit škálu minimálně na deset úrovní. Statistické vyhodnocení pak nezachytí jemné rozdíly, pokud se nepoužijí reálná čísla jednotlivých parametrů, ale pouze klasifikační stupně. Výsledky tak mohou být zavádějící a mají malou výpovědní hodnotu o skutečné schopnosti posturální stabilizace. Nedostatky jednotlivých parametrů byly diskutovány v pracích z předchozích let (Lajnerová, 2010; Kolář, 2011), přínosné by bylo tyto názory shrnout a dále zpracovat a rozšířit, ale to náleží jiným oborům VŠ.

9 Závěr

V této práci jsem se snažila přispět k aktuálnímu tématu ruptury předního zkříženého vazů a jejího vlivu na posturální stabilizaci. Téma je zajímavé, jelikož se osoby s touto diagnózou objevují velmi často ve fyzioterapeutických ordinacích a názory na průběh léčby se velmi liší, ať už se jedná o otázku zatěžování operované končetiny nebo rychlost návratu ke sportu. Subjektivní pocity pacienta nebo terapeuta mohou být zavádějící a metoda posturální somatooscilografie je rychlá a snadno proveditelná. Objektívni posouzení stavu pacienta po operaci by mohlo přinést užitečné informace.

Výzkumné otázky, na které jsem se pokoušela v této práci najít odpověď, otevírají nové a nové oblasti, kterými by bylo zajímavé se zabývat. Například volba konzervativní a operační terapie u ruptury předního zkříženého vazů v souvislosti s posturální stabilizací, rychlost návratu ke sportovním činnostem, rychlost plného zatížení dolní končetiny po operaci atd. Téma posturální stabilizace a její objektivizace má určitě ještě mnoho co nabídnout. Přínosné by byly práce zaměřené na zdokonalení technického zázemí posturální somatooscilografie.

Z výsledků měření můžeme odvodit závěr, že po prodělané operaci je posturální stabilizace lepší než před operací. Rozdíl v posturální stabilizaci před operací a tři měsíce po operaci byl u operované končetiny statisticky významný. Při porovnání měření jeden a tři měsíce po operaci došlo ke zlepšení hodnot posturální stabilizace u většiny probandů. Z výsledků vyplývá, že schopnost posturální stabilizace se u skupiny probandů v průběhu všech měření zlepšovala, avšak schopnost dlouhodobé stabilizace je na velmi nízké úrovni v porovnání se zdravými jedinci. Posturální stabilizace nepostížených končetin je ve všech fázích výzkumu lepší než u končetin postižených. Bohužel je práce omezena malým počtem probandů, výsledky práce proto nelze zobecňovat. Přesto doufám, že je práce cenným příspěvkem k aktuálnímu tématu. Předpokládám možnost využití výsledků v rehabilitační a ortopedické praxi.

Seznam obrázků, tabulek, grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1: Kolenní kloub.....	12
Obrázek 2: Schéma postavení postranních a zkřížených vazů v průběhu ext. a flx	15
Obrázek 3: Působení sil při zvedání z podřepu.....	16
Obrázek 4: Vzájemná závislost relativního prodloužení vazů na velikosti tahové síly..	18
Obrázek 5: Kolenní kloub.....	19
Obrázek 6: Diagram křížení svazků předního zkříž. vazů v závislosti na poloze kk	20
Obrázek 7: Postavení LCA ve flexi a extenzi	22
Obrázek 8: Poškození LCA	22
Obrázek 9: Poranění LCA	23
Obrázek 10: Nahoře - test přední zásuvky, Dole- Lachmanův test	26
Obrázek 11: 3A - štěp z lig.patellae, 3B - štěp ze šlachy m.semitendinosus/m.gracilis..	29
Obrázek 12: Plastika s BTB štěpem.....	30

Seznam tabulek

Tabulka 1: Klasifikace jednotlivých parametrů	54
Tabulka 2: Klasifikace parametrů jednotlivých probandů - 1. měření.....	55
Tabulka 3: Klasifikace parametrů jednotlivých probandů - 2. měření.....	55
Tabulka 4: Klasifikace parametrů jednotlivých probandů - 3. měření.....	56
Tabulka 5: Parametr 1 - klasifikace	60
Tabulka 6: Parametr 1 - naměřené hodnoty	60
Tabulka 7: Parametr 2 - klasifikace	62
Tabulka 8: Parametr 2 - naměřené hodnoty	62
Tabulka 9: Parametr 3 - klasifikace	64
Tabulka 10: Parametr 3 - naměřené hodnoty	64
Tabulka 11: Parametr 4 - klasifikace	66
Tabulka 12: Parametr 4 - naměřené hodnoty	66

Tabulka 13: Parametr 5 - klasifikace	68
Tabulka 14: Parametr 5 - naměřené hodnoty	68
Tabulka 15: Parametr 6 - klasifikace	70
Tabulka 16: Parametr 6 - naměřené hodnoty	70
Tabulka 17: Parametr 7 - klasifikace	72
Tabulka 18: Parametr 7 - naměřené hodnoty	72
Tabulka 19: Celková stabilizace	74
Tabulka 20: Přehled výsledků - zdravá x operovaná DK	75
Tabulka 21: Přehled výsledků – jednotlivé parametry.....	76

Seznam grafů

Graf 1: Zdravá DK – celková stabilizace - 1., 2., 3. měření	57
Graf 2: Operovaná DK - celková stabilizace - 1., 2., 3. měření.....	57
Graf 3: Porovnání stabilizace DKK - 1. měření.....	58
Graf 4: Porovnání stabilizace DKK - 2. měření.....	59
Graf 5: Porovnání stabilizace DKK - 3. měření.....	59
Graf 6: Parametr 1 - celková stabilizace	60
Graf 7: Parametr 1 - zdravá DK.....	61
Graf 8: Parametr 1 - operovaná DK.....	61
Graf 9: Parametr 2 - celková stabilizace	62
Graf 10: Parametr 2 - zdravá DK.....	63
Graf 11: Parametr 2 - operovaná DK.....	63
Graf 12 Parametr 3 - celková stabilizace	64
Graf 13: Parametr 3 - zdravá DK.....	65
Graf 14: Parametr 3 - operovaná DK.....	65
Graf 15: Parametr 4 - celková stabilizace	66
Graf 16: Parametr 4 - zdravá DK.....	67
Graf 17: Parametr 4 - operovaná DK.....	67
Graf 18: Parametr 5 - celková stabilizace	68
Graf 19: Parametr 5 - zdravá DK.....	69
Graf 20: Parametr 5 - operovaná DK.....	69

Graf 21: Parametr 6 – celková stabilizace	70
Graf 22: Parametr 6 - zdravá DK.....	71
Graf 23: Parametr 6 - operovaná DK.....	71
Graf 24: Parametr 7 - celková stabilizace	72
Graf 25: Parametr 7 - zdravá DK.....	73
Graf 26: Parametr 7 - operovaná DK.....	73
Graf 27: Celková stabilizace.....	74

Seznam literatury

AGEBERG, E. Consequences of a ligament injury on neuromuscular function and relevance to rehabilitation – Using the anterior cruciate ligament-injured knee as model. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002, Vol. 12, Issue 3, pp 205–212.

AGEBERG, E. - FRIDÉN, T. Normalized motor function but impaired sensory function after unilateral non-reconstructed ACL injury: patients compared with uninjured controls. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2008, roč. 16, č. 5, s. 449-456.

ALONSO, A.C. - GREVE, J.M.D. - CAMANHO, G.L. Evaluating the center of gravity of dislocations in soccer players with and without reconstruction of the anterior cruciate ligament using a balance platform. *Clinics*. 2009, roč. 64, č. 3, s. 163-170.

BAHR, R. - MÆHLUM, S. *Clinical Guide to Sports Injuries: An Illustrated Guide to the Management of Injuries in Physical Activity*. Ilustrované vyd. Human Kinetics, 2004. 451s. ISBN 0-7360-411-76.

BARRET, D.S. Proprioception and function after anterior cruciate reconstruction. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1991, Vol. 73, Issue 5, pp 833-837.

BARTLETT, R. *Sports Biomechanics: Reducing Injury Risk and Improving Performance*. 1.vyd. Bath: Bath Press, 1999. 276s. ISBN 0-419-24810-2.

BARTONÍČEK, J. – HEŘT, J. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf, 2004. 256s. ISBN 80-7345-017-8.

BEYNNON, B. D. – UH, B. S. – JOHNSON, R. J. – ABATE, J. A. – NICHOLS, C. E. - FLEMING, B. C. – POOLE, A. R. - ROOS, H. Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction –A prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. *American Journal of Sports Medicine*. 2005, Vol. 33, Issue 3, pp 347–359.

BONFIRM, T.R. – PACCOLA, C. A. – BARELA, J.A. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003, Vol. 84, Issue 8, pp 1217–1223.

BRUNETTI, O. – FILIPPI, G. – LORENZINI, M. – LITI, A. – PANICHI, R. – ROSCINI, M., PETTOROSSO, V. – CERULLI, G. Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2006, Vol.14, Issue 11, pp 1180–1187.

CAMERON, M. H. – MONROE, L. *Physical Rehabilitation: Evidence-Based Examination, Evaluation and Intervention*. Elsevier Health Sciences, 2007. 1120s. ISBN 978-0-7216-0361-2.

CROSS, M.J. *Anterior cruciate ligament injuries: treatment and rehabilitation*. [online]. Internet Society for Sport Science, 1998. [cit 2012-12-20]. Dostupné z: <http://sportsoci.org/encyc/aclinj/aclinj.html>.

ČECH, O. – SOSNA, A. – BARTONÍČEK, J. *Poranění vazivového aparátu kolenního kloubu*. Avicenum: 1986. 195s.

ČIHÁK, R. *Anatomie 1.2.*, upravené a doplněné vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 497 s. ISBN 80-7169-970-5.

ČUMPELÍK, J. – STRNAD, P. – ŠÁRA, R. – VÉLE, F. – VEVEKOVÁ, M. – ZELENKA, K. Posturografické hodnocení statické a dynamické stabilizace těla. *Výzkumná zpráva. Research Reports of CMP*, Czech Technical University in Prague, 2005. No. 31. ISSN 1213-2365.

DHILLON, M.S. – BALI, K. – PRABHAKAR, S. – Proprioception in anterior cruciate ligament deficient knees and its relevance in anterior cruciate ligament reconstruction. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2001, Vol. 45, Issue 4, pp 294-300.

DRŠATA, J. *Počítačová posturografie v diagnostice a rehabilitaci závrativých stavů*. Hradec Králové: 2007. 132s. Disertační práce na LF v Hradci Králové, UK. Vedoucí práce doc. MUDr. Jan Vokurka, CSc.

DUBIN, J. Dubin Chiropractic. *Anterior Cruciate Ligament Injury:Pre- and Post-operative Rehabilitation*. [online]. Massachusetts. [cit 2013-03-08]. Dostupné z: <http://www.dubinchiro.com/features/acl1.html>

DUNGL, P. a kol. *Ortopedie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2005. 1273s. ISBN 80-247-0550-8.

DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. 544s. ISBN 978-80-247-3240-4.

ELIŠKA, O. – ELIŠKOVÁ, M. *Aplikovaná anatomie pro fyzioterapeuty a maséry*. Praha: Galén, 2009. 201s. ISBN 80-246-1716-1.

EUSTACE, S.J. - JOHNSTON, C. - O'BYRNE, J.M. - O'NEILL, P. *Sports Injuries: Examination, Imaging and Management*. Edinburgh, New York: Churchill Livingstone, 2007. 502s. ISBN 978-0-443-10203-5.

FERGUSON, C. My Knee Story – *ACL Hell*. [online]. 2013. [cit 2013-03-08]. Dostupné z: <http://calferguson.blogspot.cz/2013/01/recovering-from-big-one-25th-jan-2013.html>

FREMEREY, R.W. – LOBENHOFFER, P. – ZEICHEN, J. – SKUTEK, M. – BOSCH, U. – TSCHERNE, H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament. A prospective, longitudinal study. *The Journal of bone&joint surgery*. 2000, Vol. 82-B, No. 6.

GALLO, J. *Ortopedie pro studenty lékařských a zdravotnických fakult*. Univerzita Palackého: Olomouc, 2011. 211s. ISBN 978-80-244-2486-6.

GOBBI, A. – FRANCISCO, R. Factors affecting return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon and hamstring graft: a prospective clinical investigation. *Knee surgery, sports traumatology, Arthroscopy*. 2006, Vol. 14, Issue 10, pp 1021-1028.

GOTLIN, R.S. *Sports injuries guidebook*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008. 288s. ISBN 978-0-7360-6339-5.

GROSS, J. M. a kol. *Vyšetření pohybového aparátu*. 1.vyd. Praha: Triton, 2005. 599s. ISBN 80-7254-720-8.

HARRISON, E.L., et al. Evaluation of Single-Leg Standing Following Anterior Cruciate Ligament Surgery and Rehabilitation. *Physical Therapy*. 1994, roč. 74, č. 3, s. 245-252.

HART, R. - ŠTIPČÁK, V. *Přední zkřížený vaz kolenního kloubu*. 1.vyd. Praha: Maxdorf, 2010. 224s. ISBN 978-80-7345-229-2.

HÁJKOVÁ, M. – FUKSA, P. Rehabilitace pacientů po plastice předního zkříženého vazů v C.L.P.A., s.r.o. *Sanquis*. 2006, č. 47, str. 29.

HENRIKSSON, M. – LEDIN, T.- GOOD, L. Postural control after anterior cruciate ligament reconstruction and functional rehabilitation. *The American Journal of Sports Medicine*. 2001, Vol. 29, Issue 3, pp. 359–366.

HOFFMAN, M. –SCHRADER, J. – KOCEJA, D. An investigation of postural control in Postoperative Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients. *Journal of Athletic Training*. 1999, Vol. 34, Issue 2, pp 130–136.

HOWELLS, B.E. – ARDERN, C.L. – WEBSTER, K.E. Is postural control restored following anterior cruciate ligament reconstruction? A systematic review. *Knee Surgery, sports traumatology, arthroscopy*. 2011, Vol. 19, Issue 7, pp 1168-1177.

HUGHSTON CLINIC. *Research – Education - Treatment*. . Anterior Cruciate Ligament Injuries. [online]. 2013. [cit 2013-03-28].

Dostupné z: http://www.hughston.com/hha/a_11_3_1.htm

CHALOUPKA, R. *Vybrané kapitoly z LTV v ortopedii a traumatologii*. 1. vyd. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů v Brně, 2001. 186s. ISBN 80-7013-341-4.

CHMIELEWSKI, T.L. – WILK, K.E. – SNYDER-MACKLER, L. Changes in weight-bearing following injury or surgical reconstruction of the ACL: Relationship to quadriceps strength and function. *Gait&Posture*. 2002, Vol. 16, Issue 1, pp 87–95.

INDROVÁ, Z. *Vliv tapingu na posturální stabilizaci osob s plastikou předního zkříženého vazy na Posturomedu po absolvování rehabilitace zahrnující posturální terapii*. Praha: 2012. 88s. Diplomová práce na FTVS UK. Vedoucí práce Eugen Rašev.

JANDA, V. *Základy kliniky funkčních (neparetických) hybných poruch*. Brno: Ústav pro další vzděl. stř. zdr. pracovníků, 1984. 139s.

JANDA, V. – VÁVROVÁ, M. Senzomotorická stimulace. *Rehabilitácia*. 1999, roč. 25, č. 3, s. 14 – 34.

JEROSCH, J. – PRYMKA, M. Proprioception and joint stability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 1996, Vol. 4, pp 171-179.

JOHANSSON, H. – SJOLANDER, P. – SOJKA, P. A Sensory role for the cruciate ligaments. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 1991, Vol. 268, pp 161-178.

JOHNSON, M. W. Acute Knee Effusions: A Systematic Approach to Diagnosis. *American Family Physician*. 2000, Vol. 15, Issue 61(8), pp 2391-2400.

KAPANDJI, I. A.: *The physiology of the joints – Volume two – Lower limb*. 5. vyd. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1987. 242s. ISBN 0-443-03618-7.

KENNEDY, J.C., ALEXANDER, I.J., HAYES, K.C. Nerve supply of the human knee and its functional importance. *American Journal of Sports Medicine*. 1982, roč.10, č. 6, s. 329-335.

KLEKNER, J. ACL plastika = Vše o kolenu lidském na jednom místě. [online]. 2013. [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://www.acl-plastika.wbs.cz/Anatomie-kolene.html>

KLITZMAN, R. G. YourSportsMD. *Keeping you in the game*. [online]. 2011. [cit 2013-02-20]. Dostupné z: <http://yoursportsmd.blogspot.cz/2011/02/why-we-need-our-acl-anterior-cruciate.html>

KOLÁŘ, M. *Posturální stabilizace u osob s poraněním předního zkříženého vazů*. Praha: 2011. 62s. Diplomová práce na FTVS UK. Vedoucí práce PhDr. Aleš Kaplan, PhD.

KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1.vyd. Praha: Galén, 2009. 713s. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘ, P. Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 1998, roč. 5, č. 4., s. 142-147.

KOLT, G.S. – SNYDER-MACKLER, L. *Physical Therapies in Sport and Exercise*. 2. vyd. Elsevier Health Sciences, 2007. 622s. ISBN 978-0-443-10351-3.

KONISHI, Y. – FUKUBAYASHI, T. – TAKESHITA, D. Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002, Vol. 34, Issue 9, pp 1414-1418.

KONISHI, Y. et al. Gamma loop dysfunction in the quadriceps femoris of patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction remains bilaterally. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2007, Vol. 4, Issue 17, s. 393-399.

KROGSGAARD, M.R. - DYHRE-POULSEN, P. - FISCHER-RASMUSSEN, T. Cruciate ligament reflexes. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2002, Vol. 12, Issue 3, pp 177-182.

LAJNEROVÁ, M. *Srovnání posturální stabilizace opakovaným provokačním testem „tři kroky – stoj na jedné noze“ na posturomedu u hypermobilních osob a osob bez hypermobility*. Praha, 2010. 91 s. Diplomová práce na FTVS UK. Vedoucí práce Eugen Rašev.

LEE, D.Y.H. – KARIM, S. A. – CHANG, H.C. Return to sports after anterior cruciate ligament reconstruction – A review of patients with minimum 5-year follow-up. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*. 2008, Vol. 37, No. 4, pp 273-278.

LIU-AMBROSE, T. – TAUNTON, J.E. – MACINTYRE, D. – MCCONKEY, P. – KHAN, K.M. The effects of proprioceptive or strength training on the neuromuscular function of the ACL reconstructed knee: a randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 20013, Vol. 13, Issue 2, pp 115-123.

LYSHOLM, M. et al. Postural control - a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 1998, roč. 8, č. 6, s. 432-438.

MACDONALD, P. – HEDDEN, D. – PACIN, O. – SUTHERLAND, K. Proprioception in Anterior Cruciate Ligament-deficient and reconstructed knees. *American Journal of Sports and Medicine*. 1996. Vol 24, pp 774-778.

MAŠÁT, P. – DYLEVSKÝ, I. – HAVLAS, V. Výsledky operací náhrad předního zkříženého vazů kolenního kloubu. *Kontakt*. 2005. roč. 7. ISSN 1212-4117.

MATTACOLA, C.G. - PERRIN, D.H. - GANSNEDER, B.M. - GIECK, J.H. - SALIBA, E.N. - McCUE, F.C. Strength, functional outcome, and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Athletic Training*. 2002, Vol. 37, Issue 3, pp 262-268.

MAYER, M. – SMÉKAL, D. Měkké struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2004., č. 3. s 111–117.

MELECKÝ, R. *Diagnostika posturálních poruch*. Praha, 2008. 95s. Diplomová práce na FEL ČVUT. Vedoucí práce Daniel Novák.

MEUFFELS, D.E. – POLDERVAART, M.T. – DIERCKS, R.L. – FIEVEZ, A.W.F.M. – PATT, T.W. ET AL. Guideline on anterior cruciate ligament injury. A multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association. *Acta Orthopaedica*. 2012, Vol. 83, Issue 4, pp 379–386.

MÍKOVÁ, M. Poznámky z přednášek - Biomechanika. *Posturální stabilita*. Ústní sdělení: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, 2010.

MUCLINGROVÁ, M. *Kinezioterapeutické zásady u dysfunkce ligamentum cruciatum anterius*. Olomouc: 2003. Diplomová práce na UP v Olomouci. Vedoucí práce Mgr. David Smékal.

MUCHA, C. Rehabilitácia pri lézii predného skříženého väzu kolena. *Rehabilitácia*. 2000, č. 1, str. 24-27.

NÝDRLE, M. – VESELÁ, H. *Jedna kapitola ze speciální rehabilitace. Poranění kolenního kloubu*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1992. 75s. ISBN 80-7013-128-4.

OKUDA, K. et al. Effect of vision on postural sway in anterior cruciate ligament injured knees. *Journal of Orthopaedic Science*. 2005, roč. 10, č. 3, s. 277-283.

ORTHES. *Rekonstrukce zkřížených vazů v koleně*. [online]. 2001-2011. [cit 2013-03-08]. Dostupné z: <http://www.orthes.cz/acl.htm>

RAŠEV, E. Koordinačné cvičenie v liečbe segmentálnej instability chrbtice. *Rehabilitácia*. 1999, roč.32, č. 1, s. 14-25.

RAŠEV, E. - HAIDER, E. *Posturomed: Terapeutický návod pro posturální terapii podle dr. Eugena Raševa*. Pullenreuth: Haider Bioswing, 2010.

RAŠEV, E. *Testování posturální stabilizace motoriky ve vztahu k bolesti zad a evaluace dysfunkce posturálního řízení motoriky metodou posturální somatooscilografie*. Praha: 2011. 120s. Disertační práce na FTVS UK. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

RAŠEV, E. *Poznámky z přednášek – posturální stabilizace*. Ústní sdělení: Fakulta tělesné výchovy a sportu, 2011.

REHABILITATION GUIDE: *Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*. [online]. 2011. UW Health Sports Medicine Center. [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: http://www.uwhealth.org/files/uwhealth/docs/pdf/acl_rehab_protocol.pdf

RISBERG, M. A. – MORK, M. – JENSSEN, H. K. – HOLM, I. Design and implementation of a neuromuscular training program following anterior cruciate reconstruction. 2001. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. Vol. 31, Issue 11, pp 620–631.

ROBERTS, D. et al. Bilateral proprioceptive defects in patients with a unilateral anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between patients and healthy individuals. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*. 2000, roč. 18, č. 4, s. 565-571.

RYCHLÍKOVÁ, E. *Poruchy funkce kloubů končetin a jejich terapie*. 1. vyd. Praha: Triton, 1994. 175s. ISBN 80-85875-08-X.

SALAVATI, M. – HADIAN, M. – MAZAHARI, M. – NEGAHBAN, H. – EBRAHIMI, I. – TELEBIAN, S. – JAFARI, A. – SANJARI, M. – SOHANI, S. – PARNIANPOUR,

M. Test-retest reliability of center of pressure measures of postural stability during quiet standing in a group with musculoskeletal disorders consisting of low back pain, anterior cruciate ligament injury and functional ankle instability. *Gait&Posture*. 2009, Vol. 29, Issue 3, pp 460–464.

SHIRAISHI, M. - MIZUTA, H. - KUBOTA, K. - OTSUKA, Y. - NAGAMOTO, N. - TAKAGI, K. Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clinical Journal of Sports Medicine*. 1996, Vol. 6, Issue 1, pp. 32–39.

SINKJÆR, T. – ARENDT-NIELSEN, L. Knee stability and muscle coordination in patients with anterior cruciate ligament injuries. An electromyographic approach. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 1991, Vol.1, Issue 3, pp 209-217.

SMÉKAL, D. – KALINA, R. – URBAN, J. Rehabilitace po artroskopických náhradách předního zkříženého vazů. *Acta chirurgicae orthopaedicae et traumatologiae Čechosl.* 2006, č. 73, pp 421-428.

STROBEL, M. J. *Manual of Arthroscopic Surgery*. Přepřac. Vyd. Springer: New York, 1998. 1090s. ISBN 3-540-63571-8.

ŠAFÁŘOVÁ, M. - KOLÁŘ, P. Posturální stabilizace a sportovní zátěž. In *Fyziologie a klinické aspekty pohybové aktivity*. 1.vydání. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-695-3.

ŠKOLNÍKOVÁ, B. Komplexná rehabilitačná liečba po úrazoch mäkkého kolena v NRC Kováčová. *Rehabilitácia*. 2000, č. 1, str. 28-34.

TRNAVSKÝ, K. – RYBKA, V. *Syndrom bolestivého kolena*. Praha: Galén, 2006. 225s. ISBN 80-726-2391-5.

TROJAN, S. - DRUGA, R. - PFEIFFER, J. - VOTAVA, J. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Třetí, přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada., 2005. ISBN 80-247-1296-2.

TRULSSON, A. – ROOS, E. - AGEBERG, E. - GARWICZ, M. Relationships between postural orientation and self reported function, hop performance and muscle power in subjects with anterior cruciate ligament injury. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2010, Vol. 11, 143.

VAŘEKA, I. Posturální stabilita (1. část) Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002, č. 4, str. 115-121.

VAŘEKA, I. Posturální stabilita (2. část) Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002, č. 4, str. 122-129.

VÉLE, F. *Kineziologie – Přehled kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2.vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. 272 s. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, F.- ČUMPELÍK, J.- PAVLŮ, D. Úvaha nad problémem „stability“. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, roč. 8, č. 3, str. 103-105.

WEBER, M.D. – WOODALL, W.R. Knee rehabilitation. *In Physical Rehabilitation of the Injured Athlete*. 4.vyd. Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 2011. 632s. ISBN 978-1-4377-2411-0.

WILK, K.E. et al. Recent Advances in the Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2012. Vol. 42, Issue 3, pp 153-171.

VIŠŇA, P. – POKORNÝ, V. – PAŠA, L. Poranění předního zkříženého vazů. *Sanquis*. 2002, č. 22, str. 42.

WOJTYS, E. – HUSTON, L. Longitudinal effects of anterior cruciate ligament injury and patellar tendon autograft reconstruction on neuromuscular performance. *American Journal of Sports Medicine*. 2000, Vol. 28, Issue 3, pp 336–344.

ZATTERSTROM, R. et al. The effect of physiotherapy on standing balance in chronic anterior cruciate ligament insufficiency. *American Journal of Sports Medicine*. 1994, roč. 22, č.4, s .531-536.

ZOUITA BEN MOUSSA, A. – ZOUITA, S. – DZIRI, C. – BEN SALAH, F.Z. Single-leg assessment of postural stability and knee functional outcome 2 years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2009, Vol 52, Issue 6, pp 475–484.

Přílohy

Příloha 1 Žádost o vyjádření etické komise	97
Příloha 2 Informovaný souhlas	98

Příloha 1 Žádost o vyjádření etické komise



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín
tel.: 220 171 111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

o projektu výzkumné, doktorské, diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Evaluace vlivu ruptury ligamentum cruciatum anterius na posturální stabilizaci metodou posturální somatooscilografie před a po její operační rekonstrukci

Forma projektu: Diplomová práce

Autor: Bc. Kristýna Traplová

Školitel: MUDr. Eugen Rašev

Popis projektu: Cílem práce bude porovnat hodnoty posturální stabilizace z měření pomocí posturální somatooscilografie, které bude provedeno před plánovanou rekonstrukcí ruptury ACL, časně po operaci a v delším časovém horizontu po skončení rehabilitace. Ve výzkumné části práce bude provedeno měření na posturomedu při provokačním posturálním testu. Pohyb plošiny bude snímán pomocí akcelerometru diagnostického systému MicroSwing a vyhodnocen metodou Posturální somatooscilografie pomocí programu Posturomed Commander. Bude se jednat o klinické testování, kde předpokládáme účast 10-15 probandů. Skupinu budou tvořit jedinci, kteří spadají do předem definované skupiny, u které se ruptura ACL objevuje nejčastěji. Budou vybráni pacienti MUDr. Jiřího Pečeného. Předpokládáme mužské pohlaví, mezi 30-40 lety, sportovci.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky: V průběhu měření nebudou použity invazivní metody, probandům nehrozí žádné nebezpečí. Labilní plošina posturomedu je opatřena záchranným zábradlím. Osobní údaje probandů získané při měření nebudou zveřejněny.

Informovaný souhlas: přiložen

V Praze dne 7.11.2012

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 0179/2012

dne: 12. 11. 2012

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směnicemi pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

razítko školy
UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

.....
podpis předsedy EK

INFORMOVANÝ SOUHLAS

V souladu se Zákonem o péči o zdraví lidu (§ 23 odst. 2 zákona č.20/1966 Sb.) a Úmluvou o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001 Vás žádám o souhlas k vyšetření. Dále Vás žádám o souhlas k uveřejnění výsledků v rámci diplomové práce na FTVS UK. Osobní data v této studii nebudou uvedena.

Název diplomové práce:

Evaluace vlivu ruptury ligamentum cruciatum anterius na posturální stabilizaci metodou posturální somatooscilografie před a po její operační rekonstrukci

Popis projektu:

Podstatou diplomové práce bude porovnat hodnoty posturální stabilizace z měření pomocí posturální somatooscilografie, které bude provedeno před plánovanou rekonstrukcí ruptury ACL, časně po operaci a v delším časovém horizontu po skončení rehabilitace. Ve výzkumné části práce bude provedeno měření na posturomedu při provokačním posturálním testu. Pohyb plošiny bude snímán pomocí akcelerometru diagnostického systému MicroSwing a vyhodnocen metodou Posturální somatooscilografie pomocí programu Posturomed Commander.

Dnešního dne jsem byl/a studentem navazujícího magisterského studia fyzioterapie seznámen s podmínkami účasti na výzkumu. Prohlašuji, a svým dále uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že studentka fyzioterapie, která mi poskytla poučení, mi osobně vysvětlila vše, co je obsahem tohoto písemného informovaného souhlasu, a měl/a jsem možnost klást jí otázky, na které mi řádně odpověděla.

Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení plně porozuměl/a, a výslovně souhlasím s provedením vyšetření a s anonymním uveřejněním výsledků v rámci studie.

Datum:

Osoba, která provedla poučení:

Podpis osoby, která provedla poučení:

Jméno probanda:.....