

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

# Rizikové momenty při fyzioterapii po plastikách LCA

Diplomová práce

Autor: Bc. Pavel Kania

Vedoucí práce: MUDr. Petr Konečný

Studijní obor: Fyzioterapie

Olomouc 2010

## ANOTACE

Příjmení a jméno autora: Kania Pavel  
Instituce: Ústav fyzioterapie FZV UP Olomouc  
Název diplomové práce: Rizikové momenty při fyzioterapii po plastikách  
LCA

Název diplomové práce v AJ

Vedoucí diplomové práce: MUDr. Petr Konečný  
Počet stran: 76  
Počet příloh: 3  
Datum zadání práce: 2009-01-05  
Datum odevzdání práce: 2010-05-14  
Klíčová slova: kolenní kloub, přední křížový vaz, stabilita, svalová aktivita, povrchová elektromyografie  
Klíčová slova v AJ: knee joint, anterior cruciate ligament, stability, muscular activity, surface electromyograph

Poranění kolenního kloubu patří mezi velice časté poranění pohybového aparátu. Mezi nejčastěji poraněné struktury patří mezi jiné součásti kolenního kloubu, mezi které patří především poranění menisku a předního křížového vazy LCA. Poranění LCA se v dnešní době řeší buď konzervativně nebo plastickou operací vazy. LCA má velký význam jako stabilizátor kolenního kloubu a při jeho poškození ztrácí kolenní kloub část svoji stabilizační opory. Důležitá je tedy předoperační a pooperační rehabilitace, která má ovšem své rizikové momenty. V této práci jsme se zaměřili na 6.-8. týden od operace. Cílem bylo porovnání svalové aktivity operované oproti neoperované dolní končetině během dynamických aktivit na posturografu a zjistit signifikantní rozdíly v této aktivitě u deseti probandů, kteří se účastnili této studie.

Knee joint injury belongs to the most common musculoskeletal injuries. The most commonly injured parts are usually the soft parts of the knee, including injuries of menisci and anterior cruciate ligament of the LCA. These days, injured LCA is treated either conservatively; or by plastic surgery. LCA is of great importance as a stabilizer of the knee joint and when damaged, the knee joint loses a part of its stabilization support. What is important is preoperative and postoperative rehabilitation, together with its risky moments, though. In this thesis we focused on the 6th to 8th week after the surgery. The aim of this thesis was to compare the muscle activity of the operated versus nonoperated leg during dynamic activities on posturograph; and find significant differences in the activity of 10 probands participating in this study.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně za odborné pomoci  
MUDr. Petra Konečného a použil jen uvedené informační zdroje.

Olomouc 7. května 2010

í í í í í í í í í í í í í í í .

Podkování

Děkuji MUDr. Petru Konečnému za pomoc, cenné rady, zkušenosti, vnovaný čas a podnětné připomínky díky kterým jsem mohl dokončit tuto diplomovou práci.

## Obsah :

Obsah :	6
1 Úvod .....	8
2 Teoretické poznatky.....	10
2.1 Pasivní stabilizátory kolene.....	11
2.1.1 Ligamenta .....	11
2.1.2 Kloubní pouzdro .....	12
2.1.3 Menisky .....	13
2.2 Dynamické stabilizátory kolene .....	14
2.2.1 Musculus quadriceps femoris .....	14
2.2.2 Pes anserinus.....	14
2.2.3 M. semimembranosus.....	14
2.2.4 M. biceps femoris.....	15
2.2.5 M. popliteus .....	15
2.2.6 M. gastrocnemius .....	15
2.3 Pohyblivost kolenního kloubu .....	16
2.4 Orientace artikulujících částí kolene.....	18
2.5 Prostorová stabilita kolene .....	20
2.5.1 Transverzální rovina.....	20
2.5.2 Sagitální rovina .....	20
2.5.3 Stabilita v rotačních pohybech.....	20
2.6 Neurologické řízení hybnosti .....	21
2.6.1 Propriorecepce .....	21
2.6.2 Postura.....	21
2.6.3 Vzpřímené držení těla v prostoru.....	22
2.6.4 Pohybové programy .....	22
2.6.5 Řízení pohybu .....	22
2.7 Traumata kolenního kloubu.....	24
2.7.1 Typy poranění kolenního kloubu .....	24
2.8 Ligamentum cruciatum anterius - LCA .....	27
2.8.1 Zásobení cévní .....	28
2.8.2 Inervace .....	28
2.8.3 Funkce LCA.....	28
2.8.4 Poškození LCA .....	28
2.8.5 Léčba ruptury LCA .....	30
3 Rehabilitace a rizikové momenty .....	32
3.1 Předoperační fáze.....	32
3.2 První pooperační fáze .....	32
3.3 Pooperační fáze.....	32
3.4 Pozdní pooperační léčba .....	33
3.5 Rizika a komplikace po plastice LCA .....	33
3.5.1 Pooperační komplikace .....	33
3.5.2 Revizní operace.....	35
3.5.3 Komplikace při rehabilitaci .....	35
3.5.4 Rizika v jednotlivých fázích rehabilitace .....	36
4 Dosavadní studie a měření.....	37
5 Metodika výzkumu .....	38

5.5	Charakter proband - Charakteristika sledované skupiny .....	38
5.6	Technika pouflita p i m ení.....	38
5.7	Postup m ení.....	39
5.8	Postup vlastního m ení.....	40
5.9	Zpracovávání záznamu.....	41
6	Cíle a hypotézy.....	42
6.1	Cíl.....	42
6.2	Hypotézy .....	43
6.2.1	Hypotéza H01 .....	43
6.2.2	Hypotéza H02 .....	43
6.2.3	Hypotéza H03 .....	43
6.2.4	Hypotéza H04 .....	43
6.2.5	Hypotéza H05 .....	43
6.2.6	Hypotéza H06 .....	44
6.2.7	Hypotéza H07 .....	44
6.2.8	Hypotéza H08 .....	44
6.2.9	Hypotéza H09 .....	44
6.2.10	Hypotéza H010 .....	44
6.2.11	Hypotéza H011 .....	44
6.2.12	Hypotéza H012 .....	45
7	Výsledky .....	46
7.1	Hypotéza H01 :.....	46
7.2	Hypotéza H02:.....	48
7.3	Hypotéza H03:.....	49
7.4	Hypotéza H04:.....	50
7.5	Hypotéza H05:.....	51
7.6	Hypotéza H06:.....	52
7.7	Hypotéza H07:.....	53
7.8	Hypotéza H08:.....	54
7.9	Hypotéza H09:.....	55
7.10	Hypotéza H010:.....	56
7.11	Hypotéza H011:.....	57
7.12	Hypotéza H012:.....	58
8	Diskuze .....	59
9	Záv r.....	68
10	Referen ní seznam literatury.....	70
	Seznam zkratek .....	74
	Seznam obrázk .....	75
	Seznam tabulek .....	76

# 1 Úvod

Kolenní kloub je nejvtím a nejsložitjím kloubem lidského tla. Anatomické uspoádání zajiuje pomrn veliký rozsah pohybu p eváfn v jednom stupni volnosti. Kolenní kloub umofl uje pohyb v sagitální rovin a to pohyb do flexe a extenze. Ve flexi jsou dále mofné rota ní pohyby kolem osy. Kolenní kloub se stává v pr b hu flexe nestabilní a struktury jako ligamenta a menisky se stávají náchylná na poran ní (Kapandji, 1991).

P í in vedoucí k po–kození m kkých struktur kolenního kloubu je mnoho. V poslední dob riziko úraz kolenních struktur p íbývá. Tato r stová tendence souvisí s anatomickou stavbou kolene, s biomechanickou funkcí, ale hlavn se zvy–ujícím se po tem rizikových sportovních ínností, které na kolena kladou obrovské nároky. Kolenní kloub je schopen t mto nárok m odolat, ov–em za p edpoklad , fle je podporován svalovou komponentou a stabilita není závislá pouze na m kkých strukturách (Mayer a Smékal, 2004; Dungal 2005).

P ední zk ífiený vaz LCA je velice ásto poran nou strukturou kolene. Mechanismus poran ní je obvykle nep ímým násilím, kdy dojde ke kombinaci flek ních a rota ních pohyb . Nebo p ímým násilím na koleno, kdy dojde k posunu tibie ventrálním sm rem v í femuru. P ední zk ífiený vaz hraje významnou roly ve stabilit kolenního kloubu, jeho po–kození má za následek naru–ení stability a koordinace kolene v dynamických aktivitách (Chaloupka a kol., 2001).

Lé ba ruptury LCA je v dne–ní dob e–ena laparoskopickou plastickou operací p í nífl dojde k náhrad po–kozeného vazu z ligamenta patellae a nebo –luchy m. semitendinosus a m. gracilis. Sou ásti lé by je p edopera ní a poopera ní rehabilitace. Zvlá–t poopera ní rehabilitace skýtá r zná rizika v jednotlivých fázích rekonvalescence.



Pro naši práci jsem si vybrali nejrizikovější fázi rehabilitace a to 6.-8. týden po operaci, kdy dochází k opětovnému plnému zatížení kolene a celé dolní končetiny. Předmětem naší práce je za použití povrchové elektromyografie zvolených svalů a vybraných testů na posturografu ověřit, zda v tomto období je operovaná dolní končetina natolik stabilní, aby bylo možné ji opětovně plně zatížit, tudíž jestli jsou svalová stabilizační komponenta je natolik silná, aby udržely koleno stabilní i v dynamických aktivitách. Dalším cílem bylo zjistit signifikantní rozdíly ve svalové aktivitě vybraných svalů, mezi operovanou a neoperovanou dolní končetinou u skupiny deseti probandů a následném statistickém zpracování. V případě prokázání statistické významnosti v rozdílu svalové aktivity vyvodit závěr, který by byl použitelný v praxi při rehabilitaci pacientů po plastice předního křížového vazů.

## 2 Teoretické poznatky

Kolenní kloub je největším a nejsložitějším kloubem lidského těla. Spojuje se zde distální konec femuru, proximální část tibie a patela. Další součástí kolenního kloubu jsou menisky, které doplňují kongruenci kloubních ploch a dále vazy, které zajišťují stabilitu. Kolenní kloub umožňuje pohyb v rozsahu délky končetiny potřebném pro lokomoce, umožňuje také vzdálenost trupu od terénu, po kterém se pohybujeme (Véle, 1997).

Stabilita kolene je zajišťována pasivními stabilizátory a dynamickými stabilizátory.

Pasivní stabilizátory kolene:

- tvar kloubních ploch
- ligamenta
- kloubní pouzdro
- meniskus medialis et lateralis

(Chaloupka et al., 2001).

Dynamické stabilizátory kolene:

- extenzor m. quadriceps femoris s patelou
- svaly upínající se do pes anserinus ( m. sartorius, m.gracilis. m. semitendinosus  
ó samostatně nemají žádný vliv na kloubní pouzdro)
- m. semimembranosus
- m. biceps femoris
- m. popliteus
- m. gastrocnemius

(Bartoniček et al., 1991)

## 2.1 Pasivní stabilizátory kolene

### Kloubní plochy

Kloubní plochy kolene tvoří distální kondyly femoris, facies articularis superior, kondyly tibie a menisky mezi kondyly femuru a tibie. Facies articularis patellae se dává dvěma facetami a facies patellaris femoris jsou další dvě plochy kosti kolenního kloubu (Šihák, 2001).

### 2.1.1 Ligamenta

#### Ventrální

-lacha musculus quadriceps femoris (m. QF) společně s patelou.

-ligamentum patellae, které je pokračováním úponu lachy m.QF od palety na tuberositas tibie. Je zde zanořen hrot pately.

-retinacula patellae ó retinaculum patellae mediale et laterale jsou pruhy jdoucí po obou stranách pately od m.QF k tibii. Jsou to postranní části m. QF doplněné příčnými snopci od epikondylů femuru. Retinacula brání postrannímu vybočení pately a jsou považována za páté extenzní aparáty kolenního kloubu.

#### 2.1.1.1 Mediální a laterální

- ligamenta collateralia ó mediale (tibiale) et laterale (fibulare) jdou od příslušného epikondylu femuru na tibií a hlavičku fibuly. Zajišťují stabilitu kolenního kloubu při extenzi, kdy jsou maximálně napjata, a při průběhu do ústí flexe.

- o Ligamentum collaterale tibiale - mediale je široké a ploché, v zadní části spojené s kloubním pouzdem a jeho prostřednictvím s mediálním meniskem. Je zcela napjaté při extenzi kolene, při vstupu flexi ochabuje, zejména ve své přední části.

- Ligamentum collaterale fibulare ó laterale odstává od povrchu kloubního pouzdra jako zaoblený svazek. Vaz probíhá mírně šikmo, shora zepedu dolů dozadu. Distální část vazu je krytá povrchovitě probíhající úponovou vlákninou m. biceps femoris. Napjaté je při extenzi kolene a při rotaci zevní, ochabuje při vnitřní flexi a při vnitřní rotaci.

### 2.1.1.2 Posteriovní

- ligamentum popliteum obliquum - odděluje se od úponové části
- m. semimembranosus a popliteo na zadní stranu pouzdra. Jde šikmo lateroproximálně a zesiluje pouzdro kolene.
- ligamentum popliteum arcuatum - nachází se na fibulární straně a jde po zadní straně pouzdra nad vlákninou m. popliteus zevní, pod zevní postranní vaz a k epikondylu. Ligamentum je dosti variabilní a často neúplné.

### 2.1.1.3 Nitrokloubní

- Ligamenta cruciata genus - spojují femur a tibií
  - Ligamentum cruciatum anterius (LCA) jde od vnitřní plochy laterálního kondylu femuru do area intercondylaris anterior (tibiie)
  - Ligamentum cruciatum posterius (LCP) je rozepjato od zevní plochy vnitřního kondylu femuru do area intercondylaris posterior (tibiie) a zadem k tibií LCA.
- Ligamentum transversum genus - propojuje vepedu napříč menisky a je zabudováno v kloubním pouzdra a v tukové plicy alaris.
- Ligamentum meniscofemorale posterius et anterius - fixují zadní cíp laterálního menisku a jdou z něho po zadní a přední straně LCP k vnitřnímu kondylu femuru. (Šihák, 2001)

## 2.1.2 Kloubní pouzdro

Kloubní pouzdro se na tibií a na patele upíná při okrajích kloubních ploch. Pouzdro vynechává epikondyly femuru, kam jsou připojeny vazy a svaly (Šihák, 2001).

### 2.1.3 Menisky

Jsou z vazivové chrupavky. Liší se tvarem a velikostí a odpovídají kloubním plochám na tibia. Na vnějším obvodu jsou vyší, na vnitřním obvodu jsou velmi tenké. Cípy menisků (koncové části) se upínají na tibia do area intercondylaris anterior et posterior. Obvod menisků je připojen ke kloubnímu pouzdru. Při pohybech kloubu se menisky posunují za základní polohy dozadu a zpět, přičemž jsou různě tvarovány. V určitém rozsahu pohybu vykonává meniskus laterální. Laterální meniskus je svým zadním obvodem spojen s m. popliteus a je tedy ve své poloze a tvaru ovlivňován stahy tohoto svalu. Medialní meniskus je prostřednictvím kloubního pouzdra spojen se zadní částí vnitřního kolaterálního vazy, proto je méně pohyblivý. Ovšem ve své dorsomedialní části prostřednictvím kloubního pouzdra spojen s přední částí úponové šlachy m. semimembranosus. A tedy ovlivňován také pohyby tohoto svalu. Odtržení menisků od kloubního pouzdra způsobí jejich uvolnění a možnost uskupení mezi kloubními plochami (Šihák, 2001).

## 2.2 Dynamické stabilizátory kolene

### 2.2.1 Musculus quadriceps femoris

Nejmohutnější sval lidského těla, inervován n.femoralis, je tvořen čtyřmi hlavami :

- m. rectus femoris (m. RF) který je dvoukloubový
- m. vastus medialis (m.VM) - je funkčně rozdělen na dvě části m. vastus medialis longus působící jako extenzor a m. vastus medialis obliquus, který stabilizuje klenku v sulcus femoralis, respektive zabraňuje lateralizaci při pohybu.
- m. vastus intermedius což je ze všech hlav m.QF nejmohutnější a ležící nejhlouběji. Vytváří silnou centrální šňůru inzerující na bázi pately.
- m. vastus lateralis což stejně jako m.vastus medialis se rozděluje na dvě části se stejnou funkcí.

### 2.2.2 Pes anserinus

Je tvořen šňůrami m. sartorius, m. gracilis a m. semitendinosus. Jako jediná svalová skupina nemá přímý vztah ke kloubnímu pouzdru. Všechny tři šňůry tvoří tento sval těsně před úponem srstají a vytvářejí společnou šňůru typického tvaru. Ta inzeruje na mediální plochu tibie mezi tuberositas tibiae a úpon vnitřního postranního vazy.

### 2.2.3 M. semimembranosus

Nejmohutnější sval na mediální straně kloubu má dosti složitý úpon což z mediální porce vznikají dvě úponová raménka. Silné horizontální se zanojuje pod okraj kloubní plochy vpřed. Slabší šikmé raménko probíhá podél zadního okraje vnitřního postranního vazy, a částečně s ním splývá. Střední porce se upíná na zadní stranu tibie, laterální porce se upíná na zadní stranu pouzdra kolenního kloubu jako lig. politeum obliquum.

#### **2.2.4 M. biceps femoris**

Úponová hlava tohoto mohutného zevního rotátoru vzniká poměrně vysoko nad koubem z caput longum. Caput breve se upíná svými svalovými snopci přímo do mediální plochy této hlavy. Vlastní úpon na hlavici fibuly má tvar asymetrické dopředu otevřené podkovy, v jejím středě leží úpon zevního postranního vazy.

#### **2.2.5 M. popliteus**

Sval má dvě části – laterální a mediální. Význam m. popliteus byl dlouhá léta nedoceněn. Recentní biomechanické práce i klinické zkušenosti však prokázali jeho veliký význam pro stabilitu posterolaterální části kolenního kloubu.

#### **2.2.6 M. gastrocnemius**

Je tvořen dvěma hlavami – caput mediale et laterale. A společně s m. soleus vytváří mohutný m. triceps surae.

(Bartoník et al., 1991)

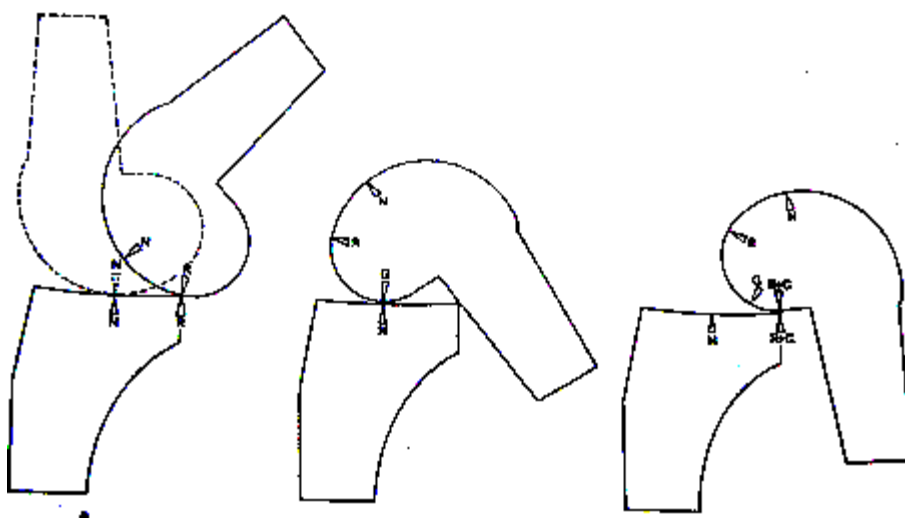
## 2.3 Pohyblivost kolenního kloubu

Kolenní kloub zajišťuje potřebný rozsah pohybu mezi stehnem a bércelem, přičemž zajišťuje i optimální přenos všech působících sil, vznikajících svalovou činností a hmotností těla (Těkolníková, 2000).

Základní postavení v kloubu je plná extenze, ze které lze provést jen malý extenzní pohyb a hyperextenzi, která je v rozsahu  $5^\circ$  a u jedince s větší laxitou vaziva nepřesahuje  $15^\circ$ . Aktivní extenzní pohyb je závislý na pozici v kyčelním kloubu a výkonnosti m. rectus femoris (m. RF), kdy se zvyšující se extenzi v kyčelním kloubu se zvyšuje i výkonnost m. RF. V opačném směru lze provést zhruba  $160^\circ$  flexi, kdy jen  $140^\circ$  je aktivní a zbývajících  $20^\circ$  lze dosáhnout pouze pasivně.

Během flexe a extenze se kombinují tři pohyby v kolenním kloubu:

- Iniciální rotace - dochází k rotaci tibie dovnitř a je spojena s prvními  $5^\circ$  flexe, nastává tzv. odemknutí kolene, k této rotaci dochází až do  $30^\circ$  flexe.
- Valivý pohyb - zde se kondyly femuru pohybují po tibiálním plátě
- Klouzavý pohyb - nastává v konečné fázi flexe (viz. Obrázek 1).



Obrázek 1. Kombinace klouzavého a valivého pohybu během flexe kolenního kloubu (Parisien, J. S, 1988 in Griffin, 1995,9)



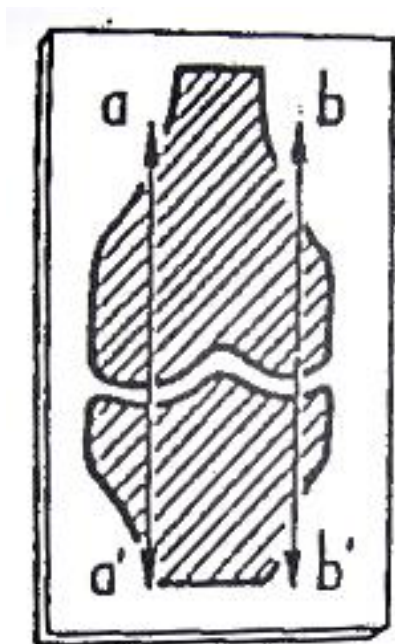
V konečné fázi flexe dochází k změně tvaru menisku kolem femuru a dochází k posunu po tibií dozadu o posuvný pohyb v artikulatio meniscotibialis. Při extenzi je celý děj opačný.

Hlavní význam pro vzájemnou koordinaci všech pohybů, a to hlavně valivého a klouzavého, mají zklíbené vazy. Během všech pohybů v kolenním kloubu se totiž mění jejich napětí, respektive napětí jednotlivých jejich částí. Určitá vlákna obou vazů zůstávají však po celou dobu stále napnutá. Koordinace všech pohybů je totiž při rozdílné velikosti kloubních ploch kondylů femuru a tibie pro plynulý pohyb v kloubu nezbytná.

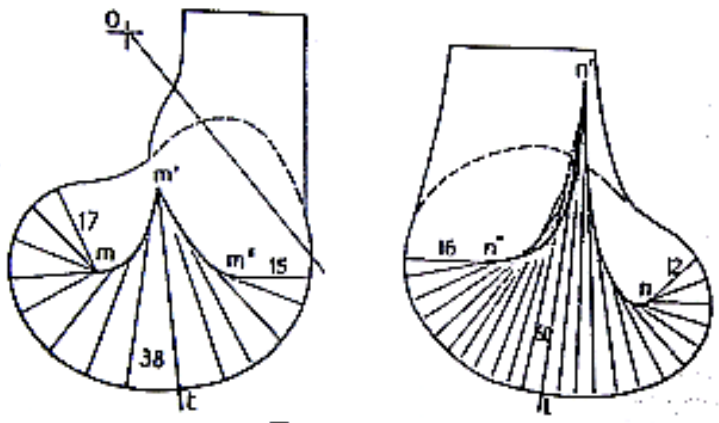
Možnost a rozsah rotace v kolenním kloubu je závislá na stupni flexe. V plné extenzi nejsou rotace možné z důvodu napětí v křížové vazě. Rozsah rotací se zvětšuje s postupnou flexí, a to hlavně během prvních 30° flexe. Dále se zvětšuje rozsah rotace poměrně málo. Největší rozsah rotačních pohybů je zhruba mezi 45° a 90°. Velikost rotací je téměř shodná, kdy vnitřní rotace se pohybuje kolem 17° a zevní 21° (Bartoník et al., 1991).

## 2.4 Orientace artikulujících částí kolene

Koleno je kloub kladkový. Tvarem ploch se na stabilitu podílí minimálně, jelikož si kloubní plochy femuru a tibie navzájem neodpovídají tvarem ani velikostí. Z tohoto důvodu jsou zde menisky, které vyrovnávají kongruenci kloubních ploch a díky nim je celkový rozsah pohybu v této i u ostatních velkých kloubů větší. Kondyly femuru a tibie jsou v této diafýze v retropozici. Kondyly femuru nejsou stejné. Liší se tvarem a orientací. Kondyly tvoří dvě konvexní prominence. Kondylus medialis vyčnívá dále než kondylus lateralis, ale je užší. Mezi patelární plochou femuru a kondyly probíhá mediální a laterální rýha. Osy femorálních kondylů nejsou stejné (viz. obrázek 2). Podle Kapandjiho (1991), se radius mediálního kondylu pohybuje od 17 do 38 mm a radius laterálního kondylu je od 12 do 60 mm (viz. Obrázek 3). Z toho vyplývá, že kondyly nemají jeden střed otáčení. Ten se pohybuje v průběhu pohybu podle zakřivení kondylů o instantní centrum rotace.



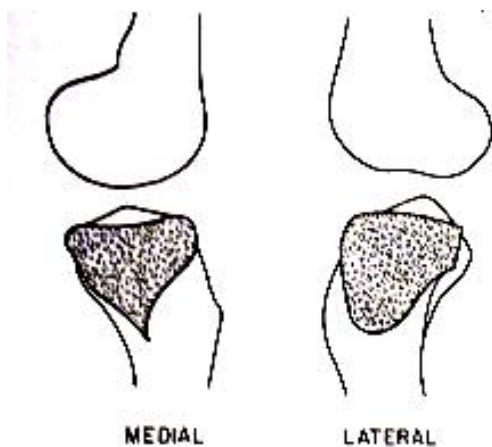
Obrázek 2. Kongruence femorotibilního kloubu (Kapandji, 1991,81)



Obrázek 3. Zakřivení femorálních kondylů a změny radiusu při pohybech kolenního kloubu (Kapandji, 1991,81)

Kondyli tibiae mají facies articulares téměř ploché a mají také různý tvar. Kondylus medialis je superiorně konkávní s radiusem zakřivení 80mm a kondylus lateralis je konvexní superiorně a radiusem zakřivení 70mm. Měly tedy být, ale kondylus medialis je bikonkávní v sagitální i frontální rovině, kdežto kondylus lateralis je konkávní ve frontální rovině a konvexní v rovině sagitální.

Z toho vyplývá, že kondylus medialis femoralis je relativně stabilní v konkavitu mediálního tibiálního kondylu, ale kondylus lateralis femoralis je nestabilní a jezdí po konvexitě laterálního tibiálního kondylu (viz. Obrázek 4). Proto jeho stabilita při pohybu závisí na LCA. Kloubní součásti femuru a tibie dovolují pouze pohyb do flexe a extenze. Mohou zde probíhat i mírné rotace, ovšem jen při flexi v kolenním kloubu. (Bartoníček et al., 1991/ Kapandji, 1991).



Obrázek 4. Konkávnita mediálního a konvexitá laterálního plateau tibie (Griffin, 1995,10)

## **2.5 Prostorová stabilita kolene**

### **2.5.1 Transverzální rovina**

Stabilitu v této rovině zajišťují ligamenta kollateralia a kostěné struktury. Tvar kloubních ploch zajišťuje fyziologické valgózní postavení kolenních kloubů. Při chůzi i během je koleno neustále vystavováno latero-laterálně působícím silám a tlakům a to zejména mediální část kolene. Proto společně s kollaterálními vazami se na stabilitu podílí i svalový aparát.

### **2.5.2 Sagitální rovina**

Při hyperextenzi v kloubu se napínají všechny ligamentózní struktury na zadní straně kolene společně s kloubním pouzdem. Podstatnou roli zde hraje také svalový aparát zejména flexory kolenního kloubu.

### **2.5.3 Stabilita v rotačních pohybech**

Jak bylo zmíněno výše, rotace jsou možné pouze při flexi kolenního kloubu, nebo rotačním pohybem v extenzi brání ligamenta kollateralia a ligamenta cruciata. LCA zamezují vnitřní rotaci extendovaného kolene, kdy LCA se napíná a LPC relaxuje a při zevní rotaci je tomu naopak. (Kapandji, 1991).

## 2.6 Neurologické řízení hybnosti

Ve které pohyby lidského těla jsou řízeny nervovou soustavou, tudíž i pohyb v kolenním kloubu je pod kontrolou nervové soustavy. Kontrola pohybu se odehrává na několika úrovních – spinální (reflexní), subkortikální a kortikální.

### 2.6.1 Propriorecepce

Aferentní signalizace z periferie je zajišťována pomocí proprioreceptorů, které jsou soustředěny ve všech strukturách kolenního kloubu.

Dle Králíka (2004., str 136) – Za propriorepci považujeme vnímání polohy a pohybu v jednotlivých částech těla.

Rozlišíme propriorepci:

- polohový smysl (stásezie) – informuje o vzájemném postavení jednotlivých segmentů v kloubu
- pohybový smysl (kinestezie) – podává informace o pohybu v kloubu, o jeho směru a rychlosti
- silový smysl – informuje o velikosti překonávaného odporu během pohybu a o potřebné síle pro pohyb

Mezi proprioreceptory patří:

- Ruffiniho tělíska – která reagují na podráždění o nízké intenzitě a nachází se v kolenním pouzdru a vazech
- Paciniiformní tělíska – reagují na rychlé podráždění o vysoké intenzitě a také se nachází v kloubním pouzdru a vazech
- Golgiho –lachová tělíska – tyto receptory reagují na velký tah
- Svalové vřeténka – ty nás informují o velikosti svalové síly

(Trojan, 1999).

### 2.6.2 Postura

Postura vyjadřuje zaujetí polohy jednotlivých segmentů těla v klidu a prostoru. To znamená, že postura je udržení těla během změn podmínek z vnějšího prostředí. Pohybu vždy předchází postura, která připraví jednotlivé segmenty na očekávaný pohyb. Posturální systém je neustále aktivní a jeho úroveň záleží na míře

excitability posturálního systému a na stupni lability v dané poloze. Posturální systém z stává aktivní v období klidu, kdy je v pohotovostním režimu, ale není nastaven na danou polohu těla. Tento systém ovšem ovlivňuje funkce vnitřních orgánů, psychika, propriorecepce a také signály z exteroceptorů.

### 2.6.3 Vzpřímené držení těla v prostoru

Pro udržení stability v prostoru je kladen velký nárok na exteroceptory, na koordinaci nervové soustavy. Díky souhře těchto systémů jsme schopni udržet vzpřímenou polohu těla v prostoru. Držení vzpřímené polohy probíhá v subkortikální úrovni a vnímáme ji jen jako pocit prostorové stability a jistoty. Zaujetí vzpřímeného držení je výchozí pozicí pro veškeré úkony spojené s přesunem v prostoru.

### 2.6.4 Pohybové programy

Pro řízení pohybu je nutná předchozí zkušenost s pohybem a tudíž paměťová fixace pohybu. Díky předchozím zkušenostem a paměťovým stopám může být pohyb prováděn přesněji a plynuleji o to víc, čím více je pohyb opakován. Opakovanější pohyby se postupně automatizují. Naučené pohybové a polohové vzory jsou vybudovány na genetickém základě. Pro dokonalý pohyb v prostoru a adaptaci na neobvyklé pohyby je třeba mít široký pohybový scénář (Velé, 1995).

### 2.6.5 Řízení pohybu

Kosterní svalstvo je řízeno jako jeden funkční celek, ale na jeho řízení se podílí několik oddílů CNS.

Pohyb probíhá na řízení těchto úrovní:

- spinální úroveň řízení motoneuronů
- subkortikální úroveň řízení ereismatické a telekinetické motoriky
- kortikální úroveň řízení ideomotorické motoriky (Velé, 1995)

Jednotlivé úrovně spolu souvisejí a spolupracují, tudíž je nelze oddělit a společně se podílí na řídicím procesu každého pohybu. Celý provedený pohyb je spoután z paměťových stop a předem připraveného vzorce označovaného jako centrální motorický program (Králik, 2004).

### 2.6.5.1 Spinální úroveň řízení motoneuron

Mícha představuje nejnižší reflexní motorické ústředí, které podává dleflité informace pro reflexní svalovou innost. Tyto informace p ícházejí jednak z proprioreceptor ve svalech, -lachách a také z exteroceptor uloflených v k flí. ízení hybnosti páte ní míchou má t i úrovn , které se aktivují sekven n .

- nastavení logistiky vegetativního systému
- nastavení excitability motoneuron gama systém
- aktivace alfa motoneuron k provedení hybnosti

Vlastní kontrakce sval m fle být bu íst reflexní (nep ímo) pomocí gama-motoneuron nebo p ímo vyvolána pomocí alfa-motoneuron . Aby do-lo k správnému provedení pohybu, musí dojít k dokonalé svalové souh e p i kontrakci agonist a antagonist . Kdyfl je jedna svalová skupina aktivovaná, musí být sou astn opa ná skupina sval inhibovaná. Tento proces inervace je ízen ínností interneuron .

### 2.6.5.2 Subkortikální úroveň řízení ereismatické a telekinetické motoriky

Subkortikální úroveň je nad azená spinální úrovní.

- nastavuje míru logistiky a exitability motoneuron
- zaji- uje plynulou adaptaci p ednastavené úrovn
- vyhlazuje hrubé funkce spinální servomechaniky
- udržuje polohu v gravita ním poli
- zaji- uje automatizaci stereotypních pohybových vzor
- vytvá í náhradní pohybové vzory

Celý subkortikální systém nastavuje a upravuje hladinu exitability motoneuron a p ízp sobuje ji práv probíhajícím pohyb m. ízení cílené motoriky dále zaji- uje cerebrální mozek. Motoriku také ovliv ují bazální ganglia a retikulární formace.

### 2.6.5.3 Kortikální úroveň řízení ideo-motoriky

Je to orgán s nejvy- í úrovní ízení ideo-motoriky. Obsahuje adu sloflitých asocia ních program pro ízení pohyb a pro kombinaci posturálních zm n. Pro správnou koordinaci úmyslného pohybu, je ínnost nervové soustavy jako celku nezbytná, kde dominantní postavení má mozková k ra (Trojan, 1999, Véle, 1997).

## 2.7 Traumata kolenního kloubu

Jedná se o nejnáchylnější kloub k traumatickému poškození. Pravědná část úrazu kolene pochází ze sportovních traumat. Mezi nejtypičtější sporty patří volejbal, basketbal, fotbal, hokej, lyžování a v poslední době velice populární inline bruslení. Ovšem i ostatním sportům se úrazy kolene nevyhýbají. Celkově úrazy při sportovní aktivitě, ať už profesionální nebo rekreační, tvoří asi 1/3 všech traumat kolenního kloubu. Příčin poranění je nepřeberné množství. Koleno se nachází mezi dvěma nejdělnějšími kostmi těla a to je také jedním z prvních vysokého podtlaku úrazů právě tohoto kloubu. Dále zde dochází poměrně často k jeho přetřívání. Mezi zatřívání a přetřívání kolene je velice rozdílné, záleží na stavu ligamentózního aparátu a svalové trofiky.

Bolesti kolene z přetřívání mohou být způsobeny nesprávným tréninkem, špatným stereotypem chůze, nevhodnou obuví nebo náhlým zatříváním bez předchozího tréninku. Mezi další poškození kolenního kloubu patří také degenerativní změny na chrupavkách a vazech, na kterých chronickými onemocněními a také v kmen (Vieha, 2004).

### 2.7.1 Typy poranění kolenního kloubu

- zlomeniny distálního konce femuru
- zlomeniny patěly
- zlomeniny proximálního konce tibie
- poranění mčkého kolena

(Vieha, 2004).

#### 2.7.1.1 Zlomeniny distálního konce femuru

Představují 6% všech úrazů femuru. Vyskytují se u mladých jedinců jako součást polytraumat (vysokoenergetické úrazy) a dále u starších jedinců jako forma osteoporotických zlomenin. Incidence je nejvyšší u žen ve věku nad 75 let a u mužů mezi 15 a 25 lety. V klinickém obraze dominuje extrémní bolestivost, změna konfigurace kolene, rychle se vyvíjející otok a neschopnost pohybu kolene. Diagnózu potvrdí RTG vyšetření. V terapii dominuje operativní řešení nitrodělovými hřebíky,



případně konzulárními dlahami. Po operaci je nezbytné odlehčovat končetinu na berlích po dobu 3 měsíců do definitivního zhojení.

### **2.7.1.2 Zlomeniny pately**

Patela je největší sezamská kostka v těle je součástí úponové šlachy m. QF, kdy jeho tahem dochází k typické dislokaci zlomenině. Zlomeniny pately tvoří 1% všech úrazů kolene. Naprostá většina zlomenin vzniká při úrazu (pádem) na koleno. K lokálním projevům zlomeniny patří otok, hematoma, palpací je patrná distakce fragmentů, a pacient nesvede aktivní extenzi v koleni. Diagnózu potvrdí RTG vyšetření. Většina zlomenin je indikována k operační terapii tahovou cerkláží. V pooperačním období se standardně ponechává ortéza 3 týdny. Plné zhojení zlomeniny lze očekávat do 12 týdnů.

### **2.7.1.3 Zlomeniny proximálního konce tibie**

Zlomeniny v této oblasti kolene vznikají nejčastěji při úrazu (pád, boční náraz do kolene, náraz na palubní desku v autu). Tento typ traumat tvoří 2% všech úrazů skeletu celkově, což jeadí mezi nejfrekventovanějšími frakturami v oblasti kolenního kloubu. K tomuto poranění se často přidruží i další poranění v oblasti kolene, jako jsou poranění menisku a ligament. K lokálním projevům zlomeniny tibialního plateau patří bolest, zvýraznění při pohybu, hematoma, případně hemartros. Diagnózu potvrdí RTG vyšetření. Většina zlomenin je indikována k operační léčbě cerkláží a kondylárními hřebíky. V pooperačním období se končetina imobilizuje ortézou, kdy doba odlehčování je 6-16 týdnů. Úplné zhojení nastává mezi 2 a 5 měsíci (Vilka, 2004).

### **2.7.1.4 Poranění menisku kolena**

Pro poranění menisku kolena se rozlišují poranění menisku, chrupavky, vazů, luxace pately a luxace kolene. Poranění menisku patří mezi nejčastější poranění struktury kolene. Projevuje se bolestí, která se zvýrazní při zatížení. Poranění menisku může vyvolat blok kolene, kdy se z utrženého menisku stane mechanická překážka, která nedovolí plynulý pohyb a vyvolá pérovitý odpor. Léčba je endoskopo-

suturou menisku nebo resekci menisku. Poranění chrupavky je dalším typem poškození kolenního kloubu. Typickým příznakem je lokální a palpací bolestivost v místě poškození a odloučené fragmenty mohou také způsobit blok kolene. V rámci operativní terapie poranění chrupavky se uplatňují různé techniky, nefixativní metody, transplantace chondrocytů a v nejzávažnějším stadiu poškození chrupavky se provádí totální náhrada kolenního kloubu. Pasivní stabilitu kolene zajišťují vazy. Jejich poranění vzniká nejčastěji jako následek rotací sil. Při poranění postranních vazů si pacient stěžuje na bolest na straně léze. Poranění postranních vazů se ošetřuje nejprve konzervativně rigidní ortézou po dobu 5-6 týdnů. Ke operativní léčbě se přistupuje jen při vysoké nestabilitě kolene. Při poranění křížových vazů převládá poranění předního křížového vazů (LCA).

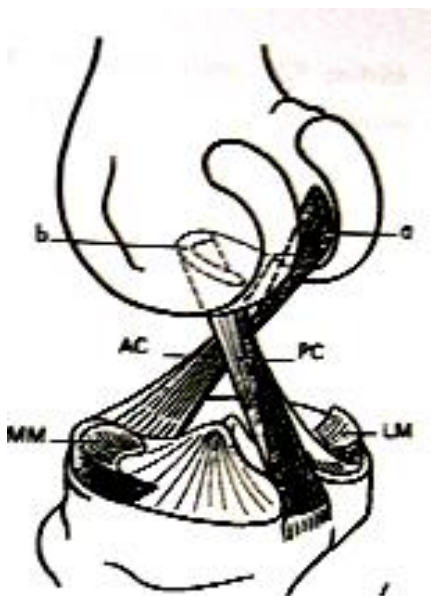
Ke poranění zadního křížového vazů dochází nejčastěji jen při autonehodách nárazem kolene do palubní desky automobilu. Typickým příznakem obou poranění je zde hemartrozní výpotek. Léčba je zde konzervativní, případně operativně suturou vazů nebo plastikou a úplnou náhradou vazů.

Ke luxaci pately díky anatomickým poměrům dochází výhradně zevně. Predispozice mají především ženy. Luxovaná šlacha se reponuje spontánně, pokud tomu tak není, zůstává zablokovaná na zevním kondylu femuru a repozice je prvním terapeutickým ošetřením. Operativní léčba spočívá v suture mediálních retinákul a plastice kolenního pouzdra.

Luxace kolene vzniká jen při hrubém násilí na kolenní kloub. Při tomto poranění kolene dochází k ruptu minimálně tří vazů. Na první pohled je patrná změna konfigurace kolenního kloubu. Repozice je nutné provést urgentně a pokud to dovolí celkový stav vazů a kloubního pouzdra provádí se rekonstrukce vazivového aparátu. Rehabilitace je dlouhodobá s nejistou prognózou. U všech poranění méně závažného kolene nám k diagnostice napomáhají RTG snímky a dále vyšetření na magnetické rezonanci případně CT vyšetření.

## 2.8 Ligamentum cruciatum anterius - LCA

Zkřížené vazy jsou jednou ze zvláštností kolenního kloubu a jsou asi i jeho nejvýznamnějšími stabilizátory (viz. Obrázek 5). Jsou uloženy ve fossa intercondylaris femoris mezi dvěma listy synoviální membrány, které se na přední ploše zkříženého vazy spojují. Jak přední, tak zadní zkřížený vaz jsou přibližně stejně dlouhé.



Obrázek 5. Pohled na ligamenta cruciata v prostoru (Kapandji, 1991, 119)

Přední zkřížený vaz je ligamentum cruciatum anterius, tedy LCA, začíná na polokruhovitě položené lefícím v oblasti dorzální části mediální plochy femuru a upíná se do fossa intercondylaris anterior mezi úponem menisku.

LCA může být rozdělena na tři části: anteromediální část, posterolaterální část a intermediální část. Jako celek je vaz stožený a nediferencovaný. Vzhledem k místu úponu a rozdílné délce jednotlivých vláken a rotaci LCA v jeho průběhu se během pohybu mění napětí na jednotlivých částech vazy, a tím se mění i aktivita jednotlivých částí vazy. LCA a LCP nemají v kloubu stále stejný sklon. Při plné extenzi je LCA více vertikální než LCP, a při plné flexi je LCP mnohem více pohyblivější než LCA. (Bartoněk et al., 1991, Griffin, 1995)

### 2.8.1 Zásobení cévní

V proximální části je LCA vyživováno z arteria genua media prostřednictvím synoviálních obalů. Distální část LCA je vyživována z Hoffova tělesa.

### 2.8.2 Inervace

Kolenní kloub je bohatě inervován, kdy LCA přijímá nervová vlákna z posteriorní větve n. tibialis. Je zde velké množství proprioreceptorů a mechanoreceptorů, kdy jejich hlavní úlohou je aferentní informování (Bartoník et al., 1991)

### 2.8.3 Funkce LCA

Funkce LCA je hlavně stabilizační proti anteriornímu translačnímu posunu tibie vůči femuru a další funkcí je stabilizace a uzamčení kolene v plné extenzi, tudíž zabráňuje hyperextenzi v koleni a v neposlední řadě kontroluje rotaci kolene vůči femuru v rozsahu od 0° do 30° extenze. Mnoho autorů poukazuje na to, že po poranění LCA dochází k poruše vnímání polohocitu, z čehož můžeme soudit, že LCA má i určitý proprioceptivní význam. (Smékal et al., 2006).

### 2.8.4 Poškození LCA

Jedním z faktorů poškození LCA je časové rozložení stabilizace v anteroposteriorním a mediolaterálním směru v různých situacích:

- ve stojené fázi cyklu chůze
- v dopadové fázi po skoku
- při korelaci silových momentů při dopadném pohybu tibie

(Smékal et al., 2006).

Aby nedošlo k poškození LCA musí dojít k podpoře dynamickým aparátem, to znamená, že by mělo dojít k aktivaci hamstringů, poté mm. vasti a celou svalovou podporu by měly uzavřít mm. gastrocnemii. Pro hamstringy platí, že jsou agonisty LCA a proto je jejich význam značný. Pro kvalitní práci h dynamické stabilizace musí být dostatečně aktivovány semisvaly a výraznější přesun aktivace ve prospěch m.biceps femoris destabilizuje koleno zejména v jeho silám vnitřně rotujícím femur

oproti tibii. Situace nastává zejména při dlouhodobé insuficienci LCA a po náhradě LCA – třeba pomocí semitendinosus nebo m. gracilis (Mayer a Smékal, 2004).

Dle Mayera a Smékala (2004) dochází k poranění LCA u žen až desetkrát častěji než u mužů. Vysvětlují to zvykající se sportovní aktivitou žen a predispozice je zde několik faktorů :

- výraznější valgozita kolen
- vyšší laxita vazů
- vzorec zapojení svalů
- poměr svalové síly vůči hmotnosti
- faktory anatomické – v oblasti antevertace krčku femuru, častěji dislokace paty, v oblasti zevní rotace tibie a pronávní postavení nohy
- faktory hormonální – poměr progesteron/estrogeny, které ovlivňují elasticitu vazů, dekontrace po graviditě, stres, poruchy cyklu a poruchy imunity

Mimo pohlavní predispozice jsou známy i další faktory zvyšující riziko poranění LCA:

- rizikové sporty a aktivity
- velikost úponového místa LCA na femuru
- obuv – pevná obuv, svírající periferii, může mít podíl na vyšší úrazovosti LCA (Hubell a Schawartz, 2006).

Při poranění LCA dochází k narušení stability kolenního kloubu a to zejména anteroposteriorní rotací složky a dochází tak k pocitu švaskování kolene, tzv. giving-way fenomén. Tento fenomén se projevuje nejčastěji při chůzi a při náhlé změně směru pohybu. Poraněná LCA se projevuje také přetřesenými hamstringy, nebo chybí podpora při stojné fázi. Při chronické nestabilitě kolene, kde došlo k poranění LCA, provokuje další poškození ostatních struktur kolene, což jsou nejčastěji menisky (Griffin, 1995).

U pacientů s lézí LCA jsou pravidelně prokazovány poruchy koordinace a oslabování stabilizačních svalů, narušení vzorce aktivace, zpomalení reakce, pomalejší dosažení optimálního momentu síly, narušení anticipačních (proaktivních) mechanismů. Tyto poruchy jsou zjišťovány i na zdravé straně (Mayer a Smékal 2003, 112).

Při poranění jakékoliv měkké struktury kolene dochází k vytvoření kompenzačních mechanismů, které mají velkou variabilitu. Při porovnání jedince bez poškozeného

LCA s pacientem po ruptu e LCA, tak po poran ní vazy chodí pacient tém celou fází kroku s v t-í zevní rotací tibie, abdukci tibie p i kontaktu paty s podlofkou a v t-ím anteriorním pohybem tibie ve –vihové fázi. Toto je p íklad kompenzované ch ze p i nestabilit kolenního pouzdra.

### **2.8.5 Lé ba ruptury LCA**

Moffnost e-ení ruptury LCA je bu konzervativní, nebo opera ní lé bou. I kdyfl pokrok v medicín a také pokrok v metodách lé by zaznamenal b hem posledních let op t vzestup, tak názory na o-et ení poran ného LCA se stále li-í pracovi-t od pracovi-t . Indikace k opera ní lé b LCA má n kolik kriterií ó pourazové symptomy, v k pacienta, sportovní a pracovní zatíflení kolen. Ov-em a je lé ba konzervativní nebo opera ní, po kafdé by m la následovat rehabilitace.

#### **2.8.5.1 Konzervativní lé ba ruptury LCA**

Dle Smékala et al. (2006) šKonzervativní terapie v ad p ípad není doporu ovaná, nebo dochází k chronické instabilit kolene, oslabení sval kolene a také k posttraumatické artróze. O konzervativní lé b ruptury LCA uvaflujeme mén ast ji a to jen v p ípadech star-ích jedinc , u kterých ufl nep edpokládáme vysoké sportovní i pracovní zatíflení. Dále u jedinc s výraznou muskulaturou kolenního kloubu, kde svalová sloflka m fle nahradit funkci LCA. V t chto p ípadech se p istupuje ke konzervativní lé b pod podmínkou, fle zde není vysoká instabilita.

#### **2.8.5.2 Opera ní lé ba**

Opera ní e-ení ruptury LCA je v dne-ní dob mnohem ast j-í zp sob lé by. D vodem je nar stající fyzicky náro ná jak sportovní tak pracovní aktivita, které se nevyhýbají ani star-í populace. P ed samostatnou plastikou vazy je ve v t-in p ípad provád ná artroskopie, p i které se o-et í poran né menisky, p ípadn dal-í struktury a odstraní hemartros. Následn se p istupuje k plastice vazy. Nejpreferovan j-í jsou asné sekundární plastiky, které jsou provád ny m síc afl rok od úrazu. Dal-í variantou jsou sekundární plastiky provád né pozd ji nefl rok od úrazu. Nej ast ji uflívanými

metodami při náhradách LCA je použití tpu z části ligamenta patellae s kostními bloky na obou stranách a nebo použití tpu ze šlachy hamstringu, respektive z m. gracilis nebo m. semitendinosus. O použití typu plastiky rozhoduje ošetující lékař na základě zkušeností a možnostech pracoviště, na kterém se zákrok provádí (Masar, Jakubec, 1998)

### **3 Rehabilitace a rizikové momenty**

Rehabilitace neboli fyzioterapie by měla být nedílnou součástí každé léčby ruptury LCA. V ideálním případě by rehabilitace měla začít již předoperační terapií. Celé období rehabilitace můžeme rozdělit:

- předoperační fáze
- raná pooperační fáze
- pooperační fáze
- pozdní pooperační fáze a rekonvalescentní období

#### **3.1 Předoperační fáze**

V této fázi využíváme především fyzikální terapie, manueálních technik a individuálního cvičení, kdy hlavním cílem je snížení otoku, obnovení rozsahu, nácvik správného stereotypu chůze, jak normální tak o dvou francouzských holích.

#### **3.2 Raná pooperační fáze**

Období zahrnující první dva týdny po operaci. Probíhá především na nemocničním oddělení, ale z větší části v ambulantní a domácí péči po zainstruování pacienta. Cílem tohoto období je opět snížení otoku a zmenšení bolestivosti, zvětšení rozsahu do flexe a po vytažení stehu z operačních ran, také péče o jizvu pomocí manueálních technik. V případě, že došlo k pouhnutí švu z patelárního ligamenta, je nezbytná také mobilizace pately a ošetření ligamenta patellae. Nesmíme opomenout také mobilizaci hlavičky fibuly a všech dalších kloubů dolní končetiny.

#### **3.3 Pooperační fáze**

Tato fáze začíná koncem druhého týdne a trvá zhruba do šestého týdne od operace. Základem této fáze je výcvik správného stereotypu, případná korekce chůze v plném zatížení. Dále se zde zamůjeme na opětovnou souhru a kokontrakci předních a zadních svalových skupin. Můžeme začít i výcvik stability v plném zatížení na balančních plochách (Směkal et al. 2006)..



### 3.4 Pozdní pooperační léčba

Následuje po šestém týdnu po operaci. Pokračujeme ve všech cvičeních na stabilitu se zvyšujícími se nároky na pacienta a na koordinaci pohybu. Nezbytnou součástí je posilování dolních končetin a snaha o návrat k plnohodnotné svalové síle. Zhruba od šestého týdne od operace se povoluje návrat ke sportovním a pracovním aktivitám, kdy ovšem u aktivních sportovců se doporučuje užívat funkčních ortéz kolenního kloubu (Smékal et al. 2006).

### 3.5 Rizika a komplikace po plastice LCA

Komplikací po plastické rekonstrukci LCA v posledních letech rapidně ubylo. Přesto se ojediněle setkáváme s omezením hybnosti, selháním šití nebo s problémy z fixačního materiálu.

#### 3.5.1 Pooperační komplikace

Poperační komplikace se vyskytují ojediněle do 1% operovaných pacientů. Podle druhu zvoleného operačního postupu se mohou objevit následující komplikace:

**Poranění senzitivního (cit vedoucího) nervu:** K tomuto poranění dochází v okolí kofního ezu. Výpadek citlivosti je v malém okrsku kolem operační rány, případně se palčivými pocity ve stejném rozsahu. Většinou tyto poruchy senzitivity spontánně odeznívají do jednoho roku.

**Trombembolická nemoc (zápětí):** Při přijetí je zhodnoceno riziko vzniku trombózy a zahájena prevence dle standardního protokolu. Přesto existují případy, kdy i přes náležitou prevenci trombóza vznikne. Tito pacienti jsou vždy dále vyšetřováni na hematologii. Trombembolický stav se projevuje narůstajícím otokem a bolestmi v oblasti lýtky a kolene. K diagnóze je použito ultrazvuku, pro přesné stanovení místa trombózy. Léčba spočívá v klidu na lůžku a nasazení léků, snižujících srážlivost krve, které se dle závažnosti užívají 3-6 měsíců. Ve výjimečných případech se může trombus uvolnit do plic, což může vést k život ohrožujícímu stavu.

**Zlomenina šé-ky:** Pokud je št p pro plastiku odebrán z šé-ky s kostními bloky s vazem pro náhradu zklíšeného vazů, je po určitou dobu, než dojde ke zhojení defektu po odběru, oslabena a snížena její odolnost především proti tahu a nárazu. V důsledku tohoto oslabení může dojít k jejímu zlomení při působení menšího násilí, než u šé-ky neoperované.

**Infekce:** Při preventivní podání antibiotik (v indikovaných případech) může dojít k infekci operační rány nebo kolenního kloubu. Vyskytuje se asi u 0,5% pacientů. Pro pooperační infekci kolenního kloubu je typická zvyšující se bolest, otok a zarudnutí operovaného kolenního kloubu v období mezi 2. až 14. dnem po operaci. V každém případě infekce kolenního kloubu je indikována punkce a bakteriologické vyšetření punktátu. Při infekci kolenního kloubu je nutná hospitalizace a reoperace v celkové anestezii s výplachem kolenního kloubu a zavedením proplachové drenáže (na několik dnů) a celkovým i lokálním podáváním antibiotik. Při infekci rány je nutné její rozpuštění, dezinfekce rány a opakované převazy na ambulanci až do odeznění infekce. Po probhlém zánětu se v kloubu mohou tvořit srůstky omezující pohyb, tudíž je nezbytná důkladná rehabilitace.

**Kompartment syndrom:** útlakový syndrom: vzniká na podkladě zhmoždění měkkých tkání, těsným obvazem nebo při přerušení hlavní cévy, která zásobuje proukem končetinu krví. Ve všech případech dochází k otoku svalů, který může vést k jejich nedostatečnému prokrvení a až k odumření tkání. Stav se projevuje výraznými bolestmi, otokem a napětím. Nález je nutno řešit podélným rozříznutím kůže a uvolněním svalových fascií (tzv. Z ezy). Po odeznění otoku je léz postupně sblíhován a řešit (Chaloupka a kol., 2001).

### 3.5.2 Revizní operace

Dle Dungla (2005) se počet revizních operací v posledních letech zvyšuje. Revizní operace je zapotřebí pečlivě naplánovat a zhodnotit pravděpodobnost úspěchu reoperace LCA. Upevňované v těmto pacientům dochází k selhání plastiky v prvním pooperačním období a nebo na konci druhého pooperačního období. U všech pacientů je cílem obnovit stabilitu pouze pro běžnou denní aktivitu, případně lehký sportovní zatížení. Reoperace LCA se stává poměrně často důvodem ukončení profesionální sportovní činnosti. Před reoperací je důležité zjistit, proč plastika selhala. Nejprve je třeba určit lokalizaci tunelu, kam byla plastika zavedena. Při správné lokalizaci tunelu se stávají případy, kdy tunel má malou pevnost nebo nebyl dostatečně fixován, případně pooperační rehabilitace a zatížení byla příliš velká a dochází k uvolnění tunelu. Rehabilitace po revizních operacích LCA je více konzervativní.

### 3.5.3 Komplikace při rehabilitaci

**Patellofemorální bolesti** – Patellofemorální bolesti způsobené třením nejsou nijak vzácné.

Často je chondropatie – díky přítomnosti jílů před operací. Pooperační výpotek a tření při cvičení ve flexi jsou startovacím momentem bolesti. V takových případech předcházíme tvorbě výpotku a rehabilitace by měla probíhat se závažným s minimální flexí kolene. V pokročilé fázi rehabilitace nedoporučíme klek, dle potřeb při jízdě na kole doporučíme nízký zátěž (Chaloupka a kol., 2001).

**Stabilita a svalová síla** – Poranění LCA má za následek negativní ovlivnění reakční pohotovosti stabilizačních svalů, kdy nejvýraznější je toto ovlivnění v akutní fázi při anteriorním posunu tibie. Po operaci LCA se objevuje hypotrofie m. vastus medialis, který je jedním z hlavních stabilizátorů kolenního kloubu, a dále m. quadriceps femoris jako celek. Snadíme se pomocí různých technik fyzioterapie dosáhnout správné svalové koaktivace a obnovení svalové síly (Mayer a Smékal, 2004).

**Výpotek** – je dalším problémem se kterým se u pacientů po operaci kolene setkáváme.

Často vzniká po zvýšeném námaze. Snížení otoku můžeme nejlépe ovlivnit chlazením nebo aplikací tzv. Prissnitzových obkladů, které můžeme použít i na čerstvé rány,

ovšem místo vody použijeme dezinfekční roztok, což napomáhá také k zlepšení hojení a prevenci zánětu.

**Omezení hybnosti do extenze** – omezení je aktivní a pasivní (zkrat Hansringu). Při pasivním zkrácení máme aplikace tepla a protahováním toto omezení postupně odbourat. Aktivní omezení hybnosti do plné extenze často bývá způsobeno zduřením Hoffova tělesa. Otok a zvětšení tohoto tělesa může být natolik velké, že vyplní přední část kloubu a máme dojít k úskutině mezi tibií a femur. Pokud nepostačí dle sledného chlazení, máme aplikovat injekci kortikoidů. Vzácněji se tyto obtíže řeší artroskopickou resekcí části Hoffova tělesa (Dungl, 2005, Chaloupka a kol., 2001).

### 3.5.4 Rizik v jednotlivých fázích rehabilitace

#### **raná pooperační fáze – hospitalizační fáze (0.-2. týden)**

**Cíl :** zlepšení rozsahu pohybu, kontrola pooperačního otoku, snížení bolestivosti, aktivace m. quadriceps, nácvik chůze

**Komplikace :** trombóza, infekce, výpotek, revizní operace

#### **Pooperační fáze (3.-6.týden)**

**Cíl:** pokračujeme v procvičování rozsahu, nácvik chůze, ošetření měkkých tkání, povolena jízda na rotopedu s postupným stupňováním zátěže

**Komplikace:** otok, výpotek, patellofemorální bolesti, omezení hybnosti, elongace tpu

#### **Pozdní pooperační léčba (6.týden a návrat k aktivitám)**

**Cíl:** začlenění náročných cviků (pohyb do stran), opětovné plné zatížení dolní končetiny, dosažení plné extenze a 75% flexe, vydržení svalové zatížení

**Komplikace:** otok, výpotek, svalová instabilita kolene, ruptura nebo vytržení plastiky

(Chaloupka a kol., 2001, Dungl, 2005, Mayer a Smékal, 2004).

## 4 Dosavadní studie a měření

Na téma plastiky LCA existuje již mnoho studií, v nichž se počet sledovaných probandů pohybuje od několika jedinců až po skupiny čítající desítky jedinců. Nejčastěji používány jsou skórovací měřítka Lysholmovo skóre, Tegnerovo skóre, IKDC, VAS, klinické vyšetřovací manévry jako jsou Pivot shift test a Lachmanův test a k objektivizaci laxicity kloubu se používá vyšetření artometrem.

Od roku 1995 do 2001 byla provedena studie zaměřená na efektivitu náhrady LCA z ligamenta patellae. Během této studie bylo prokázáno, že náhrada pomocí ligamentu ke stabilitě kolenního kloubu, ovšem nejčastějším problémem se objevilo místo od ruptury, kdy probandi udávali snížený subjektivní pocit stability. Dále bylo prokázáno, že se zvyšujícím se časovým rozstupem od úrazu k operaci, přibývalo poškození menisků a dalších struktur (Podkubka aj., 2002).

Ericsson et al. (2001) prováděl porovnání plastik LCA z lig. patellae a z m. semitendinosus. Celkový počet činil 150 probandů. Ve výsledcích byl prokázán rozdíl v kolenním kloubu. Rozdíl mezi plastikou z lig. patellae a z m. semitendinosus byl 3° až 7° v extenzi, ale další rozdíly nebyly prokázány.

Kubát a Strhal (1997) vedli studii na porovnání sutury a plastiky LCA. Během studie nebyly zjištěny žádné rozdíly, jen u čtyř pacientů, kteří měli rupturu LCA ošetřenou suturou, přetrvávalo omezení flexe. Následně autoři na základě této studie a literárních zdrojů upustili od sutury a rupturu LCA řeší u indikovaných pacientů náhradou LCA.

Na oxfordské univerzitě se zabírali analýzou pohybu u kolen s poškozeným LCA. Studie byla prováděna v 3D rekonstrukci, snímána 12 kamerami a zároveň bylo použito také EMG. Probandi byli měřeni při různých úkrocích. Ve výsledcích se prokázala menší flexe u pacientů s poraněným LCA. Ovšem na záznamu EMG nebyly zaznamenány žádné výraznější rozdíly (Waite et al., 2005).

## 5 Metodika výzkumu

### 5.1 Charakter proband - Charakteristika sledované skupiny

Pro naši diplomovou práci jsem si zvolil vzorek deseti probandů, kteří již měli provedenou plastiku LCA. Nerozlišoval jsem, kterým operativním způsobem byla plastika provedena.

U osmi probandů byla plastika provedena na pravé DK a u dvou na levé DK. Jako kontrolní vzorek měnila měla neoperovaná DK, která nebyla po úrazu LCA či jiném traumatu. V věkové rozmezí probandů se pohybovalo od 22 do 54 let, průměrný věk byl 38 let. Uplynulá doba od operace se pohybovala od 2 do 3 měsíců. Největším problémem popisovaným probandy byla snížená svalová síla na operované končetině. Dalším problémem u většiny probandů byla omezená hybnost, která ovšem nebyla natolik výrazná, aby znemožnila testování. Při důřlenými obtížemi se u několika probandů stal otok, výpotek a u několika probandů mírná necitlivost kolem jizvy po laparoskopické operaci. Při dotazování na subjektivní bolest aktuálně v den měření, byl použit standardizovaný test VAS, kdy probandi udávali subjektivní pocit bolesti od 2 do 8 stupňů s nejvyšší se opakujícím pocitem bolesti na stupni 4.

### 5.2 Technika použití měření

#### Povrchová elektromyografie

Pro snímání svalové aktivity byla použita povrchová elektromyografie, která díky povrchovým nalepovacím elektrodám umožňuje snímání elektrické aktivity svalového aparátu při statických i dynamických činnostech probandů. Principem je zaznamenávání lokálního potenciálu z povrchu tkáně, které jsou elektrickým ekvivalentem změny iontové výměny při svalové práci.

Povrchová elektromyografie se nejčastěji využívá v oblasti aplikovaného výzkumu, v diagnostice a objektivizaci timingu i velikosti svalové aktivity. Dále se využívá v terapii jako vizuální feedback i objektivizaci svalové únavy. Mezi hlavní výhody povrchové elektromyografie je neinvazivnost, jednoduchý postup měření

a diagnostika. Ovšem její hlavní nevýhodou je, že umožňuje snímání jen povrchových svalů a také mírné technické omezení při provádění dynamických činností (Rodová, 2002).

### **Posturograf**

Posturograf nám umožňuje vyšetřovat probandy při dynamických aktivitách. Snímá rozložení reakčních sil a jejich momenty pomocí silové plošiny. Z naměřených hodnot, získaných z tlakových snímačů je stanoveno COP-přesobit vektoru reakční síly podložky a COG-vertikální promítnutí těžiště tělesa do podložky. Na posturografu můžeme vyšetřovat automatické balanční reakce na vnější podnět (translační, rotační pohyb plošiny), simulace vizuálních podnětů a další simulační podněty, na které je nucen proband reagovat. Je zde hodnocena latence a velikost amplitudy posturálních reakcí a délka reakce na podnět.

Velikou výhodou a rozšířením možnosti testování je propojení jednotlivých komponent (posturografu a povrchové elektromyografie).

## **5.3 Postup měření**

U všech probandů byla před měřením odebrána anamnéza se zaměřením na předělelé úrazy dolních končetin, sportovní a pracovní zatížení, které by mohlo ovlivnit výsledky a postup měření. Dále byly změřeny pasivní a aktivní rozsahy na obou končetinách, a dále obvodové míry 10cm nad horním okrajem pately, dále přes patelu a následně v nejširším místě svalového bicepsa lýtkového svalu. Na operované končetině byla následně vyšetřena citlivost a posunlivost jizev a pately.

Příprava technické části měření

Povrch pokožky, kam byly nalepovány elektrody, byl očištěn abrazivní pastou, následně očištěn mokrým ručníkem a následně byl osušen ubrousky. Pro snímání svalové aktivity byly vyufity jednorázové nalepovací povrchové elektrody. Dle postupu jsme umístili elektrody do střední části svalu přes nejvíce místo svalového bicepsa kolmo na svalová vlákna. Mezi párovými elektrodami byla vzdálenost zhruba 2mm. Následně bylo ověřeno, že všechny elektrody jsou funkční, nalepeny na

správném svalu a snímaný záznam je kvalitní. Následovalo přilepení zesilovačové lepicí páskou, aby nedocházelo k náhodným artefaktům při měření. Zemnicí elektroda byla umístěna na laterální kondyl femuru na neoperované dolní končetině.

## 5.4 Postup vlastního měření

Před začátkem měření byl každý proband důkladně obeznámen s postupem měření a s jednotlivými testy. U každého testu byl hodnocen pouze první pokus, nebo i přes slovní seznámení s testy, bylo toto měření pro probandy novinkou a tudíž první pokus byl nejvíce zatížen jejich balanční reakce. U opakovaných testů docházelo k adaptaci. Před začátkem testování byla u probandů naměřena klidová aktivita svalů, tudíž probandi byli vyzváni, aby měli ruce podél těla, stáli na obou dolních končetinách a pokud možno klidně bez hnutí. Tato klidová situace byla měřena po dobu 20s. Následně proběhly testy.

### Motor Control Test

Úlohou probanda při tomto testu bylo stát co možná nejstabilněji během toho, co se plošina, na které stál, pohybovala translačním pohybem vpřed a zadními intenzitách podtrhu. Podtrh se opakoval vždy třikrát pro každou intenzitu v obou směrech. Byla zde měřena svalová aktivita na operované a neoperované dolní končetině pouze při prvním nejdelším podtrhu vpřed i vzad.

### Adaptation Test

Při tomto testu bylo opatřeno za úkol stát co možná nejstabilněji během toho, co se plošina pod probandem nakláněla nahoru a dolů. Každý směr byl opakován pětkrát. Při tomto testu byla hodnocena svalová aktivita a doba latence od začátku podtrhu do aktivace svalů. Hodnotil jsem pouze první náklon plošiny v obou směrech.



## 5.5 Zpracování záznamu

K měření byl použit –estnácti kanálový polyelektromyografický přístroj Noraxon, MyoSystem 1400 firmy Noraxon USA s počítačovým software MyoVideo. Z tohoto přístroje jsme použili 8 kanálů a zaznamenávali jsme svalovou aktivitu na svalech :

- 1.a 2. kanál Vastus medialis sin. et dx.
- 3.a 4. kanál Vastus lateralis sin. et dx.
- 5.a 6. kanál Biceps femoris sin. et dx.
- 7.a 8. kanál Gastrocnemius medialis sin. et dx.

Ke zpracování byl následně použit program MyoResearch. Nejduležitějším problémem bylo upravení rektifikace (usměrnění) s RMS 25 ms a vyhlazení (smoothing) u všech měřených svalů. Za použití standardního reportu jsme určili velikost klidové amplitudy v úseku dvaceti vteřin. Zde byl použit step 500ms a získaná data byla následně zpracovávána v Microsoft Excel 2003, kde jsem za pomoci průměrné hodnoty a směrodatné odchylky vypočítal klidovou aktivní hodnotu u všech měřených svalů. Dále u každého prováděného testu byl zvolen průměr za úseky podtrhu i náklonu, následně byl zadán stejný časový úsek pro vyhodnocení se stepem 10 ms. Poté následovalo opět zpracování v Microsoft Excel 2003, kde byla stanovena svalová aktivita na základě podílu naměřené aktivity svalů a aktivní hodnoty stanovené z klidové hodnoty. Tento postup byl proveden u všech testů a u všech pacientů.

### Statistické zpracování

Pro statistické zpracování byl použit statistický software SPSS verze 15 (SPSS Inc., Chicago, USA). Testy byly provedeny na hladině signifikance 0,05. K ověření platnosti hypotéz byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test.

## **6 Cíle a hypotézy**

### **6.1 Cíl**

Cílem této práce je zjistit neuromuskulární stabilitu při porovnání svalové aktivity mezi operovanou dolní končetinou a neoperovanou dolní končetinou u vybraných svalů, při vybraných balančních testech u skupiny, která činila 10 probandů po operaci LCA v nejrizikovějším momentu rehabilitace (6.-8.týden po operaci), kdy je již povolena plná zátěž na operované dolní končetině.

## **6.2 Hypotézy**

### **6.2.1 Hypotéza H<sub>01</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace m. vastus medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.2 Hypotéza H<sub>02</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace m. vastus lateralis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.3 Hypotéza H<sub>03</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace m. biceps femoris mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.4 Hypotéza H<sub>04</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace m. gastrocnemius medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.5 Hypotéza H<sub>05</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Forward Translation (**DPV**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. vastus medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.6 Hypotéza H<sub>06</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Forward Translation (**DPV**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace m. vastus lateralis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.7 Hypotéza H<sub>07</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Forward Translation (**DPV**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. biceps femoris mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.8 Hypotéza H<sub>08</sub>**

P i Motor Kontrol Testu ó Forward Translation (**DPV**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. gastrocnemius medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.9 Hypotéza H<sub>09</sub>**

P i Adaptation Test ó toes up (**TUP**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. vastus medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.10 Hypotéza H<sub>010</sub>**

P i Adaptation Test ó toes up (**TUP**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. vastus lateralis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.11 Hypotéza H<sub>011</sub>**

P i Adaptation Test ó toes down (**TDOWN**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. gastrocnemius medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

### **6.2.12 Hypotéza H<sub>012</sub>**

P i Adaptation Test ó toes down (**TDOWN**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. biceps femoris mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

## 7 Výsledky

### 7.1 Hypotéza H01 :

Při Motor Kontrol Testu o Backward Translation (DPZ) není rozdíl ve velikosti svalové aktivity m. vastus medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

V testu MCT, při translaci plošiny vzad byla u skupiny pacientů po plastice LCA změna svalové aktivity m. vastus medialis u operované i neoperované dolní končetiny o u skupiny probandů byla tedy získána párová data.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 1. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test o Backward Translation

MCT, Backward Translation		
	VAS med OPEROVANA	VAS med NEOPEROVANA
N	10	10
Minimum	,610	,670
Maximum	2,990	4,915
Medián	1,250	1,250
Průměr	1,492	1,865
Standardní odchylka	,810	1,297

Legenda: VAS med o m. vastus medialis, N počet probandů

Tabulka 2. Wilcoxon v párový test

Testové Statistiky <sup>b</sup>	
	VAS med NEOPEROVANA vs. OPEROVANÁ
Z	-1,304
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,192

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: VAS med o m. vastus medialis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vzad, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě Vastus medialis u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl u operované i neoperované DK stejný 1,25. Signifikance testu  $p = 0,192 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H01 nelze zamítnout.**

## 7.2 Hypotéza H02:

P i Motor Kontrol Testu ó Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace m. vastus lateralis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

**Tabulka 3. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Backward Translation**

MCT, Backward Translation		
	VAS lat OPEROVANA	VAS lat NEOPEROVANA
N	10	10
Minimum	,915	,610
Maximum	5,770	6,685
Medián	1,465	1,465
Průměr	1,984	2,143
Standardní odchylka	1,427	1,965

Legenda: VAS měří m. vastus lateralis, N počet probandů

**Tabulka 4. Wilcoxon v párový test**

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	VAS lat NEOPEROVANA vs.OPEROVANA
Z	-,051
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,959

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: VAS lat měří m. vastus lateralis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vzad, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě m. vastus lateralis u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl u operované i neoperované DK stejný 1,47. Signifikance testu  $p = 0,959 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H02 nelze zamítnout.**



### 7.3 Hypotéza H03:

Při Motor Kontrol Testu s Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivity m. biceps femoris mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

**Tabulka 5. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test s Backward Translation**

MCT, Backward Translation		
	BF OPEROVANA	BF NEOPEROVANA
N	10	10
Minimum	2,443	2,445
Maximum	5,588	6,015
Medián	4,183	2,854
Průměr	3,975	3,332
Standardní odchylka	,921	1,290

Legenda: BF s m. biceps femoris, N počet probandů

**Tabulka 6. Wilcoxon v párový test**

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	BF NEOPEROVANA vs. OPEROVANA
Z	-1,580
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,114

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: BF s m. biceps femoris, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vzad, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě m. biceps femoris u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl u operované DK 4,18, u DK neoperované byl 2,85. Signifikance testu  $p = 0,114 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H03 nelze zamítnout.**

## 7.4 Hypotéza H04:

Při Motor Kontrol Testu s Backward Translation (**DPZ**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. gastrocnemius medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

**Tabulka 7. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test s Backward Translation**

MCT, Backward Translation		
	GAS med OPEROVANA	GAS med NEOPAROVANA
N	10	10
Minimum	1,220	1,955
Maximum	12,183	18,565
Medián	3,435	9,543
Průměr	5,004	9,426
Standardní odchylka	3,771	4,316

**Legenda:** GAS med s m. gastrocnemius medialis, N počet probandů

**Tabulka 8. Wilcoxon v párový test**

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	GAS med NEOPAROVANA vs. OPEROVANA
Z	-1,376
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,169

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

**Legenda:** GAS med s m. gastrocnemius medialis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vzad, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu m. gastrocnemius medialis mezi operovanou a neoperovanou dolní končetinou. Medián svalové aktivity byl menší u operované DK 3,44, u neoperované DK byl medián 9,54. Tento rozdíl však není statisticky významný. Signifikance testu  $p = 0,169 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H04 nelze zamítnout.**

## 7.5 Hypotéza H05:

Při Motor Kontrol Testu o Forward Translation (**DPV**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. vastus medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

**Tabulka 9. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test o Forward Translation**

MCT, Forward Translation		
	VAS med OPEROVANÁ	VAS med NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	,610	,610
Maximum	3,878	4,763
Medián	1,525	1,313
Průměr	1,819	2,009
Standardní odchylka	1,140	1,309

Legenda: VAS med o m. vastus medialis, N počet probandů

**Tabulka 10. Wilcoxon v párový test**

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	VAS med NEOPEROVANÁ vs. OPEROVANÁ
Z	-,420
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,674

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: VAS med o m. vastus medialis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vpřed, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu m. vastus medialis u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl u operované DK 1,53, u neoperované DK 1,31. Signifikance testu  $p = 0,674 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H05 nelze zamítnout.**

## 7.6 Hypotéza H06:

Při Motor Kontrol Testu o Forward Translation (**DPV**) není rozdíl ve velikosti svalové aktivity m. vastus lateralis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

**Tabulka 11. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test o Forward Translation**

MCT, Forward Translation		
	VAS lat OPEROVANÁ	VAS lat NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	1,220	,610
Maximum	9,405	7,143
Medián	1,358	,808
Průměr	3,041	2,662
Standardní odchylka	2,937	2,681

Legenda: VAS lat o m. vastus lateralis, N počet probandů

**Tabulka 12. Wilcoxon v párový test**

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	VAS lat NEOPEROVANÁ vs. OPEROVANÁ
Z	-,460
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,646

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: VAS lat o m. vastus lateralis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vpřed, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu m. vastus lateralis u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl vyšší u operované DK 1,36, u neoperované DK byl medián svalové aktivity 0,81. Tento rozdíl však není statisticky významný. Signifikance testu  $p = 0,646 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H06 nelze zamítnout.**

## 7.7 Hypotéza H07:

Při Motor Kontrol Testu o Forward Translation (DPV) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. biceps femoris mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 13. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test o Forward Translation

MCT, Forward Translation		
	BF OPEROVANÁ	BF NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	3,052	2,445
Maximum	6,993	8,030
Medián	3,513	3,055
Průměr	4,104	3,858
Standardní odchylka	1,312	1,765

Legenda: BF o m. biceps femoris, N počet probandů

Tabulka 14. Wilcoxon v párový test

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	BF NEOPEROVANÁ vs. OPEROVANÁ
Z	-,459
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,646

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: BF o m. biceps femoris, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vpřed, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu m. biceps femoris u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl u operované DK 3,51, u neoperované DK 3,06. Signifikance testu  $p = 0,646 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H07 nelze zamítnout.**

## 7.8 Hypotéza H08:

Při Motor Kontrol Testu o Forward Translation (DPV) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu m. gastrocnemius medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 15. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test o Forward Translation

MCT, Forward Translation		
	GAS med OPEROVANÁ	GAS med NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	1,830	2,505
Maximum	13,558	14,900
Medián	2,475	10,063
Průměr	4,958	9,762
Standardní odchylka	4,420	3,037

Legenda: GAS med o m. gastrocnemius medialis, N počet probandů

Tabulka 16. Wilcoxon v párový test

Testové statistiky <sup>b</sup>	
	GAS med NEOPEROVANÁ vs. OPEROVANÁ
Z	-1,784
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,074

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: GAS med o m. gastrocnemius medialis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu MCT při translaci plošiny vpřed, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě m. gastrocnemius medialis u operované a neoperované dolní končetiny. Medián svalové aktivity byl u operované DK výrazně nižší 2,48, u neoperované DK byl 10,06. Tento rozdíl však není, vzhledem k malému rozsahu souboru, statisticky významný. Signifikance testu  $p = 0,074 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H08 nelze zamítnout.**

## 7.9 Hypotéza H09:

Při Adaptation Test ó toes up (TUP) není rozdíl ve velikosti svalové aktivace svalu

m. vastus medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 17. Popisná tabulka k Adaptation test ó toes up

ADT, TOES UP		
	VAS med OPEROVANÁ	VAS med NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	,610	,610
Maximum	3,970	3,785
Medián	1,543	1,541
Průměr	1,752	1,642
Standardní odchylka	1,063	,841

Legenda: VAS med ó m. vastus medialis, N počet probandů

Tabulka 18. Wilcoxon v párový test

Testové statistiky	
	VAS med NEOPEROVANÁ - vs. OPEROVANÁ
Z	-,700
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,484

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: VAS med ó m. vastus medialis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu ADT v situaci toes up, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě m. vastus medialis u operované a neoperované dolní končetiny. Signifikance testu  $p = 0,484 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H09 nelze zamítnout.**

## 7.10 Hypotéza H010:

Při Adaptation Test *ó* toes up (TUP) není rozdíl ve velikosti svalové aktivity svalu

m. vastus lateralis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 19. Popisná tabulka k Adaptation test *ó* toes up

ADT, TOES UP		
	VAS lat OPEROVANÁ	VAS lat NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	,610	,610
Maximum	11,268	6,443
Medián	1,590	,978
Průměr	2,998	2,217
Standardní odchylka	3,519	2,149

Legenda: VAS lat *ó* m. vastus lateralis, N počet probandů

Tabulka 20. Wilcoxon v párový test

Testové statistiky	
	VAS lat NEOPEROVANÁ - vs. OPEROVANÁ
Z	-,664
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,507

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: VAS lat *ó* m. vastus lateralis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu ADT v situaci toes up, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě m. vastus lateralis u operované a neoperované dolní končetiny. Signifikance testu  $p = 0,507 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H010 nelze zamítnout.**



## 7.11 Hypotéza H011:

Při Adaptation Test  $\phi$  toes down (TDOWN) není rozdíl ve velikosti svalové aktivity svalu m. gastrocnemius medialis mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 21. Popisná tabulka k Adaptation test  $\phi$  toes down

ADT, TOES DOWN		
	GAS med OPEROVANÁ	GAS med NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	1,558	2,320
Maximum	13,678	16,365
Medián	3,115	10,960
Průměr	5,373	10,127
Standardní odchylka	4,397	4,420

Legenda: GAS med  $\phi$  m. gastrocnemius medialis, N počet probandů

Tabulka 22. Wilcoxon v párový test

Testové statistiky	
	GAS med NEOPEROVANÁ vs. OPEROVANÁ
Z	-1,886
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,059

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: GAS med  $\phi$  m. gastrocnemius medialis, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu ADT v situaci toes down, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu m. gastrocnemius medialis mezi operovanou a neoperovanou DK. Hladina signifikance testu  $p = 0,059 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H011 nelze zamítnout.**

## 7.12 Hypotéza H012:

Při Adaptation Test  $\phi$  toes down (TDOWN) není rozdíl ve velikosti svalové aktivity svalu m. biceps femoris mezi DK po plastice LCA a zdravou DK bez plastiky vazů.

K ověření platnosti hypotézy byl použit neparametrický Wilcoxon v párový test.

Popisné statistiky

Tabulka 23. Popisná tabulka k Adaptation test  $\phi$  toes down

ADT, TOES DOWN		
	BF OPEROVANÁ	BF NEOPEROVANÁ
N	10	10
Minimum	2,443	2,445
Maximum	5,315	8,550
Medián	3,665	2,887
Průměr	3,812	3,625
Standardní odchylka	,956	1,892

Legenda: BF  $\phi$  m. biceps femoris, N počet probandů

Tabulka 24. Wilcoxon v párový test

Testové statistiky <sup>c</sup>	
	BF NEOPEROVANÁ vs. OPEROVANÁ
Z	-,534
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,594

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

Legenda: BF  $\phi$  m. biceps femoris, Z- hodnota testového kritéria Wilcoxonova párového testu

**Závěr:**

V testu ADT v situaci toes down, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu m. biceps femoris mezi operovanou a neoperovanou DK. Hladina signifikance testu  $p = 0,594 (> 0,05)$ .

**Hypotézu H012 nelze zamítnout.**

## 8 Diskuze

### Vyjádření k hypotéze H01

Při Motor Control Test s Backward Translation, neprokázal Wilcoxon v test statisticky významný rozdíl ve svalové aktivitě mezi m. vastus medialis operované dolní končetiny a m. vastus medialis neoperované dolní končetiny.

U obou dolních končetin je medián ( střední hodnota ) svalové aktivity m. vastus medialis stejný s hodnota 1,25 , ovšem minimální hodnota a maximální hodnota jsou odlišné a zde jsou sice viditelné rozdíly ve velikosti svalové aktivity, ovšem hodnota signifikance testu je  $p = 0,192$ , což je více než  $P=0,05$  a tudíž zde není statistická významnost.

Bez hem plastické operace LCA dochází k narušení mechanických tkání kolenní struktury, v mé studii nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ve svalové aktivitě při porovnání operované dolní končetiny a neoperované. Důvodem takového to výsledku testu může být kvalitní předoperační příprava pacienta, kvalitní pooperační rehabilitace a jíť povolena plná zátěž operované dolní končetiny, nebo probandi byli testováni až po povolení plného zatížení operované dolní končetiny.

Ovšem pokud si přehlédneme k maximálním a minimálním hodnotám svalové aktivity, tak zde jíť vidíme rozdíly, ovšem z důvodu malého vzorku probandů, nebylo možné prokázat statisticky významný rozdíl.

### Vyjádření k hypotéze H02

Při Motor Control Test s Backward Translation, Wilcoxon v test neprokázal statistickou významnost svalové aktivity mezi m.vastus lateralis operované dolní končetiny a m.vastus lateralis neoperované dolní končetiny.

Velikost mediánu svalové aktivity operované a neoperované dolní kon etiny v-ech proband je stejná - hodnota 1,47, ov-em hodnota minimální a maximální je rozdílná a op t zde vidíme rozdíl ve svalové aktivit , ov-em hodnota signifikace testu je  $p=0,959$ , což je více než  $P=0,05$  a tudíž zde není statistická významnost.

Z výsledku tohoto testu soudím, že Vastus lateralis na operované dolní kon etin , není tolik ovlivněn operací, tak jako m.vastus medialis, u kterého rozdíly minimální a maximální svalové aktivity byly v t-í než u m.vastus lateralis. Dal-ím d vodem m že být již vý-e zmi ovaná rehabilita ní pé e a také malý vzorek proband do studie.

### **Vyjád ení k hypotéze H03**

P i Motor Control Test ó Backward Translation, neprokázal Wilcoxon v párový test statisticky významné rozdíly mezi svalovou aktivitou m.biceps femoris na operované dolní kon etin o proti neoperované dolní kon etin .

Velikost mediánu svalové aktivity v-ech proband u operované dolní kon etiny byl ó hodnoty 4,18 a u neoperované dolní kon etiny byl ó hodnota 2,85. Ov-em signifikace testu  $p=0,114$  neprokázala statistickou významnost.

Z výsledku tohoto testu soudím, že m.biceps femoris na operované dolní kon etin provádí v t-í svalovou aktivitu během testu, než m.biceps femoris na neoperované dolní kon etin , z d vodu poru-ení m kých tkání na ventrální plo-e kolene. Dále tento výsledek m že být d sledkem p ed opera ní p ípravy a tudíž v t-ím vytrénováním budoucí operované dolní kon etiny.

### **Vyjád ení k hypotéze H04**

P i Motor Control Test ó Backward Translation, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.gastrocnemius medialis na operované dolní kon etin stejnému svalu na neoperované dolní kon etin .

Velikost mediánu svalové aktivity m.gastrocnemius medialis na operované dolní končetině byla u probandů hodnota 3,44 a u neoperované dolní končetiny byl medián svalové aktivity 9,54. I když je rozdíl poměrů velký, tak tento rozdíl není statisticky významný, nebo signifikance testu je  $p=0,165$ .

Výsledek nám ukazuje poměrů velký rozdíl ve svalové aktivitě mezi operovanou a neoperovanou dolní končetinou. Důvodem tohoto výsledku může být mnoho ovlivňujících faktorů. Jedním z nich může být doba od operace do povolení plné zátěže hlavní nosnou končetinou a probandi mohli povolenou plnou zátěži teprve jeden až dva týdny a tudíž je těžké dosáhnout úplnému vyrovnání zátěže mezi dolními končetinami. V potaz musíme vzít i tu variantu, že od úrazu probandi podvratně odlehčovali postiženou dolní končetinu a opírali se zde není stejné rozložení váhy na dolních končetinách. I přes poměrů velké rozdíly ve výsledcích, se mi nepodařilo tuto hypotézu vyvrátit a to nejspíše z důvodu malého vzorku probandů.

### **Vyjáskření k hypotéze H05**

Při Motor Control Testu s Forward Translation, Wilcoxon v párový test neprokázal signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.vastus medialis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity m.vastus medialis na operované dolní končetině byla hodnota 1,53 a na neoperované dolní končetině hodnota 1,31. Signifikace u tohoto testu dosáhla hodnot  $p=0,674$ .

Tento test nám poukazuje na to, že svalová aktivita na operované dolní končetině je nepatrně vyšší než na neoperované. Tento rozdíl může být způsoben stejnými faktory jako u předchozího testu na tento sval, ale u tohoto testu je ten rozdíl téměř zanedbatelný.

### **Vyjádření k hypotéze H06**

Při Motor Control Testu s Forward Translation, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.vastus lateralis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity m.vastus lateralis byla vyšší na operované dolní končetině s hodnotou 1,36 a na neoperované dolní končetině s hodnotou 0,81.

Ipse rozdíl hodnoty je zde signifikace testu  $p=0,646$ .

V tomto testu vidíme opět vyšší svalovou aktivitu na operované dolní končetině, stejně tak jak u m.vastus medialis. Tyto výsledky nám mohou poukazovat na to, že pro stabilitu kolene u operované dolní končetiny je zapotřebí větší svalové aktivity, a ufl z důvodu bolesti, pocitu nejistoty nebo plynulé opatrnosti z obav o další úraz. Ovšem tento rozdíl svalové aktivity není natolik výrazný u mého vzorku pacientů, aby ovlivnil statistické výsledky.

### **Vyjádření k hypotéze H07**

Při Motor Control Testu s Forward Translation, Wilcoxon v párový test opět neprokázal signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou mezi m.biceps femoris na operované dolní končetině a m. biceps femoris na neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity u všech měřených pacientů byla na operované dolní končetině s hodnotou 3,51 a na neoperované dolní končetině - hodnota 3,06, kdy opět signifikace testu  $p=0,646$  neprokázala statistickou významnost tohoto testu.

Tento test vychází opět podobně jako předchozí test, tudíž opravdu máme slyšet soudit, že na operované dolní končetině je vyšší svalová aktivita k potřebnému zachování stabilní polohy. Opět je rozdíl poměrně zanedbatelný, máme jej vysvětlit i kvalitní předoperační a pooperační rehabilitace, ovšem v tak malém vzorku probandů nebyl opět prokázán statistický rozdíl významného charakteru.

### **Vyjázení k hypotéze H08**

Při Motor Control Testu o Forward Translation, Wilcoxon v párový test opět neprokázal signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.gastrocnemius medialis u operované dolní končetiny oproti neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity u naměřených probandů byla u operované dolní končetiny o hodnota 2,48 a u neoperované dolní končetiny o hodnota 10,06. I přes velký rozdíl nebyl prokázán signifikantní rozdíl  $p=0,074$ .

V tomto testu se nám poukazuje, že rozdíl mezi operovanou a neoperovanou dolní končetinou je poměrně velký u měření m.gastrocnemius medialis. Tento rozdíl si můžeme vysvětlit tím, že probandů nestáli na obou dolních končetinách váhově symetricky, což by nám potvrdilo i Motor Control Test o Backward Translation. Tudíž i ve stejné fázi je po povolení plné zátěže je stále operovaná dolní končetina podvodom odlehčována i přes pokyn, že probandů měli stát na obou dolních končetinách pirozeně. Podvodomé ulevování operované dolní končetiny si můžeme opět vysvětlit stejným způsobem jako u již výše zmíněného testu.

### **Vyjázení k hypotéze H09**

Při Adaptation Testu o toes up, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.vastus medialis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity m.vastus medialis u měřených probandů byla na obou dolních končetinách stejná o hodnota 1,54, kdy hodnota signifikace opět neprokázala statisticky významný rozdíl  $p=0,484$ .

Výsledek tohoto testu nám koresponduje s výsledky Motor Control Testu o Backward Translation, a opět si můžeme tyto výsledky odvodit předoperační přípravou pacienta a kvalitní pooperační rehabilitací. Nesmíme ovšem zapomenout na

to, že skupina probandů byla jen vzorková a tím pádem se nám nepodařilo prokázat případnou statistickou významnost.

### **Vyjádření k hypotéze H010**

Při Adaptation Test of toes up, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.vastus lateralis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity u m. vastus lateralis na operované dolní končetině byla vyšší o hodnotu 1,59 oproti neoperované dolní končetině kde byla o hodnotu 0,978. I přes rozdílné hodnoty se nepodařilo prokázat signifikantní rozdíl  $p=0,507$ .

V tomto testu již vidíme lehčí odlišnost mezi m.vastus lateralis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině. Měly by se také vysvítit rehabilitačním programem. Ovšem ani tento rozdíl ve svalové aktivitě neprokázal statistickou významnost a tudíž je rozdíl poměrně zanedbatelný.

### **Vyjádření k hypotéze H011**

Při Adaptation Test of toes up, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m. bicepsu femoris na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině.

Velikost mediánu svalové aktivity byla u m. biceps femoris na operované dolní končetině o hodnotu 3,665 a na neoperované dolní končetině o hodnotu 2,887. Zde také hladina signifikace neprokázala statistickou významnost  $p=0,594$ .

I přesto, že při tomto testu se objevily opět jemné rozdíly mezi svalovou aktivitou na operované a neoperované dolní končetině, koreluje to s ostatními výsledky předchozích testů. Předoperační příprava a pooperační rehabilitace společně s uplynulým časem od operace a povolenou zátěží, budou vysvícením pro tyto výsledky.



## Vyjádření k hypotéze H012

Při Adaptation Test ó toes up, neprokázal Wilcoxon v párový test signifikantní rozdíl mezi svalovou aktivitou m.gastrocnemius medialis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině .

Velikost mediánu svalové aktivity m.gastrocnemius medialis u operované dolní končetiny ó hodnota 3,115 a na neoperované dolní končetině ó hodnota 10,960. Zde také hladina signifikace neprokázala statistickou významnost  $p=0,059$ .

Při tomto testu se dostáváme do velikého rozdílu mezi svalovou aktivitou m.gastrocnemius medialis na operované dolní končetině a na neoperované dolní končetině , což nás vede i k hladině signifikace, která je velice blízko hranici statistické významnosti. Ovšem přes malý počet probandů se mi nepodařilo prokázat statistickou významnost. Výsledek tohoto testu na Gastrocnemius medialis si můžeme vysvětlit stejně jako u předchozích testů na tento sval.

V této knize autor zabývající se problematikou LCA, tak ve svých studiích řeší hlavně problematiku propriocepce, změnou postavení artikulujících kostí a ovlivněních ze strany postifení LCA. Na Oxfordské univerzitě byl proveden pokus, za použití 3D kinematické analýzy pohybu v kolenním kloubu s postifěným LCA. V těchto probandech byli snímáni 12 kamerami, na které byly vyznačeny anatomické body transparentními body a také bylo snímáno EMG z m. gastrocnemius, m. quadriceps, laterálních a mediálních hamstringů . Probandi se pohybovali po dvou plošinách, které zaznamenávaly reakční síly ve stojné fázi. Dále byly sledovány aktivity v bhu, v krocích do stran a v překročení do strany. Jako signifikantní se prokázala snížená flexe u nemocných probandů , v této mediální posun tibiae na začátku stojné fáze bhu, v této vnitřní rotace na konci stojné fáze bhu a při kroku stranou přes střední úru. Ovšem analýza elektromyografického záznamu neprokázala žádné signifikantní rozdíly, kromě delší průměrné doby aktivace m. quadriceps a to ve všech testech, kdy tento závěr studie koreluje s výsledkem mé studie. I přes předpoklad, že moje studie byla

mnohem méně, tak Oxfordská studie potvrzuje, že svalová aktivita po plastice vazů není natolik statisticky významná, jako jiné měřené údaje (Waite et al., 2005).

Také ve studii Dvořák, Krainová, Janura a Elfmark (2000) se poukazuje na asymetrii rozložení váhy na dolních končetinách. Jejich studie obsahovala měření na dvou vahách a tenzometrické plošiny. Z analýzy výsledku jim vyšlo, že metoda klinického vyšetření na dvou vahách je plně srovnatelná s vyšetřením na tenzometrických plošinách. A dle výsledku bych se mohl domnívat, že i mé zavedené asymetrické svalové aktivity mohou být správné. Ovšem z důvodu malé skupiny probandů v mé studii nemůžeme považovat výsledky za validní. V případě většího vzorku probandů si myslím, že by výsledky byly mnohem přesnější a statisticky významnější.

Ve studii se Noguchi zabýval analýzou povrchového EMG na m. quadriceps femoris, u 22 probandů, kteří byli 3 měsíce po plastice LCA při izometrické kontrakci a flektovaném kolenu. Výsledkem jeho studie bylo zjištěno, že svalová síla na m. rectus femoris a m. vastus medialis operované dolní končetiny byla vyrovnána. Ovšem ve svalové síle m. vastus lateralis, byl prokázán drobný rozdíl mezi operovanou dolní končetinou a neoperovanou dolní končetinou. Z toho usoudil, že při ruptuře LCA je m. vastus lateralis méně postižen než ostatní svaly kolem kolene. Tato studie ukazuje na to, že moje výsledky mohou být správné i přes méně probandů. Nebo v mé studii při porovnávání výsledků testu u jednotlivých svalů se také prokázal největší rozdíl ve svalové aktivitě mezi m. vastus lateralis na operované dolní končetině oproti neoperované dolní končetině.

Další studie, kterou prováděl kolektiv autorů v Japonsku, zkoumala elektromechanické vlastnosti oslabeného m. quadriceps femoris během dobrovolně vyvolané maximální izometrické kontrakce a poté periferní, elektrodami stimulované zářivkové reakce. Devatenáct probandů bylo přijato 2-3 měsíce po jednostranné plastice LCA. Studovány byly obě končetiny. Ve výsledcích se ukázalo, že nejrychlejší zářivková reakce byla vyvolána na m. vastus lateralis a to symetricky na obou dolních končetinách, oproti ostatním svalům, kde nastalo prodloužení reakčního času. Maximální izometrická kontrakce se nelíhla při porovnání mezi oběma skupinami. V této studii vysvětlují prodloužení zářivkové reakce poklesem tuhosti elastické složky svalů, sníženou funkcí reaktivity svalů a také zde polemizují změnou složení typů svalových vláken v periferním svalu. Jako nejpravděpodobnější uznávají sníženou

tuhost elastické složky svalu. Také z této studie vyplývá, že nejméně postiženým svalem při ruptu je m. vastus lateralis, který si zachoval jak maximální svalovou sílu, tak rychlost zářivkové reakce. Tento výsledek sice nekoreluje s výsledky mé studie, ale můžeme si jej vysvětlit tím, že m. vastus lateralis má vyšší svalovou aktivitu na operované dolní končetině z důvodu většího postižení ostatních svalů a následného převzetí svalové aktivity za ostatní svaly. Kdežto na neoperované dolní končetině je poměr v rozložení svalové aktivity stejný a tudíž m. vastus lateralis tam nehraje dominantní roli.

Cíl studie prováděné Perierem a kolektivem, bylo porovnat elektrické aktivity koleních svalových stabilizátorů mezi pacienty po plastice LCA a nezraněnými osobami, při různých podnětech na Balance Boardu. Ve studii bylo jedenáct probandů po plastické operaci LCA a jedenáct probandů zdravých bez úrazu kolene. Svalová aktivita m. vastus medialis, m. vastus lateralis, m. semitendinosus, m. biceps femoris a m. gastrocnemius medialis byly analyzovány pomocí povrchové elektromyografie. Naměřená data byla následně upravena a uvedena jako průměrné hodnoty při maximální izometrické kontrakci pro každý sval zvlášť. Při porovnávání operované a neoperované skupiny probandů, byla menší elektromyografická aktivita pozorována u všech probandů po plastice LCA a to na všech svalech. Jedinci po LCA plastice měli pokles svalové aktivity při všech podnětech na Balance Boardu, což naznačuje, že snížená reakce na vnější podnět přetrvává i po plastické operaci LCA. V mé studii byla pouze jedna skupina probandů a porovnával jsem operovanou a neoperovanou končetinu. Tudíž nelze zcela přesně porovnávat tuto studii a moji z důvodu jiného vzorku probandů, ale i přesto se dá soudit, že rozdílné svalové aktivity by mohly být v porovnání se zdravými probandy, nebo i při porovnání svalových aktivit mezi operovanou a neoperovanou dolní končetinou byly prokázány rozdíly.

## 9 Závěr

V naší práci jsme poukázali na fakt, že kolenní kloub je nejkomplikovanějším kloubem lidského těla. Spojuje dvě nejdelší kosti v těle a je vystaven zátěží téměř celého těla. V kolenním kloubu je spousta mnoha částí, které zajišťují stabilitu kolen. Z anatomického hlediska je koleno predisponováno ohroženo vysokým rizikem poranění a to především mnoha částmi struktur. Velmi častým úrazem kolene je poranění předního křížového vazy v časté kombinaci s poraněním dalších mnoha částí struktur kolenního kloubu.

V dnešní době je nejčastějším onemocněním ruptury předního křížového vazy laparoskopická rekonstrukce z ligamenta patellae a nebo šlachy m. semitendinosus a m. gracilis. Mezi nejčastější problémy při poranění LCA je narušená stabilita kolenního kloubu při dynamických činnostech, což má za následek ohrožení dalších mnoha částí struktur kolenního kloubu.

Pomocí předoperační rehabilitace se snažíme posílení svalov stabilizační složky částečně nahradit poškozený LCA a předoperativně připravit pacienta na pooperační rehabilitaci. Existují názory, že při precizní a dobře vedené rehabilitaci lze obnovit funkci kolenního kloubu i bez plastické operace kolene, ovšem s revizi LCA je v této pravděpodobnost úspěšné rehabilitace.

V naší práci jsem se zabývali nejvíce rizikovým momentem po plastice LCA a to 6.-8.týdnem od operace, kdy je dovolena plná zátěž kolenního kloubu. V této době by měl být kolenní kloub natolik stabilní, aby mohl opět převzít svoji plnou funkci. Dále by měly být svaly kolem kolene natolik zrehabilitovány, aby dokázaly stabilizovat kolenní kloub v jak statické, tak dynamické fázi pohybu. V naší práci na základě měření povrchové svalové aktivity vybraných svalů v kombinaci s vybranými dynamickými aktivitami na posturografu, jsme si chtěli ověřit, zda svaly na operované dolní končetině, ve srovnání s neoperovanou dolní končetinou, jsou po úspěšné rehabilitaci schopny převzít opět svoji funkci a to v nejkritičtějším momentu rehabilitace, což je

6.-8.týden od operace. Z výsledků nám vyšlo, že svaly operované dolní končetiny, ve srovnání s neoperovanou dolní končetinou mají téměř stejnou svalovou aktivitu.

Při statistickém zpracování nám nevyšly žádné statisticky významné signifikantní rozdíly mezi operovanou a neoperovanou dolní končetinou. V naší studii se prokázalo, že pro vybraný vzorek pacientů 6.-8. týden po operaci nebyl problém opět zatížit operovanou dolní končetinu naplno.

Důvodem může být několik jevů, které u vybraného vzorku pacientů a vybraných testů na posturografu nebylo možné prokázat rozdíly ve svalové aktivitě, další variantou může být, že rehabilitace probíhala velice úspěšně. Ovšem nejpravděpodobnějším důvodem našich výsledků byl pouze malý vzorek pacientů. A tudíž nemůžeme usuzovat, jestli 6-8 týden je či není pro všechny pacienty s poraněným LCA nejrizikovějším momentem rehabilitace. Naše studie by mohla být jen úvodem do této problematiky a další prokazatelné výsledky jsou cílem dalších vědeckých prací.

## 10 Referenční seznam literatury

BARTONÍ EK, J., DOSKO IL, M., HA T, J. a SOSNA, A. *Chirurgická anatomie velkých kon etinových klob* . 1. vyd. Praha: Avicenum, 1991. ISBN 80-201-0151-9.

IHÁK, R. *Anatomie 1*. 2.vyd. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-7169-970-5.

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

DVO ÍÁK, R., KRAINOVÁ, Z., JANURA, M., a ELFMARK, M. *Standardizace metodiky klinického vy-et ení stoje na dvou vahách*, *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 2000, 7(3), 102-103.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada Publishong, 2009. 180 s. ISBN 9788024716480.

DYLEVSKÝ, Ivan, DRUGA, Rastislav, a MRÁZKOVÁ, Olga. *Funk ní anatomie lov ka*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 664 s. ISBN 8071696811.

ERIKSSON, K., ANDENBERG, P., HAMBERG, P., LOFGREN, A.C., BREDENBERG, M., WETMAN, I., WREDMARK, T. *A coparison of quadruple semitendinosus and patellar tencón grafts in roconstruction of the anterior cruciate ligamenta*. *The Journal of Bone and Point Surgery (Br)*, 2001.

GRIFFIN, L. Y. *Rehabilitation of the Injured Knee*. 2. vyd. St., Louis: Mosby, 1995 ISBN 0-8016-7556-1

HUBBELL, J. a SCHWARTZ, E. *Anterior Cruciate Ligament Injury*, 2006, Dostupný z WWW: <http://emedicine.com/sport/topic9.htm>

CHALOUPKA, R., ROBALOVÁ, J., KRBEC, M., NÝDRLE, M., JANÍKOVÁ, V., a Kříž, V. *Vybrané kapitoly z LTV v ortopedii a traumatologii*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 2001. ISBN 80-7813-341-4

KAPANDJI, I. A. *The physiology of the joints (Annotated diagram of the mechanics of the human joints)* Volume 2 Lower Limb. 2. vyd. Edinburg: Churchill Livingstone, 1991, ISBN 0-443-0361-18-7.

KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyzologie*. Praha: Karolinum, 2004. ISBN 80-2460-392-6

KUBÁT, P., STRYHAL, J. *Srovnání výsledků operativní a konzervativní léčby ruptury předního křížového vazů*. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae slovaciae, 1997

KANEKO F, ONARI K, KAWAGUCHI K, TSUKISAKA K., *The main factor causing prolonged reaction time on force producing process following anterior cruciate ligament reconstruction.*, Hiroshima J Med Sci. 2000 Dec;49(4):145-51. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11193935>

LEWIT, K. *Manipulační léčba*. 5. přepracované vydání. Praha: Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, 2003. 411 s. ISBN 80-86645-04-5.

MASÁR, J. a JAKUBEC, I. *Artrioskopická plastika předního křížového vazů*, 1998, Dostupný z WWW: <http://www.sav.sk/journals/rjeum/full/rh198c.pdf>.

MAYER, M. a SMĚKAL, D. *Muskulární struktury kolenního kloubu a poruchy motorické kontroly*, Rehabilitace a fyzikální léčba, 2004, 3, 111-117.

MAYER, M. *Poškození muskulárních struktur kolenního kloubu jako důsledek poruch motorického řízení*. Principy rehabilitace. Rehabilitácia, 2003, 36(1),8-16.

NOGUCHI, J. *Frequency analysis of surface EMG on knee extensors with anterior cruciate ligament insufficiency*, *The Knee*, Volume 6, Issue 1, Page 1, Dostupný z WWW: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0968016097100345>

POD<sup>Ť</sup>KUBKA, A, A. *Poran ní kolenního kloubu p i sportu*.  
Diagnóza 2000, 3(32),11-12.

PEREIRA HM, NOWOTNY AH, SANTOS AB, CCADOSO JR., *Electromyographic activity of knee stabilizer muscles during six different balance board stimuli after anterior cruciate ligament surgery.*, *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 2009 Mar-Apr;49(2-3):117-24. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19400407>

RODOVÁ, D. *Hodnocení innosti kosterního svalstva povrchovou elektromyografií*.  
Diserta ní práce, Olomouc, 2002.

RODOVÁ, D., MAYER, M., a JANURA, M. *Sou asné mofnosti využití povrchové elektromyografie*. *Rehabilitace a fyzikální léka ství*, 2001, 8(4), 173-177.

SMÉKAL, D., KALINA, R., a URBAN, J. *Rehabilitace po artroskopických náhradách p edního zk ífeného vazú*. *Acta chirurgiae orthopedaicae et traumatologiae echoslovakiae*, 2006, 73,421-428. Dostupný z WWW: [http://www.achot.cz/dwnld/0606\\_421.pdf](http://www.achot.cz/dwnld/0606_421.pdf).

<sup>Ť</sup>KOLNÍKOVÁ, B. *Komplexná rehabilita ná lie ba po úrazoch m kkého kolena v NRC Ková ová*. *Rehabilitácia*, 2000, 33(1), 28-42

TROJAN, S. *Léka ská fyziologie*, 3.vyd. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-788-5.

VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Univerzita Karlova, Karolinum, 1995.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada, 1997. ISBN 80 71692565.



VA EKA, I. *Posturální stabilita* (II. část) řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. Rehabilitace a fyzikální lékařství. Praha: ISSN 1211-2658. 2002, . 4, s. 122-129

VITM A, P.aj. *Traumatologie dospělých: učebnice pro lékařské fakulty*. Praha: Maxdorf, 2004. 157 s. ISBN 80-7345-034-8.

WAITE JC, BEARD DJ, DODD CA, MURRAY DW, GILL HS. *In vivo kinematics of the ACL-deficient limb during running and cutting.*, Publikováno v : *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005 Jul;13(5):377-84. Epub 2005 Apr 13. Dostupný z WWW: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?db=pubmed&cmd=search&term=15827766>

## Seznam zkratek

LCA	- ligamentum cruciatum anterior
LCP	- ligamentum cruciatum posterior
m. RF	- m. rectus femoris
m. VM	- m. vastus medialis
m. VL	- m. vastus lateralis
m. BF	- m. biceps femoris
m. GAS	- m. gastrocnemius
m. QF	- m. quadriceps femoris
DK	- dolní kon etina
DKK	- dolní kon etiny
MCT	- Motor Control Test
ADT	- Adaptation Test

## Seznam obrázk

- Obrázek 1. Kombinace klouzavého a valivého pohybu během flexe kolenního kloubu (Parisien, J. S, 1988 in Griffin, 1995,9) str. 16
- Obrázek 2. Kongruence femorotibilního kloubu (Kapandji, 1991,81) str. 18
- Obrázek 3. Zakřivení femorálních kondylů a změny radiusu při pohybech kolenního kloubu (Kapandji, 1991,81) str. 19
- Obrázek 4. Konkávnost mediálního a konvexitá laterálního plateau tibie (Griffin, 1995,10) str. 19
- Obrázek 5. Pohled na ligamenta cruciata v prostoru (Kapandji, 1991, 119) str. 27

## Seznam tabulek

Tabulka 1. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Backward Translation	str. 46
Tabulka 2. Wilcoxon v párový test	str. 46
Tabulka 3. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Backward Translation	str. 48
Tabulka 4. Wilcoxon v párový test	str. 48
Tabulka 5. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Backward Translation	str. 49
Tabulka 6. Wilcoxon v párový test	str. 49
Tabulka 7. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Backward Translation	str. 50
Tabulka 8. Wilcoxon v párový test	str. 50
Tabulka 9. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Forward Translation	str. 51
Tabulka 10. Wilcoxon v párový test	str. 51
Tabulka 11. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Forward Translation	str. 52
Tabulka 12. Wilcoxon v párový test	str. 52
Tabulka 13. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Forward Translation	str. 53
Tabulka 14. Wilcoxon v párový test	str. 53
Tabulka 15. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Forward Translation	str. 54
Tabulka 16. Wilcoxon v párový test	str. 54
Tabulka 17. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Forward Translation	str. 55
Tabulka 18. Wilcoxon v párový test	str. 55
Tabulka 19. Popisná tabulka k Motor Kontrol Test ó Forward Translation	str. 56
Tabulka 20. Wilcoxon v párový test	str. 56
Tabulka 21. Popisná tabulka k Adaptation test ó toes up	str. 57
Tabulka 22. Wilcoxon v párový test	str. 57
Tabulka 23. Popisná tabulka k Adaptation test ó toes up	str. 58
Tabulka 24. Wilcoxon v párový test	str. 58