ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

PLZEŇ 2020 **PETR BENDL**

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B 5345

Petr Bendl

Studijní obor: Fyzioterapie 5342R004

HODNOCENÍ ROZSAHU ROTACE TIBIE U HRÁČŮ FUTSALU

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Iva Hereitová

PLZEŇ 2020

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 25.4.2020 …….

Petr Bendl

Abstrakt

Příjmení a jméno: Bendl Petr

Katedra: Katedra rehabilitačních oborů

Název práce: Hodnocení rozsahu rotace tibie u hráčů futsalu

Vedoucí práce: Mgr. Iva Hereitová

Počet stran – číslované: 43

Počet stran – nečíslované: 26

Počet příloh: 8

Počet titulů použité literatury: 29

Klíčová slova: tibie, rotace, testování rotace tibie

Vlastní text: Bakalářská práce se zabývá rozsahem rotace tibie u hráčů futsalu. Sleduje velikost rozsahu rotace v závislosti na věk či sportovní úroveň. Bakalářská práce také hodnotí rozsah rotace v porovnání aktivního a pasivního testování a také porovnání obou dolních končetin. Sledováním rotace tibie bych chtěl dosáhnout většího obeznámení veřejnosti s tou problematikou a také upozornit na její důležitost

Abstract

Surname and name: Bendl Petr

Department: Department of rehabilitation

Title of thesis: Tibial rotation assessment in futsal players

Consultant: Mgr. Iva Hereitová

Number of pages – numbered: 43

Number of pages – unnumbered: 26

Number of appendices – 8

Number of literature items used: 29

Keywords: tibia, rotation, tibial rotation measurement

Summary: This bachelor thesis is concerned with the issue of tibial rotation assessment in futsal playes. It observes range of tibial rotation according to the age or sports level. This bachelor thesis also evaluates range of tibial rotation in comparison of active and passive testing and also coparison of both lower limbs. By monitoring tibial rotation i would like to do some enlightenment about this issue and also point out to importance of this issue.

Poděkování

Děkuji Mgr. Ivě Hereitové za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů.

OBSAH

SEZNAM GRAFŮ 11
SEZNAM OBRÁZKŮ 12
SEZNAM TABULEK 13
SEZNAM ZKRATEK 14
ÚVOD 15
TEORETICKÁ ČÁST 17
1 KOLENNÍ KLOUB 17
1.1 Kineziologie kolenního kloubu 17
1.1.1 Pohyby v kolenním kloubu 17
1.1.2 Svaly ovlivňující rotaci tibie 19
1.1.3 Svalové řetězce zahrnující tibii 21
1.1.4 Řetězce zahrnující svaly ovlivňující rotaci tibie 22
1.1.5 Vliv rotace na aktivitu hamstringů 22
1.1.6 Vazy ovlivňující rotaci 23
2 ROTACE TIBIE A POSTAVENÍ NOHY 24
2.1 Komplex pronace a supinace nohy 24
2.2 Pohyby tibie při chůzi 24
2.2.1 Opěrná fáze kroku 24
2.2.2 Švihová fáze kroku 25
3 MĚŘENÍ ROTACE TIBIE 26
3.1 Testy rotace tibie 26
3.1.1 Lateral pivot shift test of Mcintosh 26
3.1.2 The Losee test 27
3.1.3 Slocum's test 27
3.1.4 Pivot shift reverse test 27
3.1.5 McMurray test 27
3.1.6 Apley test 28
3.1.7 Steinmannův příznak 28
3.1.8 Posterolateral drawer test of Hughston 28
3.1.9 Recurvatum lateral rotation test 28
3.1.10 Heel tip test 29
3.1.11 TIR test 29
3.1.12 Dial test 29
3.2 Další způsoby měření rotace tibie 29
3.2.1 Magnetická rezonance 29
3.2.2 Robotické zařízení 30

3.2.3 Zařízení s momentovým klíčem ... 31
4 PATOLOGIE TIBIE ... 32
4.1 External tibial torsion ... 32
4.2 Internal tibial torsion ... 33
4.3 Pseudoarthrosis tibiae congenita ... 34
PRAKTICKÁ ČÁST ... 36
5 CÍL A ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE ... 36
6 HYPOTÉZY ... 37
7 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU ... 38
8 METODIKA ... 39
8.1 Metodika testů ... 39
8.2 Metodika zpracování dat ... 41
9 VÝSLEDKY ... 42
10 DISKUZE ... 53
11 ZÁVĚR ... 57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY ... 58
SEZNAM PŘÍLOH ... 61
PŘÍLOHY ... 62

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Změny rozsahu 45

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Robotické zařízení pro měření rotace 31
Obrázek 2 Zařízení využívající momentový klíč 32
Obrázek 3 Tibial external torsion 33
Obrázek 4 Tibial internal torsion 34
Obrázek 5 Paleyho klasifikace kongenitálního pakloubu bérce 35
Obrázek 6 Výchozí poloha 40
Obrázek 7 Nastavení flexe kolenního kloubu 40
Obrázek 8 Přiložení goniometru před testem 40
Obrázek 9 Změření rotace 41
Obrázek 10 Vyplněný záznamový arch, hráč č.16 63
Obrázek 11 Anatomie kolenního kloubu 69

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Rozsah rotace v závislosti na velikost flexe kolene 42
Tabulka 2 Rozdíly 43
Tabulka 3 Rozdíl rozsahů v závislosti na provedení testu..... 44
Tabulka 4 Shrnutí tabulky č.3..... 45
Tabulka 5 Porovnání rozsahu rotace obou DK..... 47
Tabulka 6 Shrnutí tabulky č.5..... 48
Tabulka 7 Rozsah rotace v závislosti na sportovní úrovni 49
Tabulka 8 Shrnutí tabulky číslo 7..... 49
Tabulka 9 Rozsah rotace v závislosti na věku..... 51
Tabulka 10 Shrnutí tabulky č.9..... 51
Tabulka 11 Základní informace..... 64
Tabulka 12 Dial test 30° 65
Tabulka 13 Dial test 90° 66
Tabulka 14 TIR test 30° 67
Tabulka 15 TIR test 90° 68

SEZNAM ZKRATEK

A ..... aktivní

DK ..... dolní končetina

EMG ..... elektromyografie

KOK ..... kolenní kloub

KP ..... krajský přebor

KYK ..... kyčelní kloub

LCA ..... ligamentum cruciatum anterius

LCP ..... ligamentum cruciatum posterius

LDK ..... levá dolní končetina

m. ..... musculus

n. ..... nervus

P ..... pasivní

PDK ..... pravá dolní končetina

TIR ..... tibial internal rotation

3D ..... trojrozměrný

ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou hodnocení rozsahu rotace tibie. Rotace okolo osy tibie je součástí pohybů v kolenním kloubu. V kolenním kloubu tedy máme základní pohyby flexe a extenze a s nimi související rotace tibie. Při plně extendovaném kolenním kloubu je rotace téměř nemožná z důvodu polohy femorálních kondylů (laterální kondyl je menší než kondyl mediální). Maximální rotace v kolenním kloubu lze dosáhnout ve chvíli, kdy je koleno flektováno do 90°. Při flexi v kolenním kloubu, která přesahuje 90° dochází opět k postupnému snižování rozsahu vnější i vnitřní rotace kolenního kloubu, a to hlavně kvůli napětí měkkých tkání. Kolenní kloub je nejsložitějším kloubem lidského těla, který spojuje stehno a bérec. Kolenní kloub má tyto části: tibie, femur, patella, vnitřní meniskus a zevní meniskus. Tibie s femurem jsou v kontaktu díky svým kondylům, které jsou na tibii doplněné právě o menisky (laterální a mediální). Kolenní kloub společně s kloubem kyčelním jsou nejvíce namáhané klouby lidského těla. Pro stabilitu kolenního kloubu jsou důležité vazy, které zesilují kloubní pouzdro. Máme několik skupin těchto vazů, vazy postranní, kam spadá ligamentum collaterale mediale a ligamentum collaterale laterale. Další skupinou jsou vazy přední, kde máme retinaculum patellae a ligamentum patellae. Ve třetí skupině jsou vazy zadní, které jsou ligamentum popliteum obliquum a ligamentum popliteum arcuatum. Poslední skupinou, která nejvíce ovlivňuje rotaci tibie jsou vazy nitrokloubní, kam řadíme ligamentum cruciatum posterius, ligamentum cruciatum anterius, ligamentum transversum genus a ligamentum meniscofemorale. V kolenním kloubu dochází nejčastěji k poranění menisků a zkřížených vazů. Mechanismus poranění menisků většinou bývá rotace kolenního kloubu při současně fixované končetině. K poranění předního zkříženého vazů u sportovců dochází nejčastěji při velkém zevním násilí na kolenní kloub ze zevní strany, kdy dochází k prudkému nárazu do kolenního kloubu. Zadní zkřížený vaz bývá nejčastěji poraněn, při doskoku nebo došlapu na propnutou končetinu a dojde k hyperextenzi v kolenním kloubu, případně při zevním násilí na přední stranu kolenního kloubu, kdy je končetina fixována. (Čihák ,2009, Noyes, 2016, Kapandji, 2011)

Cílem této bakalářské práce je hodnocení rozsahu rotace tibie u hráčů futsalu různých výkonnostních skupin. Dalším cílem je zjištění, jestli při zvětšující se flexi kolenního kloubu dochází také ke zvětšení rozsahu rotace tibie. Zjištění, zda je rozdíl v rotacích na levé dolní končetině a pravé dolní končetině, je dalším cílem. Dalším cílem v této bakalářské práci je

zjištění, jestli sportovní úroveň a kvalita sportovce má vliv na rotaci tibie. Dalším cílem je zjištění, zda věk hráče ovlivňuje rozsah rotace tibie. Posledním cílem této bakalářské práce je zjištění, zda je rozdíl v rozsahu rotace tibie v závislosti na provedení testu, zda je rozdílný rozsah rotace v případě, že je test vykonáván aktivně oproti případu, kdy je test vykonáván pasivně vyšetřujícím.

Téma bakalářské práce jsem si vybral z důvodu, že sám jsem aktivní hráč futsalu (2.liga) a zároveň to pro mě byla výzva, protože rotace tibie není příliš známé téma. Denně se setkávám s hráči, kteří mají problémy s kolenním kloubem a možná, že právě rotace tibie může být klíčem k jejich problémům, a proto bych rád sebe i ostatní obeznámil s tou problematikou

TEORETICKÁ ČÁST

1 KOLENNÍ KLOUB

Kolenní kloub, který spojuje stehno a bérec, je nejsložitějším kloubem lidského těla. Má 3 části, kterými jsou Tibie, femur a patela. Svaly, které ovlivňují pohyby v kolenním kloubu jsou rozdělené na extenzory (natahovače), flexory (ohybače) a rotátory. (Čihák, 2016)

1.1 Kineziologie kolenního kloubu

Kolenní kloubu musí plnit dva protikladné nároky, kterými je stabilita a zároveň mobilita. V kolenním kloubu probíhají čtyři pohyby, které lze objektivně měřit, jsou jimi flexe, extenze, vnitřní rotace a zevní rotace. Důležitou funkci pro správné fungování kolenního kloubu plní dynamické a statické stabilizátory. Statické stabilizátory jsou vazy, menisky, kloubní pouzdra a tvary kloubních ploch. Svaly kolenního kloubu jsou stabilizátory dynamické. (Rasch, 1973, Véle, 2006)

1.1.1 Pohyby v kolenním kloubu

Flexe

Flexe má rozsah 120° a v případě pasivního provedení až 140°, při čemž závisí na napětí musculus rectus femoris a také na objemu stehna a lýtka. Při flexi je pohyb kolene zajišťován zkříženými vazy kolenního kloubu, které brání nežádoucím pohybům. Samotná flexe začíná odemknutím kolene, které je vyvoláno malou vnitřní rotací, která uvolňuje přední zkřížený vaz a postranní vazy. Pokud k této rotaci dochází při fixované noze dochází k zevní rotaci femuru, ale při noze volné je rotována tibie dovnitř. Další fází je valivý pohyb a probíhá v meniskofemorálním skloubení, femur se valí po tibii a obou meniscích. V poslední fázi flexe je zmenšen kontakt femuru s tibií a dochází k posouvání menisků po tibii dozadu, jde o tzv. klouzavý pohyb. (Véle, 2006, Dylevský, 2009)

Extenze

Extenze v kolenním kloubu je pohyb opačný do nulového postavení, začíná tedy posuvným pohybem, následuje pohyb valivý a končí zevní rotací tibie a s tím spojeným uzamknutím kolenního kloubu. Extenze, která překročí toto postavení se nazývá hyperextenze a může dosahovat 10°-15°. Během extenze kolenního kloubu tedy dochází k

přesně opačnému procesu než u flexe kolenního kloubu a končí uzamčením kolenního kloubu mírnou rotací. (Véle 2006, Bartoníček 2004)

Extenze je definována jako pohyb zadní strany nohy od zadní strany stehna. (Kapandji 2011)

Rotace

Dalšími pohyby v KOK, které probíhají podél osy tibie, jsou rotace. Rotace lze provést pouze při současné flexi kolenního kloubu. Rotační stabilitu při extendovaném kolenu zajišťují kolaterální a zkřížené vazy. Rotace je přímo závislá na vazivovém aparátu a jeho vztahu ke kostem. Zevní okraj tuberculum mediale eminentiae intercondylaris tibiae u úponu ligamentum cruciatum posterius bývá nazýván středem rotace. Laterální okraj rotace tvoří kloubní pouzdro společně se zevním postranním vazem. Za vnitřní okraj bývá považováno ligamentum collaterale mediale a také kloubní pouzdro. (Kapandji 2011, Tichý 2009, Maquet, 1976)

Stupeň flexe v kolenním kloubu ovlivňuje rozsah rotací, při zvětšování flexe v kolenním kloubu dochází ke zvětšování rotací okolo osy tibie. Osa pohybu v kolenním kloubu se mění v závislosti na stupni flexe a někdy je také nazýváno instantním rotačním centrem. Největších rozsahů rotací dochází ve flexi kolene 45°-90°. Ke značnému snížení rozsahu rotace dochází ve chvíli, kdy je kloub zatížený , z důvodu tlaku působícího na kloub. (Dylevský 2009)

Na rozsah rotace tibie má hlavní vliv uspořádání vazivového aparátu a jen málo rotaci ovlivňují kloubní plochy, kdy výjimkou je eminentia intercondylaris, která tvoří střed rotace. Vazy kolenního kloubu jsou ve spojení s rotací rozděleny do tří skupin. První skupinou jsou centrální vazy, kam řadíme vazy zkřížené. Do skupiny mediální řadíme postranní vnitřní vaz a do třetí skupiny, laterální, patří kloubní pouzdro a zevní postranní vaz. (Neumann, 2016, Dylevský 2009)

Blokáda v tibiofibulárním kloubu omezuje rozsah rotace v kolenním kloubu. (Rychlíková, 1994)

Zevní rotace

Zevní rotace dosahuje rozsahu 15°-30°. Zevní rotace hraje velikou roli při abdukci nohy a dochází během ní k posunu prstců laterálně. Při extendovaném kolenu je tibie

rotována zevně. Během zevní rotace dochází k posunu mediálního kondylu tibie dopředu a laterálně, ale zevní kondyl femuru je posouván dozadu a mediálně. Rozsah zevní rotace tibie je nejvíce omezován napětím postranního vazu, když dojde k jeho ruptuře, rotace se až zdvojnásobí. (Véle, 2006, Kapandji 2011)

Vnitřní rotace

Rozsah vnitřní rotace je stejně jako u rotace zevní udáván mnohými autory rozdílně. Jedním z udávaných rozsahů je 5-7 stupňů. Jiní autoři udávají rozsah 10, někteří dokonce 40° rozsahu pohybu. Během vnitřní rotace dochází k posunu prstců mediálně. Vnitřní rotace tibie je důležitou částí při addukci nohy. Při vnitřní rotaci se laterální kondyl tibie posouvá dopředu a laterálně a vnitřní femorální kondyl se posouvá dorzálně a mediálně. Laterální kapsulární stabilizátory a ligamentum cruciatus anterius mají důležitou úlohu pro stabilizaci při vnitřní rotaci tibie. Mezi laterální kapsulární stabilizátory řadíme ligamentum collaterale fibulare, musculus biceps femoris, ligamentum popliteum arcuatum, tractus iliotibialis, musculus popliteus a laterální hlavu musculus gastrocnemius. (Dylevský, 2009, Kolář, 2009, Kapandji 2011)

1.1.2 Svaly ovlivňující rotaci tibie

Zevní rotaci provádí musculus biceps femoris a musculus tensor fasciae latae. Rotaci je možno provést pouze ve flexi KOK. Zevní rotátory mají kombinovanou sílu 1,8 kg. (Dylevský 2009, Kapandji 2011)

K vnitřní rotaci dochází za pomoci musculus semitendinosus, musculus semimembranosus, musculus sartorius a musculus popliteus. Síla vnitřních rotátorů je přibližně 2kg váhy. (Dylevský 2009, Kapandji 2011)

Musculus biceps femoris

Dlouhý, vřetenovitý sval, který probíhá po zadní a laterální straně stehna a je inervován nervus tibialis a nervus peroneus communis. Dvojhlavý sval stehenní flektuje kolenní kloub a také extenduje kloub kyčelní. Další funkcí musculus biceps femoris je zevní rotace ohnutého bérce. Ve své funkci je antagonistickým svalem pro musculus quadriceps femoris. Tento sval také zajišťuje rotační stabilitu kolenního kloubu tím, že brání dislokaci tibie směrem dopředu během flexe v kolenním kloubu. (Bartoníček 2004, Dylevský 2009)

Tensor fasciae latae

Napínač stehenní povázky je flexorem a zevním rotátorem kolenního kloubu v období flektovaného kolena, pokud dojde k extenzi kolene, ztrácí svoji funkci a stává se extenzorem a pomáhá s uzamčením kolene. Další funkcí je vnitřní rotace kyčelního kloubu. Pokud je tensor fasciae latae inhibován, jakožto vnitřní rotátor kyčle, společně s gluteus medius, tak často dochází k valgoznímu postavení kolenního kloubu a k pronaci chodidla, což je spojeno se zevní rotací bérce. (Čihák 2016, Neumann 2009)

Musculus sartorius

Krejčovský sval je svalem přední strany stehna a zároveň nejdelším svalem lidského těla. Tvarem připomíná 4–5 cm širokou stuhu a jeho inervací je nervus femoralis. Musculus sartorius je dvoukloubový sval, a proto ovlivňuje pohyb kyčelního kloubu i kolenního kloubu. Je jedním ze svalů, který se upíná do pes anserinus, tedy tzv. husí nohy. M. sartorius provádí flexi, abdukci a zevní rotaci stehna a flexi a vnitřní rotaci bérce. (Jarmey 2019, Dylevský 2009)

Musculus semitendinosus

Pološlašitý sval je dlouhým a vřetenovitým svalem, jehož spodní část je celá tvořena šlachou. Inervován je pomocí nervus ischiadicus. Funkcemi musculus semitendinosus jsou extenze a addukce stehna, flexe bérce a vnitřní rotace flektovaného bérce. Tento sval se nachází na zadní straně stehna a je jedním z ischiokrurálních svalů. V rámci Lombardova paradoxu je jedním ze svalů, který je aktivní při vstávání ze sedu. Společně s musculus gracilis a musculus sartorius se upíná do pes anserinus, který se nachází v oblasti mediálního kondylu tibie. (Dylevský, 2009, Dylevský, 2009)

Musculus semimembranosus

Poloblanitý sval je objemný a dlouhý sval, jehož počáteční šlacha je blanitá. Inervován je pomocí nervus ischiadicus. Funkcí musculus semimembranosus je extenze a addukce stehna, flexe bérce, vnitřní rotace flektovaného bérce a vnitřní rotace femuru při extendované dolní končetině. (Čihák, 2016, Kapandji 2011)

Musculus popliteus

Plochý sval, který má trojúhelníkový tvar a tvoří spodinu zákolenní jámy. Inervaci musculus popliteus provádí n. tibialis. Funkcí svalu je flexe bérce a vnitřní rotace flektovaného bérce. Tento sval má důležitou stabilizační funkci pro zevní část kolenního kloubu. Svojí šlachou zesiluje pouzdro kloubu, natahuje ligamentum popliteum arcuatum a zároveň dochází k dynamické stabilizaci zevního femorálního kondylu. Při natažení LCP je tento sval maximálně aktivní a svým napětím chrání tento vaz. (Kapandji 2011, Dylevský, 2009)

Lombardův paradox

Tento paradox popisuje kokontrakci antagonistů s agonisty, kdy při vstávání ze sedu dochází ke spolupráci flexorů i extenzorů, tedy zdánlivých antagonistů. Z toho vyplývá, že činnost antagonistických svalů se upravuje dle podmínek jejich funkce. Z antagonistických svalů se tak stávají svaly synergistické a jejich svalová činnost, která by se měla odčítat se mění ve stabilizaci segmentu. (Véle, 2006)

1.1.3 Svalové řetězce zahrnující tibii

Řetězec spojující nohu s hrudníkem

Tento řetězec začínající na os cuneiforme I., dále pokračuje přes musculus peroneus longus, tibii, fascii cruris. Pokračuje přes musculus biceps femoris a m. adductor longus na m. obliquus abdominis internus, kontralaterální musculus obliquus abdominis externus a končí na hrudníku. (Véle, 2006)

Řetězec držící podélnou klenbu nohy

Systém držící podélnou klenbou nohy se skládá ze dvou základních smyček. (Véle, 2006)

První smyčka začíná na fibule a pokračuje přes m. peroneus longus, první metatarz, os cuneiforme I., m. tibialis anterior na tibii. M. tibialis anterior provádí dorzální flexi nohy a může jí supinovat i pronovat, a proto je tato smyčka důležitá pro tvar klenby nohy. (Véle, 2006)

Druhá smyčka ovlivňující klenbu nohy začíná také na fibule a dále jde přes m. peroneus brevis, calcaneus, os cuboideum a m. tibialis posterior na tibii. Tato smyčka udržuje podélnou nožní klenbu z laterální i mediální strany. (Véle, 2006)

Dlouhý řetězec mezi pánví a lýtkem

Tento řetězec začíná na pánvi (spina iliaca) pokračuje přes musculus rectus femoris na tibii, odtud přes semisvaly opět na pánev (tuber ischiadicum), dále pokračuje přes fibulu na musculus biceps femoris a končí opět na pánvi (tuber ischiadicum) (Véle, 2006)

Dlouhý řetězec mezi plantou a hrudníkem

Řetězec začínající na plantě pokračuje přes musculus peroneus longus na tibii, odtud před fascii cruris na musculus biceps femoris, poté musculus adduktor longus, dále na musculus obliques abdominis internus a kontralaterální musculus obliques abdominis externus a tento řetězec končí na hrudníku.

1.1.4 Řetězce zahrnující svaly ovlivňující rotaci tibie

Řetězec při záklonu se vzpažením

Svaly vykonávající pohyb jsou m.tibialis anterior, m. semitendinosus, m. biceps femoris, m. erector spinae, m. trapezius.

Svaly, které pohyb brzdí a navracejí do výchozí polohy jsou m. triceps surae, m. gracilis, m. semitendinosus, m. sartorius, adduktory KYK, m. rectus abdominis, m. pectoralis major, mm. Hyoidei. (Véle, 2006)

1.1.5 Vliv rotace na aktivitu hamstringů

Jónasson a spol. ve své studii zaznamenávali vliv rotace tibie na zapojení laterálního a mediálního hamstringu. (Jónasson a spol., 2016)

Test probíhal u 40 zdravých mladých můžu a žen. Pro určení síly flexorů kolene byl použit Cybex Dynamometr a na změření aktivity hamstringů byly použity povrchové elektrody EMG, které snímají nervosvalovou aktivitu v daných svalech. Měření pacienta probíhalo v sedě a jeho kolenní kloub byl ve flexi 40°. Během tohoto měření je vždy každá končetina měřena zvlášť. (Jónasson a spol., 2016)

Během izometrické flexe KOK spojené s vnitřní rotací docházelo k poklesu aktivity laterálního hamstringu. Izometrická flexe KOK spojená se zevní rotací dosahovala rovnoměrného zapojení laterálního i mediálního hamstringu a z toho vyplývá, že byla větší i celková svalová síla při flexi KOK spojené se zevní rotací. (Jónasson a spol., 2016)

1.1.6 Vazy ovlivňující rotaci

Oba zkřížené vazy hrají klíčovou roli při omezování rotačních pohybů. (Kapandji, 2011)

Ligamentum cruciatum anterius

Přední zkřížený vaz probíhá od střední plochy laterálního femorálního kondylu a končí v area intercondylaris anterior na tibii. (Čihák, 2016)

Přední zkřížený vaz omezuje posun holenní kosti vpřed a také zabezpečuje vnitřní rotaci bérce. Nejvíce je zatížen právě při vnitřní rotaci bérce, kdy je téměř extendovaný kolenní kloub. Vnitřní rotace napíná LCA a při zevní rotaci dochází k jeho relaxaci. Při poškození LCA dochází k významnému zvětšení rozsahu rotace tibie, hlavně v 10°-30° flexe kolene. Při zevní rotaci dochází k uvolnění tohoto vazu a až v maximálním rozsahu zevní rotace dojde k opětovnému mírnému zvětšení napětí tohoto vazu. (Dylevský, 2009, Kapandji, 2011)

Ligamentum cruciatum posterius

Ligamentum cruciatum posterius probíhá od zevní strany vnitřního kondylu tibie a končí v area intercondylaris posterior na tibii. Je přibližně o 30 % silnější než přední zkřížený vaz. (Čihák, 2016)

Zadní zkřížený vaz zabraňuje posunu bérce vzad a omezuje zevní rotaci bérce. Během vnitřní rotace tibie dochází k relaxaci LCP a k jeho natažení dochází během rotace zevní. (Dylevský, 2009)

Mediální meniskus

Mediální meniskus je větší než laterální meniskus a má tvar půlměsíce. Vzhledem ke svému tvaru a upevnění na 3 místech v oblasti kolenního kloubu je mediální meniskus náchylnější ke zranění. Konce vnitřního menisku se upínají na area intercondylaris tibiae Během vnitřní rotace dochází k pohybu mediálního menisku dopředu a při rotaci zevní se posouvá dozadu. (Neumann, 2016, Čihák 2016)

Laterální meniskus

Laterální menisku je upevněn v jediném místě, a proto je značně pohyblivější něž vnitřní menisku. S pohyblivostí menisku také souvisí jeho menší náchylnost ke zranění

v porovnání s meniskem vnitřním. Zevní meniskus je během zevní rotace přitahován k přední části tibiálního kondylu a během vnitřní rotace ustupuje zpět. (Neumann, 2016, Čihák 2016)

2 ROTACE TIBIE A POSTAVENÍ NOHY

2.1 Komplex pronace a supinace nohy

Pomocí 3D pohybové analýzy bylo zjištěno, že vzájemný vztah mezi pronací nohy a vnitřní rotací bérce, respektive supinací nohy a zevní rotací bérce, je výrazně nižší u chůze než při běhu. Během chůze dochází k vnitřní rotaci mnohem dříve než při běhu. Při chůzi dojde k maximální rotaci již v 17% doby fáze opory, ale u chůze k ní dochází až ve 34% fáze opory. (Vařeka, 2009)

Pronace

Tento pohyb souvisí s laterální rotací bérce, pohybem tibie dozadu, inverzí paty, addukcí předonoží a plantární flexí v subtalárním a transverzotalárním kloubu. (Vařeka, 2009)

Supinace

Během supinace dochází k everzi paty, abdukci předonoží a dorzální flexi v subtalárním a transverzotalárním kloubu. Dále dochází k posunu tibie dopředu a při zatížení dochází k mediální rotaci bérce. (Vařeka, 2009)

2.2 Pohyby tibie při chůzi

V této práci použiji rozdělení krokového cyklu dle Vařeky, 2009.

2.2.1 Opěrná fáze kroku

Období postupného zatěžování

V opěrné fázi kroku, která začíná dotykem paty a podložky je hlezenní kloub při začátku pohybu v dorzální flexi nebo neutrální poloze a postupně začíná pasivně flexe plantární, při které dochází k pokládání plosky nohy. Subtalární kloub přechází ze supinace do pronace, kterou startuje iniciálním kontaktem na zevním výběžku hrbolu patní kosti. Pronace subtalárního kloubu zároveň vyvolává addukci talu a vnitřní rotaci bérce. (Vařeka, 2009)

Období střední opory

Toto období začíná při kontaktu celé plosky s podložkou. V této fázi dochází k pasivnímu přechodu z plantární do dorzální flexe hlezenního kloubu. Subtalární kloub přechází do supinace, protože dochází k odlehčení paty a zatížení předonoží. Zatížení začíná na laterální straně, kde je tvořena páka patou a 5.metatarzem. V 1.metatarzofalangeálním kloubu dochází k dorzální flexi, čímž dochází k napnutí plantární aponeurózy více na mediální straně a vytváří tak supinaci. Talus je zevně rotován a zároveň tak dochází k zevní rotaci bérce, která zahajuje extenzi kolenního kloubu. V kloubu transverzotarzálním dochází k pronaci, protože z důvodu zatížení laterálního okraje nemůže předonoží následovat zánoží do supinace. Kalkaneokuboidní kloub je uzamčen. Z nohy se stává pevná páka, kterou lze použit, díky tahu m.triceps surae, na odraz. Zatížení se přesouvá na vnitřní stranu a působí na páce, kterou tvoří pata a 1.metatarz. (Vařeka, 2009)

Období aktivního odrazu

V tomto období dochází k aktivní plantární flexe hlezenního kloubu, subtalární kloub je nadále v pokračující supinaci a chopartův kloub v pronaci. V kolenním kloubu bylo dosaženo maximální extenze a znovu začíná flexi, při které dochází k vnitřní rotací bérce. (Vařeka, 2009)

Období pasivního odlepení

Při této fázi dochází k pokračování plantární flexe v hlezenním kloubu a supinace v kloubu subtalárním. K pronaci kolem podélné osy dochází v transverzotarzálním kloubu. (Vařeka, 2009)

2.2.2 Švihová fáze kroku

Tato fáze začíná v okamžiku zvednutí špičky od země. Kyčelní kloub se flektuje. Kolenní kloub začíná flexí, ale v polovině fáze švihu přechází do extenze. Hlezenní kloub krátkou chvíli pokračuje plantární flexí, ale v průběhu švihu se mění na pohyb opačný, tedy dorzální flexi. Subtalární kloub ve švihové fází pracuje v otevřeném kinematickém řetězci. U patní kosti dochází během švihu k pronaci, která se ale těsně před kontaktem se zemí změní na supinaci. Kloub transverzotarzální je nejdřív v pronaci a poté přechází do supinace. (Vařeka 2009)

Dalším rozdělením krokového cyklu může být dle Perryho. Tento cyklus je popsán následovně. Začíná iniciálním kontaktem, tedy prvním dotekem končetiny s podložkou. Druhou fází je postupné zatěžování neboli loading response. Během této fáze dojde k přenesení celé váhy na danou dolní končetinu Další fáze se nazývá mezistoj, zabírá asi 20 % času krokového cyklu. V této fázi dochází k odlepení druhé dolní končetiny od podložky. Konečný stoj je čtvrtou fází krokového cyklu a během ní dochází ke zvednutí paty stojné DK a končí iniciálním kontaktem druhé dolní končetiny. Další fází je předšvih, který začíná ve chvíli, kdy dochází k pokládání plosky protilehlé nohy a končí odlepením dané končetiny od podložky. Počáteční švih, který začíná odlepením dolní končetiny od podložky a je ukončen při maximální flexi v kolenním kloubu, je další fází. Předposlední fází je mezišvih a je zakončen ve chvíli, kdy je tibie ve svislém postavení. Poslední fáze, která patří do krokového cyklu je končený švih a je ukončen iniciálním kontaktem dolní končetiny. (Perry, 201O)

Další způsob rozdělení je dělení dle Vaughana a vypadá následovně: Úder paty (Heel strike) – kontakt nohy (foot flat) – střed oporové fáze (midstance) – odvinutí paty (heel off) – zrychlení (acceleration) – střed švihové fáze (midswing) – zpomalení (deceleration). (Kolář, 2009)

3 MĚŘENÍ ROTACE TIBIE

3.1 Testy rotace tibie

3.1.1 Lateral pivot shift test of Mcintosh

Pacient je při tomto testu v poloze vleže na zádech, terapeut stojí u pacienta a drží pacienta jednou rukou za plosku, aby mohl vytvořit vnitřní rotaci. Váha dolní končetiny vytvoří v koleni valgózní dislokaci. (Kapandji, 2011)

Druhý způsob testu začíná uchopením pacientovi DK tak, že si terapeut položí patu do své dlaně a dělá vnitřní rotaci bérce. Převádí se DK do flexe v KOK a druhou rukou terapeut tlačí na koleno směrem dolů. (Kapandji, 2001)

Tento pohyb má určitou volnost, ale přibližně ve 25° - 30° flexe v koleni dochází k náhlému trhnutí a laterální kondyl femuru poskočí dopředu na zevním tibiálním platu. (Prabhakar, 2018)

Tento test se používá pro ozřejmění ruptury předního zkříženého vazu (Kapandji, 2011)

3.1.2 The Losee test

Tento test se provádí s pacientem, který leží na zádech. Terapeut jednou rukou podpírá patu pacienta s kolenem v 30° flexi. Druhá ruka terapeuta drží pacienta za koleno zepředu tak, aby palec držel hlavičku lýtkové kosti. Terapeut vytváří vnitřní zevní rotaci v kolenním kloubu pomocí ruky, která drží patu a tím zabraňuje posteriorní subluxaci laterálního kondylu. Ruka držící koleno vytváří valgózní dislokaci a převádí koleno do extenze, když dojde k plné extenzi kolene tak terapeut palce tlačí fibulu anteriorně. Důležité pro správné vytvoření podmínek pro test je extenze kolene při současné zevní rotaci kolene. Test je pozitivní, pokud tibiální plato poskočí dopředu na konci pohybu. (Kapandji, 2011)

3.1.3 Slocum's test

Testovací poloha je vleže na boku netestované končetiny, která je pokrčena v koleni pod nataženou vyšetřovanou končetinou. Jednu ruka terapeuta je položena nad kolenním kloubem, druhá pod ním. Extendovaná dolní končetina svou vahou vytváří vnitřní rotaci a valgózní dislokaci kolenního kloub. Terapeut rukou, která je pod kolenním kloubem, kloub flektuje a mediálně rotuje. Ruka nad KOK zvětšuje valgózní dislokaci v kloubu. Test je pozitivní pokud, dojde k náhlému trhnutí cca ve 30° flexe, stejně jako u testu McIntosh. (Kapandji,2011)

3.1.4 Pivot shift reverse test

Pacient je v poloze vleže na zádech. Vyšetřovaná končetina je ve flexi 60°-90° v KOK. Terapeut drží jednou rukou pacienta za patu a druhou zepředu za kolenní kloub. Terapeut převádí dolní končetinu do extenze v KOK, zevní rotace bérce. Pozitivní je test při kterém dojde k náhlému trhnutí okolo 30°flexe, kdy se náhle posune zevního kondylu femuru po tibiálním platu dozadu. (Prabhakar, 2018)

3.1.5 McMurray test

Kolář, 2009 toto vyšetření popisuje „Při vyšetření pravého kolena uchopíme pravou rukou patu vyšetřované končetiny, levou ruku položíme na postižené koleno. Kloub převedeme do flexe, bérec do zevní rotace a vyvíjíme lehký tlak směrem do abdukce.“ Test pokračuje provedením vnitřní rotace bérce a tlakem do addukce, bez změny stupně flexe kolene. O pozitivitě testu mluvíme, pokud se objeví bolest a fenomén lupnutí. Tento test se používá pro vyšetření menisků. (Kolář, 2009)

3.1.6 Apley test

Tento test se používá k rozlišení zranění menisků od zranění kolenních vazů. Pacient je v leže na břiše, kyčelní kloub extendován a kloub kolenní v maximální flexi. Během vyšetření rotujeme bérec axiální distrakci a posléze během komprese v ose. Bolest při tlaku svědčí o poranění menisků a bolest během distrakce je znamení pro postižení menisků. (Kolář, 2009)

3.1.7 Steinmannův příznak

Pacient sedí s dolními končetinami spuštěnými z okraje stolu v 90° flexi kolene. Provádí se maximální vnitřní a vnější rotace bérce. Pokud během maximálních rotací cítí vyšetřovaný bolest na vnitřní straně kolenního kloubu, svědčí to pro poškození vnitřního menisku. Pokud je pacientem bolest udávána na zevní straně kolenního kloubu, zde se jedná o postižení laterálního menisku. (Kolář, 2009)

3.1.8 Posterolateral drawer test of Hughston

Výchozí poloha: Nohy jsou položeny na podložce, kolena ve flexi 90°, kyčle ve flexi 45°. Terapeut si sedne na lehátko a zasedne pacientovu vyšetřovanou DK a oběma rukama uchopí horní konec tibie. Test je prováděn ve 3 pozicích, první pozicí je neutrální rotace bérce, druhou je 15° zevní rotace bérce a poslední pozicí je 15°vnitřní rotace bérce. Test je pozitivní, pokud dojde k posterolaterální subluxaci laterálního tibiálního plata, zatímco mediální plato zůstane na místě. Během testu dochází k rotační zásuvce, která klesá směrem k neutrální pozici a při vnitřní rotaci mizí, protože dochází k natažení nepoškozeného zadního zkříženého vazu. (Kapandji, 2011

3.1.9 Recurvatum lateral rotation test

Tento test může být prováděn ve dvou variantách

První variantou je extenční. Dolní končetina je zvednuta v extenzi, kdy terapeut drží pacienta za přednoží. Pokud je test pozitivní ukáže se rekurvace kolene a zevní rotace bérce, způsobené posunutím přední drsnatiny tibie. (Kapandji, 2011)

Druhou variantou je flekční typ. Jedna ruka terapeuta drží nohu a vytváří extenzi v kolenním kloubu, druhá ruka drží koleno a převádí extendovanou DK v KOK do flexe. Při tomto pohybu dochází k posterolaterální subluxaci tibie, která se projevuje jako rekurvace kolene, vybočená kolena a laterální posun přední tibiální drsnatiny. (Kapandji, 2011)

3.1.10 Heel tip test

Při provádění testu pacient volně stojí a provádí zvednutí vnitřní strany chodidla za palcem nahoru. Pata a zevní hrana chodidla zůstává v kontaktu s podložkou. Tímto pohybem dochází k zevní rotaci tibie, která je pozorovatelná změnou polohy pately. Velikost rozsahu rotace může být změřena velikosti úhlové odchylky v horizontální rovině od fixační tyče, která je připevněna kolmo k noze (ve směru tibie). (Herring, 2013)

V roce 2009 Eric a spol. provedli studii, kde měřili zevní rotaci tibie u 30 pacientů a z výsledků byla zjištěna průměrná zevní rotace tibie 27°. (Herring, 2013)

3.1.11 TIR test

Využití rotačního testu tibie pro hodnocení nestability kolene. Tento test probíhá v leže na břiše ve 30°,60° a 90° flexi kolenního kloubu. Pozice vleže na břiše dává možnost snadného ovlivnění flexe v kolenním kloubu. Rotace je měřena v neutrálním postavení hlezna ve spojnici paty a 2.prstce nohy. (Rossi, 2011)

3.1.12 Dial test

Tento test bývá používán pro diagnostiku posterolaterální nestability kolenního kloubu. (Kapandji, 2011)

Test je prováděn v leže na břiše, kdy jsou KOK flektovány do 30° a 90°. Při diagnostice je používáno porovnání s druhou končetinou a pokud je rotace na jedné straně zvětšena o 10°, lze uvažovat o porušení PLC. Druhým způsobem provedení je v leže na zádech s kolenními klouby flektovanými ve 30° a 90°. David Krause a spol ve své studii využívali ruční inclinometr, kdy měřili v ose 2 metatarzu. (Rossi, 2011)

3.2 Další způsoby měření rotace tibie

3.2.1 Magnetická rezonance

Chen a spol. ve své studii z roku 2014 využívali magnetickou rezonanci pro hodnocení rozsahu rotace tibie. (Chen a spol., 2014)

V této studii bylo testováno 30 dobrovolníku, s průměrným věkem 41,2 let. Žádný z těch dobrovolníku neměl žádné zranění kolenního kloubu. Magnetická rezonance byla prováděna v rozsazích 0-40° flexe v kolenním kloubu. (Chen a spol., 2014)

Výsledkem této studie byla průměrná vnitřní rotace tibie 11,55° a průměrná zevní rotace 11,4°. Tato studie také prokázala, že nejsou větší rozdíly mezi muži a ženami a

v porovnávání levé a pravé dolní končetiny. Dále tato studie ukázala, že hodnoty ve flexi kolenního kloubu 0-24° se výrazně neliší, ale v rozsazích 25-40° flexe už docházelo k větším rozdílům. Tato studie dále prokázala, že rychlost zvětšování rotace klesá se zvětšováním rozsahu flexe kolene. (Chen a spol., 2014)

3.2.2 Robotické zařízení

Stinton a spol při své studii rotace tibie použili robotické zařízení, které vyvolávalo rotaci a povrchové senzory, které měřili rotaci tibie. Cílem jejich studie bylo zjištění, zda elektrické zařízení dokáže přesně napodobit dial test v supinační poloze. (Stinton, 2016)

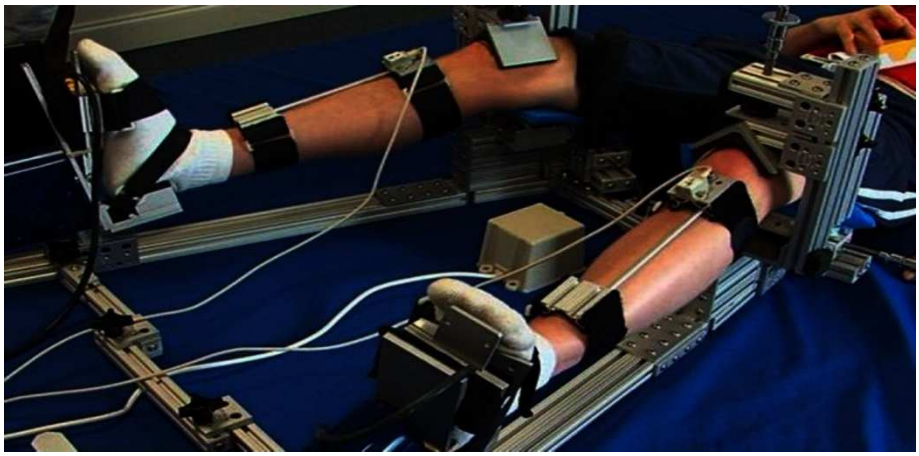
V této studii bylo 32 pacientů, kteří byli po jednostranné rekonstrukci předního zkříženého vazu. To znamená, že jeden kolenní kloub byl po operačním zákroků a druhý kolenní kloub byl po klinickém vyšetření shledán jako zdravý. Studie se účastnilo 22 můžu a 10 žen. Robotické zařízení mělo dva servomotory, které zajišťovali točivý moment a bylo tak dosaženo rotace tibie. (Stinton, 2016)

Pacient ležel na zádech a měl oba kolenní klouby flektováné do 30°, 2.prstec byl kolmo k podlaze. V této studii byla kolmost 2.prstce se zemí považována za ukazatel nulové rotace tibie. Obě dolní končetiny byli testovány zároveň, nejdříve byla provedena zevní rotace tibie a hned po ní rotace vnitřní. Nejdříve byly povedeny 3 pokusné testy a poté 3 testy se sběrem dat. (Stinton, 2016)

Zevní rotace tibie při tomto testu dosahovalo v průměru byla 16,2°, s maximem 20,6°. Vnitřní rotace byla v tomto testu naměřena vyšší a to průměrně 25,6°, s maximem 43,7°. (Stinton, 2016)

Výsledkem toho testu bylo, že robotické zařízení dokáže podávat informace o rotačních pohybech tibie okolo své osy a proto ho lze využít v praxi, místo manuálního dial testu. (Stinton, 2016)

Obrázek 1 Robotické zařízení pro měření rotace



Zdroj: STINTON S. et all.. The use of a robotic tibial rotation device and an electromagnetic trac-king system to accurately reproduce the clinical dial test. Knee Surg Sports Traumatol Ar-throsc. 2016, ISSN: 167 -016-4042-0

3.2.3 Zařízení s momentovým klíčem

Slichter a spol. při své studii sestrojili zařízení, které měřilo rotaci tibie a napodobovalo tibial internal rotation test. (Slichter, 2018)

Tento test byl prováděn u 52 pacientů, kteří měli poškození ligamentum cruciatum anterius. Každý pacient byl vyšetřen od dvou nezávislých vyšetřujících a byly porovnány obě dolní končetiny. Test byl prováděn v leže na břiše ve 30,60 a 90° flexe v KOK. Nad koleny byli zajištěny DK popruhem pro eliminaci abdukce a extenze v kyčelním kloubu. (Slichter, 2018)

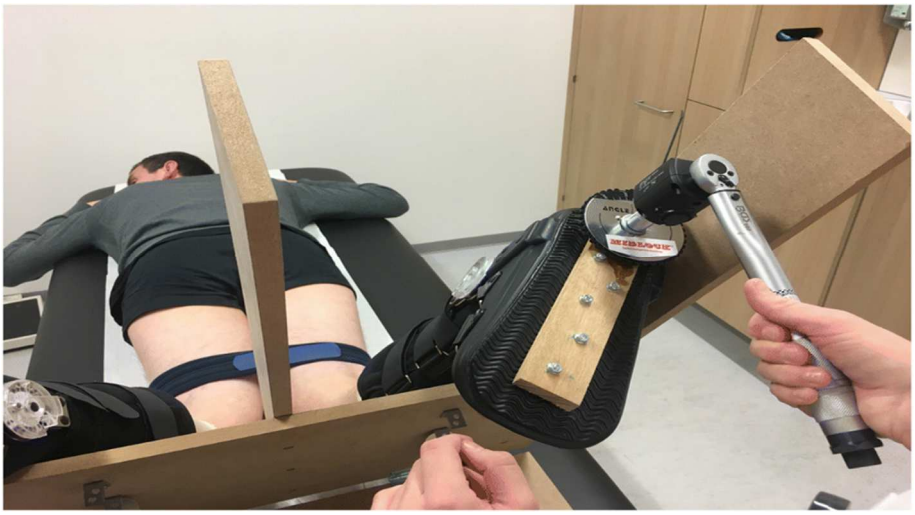
Výsledkem bylo, že u pacientů s poškozením LCA byla vnitřní rotace tibie průměrně zvětšena o 19,2 %. Dále bylo řečeno, že pomocí tohoto testu bylo vyšetřeno malé množství pacientů, aby se tento test mohl stát zlatým standardem k měření zvýšené vnitřní rotace tibie a hodnocení poškození LCA. Tento test, ale může být používán jako pomocný test. Test může být dále používán pro zjišťování laxicity kolenního kloubu v rámci anterolaterální nestability kolenního kloubu, jako přídavek k pivot shift testu. (Slichter, 2018)

Ve 30° flexe kolenního kloubu byla průměrná vnitřní rotace 32,2° na zdravé končetině i na končetině s poškozením kolenního kloubu. Rotace zevní byla na zdravé končetině 37,3° a na končetině poraněné 39.4°. (Slichter, 2018)

V testu prováděném v 60° flexi kolenního kloubu byla průměrná vnitřní rotace na zdravé DK 25,5° a zraněné DK 24,5. Zevní rotace v tomto testu byla u zdravé končetiny 38° a u postižené DK 39,7°. (Slichter, 2018)

Poslední část testu prováděna v 90° flexe v kolenním kloubu, zjistila, že průměrná vnitřní rotace byla 25,3° na zdravé dolní končetině a 24,1° na končetině s poškozeným kolenním kloubem. Zevní rotace byla 39,1 ° u zdravé dolní končetiny a 40,8° u končetiny se zraněním v oblasti kolenního kloub. (Slichter, 2018)

Obrázek 2 Zařízení využívající momentový klíč



Zdroj: SLICHTER, Malou E et al. A novel test for assessment of anterolateral rotatory instability of the knee: the tibial internal rotation test (TIR test). Journal of experimental orthopaedics vol. 5,1 29. 9 Aug. 2018, ISSN: 40634-018-0141-9

4 PATOLOGIE TIBIE

4.1 External tibial torsion

Jedná se o patologickou zevní rotaci tibie vůči femuru. Nejčastějšími příčinami vzniku této patologie je dědičnost, dále může být způsobená stažením svalů a vazů (hamstringy, ITB). Obvykle začíná být vidět, když děti začínají chodit a nejvíce zřetelná je mezi čtvrtým a sedmým rokem. Často bývá spojena s plochou nohou a poruchami koordinace. (Goodman, 2015)

Klinické vyšetření této patologie se provádí zevní a vnitřní rotace bérce při kolenním kloubu flektovaném v 90°. Při této rotaci dochází k nadměrné zevní rotaci a velmi malé vnitřní rotaci tibie. Vyšetřující musí také prozkoumat kyčle, z důvodu retroverze femuru,

kdy se při omezené vnitřní rotaci v kyčli nadměrně zevně rotuje femur. Léčba je závislá na příčinně vzniku. Pokud je příčinnou plochá noha je potřeba primárně vyřešit plochou nohu. Pokud je problémem vzniku stažení měkkých tkání je potřeba uvolnit měkké tkáně pomocí strečinku a měkkých technik. Pokud je nutná operační intervenci vždy se provádí až po 10.roku života pacienta. (Goodman, 2015, Gonzales, 2020)

Obrázek 3 Tibial external torsion

Zdroj: External Tibial Torsion - Podiatry, Orthopedics, & Physical Therapy. South Florida Institute of Sports Medicine - Podiatry, Orthopedics, & Physical Therapy [online]. Copyright © [cit. 29.04.2020]. Dostupné z: http://www.southfloridasportsmedicine.com/external-tibial-torsion.html

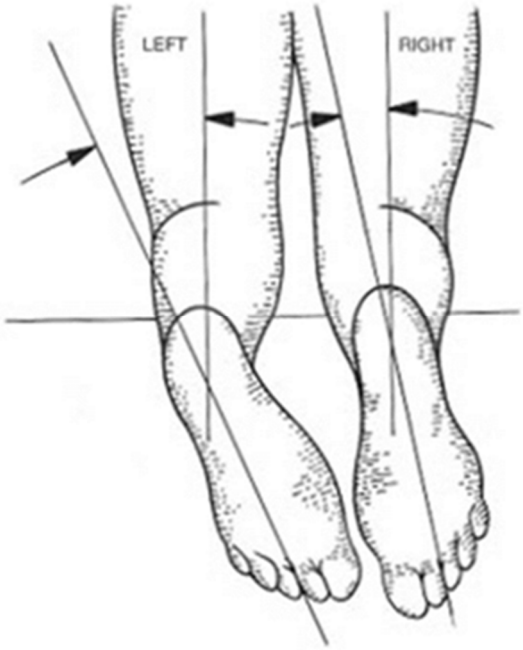
4.2 Internal tibial torsion

Jedná se o patologickou vnitřní rotaci tibie vůči femuru. Nejčastěji bývá způsobena polohou plodu v děloze, další příčinou může být nadměrné stažení vazu a svalů na vnitřní straně KOK a stehna. Tuto deformitu může také způsobovat sed na patách. Při chůzi a běhu se noha nadměrně vtáčí a způsobuje zakopávání a pády. U dítěte bývá často spojená s metatarsus adductus, (Goodman, 2015)

Klinické vyšetření se provádí v sedě, stoje i chůzi, kdy porovnáváme obě dolní končetiny. V případě, že je zde velká vnitřní rotace tibie a velmi malá zevní rotace, lze uvažovat o tibiální torzi. Důležité je také vyšetřit si kyčelní klouby, z důvodu, že omezená

pohyblivost v kyčli (femuru) může mít za následek tibiální torzi. Léčba má velmi dobrou prognózu a často se do 8 let věku upraví. Důležité je změnit špatně stereotypy sezení, chůze, popřípadě běhu, které vnitřní torzi tibie podporují. Dalším způsobem je kolenní dlaha, kdy je koleno rotováno zevně uvnitř dlahy, aby docházelo k napínání zkrácených tkání. Dále se používají protisměrné rotační dlahy a tyče Denis Browne, které mají využití především ve spánku, kdy chrání kolenní kloub před patologickým zkroucením. Operace bývá pří této patologii opravdu výjimečně. (Goodman, 2015, Gonzales, 2020)

Obrázek 4 Tibial internal torsion



Zdroj: Internal Tibial Torsion - Pediatrics - Orthobullets. Orthobullets - www.orthobullets.com [online]. Copyright © 2020 Lineage Medical, Inc. All rights reserved. [cit. 29.04.2020]. Dostupné z: https://www.orthobullets.com/pediatrics/4060/internal-tibial-torsion

4.3 Pseudoarthrosis tibiae congenita

Kongenitální pakloub bérce je velmi vážná vrozená vada, která bývá často spojená s neurofibromatózou 1.typu. Příčinou onemocnění je nevhodné rozlišování mezodermálních struktur končetiny v době vývoje embrya. Anamnéza onemocnění je velmi nepříznivá a pokud dojde ke zlomenině není zde žádná tendence k vyléčení. Léčba je obtížná a vždy chirurgická, kdy se snažíme zajistit pevnost tibie a předcházet tak odchylkám bérce od osy, patologickým zlomeninám a lézím měkkých tkání. V případě horších stádií této patologie často dochází k amputacím. (Goodman, 2009)

Dror Paley, který vydal rozsáhlou publikaci, zabývající se touto patologií, vytvořil také klasifikaci této patologie (viz obrázek č.5). Typ 1, kdy nedochází ke zlomeninám. Typ 2, není zlomena tibie, ale je zlomena fibula, bez posunu nebo s proximálním posunem. Typ 3, kdy není zlomena fibula, ale je zlomena tibie. Typ 4, kdy je zlomena tibie i fibula, zde může docházet opět k proximálnímu posunu fibuly. Nejhorší je typ 4c, kdy dochází ke kostnímu defektu tibie a proximálnímu posunu kosti lýtkové. (Paley, 2019)

Obrázek 5 Paleyho klasifikace kongenitálního pakloubu bérce

Zdroj: PALEY D. E.. Congenital pseudarthrosis of the tibia: biological and biomechanical consi-derations to achieve union and prevent refracture, Journal of Children's Orthopaedics 13 (2019)

PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍL A ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem bakalářské práce je zjistit a zhodnotit rozsah rotace tibie a změn jejího rozsahu u hráčů futsalu s ohledem na aspekty ovlivňující výsledný rozsah.

Pro dosažení cíle je nutno splnit následující body:

1. Načerpat teoretické znalosti z různých zdrojů o rotaci tibie.

2. Uvědomit si a nastudovat standardizovanou metodiku testů pro hodnocení rozsahu rotace tibie.

3. Vybrat sledovaný soubor hráčů futsalu, se kterými budu spolupracovat a rozdělit je do kategorií dle věku a výkonnostního stupně.

4. Zjistit charakteristické znaky těchto skupin.

Tyto výsledky budou uceleny, porovnány a diskutovány v závěru práce a budou konfrontovány s vlastními hypotézami.

6 HYPOTÉZY

1. Předpokládám, že ve flexi 90° kolenního kloubu bude rozsah rotace tibie větší než při flexi 30° v kolenním kloubu
2. Předpokládám, že při pasivním provedení testu bude rozsah rotace tibie vyšší než při aktivním provedení testu
3. Předpokládám, že rozsah rotace tibie bude na obou dolních končetinách stejná
4. Předpokládám, že hráči na vyšší sportovní úrovni budou mít větší rozsahy rotace tibie
5. Předpokládám, že s přibývajícím věkem se bude rozsah rotace tibie zmenšovat

7 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO SOUBORU

K potvrzení či vyvrácení vlastních hypotéz budu sledovat 33 hráčů futsalu.

Sledovaný soubor bude složený z 11 hráčů týmu, který hraje nejvyšší futsalovou soutěž v ČR, z 11 hráčů, kteří nastupují za tým v 2.nejvyšší soutěži ve futsalu a 11 hráčů, kteří hrají krajský přebor. Sledovaný soubor seznámím s průběhem testování a poté je sám budu klinickými testy, sloužícími k hodnocení rozsahu tibie, hodnotit. Výsledky získám pomocí měření a zapsání hodnot, poté budu hodnotit rozsah rotace v závislosti na kvalitativní výkonnost, věk hráče a další aspekty.

8 METODIKA

8.1 Metodika testů

Rotaci tibie jsem zjišťoval pomocí dvou testů. Každému testu předcházelo zaučení pohybu, kterého chceme dosáhnout. Každý test měl čtyři části na každé DK. 1.částí bylo provedení testu aktivně ve 30° flexi v KOK, 2.část provedení testu pasivně ve 30° flexi v KOK, 3.část provedení testu aktivně v 90° flexi v KOK a v poslední část byl test proveden v 90° flexi v KOK pasivně.

Dial test probíhal následujícím způsobem, pacient byl vyzván, aby si lehl na břicho na vyšetřovací lehátko. (viz obrázek č.6) Pacientovi byla přes stehna 10 cm nad kolenem omotána páska, která zabraňoval nežádoucím souhybům v kyčelním kloubu. Pomocí goniometru byla vždy nastavena správná hodnota flexe kolenního kloubu. (viz obrázek č.7) Nejdříve byly změřeny vždy všechny části testu na jedné DK a poté byla změřena druhá DK: Goniometr byl přikládán na spojnici paty a 2. prstce a vždy bylo nastaveno nulové postavení hlezna. (viz obrázek č.8) Poté pacient aktivně vykonal zevní rotaci nebo byla rotace vytvořena pasivně a změřena. (viz obrázek č.9) Každé měření bylo 2x opakované, z důvodu zpřesnění měření. V případě neshody bylo provedeno 3.měření. (Stinton, 2016)

TIR test probíhal následujícím způsobem, pacient byl vyzván, aby si lehl na břicho na vyšetřovací lehátko. (viz obrázek č.6) Pacientovi byla přes stehna 10 cm nad kolenem omotána páska, která zabraňoval nežádoucím souhybům v kyčelním kloubu. Pomocí goniometru byla vždy nastavena správná hodnota flexe kolenního kloubu. (viz obrázek č.7) Nejdříve byly změřeny vždy všechny části testu na jedné DK a poté byla změřena druhá DK: Goniometr byl přikládán na spojnici paty a 2. prstce a vždy bylo nastaveno nulové postavení hlezna (viz obrázek č.8) Poté pacient aktivně vykonal vnitřní rotaci nebo byla rotace vytvořena pasivně a změřena. Každé měření bylo 2x opakované, z důvodu zpřesnění měření. V případě neshody bylo provedeno 3.měření. (Stinton, 2016, Slichter, 2018)

Obrázek 6 Výchozí poloha

Zdroj: vlastní

Obrázek 7 Nastavení flexe kolenního kloubu

Zdroj: vlastní

Obrázek 8 Přiložení goniometru před testem

Zdroj: vlastní

Obrázek 9 Změření rotace

Zdroj: vlastní

8.2 Metodika zpracování dat

Hráči jsou u rozdělení do skupin pro potřeby zjištění hypotéz. Máme zde rozdělení podle věku a sportovní úrovně. Pacientům byl před měřením předán k podpisu informovaný souhlas. Hodnoty měření jsem zaznamenával do tabulky, kterou jsem si sám vytvořil.

Výsledky jsou získávány z tabulky hodnot měření, v tabulce byl zaznamenán věk, sportovní úroveň (soutěž) a rozsahy rotace tibie v jednotlivých testech. Pro přehlednější zpracování výsledků byly hodnoty rozděleny do tabulek, které byly vytvořeny k jednotlivým hypotézám. Tabulku se všemi odebranými hodnotami přikládám v přílohách této práce, z důvodu množství dat s ní nebylo možné pracovat v praktické části.

9 VÝSLEDKY

Hypotéza č. 1: Předpokládám, že ve flexi 90° kolenního kloubu bude rozsah rotace tibie větší než při flexi 30° v kolenním.

Tabulka 1 Rozsah rotace v závislosti na velikost flexe kolene

Hráč	Dial test 90° A PDK - Dial test 30° A PDK	DIAL test 90° A LDK - DIAL test 30° A LDK	Dial test 90° P PDK - Dial test 30° P PDK	Dial test 90° P LDK - Dial test 30° P LDK	TIR test 90° A PDK - TIR test 30° A PDK	TIR test 90° A LDK - TIR test 30° A LDK	TIR test 90° P PDK - TIR test 30° P PDK	TIR test 90° P LDK - TIR test 30° P LDK
1	4	3	5	5	5	5	7	7
2	6	7	9	11	5	5	4	5
3	9	9	6	7	7	6	8	8
4	5	6	8	8	7	8	9	8
5	6	5	8	8	5	5	3	3
6	4	6	8	9	2	3	6	7
7	4	2	8	11	6	5	3	3
8	4	5	10	10	7	6	6	6
9	9	10	15	16	7	7	7	8
10	7	6	9	8	4	4	4	4
11	7	6	14	14	5	4	3	3
12	5	3	7	6	3	2	3	4
13	7	7	8	10	5	6	6	5
14	8	8	13	12	2	1	4	4
15	11	10	12	12	2	3	5	5
16	8	9	11	12	5	5	7	7
17	8	7	12	13	6	6	5	5
18	6	6	5	6	5	5	4	4
19	6	8	7	6	7	8	7	7
20	7	6	7	7	4	4	2	2
21	11	10	7	7	4	4	2	1
22	6	7	5	5	7	7	6	6
23	3	3	4	4	7	8	4	5
24	7	6	7	7	4	4	5	4
25	8	8	7	7	6	6	5	5
26	8	7	9	8	3	2	3	3
27	9	10	7	8	3	2	3	3
28	8	8	9	8	2	3	3	2
29	10	11	12	11	5	6	3	2
30	9	9	8	9	4	5	2	3
31	5	6	9	6	8	8	4	4
32	7	5	9	10	4	3	3	3

33	9	10	12	11	4	4	4	3

Zdroj: vlastní

Tabulka 2 Rozdíly

Minimální rozdíl	1
Průměrný rozdíl	6,28

Zdroj: vlastní

Hypotéza je bezvýhradně potvrzena. V tabulce č.1 můžeme vidět výpočet, který nám určuje rozdíl mezi testy v 90° flexe kolene a testy ve 30° flexe. Vzorec pro výpočet je: odebraná hodnota testu v 90°flexe kolene – odebraná hodnota testu ve 30°flexe. Zde můžeme vidět, že všechna čísla jsou kladná, což svědčí o tom, že odebraná hodnota rozsahu rotace tibie byla v testu při 90°flexe kolene vždy větší. V případě, že by větší hodnoty bylo dosaženo v testu, při kterém je koleno ve 30°flexi dostali bychom záporné číslo. V tabulce číslo 2 můžeme vidět minimální hodnotu zvětšení, která byla 1 stupeň. Při ověřování této hypotézy tedy nedošlo ani k situaci, kdy by hodnoty naměřené v testu s 90°flexí byly rovny testu s flexí 30°. Dále můžeme v tabulce číslo 2 vidět i průměrnou hodnotu zvětšení rozsahu rotace tibie mezi testy. Hodnota 6,28° stupně tedy ukazuje průměr zvětšení rotace u všech testů na obou končetinách.

Hypotéza č.2: Předpokládám, že při pasivním provedení testu bude rozsah rotace tibie vyšší než při aktivním provedení testu

Tabulka 3 Rozdíl rozsahů v závislosti na provedení testu

Hráč	Dial test 30° P PDK - Dial test 30° A PDK	Dial test 30° P LDK - DIAL test 30° A LDK	Dial test 90° P PDK - Dial test 90° A PDK	Dial test 90° P LDK - DIAL test 90° A LDK	TIR test 30° P PDK - TIR test 30° A PDK	TIR test 30° P LDK – TIR test 30° A LDK	TIR test 90° P PDK - TIR test 90° A PDK	TIR test 90° P LDK - TIR test 90° A LDK
1	2	2	3	4	2	2	4	4
2	2	2	5	6	2	1	1	1
3	4	3	1	1	2	1	3	3
4	1	3	4	5	1	2	3	2
5	2	1	4	4	4	4	2	2
6	1	2	5	5	0	0	4	4
7	2	1	6	10	4	3	1	1
8	2	3	8	8	3	2	2	2
9	3	3	9	9	3	3	3	4
10	3	3	5	5	2	2	2	2
11	1	2	8	10	3	2	1	1
12	2	2	4	5	4	2	4	4
13	2	2	3	5	2	3	3	2
14	0	1	5	5	1	0	3	3
15	3	2	4	4	1	1	4	3
16	2	2	5	5	2	2	4	4
17	1	2	5	8	2	2	1	1
18	4	3	3	3	2	2	1	1
19	3	5	4	3	0	1	0	0
20	3	2	3	3	2	2	0	0
21	7	6	3	3	2	3	0	0
22	4	5	3	3	3	3	2	2
23	1	1	2	2	4	4	1	1
24	4	3	4	4	2	3	3	3
25	3	4	2	3	2	1	1	0
26	3	4	4	5	2	1	2	2
27	4	5	2	3	2	1	2	2
28	3	3	4	3	1	2	2	1
29	0	1	2	1	3	4	1	0
30	5	3	4	3	3	4	1	2
31	2	4	6	4	5	5	1	1
32	4	3	6	8	3	2	2	2
33	10	11	13	12	3	4	3	3

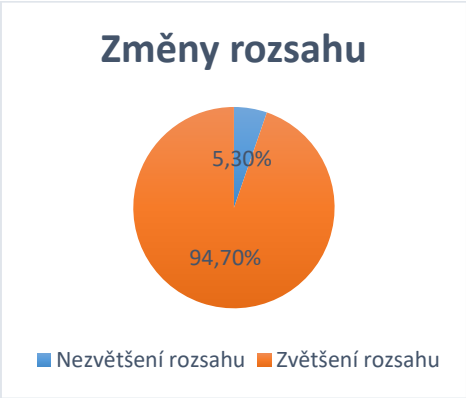
Zdroj: vlastní

Tabulka 4 Shrnutí tabulky č.3

Minimální zlepšení	0
Průměr	2,970
Počet nezvětšení rozsahu	14
Počet zvětšení rozsahu	250

Zdroj: vlastní

Graf 1 Změny rozsahu



Zdroj: vlastní

Tato hypotéza je potvrzena. Tabulka č.3 nám porovnává rozdíly mezi aktivním provedením testu a pasivním provedením. K výpočtu jsem použil vzorec: Hodnoty naměřené pasivně (s předpokladem vyšší hodnoty) – hodnoty naměřené aktivně (s předpokladem nižší hodnoty). V tabulce je opět využito barevného roztřídění výsledků. Zelené hodnoty jsou kladná čísla a značí potvrzení dané hypotézy, tedy, že při pasivním pohybu se dosáhlo většího rozsahu rotace tibie než při pohybu aktivním. Žlutě jsou označené výsledky, kdy v měření aktivního a pasivního pohybu nebyl rozdíl a dospěl jsem ke stejným hodnotám. V případě, že by hodnota dosáhla záporného čísla, byla by označena červeně. Červené označení by znamenalo, že velikost rozsahu při aktivním pohybu je větší než při pasivním provedením, ale k této situaci během tohoto testování nedošlo. Tabulka číslo 4 nám ukazuje hodnoty minimální zlepšení, které je v tomto případě 0, protože u několika testovaných došlo k rovnosti naměřených hodnot. Dále nám ukazuje právě množství případů, kdy došlo ke zvětšení rozsahu rotace a nezvětšení rozsahu rotace. Ve 14 případech rozsah pohybu nebyl zvětšen ani zmenšen a ve 250 případech došlo ke zvětšení rozsahu rotace tibie. Z těchto výsledku tedy lze usuzovat, že větší rozsah rotace tibie je možno dosáhnout při pasivním provedení pohybu. Poslední hodnota, kterou můžeme vyčíst z tabulky č.4 je průměrné

zvětšení rozsahu rotace tibie. U testovaných hráčů tedy došlo k průměrnému zvětšení o 2,97° při pasivním provedení testu oproti aktivnímu provedení testu samotným hráčem. Z grafu č.1 můžeme vyčíst percentuální zastoupení, kdy došlo nebo nedošlo ke zvětšení rozsahu rotace. Z celkových 264 hodnot, bylo 94,7 % z nich u pasivního provedení testu vyšší než při aktivním provedení. Jen u 5,3 % hodnot nedošlo ke zlepšení, ale ani ke zhoršení.

Hypotéza č.3: Předpokládám, že rozsah rotace tibie bude na obou dolních končetinách stejná.

Tabulka 5 Porovnání rozsahu rotace obou DK

Hráč	Dial test 30° A PDK - DIAL test 30° A LDK	Dial test 30° P PDK - Dial test 30° P LDK	Dial test 90° A PDK - DIAL test 90° A LDK	Dial test 90° P PDK - Dial test 90° P LDK	TIR test 30° A PDK - TIR test 30° A LDK	TIR test 30° P PDK - TIR test 30° P LDK	TIR test 90° A PDK - TIR test 90° A LDK	TIR test 90° P PDK - TIR test 90° P LDK
1	-1	-1	0	-1	0	0	0	0
2	1	1	0	-1	0	1	0	0
3	-1	0	-1	-1	-1	0	0	0
4	1	-1	0	-1	0	-1	-1	0
5	-1	0	0	0	0	0	0	0
6	1	0	-1	-1	0	0	-1	-1
7	-1	0	1	-3	-1	0	0	0
8	1	0	0	0	-1	0	0	0
9	0	0	-1	-1	0	0	0	-1
10	-1	-1	0	0	0	0	0	0
11	0	-1	1	-1	-1	0	0	0
12	-1	-1	1	0	-1	1	0	0
13	0	0	0	-2	0	-1	-1	0
14	0	-1	0	0	-1	0	0	0
15	-1	0	0	0	0	0	-1	0
16	0	0	-1	-1	0	0	0	0
17	1	0	2	-1	0	0	0	0
18	0	1	0	0	0	0	0	0
19	1	-1	-1	0	1	0	0	0
20	-1	0	0	0	0	0	0	0
21	-1	0	0	0	0	-1	0	0
22	1	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	-1	-1
24	-1	0	0	0	0	-1	0	0
25	1	0	1	0	-1	0	-1	0
26	0	-1	1	0	-1	0	0	0
27	1	0	0	-1	-1	0	0	0
28	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	0
29	0	-1	-1	0	0	-1	-1	0
30	-1	1	-1	0	1	0	0	-1
31	0	-2	-1	1	0	0	0	0
32	-1	0	1	-1	-1	0	0	0
33	1	0	0	1	0	-1	0	0

Zdroj: vlastní

Tabulka 6 Shrnutí tabulky č.5

Pravá větší rozsah	26
Levá větší rozsah	75
Stejné	163

Zdroj: vlastní

Hypotézu nelze jednoznačně potvrdit. Tabulka č. 5 nám ukazuje rozdíl mezi hodnotami testu naměřenými na pravé dolní končetině a levé dolní končetině. K výpočtu jsem použil vzorec: hodnoty odebrané při testování pravé dolní končetiny – hodnoty odebrané při testování levé dolní končetiny. Výsledné hodnoty jsou barevně rozlišeny. Zelenou barvou jsou označeny nulové hodnoty, tedy hodnoty, kdy rozsah rotace tibie na pravé dolní končetině je roven hodnotám rozsahu rotace tibie na levé dolní končetině. Žlutě vyznačeny jsou hodnoty kladné, tedy hodnoty, kdy rozsah rotace tibie byl na pravé dolní končetině větší než na levé dolní končetině. Červené hodnoty jsou záporné, což značí větší rozsah rotace tibie na levé dolní končetině oproti pravé dolní končetině. Tabulka číslo 6 nám ukazuje celkové shrnutí. Můžeme zde vidět, že stejné hodnoty byly naměřeny ve 163 případech, pravá dolní končetina byla lepší ve 26 případech a levá dolní končetina v 75 případech.

Hypotéza č.4: Předpokládám, že hráči na vyšší sportovní úrovni budou mít větší rozsahy rotace tibie,

Tabulka 7 Rozsah rotace v závislosti na sportovní úrovni

	Dial test 30° A PDK	DIAL test 30° A LDK	Dial test 30° P PDK	Dial test 30° P LDK	Dial test 90° A PDK	DIAL test 90° ¨ A LDK	Dial test 90° P PDK	Dial test 90° P LDK	TIR test 30° A PDK	TIR test 30° A LDK	TIR test 30° P PDK	TIR test 30° P LDK	TIR test 90° A PDK	TIR test 90° A LDK	TIR test 90° P PDK	TIR test 90° P LDK
1.liga - 2.liga	1,727	1,727	1,000	1,091	0,091	0,273	1,545	2,091	-0,909	-0,636	-0,455	-0,545	0,000	0,000	0,364	0,545
2.liga – KP	1,182	1,182	0,455	0,273	1,182	1,000	0,545	0,909	0,455	0,273	-0,364	-0,636	0,455	0,273	0,727	0,545

Zdroj: vlastní

Tabulka 8 Shrnutí tabulky číslo 7

1.liga - 2.liga větší rozsah	10
1.liga - 2.liga horší rozsah	4
2.liga - KP lepší rozsah	14
2.liga - KP horší rozsah	2
celkem lepší rozsah	24
celkem horší rozsah	6
Celkem stejný rozsah	2

Zdroj: vlastní

Tuto hypotézu nelze s jistotou potvrdit. V Tabulce č. 7 můžeme vidět rozdíl rozsahů rotace tibie u hráčů 1.ligy, 2.ligy a hráčů 2.ligy a krajského přeboru Výpočet byl prováděn z hodnot, které dával průměr hráčů na stejně sportovní úrovni v daném testu. K výpočtu byl použit vzorec, kdy se odečítala hodnota hráčů nižší soutěže (s předpokladem nižší hodnoty) od hodnoty u hráčů vyšší soutěže (s předpokladem vyšší hodnoty). V tabulce je barevně odlišena výsledná hodnota, kterou jsme po zadání vzorce dostali. Zeleně jsou zabarvena ta políčka, kde je hodnota kladná. Kladná hodnota znamená potvrzení mojí hypotézy, tedy, že hráč na vyšší úrovni má rozsah rotace větší než hráč hrající nižší soutěž. Červenou barvou jsou v tabulce označeny hodnoty, které jsou záporné. Záporné hodnoty znamenají, že hráči, kteří hrají na nižší sportovní úrovni mají rozsah rotace tibie vyšší než hráči na vyšší sportovní úrovni. Žlutě označená pole mají nulovou hodnotu, což znamená, že průměry rozsahů rotace jsou u hráčů jiných výkonnostních skupin stejné. Tabulka č.8 nám ukazuje počet zlepšení,

popřípadě zhoršení v daných výkonnostních skupinách. První část nám ukazuje, že z celkových 16 průměrů, byl u 10 průměrů zjištěn větší průměrný rozsah rotace u hráčů 1.ligy oproti hráčům 2.ligy. U 4 průměrů, výhradně se to týkalo TIR testu ve 30° flexe kolene, se prokázal průměr rotací vyšší u hráčů 2.ligy oproti hráčům 1.ligy. Druhá třetina tabulky č.8 nám ukazuje také poměr mezi hráči 2.ligy a krajského přeboru. V tomto poměřování byl výsledek jasnější a 14 průměrů byla zjištěna větší rotace u hráčů 2.ligy a pouze u dvou průměrů, výhradně pasivní TIR test ve 30°flexe kolene, byla zjištěna průměrná rotace větší u hráčů krajského přeboru oproti hráčům 2.ligy. Poslední třetina tabulky č.8 nám ukazuje celkové počty, kdy ve 24 případech byl průměrný rozsah rotace tibie větší u hráčů, kteří hrají vyšší soutěž, v 6 případech byl průměr větší u hráčů hrající nižší soutěž a ve 2 případech se průměr shodoval.

Hypotéza č.5: Předpokládám, že s přibývajícím věkem se bude rozsah rotace tibie zmenšovat

Tabulka 9 Rozsah rotace v závislosti na věku

	Dial test 30° A PDK	Dial test 30° A LDK	Dial test 30° P PDK	Dial test 30° P LDK	Dial test 90° A PDK	Dial test 90° A LDK	Dial test 90° P PDK	Dial test 90° P LDK	TIR test 30° A PDK	TIR test 30° A LDK	TIR test 30° P PDK	TIR test 30° P LDK	TIR test 90° A PDK	TIR test 90° A LDK	TIR test 90° P PDK	TIR test 90° P LDK
.-22 - 23-25	1,500	1,333	-0,833	-0,167	0,667	1,000	0,500	0,833	-0,500	-0,500	-0,167	-0,500	0,500	0,667	0,000	0,167
23-25 - 26-27	0,208	0,667	2,208	2,083	0,667	0,917	3,292	3,333	-0,083	0,083	0,000	0,333	-1,250	-1,625	-0,125	-0,250
26-27 - 28-29	1,125	0,667	0,625	0,417	0,500	0,417	-0,458	-1,000	0,250	-0,083	0,333	0,000	1,417	1,625	1,125	1,083
28-29 - 30+	-2,000	-1,524	-1,143	-1,095	-1,357	-1,810	-0,595	-0,643	-0,500	-0,738	-0,619	-0,429	-0,738	-1,000	-1,786	-1,762

Zdroj: vlastní

Tabulka 10 Shrnutí tabulky č.9

mladší skupina větší rozsah	31
starší skupina větší rozsah	30
Stejné	3

Zdroj: vlastní

Tato hypotéza nebyla potvrzena. Za účelem zjišťování této hypotézy jsem si hráče rozdělil do pěti věkových skupin. 1. skupinou jsou hráči ve věku 22 let a mladší, v této skupině bylo celkem 6 hráčů. Ve 2.skupině byli hráči ve věku 23–25 let a i zde bylo celkem 6 hráčů. Do 3.skupiny byli přidělení hráči ve věku 26-27 let, tato skupina byla největší a bylo zde 8 hráčů. 4.skupina byla tvořena hráči ve věku 28-29 let a těchto hráčů bylo celkem 6. Poslední skupina byla tvořena hráči, kterým je 30 let a více. Pro výpočet jsem musel vytvořit průměr u každého testu pro danou věkovou skupinu a poté od sebe byli odečítány. Vzorec pro výpočet byl: průměr mladší skupiny (s předpokladem vyšší hodnoty) - průměr starší skupiny (s předpokladem nižší hodnoty). Hodnoty jsou v tabulce č.9 opět rozděleny dle barev. Zelené hodnoty jsou hodnoty kladné, tedy hodnoty, které potvrzují hypotézu a

ukazují, že mladší hráči měli rozsah rotace vyšší. Červené hodnoty jsou záporné a lze z nich tedy soudit, že hráči starší měli průměr rotací vyšší než mladší skupina s nimi poměřovaná. Tabulka č.10 nám ukazuje, že ve 31 případech měla mladší poměřovaná skupina vyšší průměr rozsahů rotace tibie, 30 případů bylo opačných, kdy byl rozsah rotace větší u hráčů starších. Ve 3 případech došlo ke stejné průměrné hodnotě u obou sledovaných skupin. Podle výsledku tedy lze soudit, že věk ve velké míře neovlivňuje rozsah rotace tibie. Zajímavostí pro mě je, že průměr hráčů nad 30 let byl u všech testů větší než u hráčů ve skupině 28-29 let.

10 DISKUZE

Má bakalářská práce se zabývala hodnocením rozsahu rotace tibie. Rotace tibie nebyla do nedávna příliš řešena, i když si myslím, že má velkou důležitost pro správnou funkci dolní končetiny. Většina literatury, která se zabývá pohyby v kolenním kloubu jsou omezeny na flexi a extenzi, pokud je rotace uvedena, bývá většinou uveden pouze rozsah pohybu, který může být během rotace proveden, což vnímám jako chybu, protože podle mého názoru rotace tibie ovlivňuje napětí měkkých tkání v oblasti KOK a celkové nastavení DK. Neutrální postavení DK je závislé na rotaci v kolenním kloubu. Z tohoto usuzuji, že rotace tibie je z velké části neprobádané téma. Většinu poznatků zabývajících se testováním rozsahu rotace tibie jsem musel čerpat ze zahraničí, především z vědeckých studií.

V první části mé diskuze bych se rád věnoval diskuzi o výsledcích mého měření.

Hypotéza č.1 v mé práci se zabývala tím, zda větší rozsah flexe kolene zvětšuje velikost rozsahu rotace tibie. Tato hypotéza se potvrdila a je v souladu s názory uváděnými v odborné literatuře, která říká, že při větší flexi kolene je možnost dosáhnout většího rozsahu rotace tibie, s maximem v 90°flexe. (Kolář, 2009) Z mých výsledků mě překvapil poměrně velký rozdíl rozsahů rotace ve 30°flexe kolene a v 90° flexe kolene, dle odborné literatury dochází k největšímu zvětšování rozsahu rotace do 45°flexe a poté se zvětšuje jen málo. Z mých výsledků, kdy je dle mého rozdíl celkem velký, bych se zamýšlel nad tím, že největší zvětšování rozsahu je tedy v rozmezí 30°-45°, pokud platí, že rozsah rotace tibie se zvyšuje jen málo při koleni flektovaném nad 45°.

Hypotéza č.2, kde jsem očekával větší rozsah rotace tibie u hráčů, kteří hrají vyšší soutěž. Tato hypotéza vycházel z mého přesvědčení, že hráči na vyšší úrovni by měli být lepšími sportovci (v rámci 1.ligy dokonce profesionály) a z toho by mělo vyplývat lepší vnímání svého tělo a vzhledem k profesionalitě tréninků a dostupnosti regenerace i fyzioterapie, jsem očekával také větší kvalitu kloubů, svalů, šlach a celkově celého pohybového aparátu. Z daných výsledku jsem zjistil, že u většiny případů rozsah rotace byl větší, ale bylo tam i několik případů, kdy hráči vyšší soutěže měli rozsah rotace menší oproti hráčům nižší soutěže. Na tyto výsledky může podle mého názoru mít vliv několik aspektů. V případě hráčů 1.ligy je tréninkový režim opravdu náročný, trénují 4x-5x týdně a hrají jeden zápas. U hráčů 2.ligy bývají tréninky 1x-2x týdně a hrají jeden zápas. U hráčů krajského přeboru bývá většinou pouze víkendový zápas. Rozsah rotace u hráčů 1.ligy může tedy více ovlivňovat svalové napětí, způsobené častějším trénováním s mnohem větším zatížením,

pokud nedochází ke správné regeneraci (nekvalitní spánek, životospráva, strečink). Hráči nižších soutěží jsou dle mého zase limitováni dostupností regenerace, hlavně její kvality, kdy si jí musí většinou platit. Další problematikou u hráčů nižších soutěží je v tréninkových jednotkách, kdy bývají nekvalitně poskládány, a proto může vznikat větší zatížení tkání navíc v nevhodných pohybových vzorcích a nevhodných časových intervalech.

Dalším mou hypotézou bylo, že s věkem bude klesat rozsah rotace tibie. Podle výsledku hypotézu nelze jednoznačně vyvrátit ani potvrdit, protože výsledná data jsou přibližně shodné. Důvody, které mě k tomu vedli, jsou takové, že kvalita svalů, šlach, kloubních ploch a dalších článků pohybového aparátu, klesá s rostoucím věkem. Dalším faktorem, který by mohl hovořit pro mou domněnku je, že u starších hráčů, vzhledem k tomu, že daný sport dělají déle, dochází k náporu na pohybový aparát již delší dobu a složky pohybového aparátu mohou být více poškozené. Dále také mladší hráči mají lepší kvalitu svalů a rychlejší regenerační schopnosti. V průběhu testování, kdy mé výsledky nedospěli tam, kam jsem myslel, jsem uvažoval nad tím, že věk omezuje rotaci méně, než jsem myslel. Hlavním faktorem těchto výsledku je podle mě to, že i když jsou hráči starší, tak stále jsou v produktivním věku, kdy nejstaršímu hráči je 35 let. K větším rozdílům výsledků by tedy dle mého názoru došlo, pokud bychom měli hráče ve věku 19 let a bývalého hráče, kterému je dnes například 70let.

Další hypotézou jsem si potvrdil mou domněnku, že pasivním provedením pohybu, lze dosáhnout většího rozsahu rotace tibie. Myslím, že hlavním důvodem lepšího rozsahu rotace při pasivním pohybu je relaxace svalů, které mohou rotaci tibie ovlivňovat. Tento způsob testování je omezován schopností relaxace jednotlivých hráčů. Jsem přesvědčen, že u mnoha hráčů jsem nedosáhl maximální rotace ani při pasivním provedení testu. Hlavně u hráčů, kteří mají zvýšené svalové napětí a nejsou schopni své svaly plně relaxovat, je rotace i při pasivním provedení limitována napětím svalů.

Poslední hypotézu, kterou jsem se ve své práci zabýval a rád bych ji prodiskutoval, je rozdíl v rozsazích rotace tibie u pravé a levé dolní končetiny. Z daných výsledků lze usoudit, že většina rozsahů rotace tibie byla stejná na obou dolních končetinách. Vzhledem k tomu, že drtivá většina vyšetřovaných hráčů měla dominantní pravou dolní končetinu, mě překvapil výsledek, který ukazuje, že levá noha byla v rozsazích lepší v 75 případech a pravá pouze ve 26 případech. Sám jsem předpokládal, že pokud bude některá končetina lepší tak ta dominantní z důvodu, že hráči používají dominantní končetinu na kopání, při kterém

dochází k rotaci tibie. Z výsledků, ale vyplývá, že rozsahy rotace jsou větší spíše na noze, která je při kopání stojná.

V další části mé diskuze bych se rád věnoval problémům a nedostatkům, na které jsem v mé práci narazil.

Největší nedostatek mé bakalářské práce vidím v rozsahu, hlavně v teoretické části. Rozsah teoretické části byl z části ovlivněn nedostatkem literatury, která by se touto problematikou zabývala a také z části tím, že ve chvíli, kdy jsem dokončoval teoretickou část byli uzavřeny knihovny ZČU a nadále jsem mohl čerpat pouze z elektronických zdrojů.

Původně jsem měl v plánu se věnovat porovnávání mých výsledků s obecně danými normami, ale problém mého měření a porovnávání s těmito hodnotami vidím v tom, že nevím, jakým způsobem autoři k jejich hodnotám došli a také v tom, že hodnoty jsou uváděny velmi rozlišné. Není v jejich publikacích určeno, jakým testem, popřípadě za využití, jakého zařízení k výsledkům dospěli. Velké rozdíly, co se týče rozsahů rotace tibie, jsou i v odborné literatuře. V literatuře je uváděn rozsah zevní rotace 30-40° a vnitřní rotace 10° (Kolář, 2009), jiná literatura zase uvádí rozsah zevní rotace 15-30° a vnitřní rotace až do 40° (Véle,2006). Je tedy zajímavé, že i přední osobnosti české fyzioterapie nejsou ve shodě co se tohoto tématu týče.

Dalším problémem, se kterým jsem se během měření potýkal, bylo nastavení hlezna a nohy hráčů do neutrální pozice. Každý hráč měl postavení nohy individuální a měl různé stupně inverze nebo everze nohy. Zde vidím nedostatek v tom, že mým nastavení do neutrální pozice jsem již automaticky změnil výchozí postavení tibie, kterou by hráč měl bez mého nastavení hlezna. Mé testování tedy vypovídá o rotaci tibie z neutrálního postavení, ale ne z přirozeného postavení pro daného hráče.

Další problém, který souvisí s hleznem a během svého testování jsem na něj narazil je izolovat rotaci tibie od pohybů v hleznu. Myslím, že během testování nemusela být vždy změřena čistá rotace tibie, ale rotace hlezna a jeho souhyby do inverze a everze mohli výsledky ovlivnit.

Pokud bych v budoucnu svou práci více rozpracovával rad bych se věnoval také vlivu zranění na rotaci tibie. I při mém měření jsem se dotazoval na zranění hlavně v oblasti kolenního kloubu, hlezna a svalů DK. Myslím, že poranění vazů kolene a svalů, které přímo ovlivňují rotaci má přímou spojitost s velikostí rozsahu rotace tibie. Dalším zraněním, které

ovlivňuje rotaci mohou být poranění hlezna a nohy, kdy nastavení nohy také přímo koreluje s rotačním postavením tibie

Dále bych svou práci v budoucnu rád rozvinul o způsoby terapie, kterými se prozatím odborná literatura příliš nezabývá, a proto doufám, že v budoucnu bude publikací na toto téma více a budu se moct posunout ve svých praktických znalostech i v rámci terapie tohoto problému. Další část, která by mohla rozvinout tuto bakalářskou práci je postavení tibie v rámci ontogeneze.

Dalším zajímavým tématem, které bych rád více rozvinul je vliv jednotlivých svalových řetězců na rozsah rotace tibie. Dle mého by u hráčů futsalu mohl dělat problémy dlouhý řetězec mezi pánví lýtkem, který probíhá jak přes musculus rectus femoris tak semisvaly. Tyto svaly jsou ve futsale velmi namáhané a semisvaly přímo slouží k vnitřní rotaci tibie. Vzhledem ke svým zkušenostem při práci s futsalisty jsem vypozoroval velmi zvýšení napětí právě v oblasti semisvalů, a proto si myslím, že by mohli velmi ovlivňovat rozsah rotace, protože při jejich větším napětí (zkrácení) bude docházet k ovlivnění rozsahu rotace. S tímto tématem by mě dále zajímalo porovnání rozsahu rotace tibie u jednotlivých sportů.

11 ZÁVĚR

V teoretické části je popsán kolenní kloub, okolní svaly a vazy, které přímo ovlivňují rotaci tibie. Je velmi důležité znát a vnímat důležitost měkkých tkání, které na rotaci tibie a celkově správné fungování kolenního kloubu mají velký vliv. Do kineziologie kolenního kloubu byly zahrnuty pohyby v kloubu, dále svaly a vazy, které rotaci přímo ovlivňují. Teoretická část se také věnuje popsání rotace tibie v závislosti na postavení hlezna během chůzového mechanismu. V teoretické části je také vysvětleno, do jakých svalových řetězců, je tibie a svaly ovlivňující tibii, zakomponována a také, že rozdílná rotace tibie má na svědomí rozdíly v zapojení různých svalových skupin. V teoretické části také věnuji velkou část testům rotace tibie, jedná se o testy, které rotaci přímo měří, ale také o testy, které rotaci tibie využívají k objasnění jiných poškození pohybového aparátu.

V praktické části jsem se snažil objasnit cíle, které jsem si v úvodu této práce předsevzal. Testování je zaměřeno na rotaci tibie, vliv věku na rotaci tibie, vliv sportovní úrovně na rotaci tibie a porovnání rotace tibie na obou dolních končetinách. Dále je zaměřeno na zjištění, zda typ testu (aktivní/pasivní) má vliv na celkový rozsah rotace tibie. Své cíle jsem v praktické části svými výsledky objasnil, ale myslím, že by byla potřeba mnohem rozsáhlejšího měření za jasně daných podmínek a nejlépe za využití zařízení, abychom mohli dospět k výsledkům, které mají větší váhu.

Zpracovávání této bakalářské práce, kdy jsem načerpal zajímavé teoretické i praktické znalosti, mě motivovalo se tomuto tématu více věnovat a zároveň se snažit hodnocení rozsahu rotace zaimplementovat do mého vyšetření v rámci sportovní fyzioterapie, které bych se rád věnoval

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BARTONÍČEK, Jan a Jiří HEŘT. *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf, 2004. ISBN 80-7345-017-8.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-3817-8

DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-324-0.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0

External Tibial Torsion - Podiatry, Orthopedics, & Physical Therapy. South Florida Institute of Sports Medicine - Podiatry, Orthopedics, & Physical Therapy [online]. Copyright © [cit. 29.04.2020]. Dostupné z: http://www.southfloridasportsmedicine.com/external-tibial-torsion.html

GOODMAN, Catherine. *Pathology: implications for physical terapist*. Elsevier saunders, 2015, ISBN: 9781455745913

Gonzales AS, Mendez MD. *Intoeing (Pigeon Toes, Femoral Anteversion, Tibial Torsion, Metatarsus Adductus)*. StatPearls Publishing; 2020. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499993/

HERRING, John. *Tachdjian's pediatric orthopaedics*. Saunders, 2013, ISBN 978-1437715491

Chen, H. N., Yang, K., Dong, Q. R., & Wang, Y. (2014). *Assessment of tibial rotation and meniscal movement using kinematic magnetic resonance imaging*. Journal of orthopaedic surgery and research, 9, ISSN: 014-0065-8

Internal Tibial Torsion - Pediatrics - Orthobullets. Orthobullets - www.orthobullets.com [online]. Copyright © 2020 Lineage Medical, Inc. All rights reserved. [cit. 29.04.2020]. Dostupné z: https://www.orthobullets.com/pediatrics/4060/internal-tibial-torsion

JARMEY, Chris a John SHARKEY. *Atlas svalů - anatomie*. 3. vydání. Přeložil Kateřina BRADÁČOVÁ. Brno: CPress, 2019. ISBN 978-80-264-2503-8

JÓNASON, Gunnlaugur et al. *The Effect of Tibial Rotation on the Contribution of Medial and Lateral Hamstrings During Isometric Knee Flexion*. Sports health vol. 8,2 (2016) ISSN:10.1177/1941738115625039

KAPANDJI, I. A. *The physiology of the joints*. 6th ed., English ed. New York: Churchill Livingstone, 2011. ISBN 0702029599

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1

MAQUET, Paul. *Biomechanics of the knee:With application to the Pathogenesis and the surgical treatment of Osteoarthritis.* New York, United States of AmericaSpringer 1976, ISBN 978-3540078821

NEUMANN, Donald. *Kinesiology of the musculoskeletal system*. Elsevier books, 2016. ISBN 9780323287531

NOYES, Frank. *Knee Disorders: Surgery, Rehabilitation, Clinical Outcomes*. Elsevier books, 2016, ISBN: 9780323329033

PALEY D. E.. *Congenital pseudarthrosis of the tibia: biological and biomechanical considerations to achieve union and prevent refracture*, *Journal of Children's Orthopaedics* 13 (2019)

PERRY, Jacquelin a Judith M. BURNFIELD. Gait analysis: normal and pathological function. 2nd ed. Thorofare, NJ: SLACK, c2010. ISBN 978-1556427664

PRABHAKAR, Sharad. *Handbook of Clinical Examination in Orthopedics*., Springer verlag, 2018, ISBN: 9811312346

RASCH, Philip J. *Kinesiology and Applied Anatomy*. Philadelphia, 1973

ROSSI, Roberto et al. *Clinical examination of the knee: know your tools for diagnosis of knee injuries*. Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology : SMARTT. 2011, ISSN: 1758-2555-3-25

RYCHLÍKOVÁ, Eva. *Funkční poruchy kloubů končetin: diagnostika a léčba*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2096-3.

SLICHTER, Malou E et al. *A novel test for assessment of anterolateral rotatory instability of the knee: the tibial internal rotation test (TIR test)*. Journal of experimental orthopaedics vol. 5,1 29. 9 Aug. 2018, ISSN: 40634-018-0141-9

STINTON S. et all. *The use of a robotic tibial rotation device and an electromagnetic tracking system to accurately reproduce the clinical dial test*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016, ISSN: 167 – 016 – 4042 - 0

TICHÝ, Miroslav. *Dysfunkce kloubu.* Praha: Miroslav Tichý, 2009. ISBN: 978-80-254-3963-0

VAŘEKA, Ivan a Renata VAŘEKOVÁ. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2432-3.

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A Informovaný souhlas 62
Příloha B Záznamový arch 63
Příloha C Odebrané hodnoty 64
Příloha D Odebrané hodnoty 65
Příloha E Odebrané hodnoty 66
Příloha F Odebrané hodnoty 67
Příloha G Odebrané hodnoty 68
Příloha H Kolenní kloub 69

PŘÍLOHY

Příloha A Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS PACIENTA

Název bakalářské práce: Hodnocení rozsahu rotace tibie u hráčů futsalu

Jméno a příjmení pacienta:

1. Já, níže podepsaný, souhlasím s mou účastí v bakalářské práci, kde budou údaje o mé osobě anonymně součástí měření. Je mi více než 18 let.

2. Byl jsem podrobně informován o cíli BP, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Student, zpracovávající BP mi vysvětlil očekávaný přínos BP.

3. Porozuměl jsem tomu, že svou účast měření mohu kdykoliv odmítnout. Moje účast v měření k BP je dobrovolná.

4. Hodnoty měření budou v BP uveřejněny přísně anonymně bez mých osobních údajů.

5. S mojí účastí v měření k BP není spojeno poskytnutí žádné odměny.

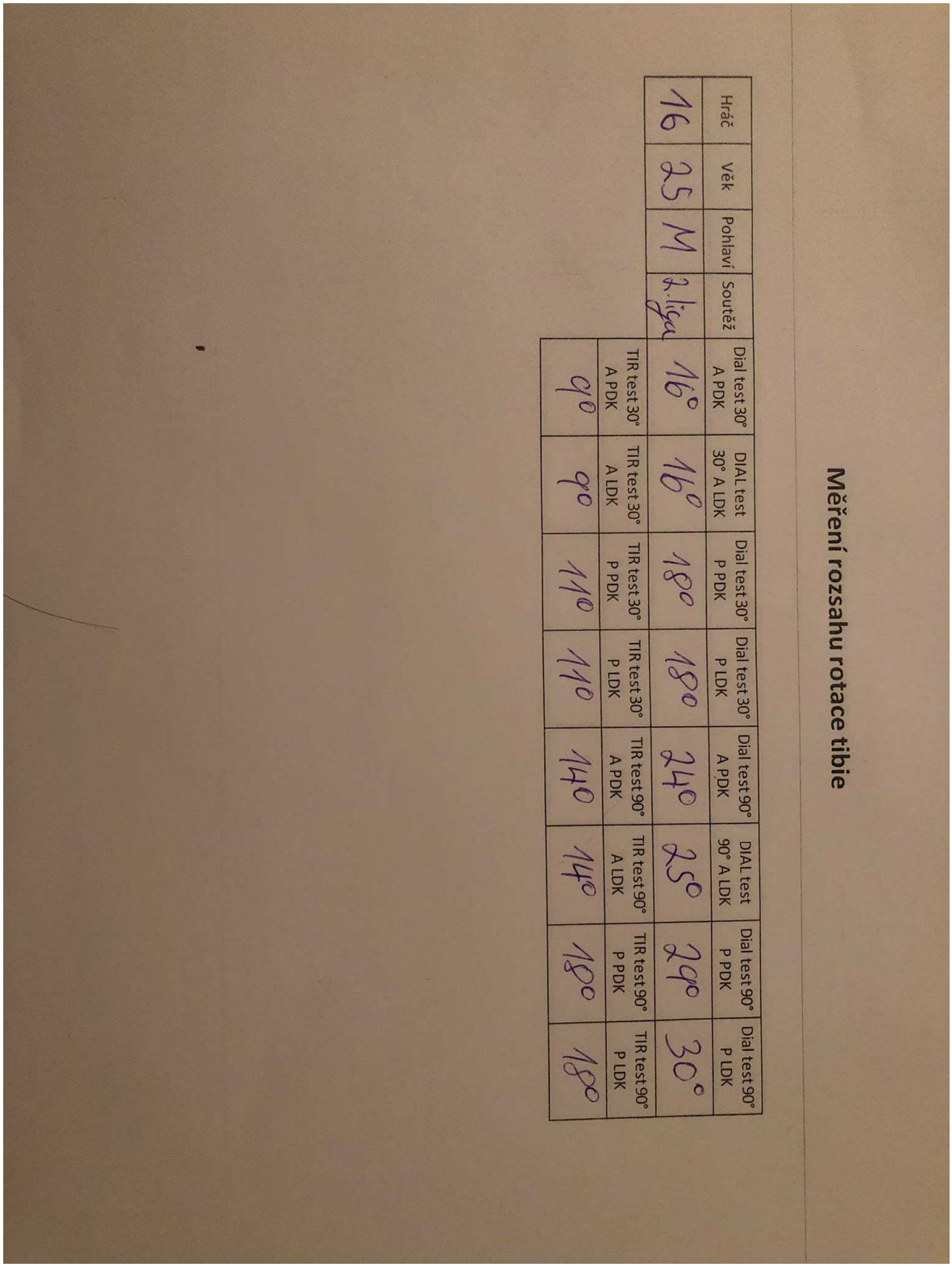
6. Porozuměl jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v BP

Vlastnoruční podpis pacienta: Vlastnoruční podpis studenta:

V ……..…….. dne …… V ……..dne ……..

Příloha B Záznamový arch

Obrázek 10 Vyplněný záznamový arch, hráč č.16



Měření rozsahu rotace tibie

Hráč	Věk	Pohlaví	Soutěž	Dial test 30° A PDK	DIAL test 30° A LDK	Dial test 30° P PDK	Dial test 30° P LDK	Dial test 90° A PDK	DIAL test 90° A LDK	Dial test 90° P PDK	Dial test 90° P LDK
16	25	M	2.liga	16°	16°	18°	18°	24°	25°	29°	30°

TIR test 30° A PDK	TIR test 30° A LDK	TIR test 30° P PDK	TIR test 30° P LDK	TIR test 90° A PDK	TIR test 90° A LDK	TIR test 90° P PDK	TIR test 90° P LDK
9°	9°	11°	11°	14°	14°	18°	18°

Zdroj: vlastní

Příloha C Odebrané hodnoty

Tabulka 11 Základní informace

Hráč	Věk	Pohlaví	Soutěž
1	22	Muž	1.liga
2	22	Muž	1.liga
3	32	Muž	1.liga
4	29	Muž	1.liga
5	26	Muž	1.liga
6	30	Muž	1.liga
7	29	Muž	1.liga
8	35	Muž	1.liga
9	20	Muž	1.liga
10	25	Muž	1.liga
11	19	Muž	1.liga
12	30	Muž	2.liga
13	30	Muž	2.liga
14	28	Muž	2.liga
15	27	Muž	2.liga
16	25	Muž	2.liga
17	26	Muž	2.liga
18	23	Muž	2.liga
19	26	Muž	2.liga
20	26	Muž	2.liga
21	29	Muž	2.liga
22	27	Muž	2.liga
23	26	Muž	Krajský přebor
24	25	Muž	Krajský přebor
25	27	Muž	Krajský přebor
26	29	Muž	Krajský přebor
27	32	Muž	Krajský přebor
28	22	Muž	Krajský přebor
29	32	Muž	Krajský přebor
30	28	Muž	Krajský přebor
31	20	Muž	Krajský přebor
32	24	Muž	Krajský přebor
33	23	Muž	Krajský přebor

Zdroj: vlastní

Příloha D Odebrané hodnoty

Tabulka 12 Dial test 30°

Hráč	Dial test 30° A PDK	DIAL test 30° A LDK	Dial test 30° P PDK	Dial test 30° P LDK
1	13	14	15	16
2	11	10	13	12
3	6	7	10	10
4	9	8	10	11
5	12	13	14	14
6	9	8	10	10
7	8	9	10	10
8	13	12	15	15
9	10	10	13	13
10	6	7	9	10
11	13	13	14	15
12	9	10	11	12
13	9	9	11	11
14	8	8	8	9
15	6	7	9	9
16	16	16	18	18
17	9	8	10	10
18	8	8	12	11
19	7	6	10	11
20	9	10	12	12
21	6	7	13	13
22	4	3	8	8
23	9	9	10	10
24	5	6	9	9
25	9	8	12	12
26	7	7	10	11
27	9	8	13	13
28	6	7	9	10
29	8	8	8	9
30	4	5	9	8
31	6	6	8	10
32	8	9	12	12
33	7	6	17	17

Zdroj: vlastní

Příloha E Odebrané hodnoty

Tabulka 13 Dial test 90°

Hráč	Dial test 90° A PDK	DIAL test 90° A LDK	Dial test 90° P PDK	Dial test 90° P LDK
1	17	17	20	21
2	17	17	22	23
3	15	16	16	17
4	14	14	18	19
5	18	18	22	22
6	13	14	18	19
7	12	11	18	21
8	17	17	25	25
9	19	20	28	29
10	13	13	18	18
11	20	19	28	29
12	14	13	18	18
13	16	16	19	21
14	16	16	21	21
15	17	17	21	21
16	24	25	29	30
17	17	15	22	23
18	14	14	17	17
19	13	14	17	17
20	16	16	19	19
21	17	17	20	20
22	10	10	13	13
23	12	12	14	14
24	12	12	16	16
25	17	16	19	19
26	15	14	19	19
27	18	18	20	21
28	14	15	18	18
29	18	19	20	20
30	13	14	17	17
31	11	12	17	16
32	15	14	21	22
33	16	16	29	28

Zdroj: vlastní

Příloha F Odebrané hodnoty

Tabulka 14 TIR test 30°

Hráč	TIR test 30° A PDK	TIR test 30° A LDK	TIR test 30° P PDK	TIR test 30° P LDK
1	3	3	5	5
2	5	5	7	6
3	4	5	6	6
4	6	6	7	8
5	4	4	8	8
6	6	6	6	6
7	3	4	7	7
8	8	9	11	11
9	9	9	12	12
10	6	6	8	8
11	3	4	6	6
12	5	6	9	8
13	5	5	7	8
14	6	7	7	7
15	8	8	9	9
16	9	9	11	11
17	6	6	8	8
18	7	7	9	9
19	7	6	7	7
20	6	6	8	8
21	5	5	7	8
22	3	3	6	6
23	5	5	9	9
24	4	4	6	7
25	7	8	9	9
26	6	7	8	8
27	6	7	8	8
28	5	5	6	7
29	8	8	11	12
30	7	6	10	10
31	6	6	11	11
32	4	5	7	7
33	4	4	7	8

Zdroj: vlastní

Příloha G Odebrané hodnoty

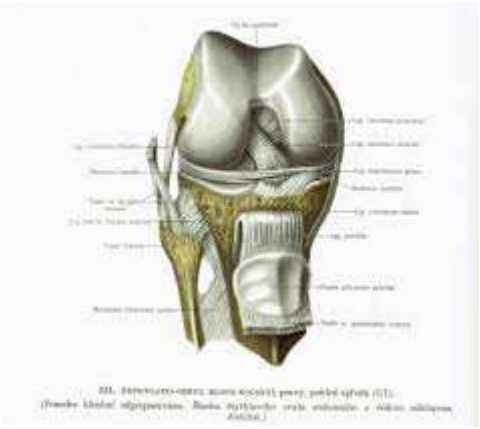
Tabulka 15 TIR test 90°

Hráč	TIR test 90° A PDK	TIR test 90° A LDK	TIR test 90° P PDK	TIR test 90° P LDK
1	8	8	12	12
2	10	10	11	11
3	11	11	14	14
4	13	14	16	16
5	9	9	11	11
6	8	9	12	13
7	9	9	10	10
8	15	15	17	17
9	16	16	19	20
10	10	10	12	12
11	8	8	9	9
12	8	8	12	12
13	10	11	13	13
14	8	8	11	11
15	10	11	14	14
16	14	14	18	18
17	12	12	13	13
18	12	12	13	13
19	14	14	14	14
20	10	10	10	10
21	9	9	9	9
22	10	10	12	12
23	12	13	13	14
24	8	8	11	11
25	13	14	14	14
26	9	9	11	11
27	9	9	11	11
28	7	8	9	9
29	13	14	14	14
30	11	11	12	13
31	14	14	15	15
32	8	8	10	10
33	8	8	11	11

Zdroj: vlastní

Příloha H Kolenní kloub

Obrázek 11 Anatomie kolenního kloubu



Zdroj: Kolenní kloub - anatomie. Klouby.cz – eshop s kloubní výživou a doplňky [online]. Dostupné z: https://www.klouby.cz/anatomie/koleno/